



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
Faculdade de Ciências Aplicadas



OSMAR CELESTINO DOS SANTOS

**ANÁLISE DOS FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO (FCS) DA  
GESTÃO DAS OPERAÇÕES DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA  
CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO (RCD).**

LIMEIRA  
2023



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
Faculdade de Ciências Aplicadas



OSMAR CELESTINO DOS SANTOS

**ANÁLISE DOS FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO (FCS) DA  
GESTÃO DAS OPERAÇÕES DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA  
CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO (RCD).**

*Dissertação apresentada à Faculdade de  
Ciências Aplicadas da Universidade  
Estadual de Campinas como parte dos  
requisitos exigidos para obtenção do  
título de Mestre em Engenharia de  
Produção e de Manufatura na área de  
Pesquisa Operacional e Gestão de  
Processos.*

*Orientador(a):* Profa. Dra. Muriel de Oliveira Gavira.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO  
DEFENDIDA PELO(A) ALUNO(A) OSMAR CELETINO DOS SANTOS, E  
ORIENTADA PELO(A) PROF.(A). DR.(A). MURIEL DE OLIVEIRA GAVIRA

LIMEIRA  
2023

Ficha catalográfica  
Universidade Estadual de Campinas  
Biblioteca da Faculdade de Ciências Aplicadas  
Ana Luiza Clemente de Abreu Valério - CRB 8/10669

Santos, Osmar Celestino dos, 1960-  
Sa59a Análise dos fatores críticos de sucesso (FCS) da gestão das operações de reciclagem de resíduos da construção civil e demolição (RCD) / Osmar Celestino dos Santos. – Limeira, SP : [s.n.], 2023.

Orientador: Muriel de Oliveira Gavira.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas.

1. Fatores críticos de sucesso. 2. Resíduos da construção civil. 3. Reciclagem. I. Gavira, Muriel de Oliveira, 1978-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Aplicadas. III. Título.

Informações Complementares

**Título em outro idioma:** Analysis of critical success factors (CSF) of the management of recycling operations of construction and demolition waste (CDW)

**Palavras-chave em inglês:** Critical success factors Construction and demolition debris Recycling

**Área de concentração:** Pesquisa Operacional e Gestão de Processos

**Titulação:** Mestre em Engenharia de Produção e de Manufatura

**Banca examinadora:** Muriel de Oliveira Gavira [Orientador]

Antônio Carlos Pacagnella Júnior

Robert Eduardo Cooper Ordonez

**Data de defesa:** 07-11-2023

**Programa de Pós-Graduação:** Engenharia de Produção e de Manufatura

**Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)**

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0009-0002-7031-9925>

- Currículo Lattes do autor: <http://lattes.cnpq.br/774328033891287>

## **Folha de Aprovação**

**Autor:** Osmar Celestino dos Santos

**Título:** Avaliação dos fatores críticos de sucesso (FCS) da gestão das operações de reciclagem de resíduos da construção civil e demolição (RCD).

**Natureza:** Dissertação

**Área de Concentração:** Pesquisa Operacional e Gestão de Processos.

**Instituição:** Faculdade de Ciências Aplicadas – FCA/Unicamp

**Data da Defesa:** Limeira - SP, 07 de novembro de 2023.

### **BANCA EXAMINADORA:**

Profa. Dra. MURIEL DE OLIVEIRA GAVIRA. (orientadora)  
Faculdade de Ciências Aplicadas - FCA/Unicamp

Prof. Dr. ANTÔNIO CARLOS PACAGNELLA JÚNIOR (membro interno)  
Faculdade de Ciências Aplicadas - FCA/Unicamp

Prof. Dr. ROBERT EDUARDO COOPER ORDONEZ (membro externo)  
Universidade Estadual de Campinas / Engenharia Mecânica

A Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade

## AGRADECIMENTOS

A minha orientadora Profa. Dra. Muriel Gavira pelas valiosas orientações, colaboração e dedicação durante toda a realização deste trabalho.

Aos professores da banca examinadora de qualificação e de defesa pela disponibilidade e dedicação na tarefa de avaliar de forma assertiva o conteúdo do documento e generosamente oferecendo contribuições que enriqueceram o trabalho.

Agradeço de forma especial a minha esposa Edneia da Cruz por todo o seu carinho e apoio durante mais esta conquista na minha vida.

Por fim, gostaria de agradecer imensamente aos respondentes desta pesquisa, gestores e responsáveis pelas operações de reciclagem do setor público e privado da região metropolitana de campinas e municípios vizinhos que abriram as portas das suas empresas , viabilizando assim as visitas e observações, tornado transparente suas fortalezas e fraquezas e só assim foi possível a realização desta tarefa - Homens e Mulheres de coragem que com a dedicação e afinco no seu trabalho do dia a dia, transformam o mundo a sua volta em um lugar um pouco melhor para se viver e mantem viva a esperança e a crença em tempos melhores para os defensores da sustentabilidade no trato dos resíduos da construção civil.

## EPÍGRAFE

*“O que você faz com o seu lixo diz muito sobre você. Recicle os seus hábitos, produza menos lixo. Quem separa lixo para reciclagem em sua casa é cidadão consciente, mas quem não o faz infelizmente ajuda a destruir a natureza. A terra está doente e a reciclagem é um dos melhores remédios para curá-la. Quem recicla vive uma luta diária para dar ao mundo a oportunidade de ser um lugar melhor. Reciclar é ressignificar o amanhã.”*

*Karyne Santiago*

## RESUMO

O setor da construção civil gera um grande volume de resíduos, principalmente nos grandes centros urbanos, que são na sua grande maioria, depositados de maneira irregular ou vão para os aterros sanitários. A reciclagem é uma das abordagens para minimizar esse importante problema ambiental. Embora várias estratégias tenham sido adotadas, na prática as taxas de reciclagem ainda são muito baixas no Brasil. Desta forma é importante analisar os principais fatores críticos sucesso (FCS) da gestão das operações brasileiras de reciclagem dos resíduos da construção civil e demolição (RCD). Este estudo, após uma revisão bibliográfica que identificou os FCS mais frequentes na literatura, estruturou um questionário, selecionou um grupo de operações de reciclagem de RCD e por meio de entrevistas presenciais com os gestores dessas operações, objetivou identificar, classificar e analisar os FCS mais importantes na perspectiva desses gestores. A pesquisa limita-se a região metropolitana de Campinas (RMC) e municípios vizinhos, assim este trabalho traz como resultados, um panorama geral das operações de reciclagem dos RCD na RMC com suas principais características, indica as melhores práticas para gestão eficaz dos RCD e prioriza ações para elaboração de políticas públicas mais assertivas no trato dos RCD. Ainda os resultados trazem um alerta aos gestores tanto públicos como privados envolvidos nas operações de reciclagem dos RCD quanto a escassez de áreas, na região estudada, para o adequado manuseio do RCD. Por fim, a pesquisa oferece uma análise detalhada da relação dos principais FCS identificados com as práticas e diretrizes sustentáveis da gestão do RCD, sob a ótica dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e das diretrizes do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES, 2022), relacionadas com o tema.

**Palavras-chave:** Fatores Críticos de Sucesso (FCS), Resíduo da Construção Civil e Demolição (RCD) e Reciclagem

## ABSTRACT

The construction sector generates a large volume of waste, especially in large urban centers, which are mostly irregularly disposed or sent to landfills. Recycling is one approach to minimize this significant environmental problem. Despite various strategies being adopted, recycling rates in Brazil are still very low. Therefore, it is important to analyze the critical success factors (CSF) in the management of Brazilian operations for recycling construction and demolition waste (CDW). This study, after a literature review that identified the most frequent CSF, structured a questionnaire, selected a group of CDW recycling operations and performed face-to-face interviews. The research aimed to identify, classify, and analyze the CSF from the perspective of the CDW sector leaders. The research focused on the Campinas Metropolitan Region (RMC) and neighboring municipalities. As a result, this work provides an overview of (CDW)recycling operations in the RMC with their main characteristics, and it also indicates best practices for efficient CDW management and identifies actions for the development of effective CDW public policies. Furthermore, the results bring a warning for both public and private stakeholders engaged in the recycling of CDW regarding the scarcity of areas for the proper handling of CDW in the RMC. Lastly, the research offers a detailed analysis about the relationship of the main CSF identified with sustainable CDW management practices, from the perspective of the Sustainable Development Goals (SDO) and the guidelines of the National Solid Waste Plan (PLANARES, 2022), related to the theme.

**Keywords:** Critical Success Factors (CSF), Construction and Demolition Waste (CDW) and Recycling

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 - Diagrama dos fluxos de materiais na economia circular	p39
Figura 02 - Diagrama ilustrativo do conceito “Zero Resíduo”	p46
Figura 03 - Cadeia Produtiva da construção civil	p49
Figura 04 - Hierarquia da disposição de resíduos de construção e demolição	p51
Figura 05 - Produção anual de agregados no Brasil.	p56
Figura 06 - Resíduos da Construção Civil produzidos nas cidades do Brasil.	p56
Figura 07 - Estimativa de geração anual de RCD em alguns países.	p57
Figura 08 - Descrição das sete perdas conforme conceito Produção Enxuta	p59
Figura 09- Cronologia das publicações das leis e normas sobre RCD	p62
Figura 10 - Composição majoritária dos RCD, por região do Brasil.	p73
Figura 11 - Teor de Rejeito das Usinas Brasileiras	p74
Figura 12 - Circularidade do Gestão dos RCD	p76
Figura 13 - Ilustração do Processo produtivo da Reciclagem do RCD	p77
Figura 14 - Locais de destino do RCD no Brasil.	p79
Figura 15 - Variação do valor médio da locação da caçamba no Brasil.	p80
Figura 16 - Variação dos preços de locação das caçambas por região.	p81
Figura 17 - Ilustração do controle e rastreamento informatizado de Caçambas	p82
Figura 18 - Dificuldades das Empresas locadoras de Caçambas	p83
Figura 19 -Tipo de processamento nos municípios com serviço de manejo de RCD	p85
Figura 20 - Planta de reciclagem de RCD instalada no Geresol, em Jundiaí	p87
Figura 21 - Processos na Usina de Reciclagem	p87
Figura 22 - Esteira de Triagem (“big station”) Geresol Jundiaí	p88
Figura 23 - Processo típico de Reciclagem do RCD	p89
Figura 24 - Usina Móvel	p90
Figura 25 - Ilustração dos produtos resultantes da britagem dos RCD.	p92
Figura 26 - AR mais produzidos pelas Usinas brasileiras	p93
Figura 27 - Histórico da implantação de usinas de reciclagem de RCD no Brasil	p94
Figura 28 - Perfil das usinas de reciclagem de RCD no Brasil.	p95
Figura 29 - Tratamento dado RCD nos países da União Europeia	p98
Figura 30- Distribuição da Geração de RCD no Brasil	p99
Figura 31 - Distribuição da Produção de AR pelas Usinas de Reciclagem.	p100
Figura 32 - Coleta de RCD pelos Municípios no Brasil	p101
Figura 33 - Distribuição das Usinas no território Nacional	p105
Figura 34 - Distribuição da Produção de RCD no território Nacional	p105
Figura 35 - Geração de RCD, Capacidade instalada e AR gerado por região	p106
Figura 36 - Situação das Usinas Recicladoras brasileiras	p108
Figura 37 - Capacidade máxima de produção - perfil das usinas nacionais	p109
Figura 38 - Área de operação das usinas brasileiras	p110

Figura 39 - Tipo de Usina Recicladora no Brasil	p111
Figura 40 - Número de funcionários atuantes na Usinas de Reciclagem	p111
Figura 41 - Índice de Comercialização do Agregado	p113
Figura 42 - Principais clientes do Agregado Reciclado	p114
Figura 43 - Tipos de AR produzidos e comercializados pelas Usinas	p115
Figura 44 - Comparação entre os preços médios de venda dos AR graúdos e naturais comercializados nas diferentes regiões brasileiras	p116
Figura 45 - Comparação entre os preços médios de venda dos AR miúdos naturais e reciclados comercializados nas diferentes regiões brasileiras	p117
Figura 46 - Principais causas de dificuldades na venda de agregados reciclado	p118
Figura 47 - Classificação da Pesquisa	p137
Figura 48 - Etapas da Pesquisa	p139
Figura 49 - Distribuição dos FCS pelas etapas da Cadeia Produtiva do RCD	p146
Figura 50 - Cargo do Entrevistado	p159
Figura 51 - Grau de Escolaridade	p159
Figura 52 - Caracterização das Usinas	p160
Figura 53 - Usina Híbrida	p160
Figura 54 - Tipo da Usina Fonte	p161
Figura 55 - Tipo da Unidade de manejo	p162
Figura 56 - Aterro Sanitário	p162
Figura 57 - Classe dos RCD recebidos	p163
Figura 58 - RCD recebidos na Usina com alto índice de rejeito.	p164
Figura 59 - Eficiência da Usina	p164
Figura.60 - Produção da Usina	p165
Figura 61 - Tamanho das Operações	p166
Figura 62 - Usina em operação com restrição de espaço	p167
Figura 63 - Usina situada em uma área até 5.000 m <sup>2</sup>	p167
Figura 64 - Geração de RCD x População do Município	p170
Figura 65 - Tamanho da operação x População do Município	p171
Figura 66 - Tamanho da operação x Tamanho do Município	p171
Figura 67- Usina de reciclagem em operação com restrição de espaço	p172
Figura 68 - Geração de RCD x IDH do Município	p173
Figura 69 - Tipo de Operação x índice de Eficiência na reciclagem (%)	p174
Figura 70 - Operação de reciclagem alto índice de eficiência	p175
Figura 71 - Distribuição das Afirmações sobre os dos FCS	p175
Figura 72 - RCD com alto índice de rejeito.	p182
Figura 73 - RCD selecionado na Obra	p182
Figura 74 - Perfil das Respostas sobre Boas Práticas	p186

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Composição, em percentagens, do RCD de algumas cidades brasileiras.	p72
Tabela 02 - Composição média dos materiais de RCD de obras no Brasil.	p72
Tabela 03 - Fonte geradora e componentes do RCD.	p73
Tabela 04 - Estimativas de geração de RCD na RMC.	p103
Tabela 05 - Números da Gestão dos RCD no Brasil.	p104
Tabela 06 - Produção dos AR e a capacidade máxima das usinas instaladas no Brasil	p107
Tabela 07 - Recebimento, Produção e Comercialização dos AR por região no Brasil.	p113
Tabela 08 - Resumo da Revisão Bibliográfica	p130
Tabela 09 - Características das Operações entrevistadas e do seu Município	p169
Tabela 10 - Resultado das Entrevistas sobre os FCS na gestão dos RCD	p177
Tabela 11 - Políticas públicas críticas para o Sucesso da operação de reciclagem	p185
Tabela 12 - Incentivo económico para o Sucesso da operação de reciclagem	p185
Tabela 13 - Resultado das Entrevistas sobre as s Boas Práticas de Gestão dos RCD	p189

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01-Os ODS relacionados com a gestão dos RCD.	p25
Quadro 02-Fatores que contribuem para Gestão Sustentável dos RCD	p32
Quadro 03-Barreiras da Economia Circular na Construção Civil	p40
Quadro 04-Oportunidades na implementação da EC na Construção Civil	p43
Quadro 05- Classificação das sete perdas voltadas a construção Civil	p59
Quadro 06- Diretrizes e Estratégias para a gestão dos RCD	p64
Quadro 07- Classificação dos RCD	p65
Quadro 08. Classificação e destinação dos RCD de acordo com CONAMA 307/2002.	p66
Quadro 09. Caracterização dos Agregados Reciclados, ABNT/NBR 9935.	p67
Quadro 10. Instrumentos legais e normativos de abrangência nacional.	p68
Quadro 11. Normas técnicas brasileiras relacionadas aos RCD.	p69
Quadro 12. Instrumentos legais relativos aos RCC e aos respectivos estados.	p69
Quadro 13. Instrumentos legais nos municípios relativos aos RCM.	p70
Quadro 14. Mudanças tecnológicas ocorridas nas usinas de reciclagem no Brasil	p91
Quadro 15. Produto da Reciclagem de RCD e suas aplicações	p96
Quadro 16 - Estimativa de geração de RCD x o Crescimento populacional da RMC	p102
Quadro 17- Boas Práticas de Gestão dos Resíduos da construção Civil	p121
Quadro 18-Melhores Práticas de Gestão Ambiental para os RCD na UE	p125
Quadro 19. Lista dos Artigos mais alinhados com o tema da pesquisa	p130
Quadro 20- Fatores Críticos de Sucesso na gestão dos RCD	p134
Quadro 21- Afirmações de pesquisa formuladas com base no FCS da Literatura.	p141
Quadro 22- Municípios Selecionados com potencial para participar da pesquisa	p151
Quadro 23- Nível de importância relativa do FCS	p155
Quadro 24- Nível de eficácia relativa das boas práticas	p156
Quadro 25- Distribuição no nível de importância dos FCS	p180
Quadro 26- Distribuição do Nível de Eficácia das Boas Práticas	p187
Quadro 27 Relação entre as Boas Práticas e os FCS	p193
Quadro 28-Lista de ações imediatas na operação da Usina	p196
Quadro 29 - Correlação entre as estratégias para Gestão dos RCD com os ODS e ações recomendadas para gestão dos RCD	p202

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais**  
**ABRECON – Associação Brasileira para a Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição**  
**ANM – Agência Nacional de Mineração**  
**ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**  
**AR – Agregado Reciclado**  
**ATT - Área de Transbordo e Triagem**  
**CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**  
**CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente**  
**CPRH – Agência Estadual de Meio Ambiente – Governo de Pernambuco**  
**CTR – Controle de Transporte de Resíduos**  
**EU= União Europeia**  
**FCS – Fatores Críticos de Sucesso**  
**FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo**  
**IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**  
**IDH – Índice de Desenvolvimento Humano**  
**IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**  
**MLS- Marco Legal do Saneamento Básico**  
**MPGA- Melhores Práticas de Gestão Ambiental,**  
**ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**  
**PGRCC – Plano de Gerenciamento de Resíduos de Construção Civil**  
**PLANARES - Plano Nacional dos Resíduos Sólidos**  
**PIB – Produto Interno Bruto**  
**PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos**  
**PS – Pesquisa Setorial**  
**RCD – Resíduo de Construção e Demolição**  
**RMSP – Região Metropolitana de São Paulo**  
**RMC - Região Metropolitana de Campinas**  
**SNIC – Sindicato Nacional da Indústria de Cimento**

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	16
2. REVISÃO DA LITERATURA	23
2.1. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	23
2.1.1. OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS)	24
2.1.2. SUSTENTABILIDADE E A CONSTRUÇÃO CIVIL	27
2.1.3. ABORDAGENS SUSTENTÁVEIS DA GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO	33
2.1.4. IMPACTO AMBIENTAL DA CONSTRUÇÃO CIVIL	48
2.2. RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO	55
2.2.1. DESPERDÍCIO NA CONSTRUÇÃO CIVIL	58
2.2.2. ASPECTOS LEGAIS E NORMATIVOS PARA OS RCD	61
2.2.3. CARACTERÍSTICAS DOS MATERIAIS FORMADORES DOS RCD	72
2.3. GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO, ENFRENTAMENTO DO PROBLEMA	75
2.3.1. RECICLAGEM COMO ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL NA GESTÃO DOS RCD	75
3. RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO (RCD) E A PRODUÇÃO DE AGREGADOS NO BRASIL	98
3.1. GERAÇÃO DE RCD NO BRASIL	99
3.2. PRODUÇÃO DE AGREGADOS RECICLADOS NO BRASIL	104
3.3. MERCADO DO PRODUTO DA RECICLAGEM DO RCD NO BRASIL	112
4. BOAS PRÁTICAS NA GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	119
5. FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO (FCS) DA GESTÃO DAS OPERAÇÕES DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (RCD)	127
5.1. FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO, UMA PROPOSTA CONCEITUAL	127
5.2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA, A CONTRIBUIÇÃO DA ACADEMIA PARA O TEMA	129
6. MÉTODO	136
6.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA	136
6.2. PLANEJAMENTO DA PESQUISA	138
6.3. FORMULAÇÃO DAS AFIRMAÇÕES DE PESQUISA	139
6.4. ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO	148
6.5. ANÁLISE DA CONFIABILIDADE DO QUESTIONÁRIO	149
6.6. UNIVERSO AVALIADO E AMOSTRAS	150

6.7. ENTREVISTAS E LEVANTAMENTO DE DADOS (SURVEY)	152
6.8. TECNICA DE ANÁLISE DA IMPORTÂNCIA DOS FCS	153
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO	157
7.1. ANÁLISE DA CONFIABILIDADE DO QUESTIONÁRIO	157
7.2. PERFIL DO ENTREVISTADO	158
7.3. CARACTERIZAÇÃO DAS OPERAÇÕES PESQUISADAS	159
7.3.1. CORRELAÇÕES ENTRE AS CARACTERÍSTICAS DAS OPERAÇÕES DE RECICLAGEM DOS RCD ESTUDADAS E OS MUNICÍPIOS ONDE ESTÃO LOCADAS	168
7.4. ANÁLISE E CLASSIFICAÇÃO DOS FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO	175
7.5. ANÁLISE E CLASSIFICAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS	186
7.6. ANÁLISE DAS PERGUNTAS ABERTAS	196
7.7. ANÁLISE DOS FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO (FCS) e SUA RELAÇÃO COM AS QUESTÕES SUSTENTÁVEIS DA GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	199
8. CONCLUSÕES	206
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	209
APÊNDICES	217
ANEXOS	246

## 1. INTRODUÇÃO

Em 1987, o Relatório Brundtland “Nosso futuro comum” (ONU-Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, 1987, p. 87) coordenado por Gro Marlem Brundtland, na época primeira-ministra da Noruega, afirmava que “o desenvolvimento é sustentável quando satisfaz às necessidades das gerações atuais, sem hipotecar a capacidade das gerações futuras de satisfazer às suas próprias”.

Tratava-se de um alerta as atuais gerações a fim de garantir o futuro das próximas. Nesta definição, ao problema ético clássico da distribuição equitativa dos recursos somava-se a questão sobre os recursos, e qual seria a melhor forma e velocidade para distribuí-los e usá-los.

A resposta, segundo o mesmo relatório, “em um mundo finito, o crescimento não pode ser indefinidamente sustentado, o desenvolvimento tem que ser sustentável, ou não será” (BRUNDTLAND, 1987, p. 54). Concretamente, torna-se importante o uso racional de recursos como a energia e as matérias-primas por meio de práticas como o reuso, a reciclagem e o aproveitamento através da implantação de uma gestão de resíduos consciente.

Neste contexto a indústria da construção civil tem um importante impacto no desenvolvimento sustentável pois gera uma grande quantidade de resíduos oriundos dos processos da construção, reforma e demolição e ao mesmo tempo utiliza grandes quantidades de matérias primas naturais como os agregados (pedra e areia). Somente nos Estados Unidos, os resíduos da construção representavam em 2015 por volta de 500 milhões de toneladas anuais, o que significa mais de 1.500 Kg/hab/ano (USEPA, 2015).

A construção civil é um importante segmento da indústria brasileira, com participação de 9 % de todo PIB nacional, o que corresponde, segundo Agência Brasil de Comunicação (EBC, 2022), a cerca de um terço de toda produção industrial do Brasil.

Assim o setor é um importante indicador de crescimento econômico e

social, porém, é também uma atividade geradora de significativos impactos ambientais (KARPINSK et al, 2009, p. 67). Além do intenso consumo de recursos naturais, os empreendimentos de construção civil, sejam públicos ou privados, grandes ou pequenos, alteram a paisagem e, como todas as demais atividades econômicas, geram resíduos, com até 35% da totalidade dos resíduos de aterros (AJAYI et al., 2015)

Os RCD representam um problema em muitas cidades brasileiras, pois por um lado, sobrecarregam os sistemas de limpeza pública municipais, uma vez que, no Brasil, os RCD podem representar de 50% a 70% da massa dos resíduos sólidos urbanos RSU (BRASIL, 2005). Por outro lado, a disposição irregular destes resíduos gera problemas estéticos, ambientais e de saúde pública.

Os resíduos da construção civil e demolição (RCD) se mal geridos provocam a degradação de áreas e paisagens urbanas, a multiplicação de vetores de doenças e insetos, além de comprometerem a drenagem urbana com o assoreamento de rios resultando em enchentes e desabamentos, (KARPINSK et al., 2009), assim são um problema caro e de difícil solução para Administração pública.

Esse fenômeno tende a se agravar visto o crescimento econômico e populacional previsto para os próximos anos nos grandes centros urbanos brasileiros, como por exemplo da Região Metropolitana de Campinas (RMC, 2009). Assim, é de fundamental importância que esses resíduos sejam gerenciados da forma eficiente com o intuito de mitigar os impactos negativos e gerar benefícios nas esferas econômica, social e ambiental.

De forma geral, os RCD são encarados como resíduos de baixa periculosidade, assim o principal impacto é causado pelo grande volume e massa gerados, o que sobrecarrega e esgota rapidamente os aterros e as áreas de transbordo e triagem (ATT). Porém há de se considerar, que nestes resíduos são comumente encontrados materiais orgânicos, produtos perigosos e embalagens que podem acumular água e favorecer a proliferação de insetos e de outros vetores de doenças (KARPINSK et al., 2009), agravando ainda mais o problema do descarte irregular

Segundo Pucci (2006), historicamente o manejo dos RCD é de responsabilidade do poder público, que enfrenta o problema de limpeza e recolhimento dos RCD depositados em locais inadequados, como áreas públicas, canteiros, terrenos baldios, ruas, praças e margens de córregos e rios nas periferias das cidades, lugares comumente chamados de pontos viciados.

Em 2002, a Resolução no 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - Conama (Brasil, 2002), procurou mudar este cenário, com a determinação que o gerador é responsável pela disposição correta desses resíduos. Esta determinação representou um avanço legal e técnico, estabelecendo responsabilidades aos geradores dos RCD, sejam eles públicos ou privados. Entre estas responsabilidades estão a segregação dos resíduos em diferentes classes e o seu encaminhamento para reciclagem ou para disposição final adequada.

Em atenção às questões ambientais, em janeiro de 2010 foi publicada a Lei nº 12.305, responsável por instituir a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A PNRS define e estabelece a necessidade para empresas e municípios gerarem seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) e principalmente, estabeleceu prazos para que os Lixões fossem extintos até 2020, porém por não cumprimento desta determinação pela maioria dos municípios brasileiros, mais recentemente, estes prazos foram prorrogados até 2024.

De forma tardia, somente em janeiro de 2022, por meio do Decreto nº 10.936 é que a PNRS foi, de fato, regulamentada, (PLANARES, 2022), a lei prevê a redução do volume de resíduos e sugere hábitos sustentáveis de consumo, além recomendar um conjunto de ações que ampliam a reciclagem e a destinação ambientalmente correta dos itens não recicláveis, inclusive dos oriundos da construção civil.

Contudo, de acordo com a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON), na sua pesquisa setorial de 2020, informa que infelizmente 50% dos municípios brasileiros ainda destinam os resíduos para lixões ou locais irregulares, ao invés de reciclar e utilizá-lo em obras de forma sustentável.

Isso mostra, apesar da legislação positiva, a fragilidade do gerenciamento de RCD nos municípios e pode indicar, a ineficiência dos órgãos competentes na gestão dos RCD, trazendo problemas em toda cadeia da reciclagem, desde a geração, a coleta, manejo até a disposição adequada desses resíduos (NUNES et al., 2010).

Conforme a Associação Brasileira para Reciclagem dos Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON, 2022), o Brasil gerou em 2020 cerca de 106 milhões de toneladas de resíduos de construção civil e demolição (RCD), com uma geração per capita de aproximadamente 500kg/hab. Ainda de acordo com ABRECON (2020) grande parte deste resíduo é descartado de forma irregular o que preocupa os gestores públicos e torna urgente a busca por alternativas sustentáveis de enfrentamento deste problema.

As Operações de tratamento do RCD, espalhadas pelo Brasil, receberam em 2020, pouco mais de 21 milhões de toneladas de material, (ABRECON, 2022), ainda segundo ABRELPE (2021) apenas cerca de 47 milhões de toneladas de RCD foram coletados pelos municípios em 2020, em outras palavras, somente pouco mais de 64% do que é gerado é tratado de alguma forma, restando portanto, 38 milhões de toneladas de entulho, representando um “*gap* de manejo” que fora dos dados oficiais, são, muito provavelmente, descartados clandestinamente, impactando negativamente em diversos aspectos todo ciclo do manejo do RCD.

Assim a reciclagem aparece como alternativa inteligente para minimizar este importante problema ambiental (ENBRI, 1994; JOHN, 2000), porém conforme a pesquisa da ABRECON (2022) o Brasil atualmente recicla perto de 17 Mt/ano, cerca de apenas 16% do total de resíduo gerado (106 Mt/ano), o que é considerado muito insipiente pelo setor. Para fazer frente a esta realidade, é necessário que se entendam quais são os fatores críticos para potencializar a gestão eficiente e eficaz das operações de reciclagem desses resíduos.

A gestão de operações é definida neste trabalho como correspondendo ao conjunto das ações de planejamento, gerenciamento e controle das atividades operacionais necessárias à obtenção de produtos e serviços oferecidos ao mercado

consumidor. (BATALHA, 2008). São atividades transversais à organização, que contribuem para o adequado funcionamento, segundo a visão de negócios desta organização e refletem as funções vitais da empresa. Assim o objetivo fundamental da gestão de operações é o de garantir a transformação eficaz de recursos (inputs) em produtos ou serviços (outputs). (LISBOA; J.V; GOMES, 2016)

A gestão das operações de reciclagem dos resíduos da construção civil e demolição (RCD) como atividade empresarial é relativamente nova no Brasil, conta com as primeiras instalações das Usinas nos anos 90 (ABRECON, 2022), apesar disto, existem empresas que se destacam, assim entender a cadeia produtiva dos RCD e analisar os FCS dessas operações, bem como, divulgar as boas práticas que possam permitir a outras empresas, obter as condições de alcançarem o sucesso da gestão sustentável dos RCD é de fundamental importância.

A literatura reforça que a eficiência desejada na gestão organizacional pode ser alcançada por meio da análise dos fatores críticos de sucesso (FCS), que, de acordo com Silva & Fontana, (2020), são questões fundamentais que podem influenciar diretamente no desempenho das operações.

Os Fatores Críticos de Sucesso (FCS's) para gestão das operações de reciclagem dos RCD, como observado por Weisheng Lu; Hongping Yuan, (2010), são fortemente dependentes das circunstâncias e características dos locais onde a gestão dos RCD é realizada, portanto, limitar a pesquisa é recomendável. Assim este trabalho tem foco na região metropolitana de Campinas e municípios vizinhos selecionados, o que se dá principalmente em função dos seguintes aspectos:

- Alto volume na geração de RCD de 1,415 milhões de toneladas, mais de 500kg/hab/ano (RMC, 2009), bem acima da média nacional 221Kg/hab/ano (ABRELPE, 2021);
- Alta concentração de operações de reciclagem, sendo algumas consideradas como referências nacionais na gestão eficiente dos RCD;
- Alto índice populacional (3,33 Mhab; IBGE,2021) dessas concentrações urbanas, onde a geração de RCD é maior e seu manejo ganha relevância; e

- Alto índice de desenvolvimento humano (IDH 0,792; PNUD,2010) de suas cidades que conforme Schneider (2003) a quantidade de resíduos gerados é diretamente proporcional ao grau de desenvolvimento de uma cidade.

Neste contexto tem-se a seguinte questão de pesquisa: Quais são os principais fatores críticos que conduzem ao sucesso as operações de reciclagem dos resíduos da construção civil na Região Metropolitana de Campinas?

Assim, este trabalho tem como objetivo principal analisar os principais fatores críticos de sucesso (FCS) da gestão das operações de reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (RCD) na Região Metropolitana de Campinas RMC e municípios vizinhos selecionados.

Para isso tem-se os seguintes objetivos específicos:

- Identificar os FCS para gestão dos RCD mais consistentes na literatura; e
- Classificar, analisar e avaliar o nível de importância desses FCS para as operações de reciclagem dos RCD na RMC e municípios vizinhos.

A fim de alcançar os objetivos declarados as seguintes etapas serão realizadas:

- Pesquisa bibliográfica identificando os FCS para gestão dos RCD mais consistentes e frequentes na literatura;
- Levantamento das Operações de reciclagem dos RCD em funcionamento na RMC e municípios vizinhos e seleção da amostra a pesquisar;
- Levantamento de dados por meio de entrevistas presenciais com os gestores participantes;
- Validação e classificação dos FCS pela sua importância na visão dos entrevistados; e
- Análise da relação entre os FCS na gestão das operações de reciclagem dos RCD confirmados na pesquisa, com a melhores práticas de gestão e temas da sustentabilidade na gestão dos RCD.

Percebe-se em função do “*gap* de manejo” evidenciado e do contexto apresentado que o setor da reciclagem dos RCD tem um importante potencial de

crescimento, o que poderá gerar novas oportunidades para as empresas prestadoras de serviço na coleta, transporte e reciclagem do RCD.

Assim o trabalho ganha relevância à medida que classifica os fatores críticos de sucesso da gestão dos RCD, traz importantes contribuições para os gestores da iniciativa privada no desenvolvimento das suas operações, para os gestores e elaboradores das políticas públicas no sentido da sua efetividade sustentável e por fim para a academia ao confirmar a aplicabilidade dos FCS indicados pela literatura na região estudada e por expor lacunas, alvo de pesquisas futuras.

Desta forma nos próximos capítulos serão tratados os seguintes tópicos:

- Revisão da Literatura, a fim de buscar a fundamentação teórica para os principais conceitos que envolvem o desenvolvimento sustentável relacionado a construção civil e a gestão eficiente dos resíduos gerados na execução das suas atividades de construção, reforma e demolição;
- RCD em números no Brasil, objetivando coletar informações quantitativas e assim realizar uma análise e avaliação dos números e indicadores do setor da reciclagem no Brasil;
- Boas Práticas de Gestão dos RCD, identificar analisar as boas Práticas de gestão dos RCD apontadas pela literatura;
- Fatores Críticos de Sucesso, realizar uma pesquisa bibliográfica para identificar os FCS na gestão das operações de reciclagem mais frequentes na literatura,
- Metodologia da Pesquisa, indicar quais procedimentos e métodos foram utilizados na pesquisa, com seu detalhamento e planejamento.
- O capítulo dos Resultados e Discussão finaliza o trabalho com uma análise e classificação dos FCS mais importantes na visão dos entrevistados, assim como, com uma lista as Boas Práticas mais eficazes na gestão dos RCD, apresenta-se ainda o relacionamento entre os FCS confirmados na pesquisa com os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) ligados a gestão dos RCD;
- Conclusões, traz as conclusões e reflexões complementares sobre os resultados da pesquisa, suas contribuições, limitações e sugestões para trabalhos futuros.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Neste capítulo apresenta-se uma revisão da literatura e uma pesquisa bibliográfica buscando a fundamentação teórica para os principais temas que envolvem o desenvolvimento sustentável relacionado a construção civil, a gestão diferenciada dos seus resíduos e por fim os Fatores Críticos de Sucesso (FCS) para a gestão das operações de reciclagem dos RCD.

### 2.1 Desenvolvimento Sustentável

O desenvolvimento sustentável é um processo participativo que integra aspectos econômicos, ambientais, culturais, políticos, legais, sociais e técnicos, do ponto de vista coletivo ou individual.

“No caso do Brasil, as medidas que levariam a condições de vida mais sustentáveis estão sistematizadas e documentadas apenas no plano teórico, como é o caso da Agenda 21 brasileira. As ações propostas na Agenda 21 brasileira não foram efetivamente implementadas, embora tenham gerado um grande espaço de discussão com a produção de documentos com propostas adaptadas às condições locais.” (KARPINSK et al., 2009, p. 123)

A Unesco define desenvolvimento sustentável como aquele que permite responder às necessidades presentes sem comprometer a capacidade das futuras gerações em responder às suas próprias necessidades (MULLER, 2002).

De acordo com Rampazzo (2002), o crescimento econômico é necessário, contudo, não é suficiente para garantir o desenvolvimento, devendo atender regras de uma distribuição social mais igualitária e as exigências e obrigações ecológicas.

Não é viável continuar com um crescimento baseado somente na utilização desenfreada dos recursos naturais. É urgente e fundamental pensar em um crescimento que utilize os recursos de maneira cada vez mais eficiente e eficaz, porém não se pode basear e somente na tecnologia como solução, há de se considerar as

estruturas de consumo e os estilos de vida da população. (UFB, 2001)

Nesta visão, um novo tipo de desenvolvimento deve procurar a conviver em harmonia com a natureza, caso contrário, os fenômenos de degradação ambiental e de decadência social levarão ao subdesenvolvimento. De forma proativa o desenvolvimento sustentável não é apenas um critério de avaliação, mas também um conceito orientado para o futuro, que permite passar do círculo vicioso da degradação social e ambiental para o círculo virtuoso do desenvolvimento que corresponde ao uso racional dos recursos naturais disponíveis. (RAMPAZZO, 2002).

A deterioração ambiental é encarada como um processo, não como um problema, apresenta-se de várias formas e com vários resultados negativos, o que afeta todos os países, em especial os em desenvolvimento. Além de ser uma decorrência do progresso humano, é uma característica do desenvolvimento predominante focado no aspecto econômico, que traz como consequência a insustentabilidade em termos ecológicos, a desigualdade e a injustiça social (RAMPAZZO, 2002).

### **2.1.1 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS).**

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) definem as prioridades e aspirações para o desenvolvimento sustentável global até 2030, e conforme relatório SDG COMPASS (2015) as diretrizes para implementação dos ODS na estratégia dos negócios, buscam mobilizar os esforços globais ao redor de uma série de objetivos e metas. Os ODS exigem uma ação mundial conjunta entre os governos, as empresas e a sociedade civil para acabar com a pobreza e criar uma vida digna e repleta de oportunidades para todos considerando os limites naturais do planeta.

Como não existe “Planeta B”. Os ODS apresentam uma oportunidade para que soluções e tecnologias empresariais sejam desenvolvidas e implementadas para atacar os maiores desafios mundiais de desenvolvimento sustentável e proteger o planeta.

Tendo em vista que os ODS formam a agenda global para o

desenvolvimento das nossas sociedades, eles permitirão que empresas líderes de mercado demonstrem como os seus negócios contribuem para o avanço do desenvolvimento sustentável, tanto minimizando os impactos negativos da sua operação, quanto maximizando os impactos positivos para as pessoas e par o meio ambiente. (KARPINSK, 2009)

Destacamos no quadro 01 as ações recomendadas pelo Grupo de Trabalho Aberto sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável GTA-ODS no trabalho de 2015 e sua relação com a questão da gestão dos RCD.

Em completo alinhamento com as ações recomendadas pelo grupo de trabalho ODS-GTA (2015), a solução para o problema da gestão dos RCD passa a ter relevância na busca por um modo urbano de vida mais sustentável. Além disso, o setor da construção civil tem papel fundamental para a realização dos objetivos globais do desenvolvimento sustentável.

Quadro 01- ODS relacionados com a gestão dos RCD

ODS	Ações recomendadas para atender os ODS relacionadas com a gestão dos RCD
<p>ODS 6. Águas e saneamento básico.</p> 	<p>Promover tecnologias que aproveitem de forma racional e eficiente o potencial de ganho econômico, social e ambiental dos processos de reciclagem de resíduos sólidos urbanos e eletrodomésticos ou de sistemas de tratamento de esgoto e de efluentes (GTA-ODS, 2015, p.8)</p> <p>META-6.3 até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas, e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente</p>

Quadro 01- ODS relacionados com a gestão dos RCD - (continuação)

ODS	Ações recomendadas para atender os ODS relacionadas com a gestão dos RCD
<p>ODS 8. Crescimento econômico e emprego</p> 	<p>Fomentar o desenvolvimento econômico com equidade e sustentabilidade, promover o investimento e a geração de emprego, o empreendedorismo e as iniciativas econômicas solidárias em todos os setores, a fim de propiciar a distribuição da renda, com critérios inclusivos. (GTA-ODS, 2015, p. 10)</p> <p>Meta-8.3 promover políticas orientadas para o desenvolvimento, que apoiem as atividades produtivas, geração de emprego decente, empreendedorismo, criatividade e inovação, e incentivar a formalização e o crescimento das micro, pequenas e médias empresas, inclusive por meio do acesso a serviços financeiros</p>
<p>ODS 11. Urbanização e cidades sustentáveis</p> 	<p>Promover a conservação e o uso sustentável de áreas protegidas localizadas nas cidades ou em seu entorno, bem como a recuperação de áreas contaminadas, evitando a ocupação de áreas de risco</p> <p>Promover políticas de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, em especial a coleta seletiva, a reciclagem, a disposição final e o tratamento do lixo, com reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania.</p> <p>Eliminar os lixões e aterros controlados, com inclusão social e econômica de catadores de materiais recicláveis, e promover a disposição ambientalmente adequada de 100% dos rejeitos até o ano 2030(GTA-ODS, 2015, p. 12)</p> <p>Meta-11.6 até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros</p>
<p>ODS 12. Padrões sustentáveis de produção e consumo.</p> 	<p>Promover a implementação de agendas de sustentabilidade na administração pública que contemplem, no mínimo: redução de 30% o consumo de energia; redução de 40% no consumo de água; e 100% de destinação adequada dos resíduos sólidos até 2020, considerando como limite máximo de redução o obtido pelo país referência em eficiência socioambiental na administração pública.</p> <p>Promover compras e contratações públicas sustentáveis (25% dos contratos públicos sustentáveis em 2030; 50% dos contratos públicos sustentáveis em 2035; 100% dos contratos públicos sustentáveis em 2040).</p> <p>Exigir edificações e construções sustentáveis e acessíveis, tanto no que diz respeito à cadeia produtiva como ao consumidor final (% de autorizações para construção sustentável e acessível até 2030). (GTA-ODS, 2015, p. 13)</p> <p>Meta-12.5 até 2030, reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso</p>

Fonte: Adaptado GTA-ODS, 2015, p. 8

## 2.1.2 Sustentabilidade e a Construção Civil

Atualmente, tornou-se vital para todos os setores da economia pensar sobre os impactos que causam no meio ambiente e o que pode ser feito para minimizar esses impactos. A indústria da construção civil, por sua própria natureza, é grande usuária de recursos naturais e, devido às crescentes preocupações com as mudanças climáticas e a natureza finita desses recursos, há uma pressão crescente sobre as empresas de construção para reduzir os impactos. E à medida que o mundo olha para a sustentabilidade, a construção civil deve seguir o mesmo caminho. Por isso, a indústria da construção civil tem tido um olhar na sustentabilidade, e a construção sustentável vem apresentando grande expansão por todo o mundo como uma nova abordagem que melhora a maneira como as pessoas vivem e constroem.

Segundo o CREA-SP, no Brasil, a procura por projetos de construção sustentável teve um crescimento de 25,7% no ano de 2020, em comparação a 2019, embora existam desafios envolvidos na adoção de métodos de construção sustentáveis, também é verdade que existem grandes benefícios.

A construção sustentável é a prática de tornar o meio ambiente mais saudável com base em princípios ecológicos, através do uso de materiais renováveis e recicláveis na construção de novas estruturas, bem como reduzir o consumo de energia e o desperdício. O principal objetivo da construção sustentável é reduzir o impacto da indústria no meio ambiente e, segundo o engenheiro especialista em inovações em construção sustentável, Fernando Augusto Keller Silva, aponta que a sustentabilidade na construção se concentra nos seguintes princípios: conservar, reutilizar, reciclar/renovar, proteger a natureza, criar atóxicos de alta qualidade.

Keller, ainda afirma que “Embora muitos setores da economia estejam fazendo o que podem para adotar práticas sustentáveis, o setor da construção é único porque tem a chance de afetar significativamente a forma como essas práticas são aplicadas. Isso se deve à grande quantidade de materiais e energia que a indústria

utiliza”.

De acordo com a Escola de Sustentabilidade da Cadeia de Suprimentos, obras de construção civil em países que fazem parte da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) usam 25-40% da energia total, 30% das matérias-primas, 30-40% das emissões globais de gases de efeito estufa e 30-40% da geração de resíduos sólidos. É em função desses altos números que a construção sustentável está se desenvolvendo e se transformando em solução amiga do meio ambiente.

Há uma ideia de que a construção sustentável é cara, o que pode torná-la uma opção menos atrativa. Entretanto, o relatório de 2018 do World Green Building Council (Conselho Mundial de Construção Verde) mostra que, apesar da preocupação com os custos, os proprietários de edifícios verdes relatam que a economia vem através da redução dos custos operacionais graças aos materiais sustentáveis usados.

De acordo com o mesmo relatório, a construção sustentável não termina quando a construção está concluída; o próprio edifício deve ter um impacto reduzido sobre o meio ambiente ao longo de sua vida útil. Isso significa que o projeto do edifício deve incorporar elementos que tenham uma influência positiva contínua no impacto ambiental, podendo incluir isolamento adequado para evitar perda de calor, painéis solares para reduzir o consumo de energia e materiais de construção com longa vida útil.

O uso de tecnologia de gerenciamento de projetos, materiais de construção ecológicos e técnicas de manufatura verdes são apenas algumas das maneiras pelas quais a construção está se movendo em direção à sustentabilidade ambiental e econômica. A construção verde, também conhecida como edifício verde, traz muitos benefícios não só para o meio ambiente, mas também para os construtores e seus clientes.

Além do potencial de construção sobre habitats selvagens, o uso de energia da indústria de construção é alto. O maquinário pesado usado na construção ainda depende fortemente de combustíveis fósseis, e mesmo o uso ineficiente de eletricidade

pode resultar na queima desnecessária de combustíveis fósseis mais abaixo na linha de fornecimento de energia. Na verdade, a indústria da construção é responsável por incríveis 36% do uso mundial de energia e 40% das emissões de CO<sub>2</sub>, de acordo com dados do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

A fabricação e o transporte de materiais podem ter um grande impacto nas emissões de carbono. A mineração de matérias-primas pode resultar na poluição dos lençóis freáticos locais, de acordo com o PNUMA, a fabricação de concreto resultou em mais de 2,8 bilhões de toneladas de CO<sub>2</sub>, um número que só vai aumentar à medida que 4 bilhões de toneladas de concreto são despejados a cada ano. A construção também pode resultar em resíduos perigosos, e o descarte inadequado desses resíduos pode resultar em poluição que afeta não apenas o meio ambiente, mas também a saúde das pessoas que vivem naquela área.

Segundo Keller (2023), esses impactos negativos podem ser minimizados com investimento em construção sustentável, pois os materiais utilizados nesse tipo de construção são fabricados a partir da reciclagem dos rejeitos que seriam descartados no meio ambiente. Sendo assim, defende que, a construção sustentável está apenas iniciando e será o método de construção do futuro.

Ao longo da história, a ideia de progresso se confunde com o domínio e transformação da natureza neste contexto, os recursos naturais são encarados e percebidos como ilimitados. Resíduos gerados durante a produção e ao final da vida útil dos produtos são depositados em aterros, caracterizando o modelo linear de produção (Extração, Produção e Descarte). Nesta visão a preservação da natureza é vista de forma geral como contrária ao desenvolvimento.

O primeiro alerta dos limites desse modelo linear de produção foi a poluição do ar e da água, o que levou à geração do conceito de controle ambiental da fase de produção industrial, com o estabelecimento de rígida legislação limitando a liberação de poluentes e com a criação de Agências Ambientais.

A visão de desenvolvimento sustentável surge como consequência da percepção sobre a incapacidade desse modelo linear de desenvolvimento e de

preservação ambiental se perpetuar e até mesmo de garantir a sobrevivência da raça humana.

O aumento do conhecimento sobre os efeitos de poluentes GEE, as catástrofes ambientais demonstram que a preservação da natureza exige uma transformação mais abrangente dos processos produtivos e hábitos de consumo.

Isso exige uma reformulação radical da visão do impacto ambiental das atividades humanas, que passa também a incorporar todos os efeitos das atividades de produção e de consumo, desde a extração da matéria prima, os processos industriais, o transporte e o destino dos resíduos de produção e do produto após a sua utilização.

Além das normas que limitam a poluição do ar e da água e protegem vegetação e espécies naturais é evidente a necessidade de uma análise crítica dos processos de produção e de consumo. Nesse sentido, a proteção ambiental deixa de ser uma preocupação somente de ambientalistas, para se tornar uma preocupação também empresarial.

A série de normas ISO 14000 é a parte mais visível de um movimento empresarial que envolve, pela primeira vez, organizações não-governamentais integradas por empresas. A Conferência sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente das Nações Unidas (RIO 92) consolidou através da AGENDA 21, a visão de que desenvolvimento sustentável não apenas demanda a preservação dos recursos naturais, de modo a garantir para às gerações futuras iguais condições de desenvolvimento, mas também uma maior equidade no acesso aos benefícios do desenvolvimento, tanto econômicos como sociais, geração de riqueza com inclusão social.

A sustentabilidade ambiental e social na gestão dos resíduos sólidos desenvolve-se por meio de modelos e sistemas integrados que possibilitam, primeiramente a redução dos resíduos gerados pela população, em seguida a implantação de programas que proporcionem a reutilização desse material e, por fim, a reciclagem, para que assim retornem a cadeia produtiva e possam servir de matéria-

prima para a indústria, diminuindo o desperdício e gerando renda (GALBIATI, 2005).

Conforme a publicação da PUCRGS, *Gestão Diferenciada de Resíduos da Construção Civil- Uma Abordagem Ambiental* (2009) a literatura indica que uma parte fundamental da discussão sobre sustentabilidade refere-se ao ambiente construído e à atuação da indústria da construção civil.

A atividade da construção civil tem grande impacto sobre o meio ambiente em função do alto consumo de recursos naturais com a extração de jazidas, por exemplo, do enorme consumo de energia empregada nas fases de extração, transformação, fabricação, transporte e aplicação dos seus produtos, e finalmente na geração de resíduos decorrentes, dos processos de fabricação, das perdas e desperdício nas construções e por fim das demolições, somados ao desmatamento ilegal e as alterações no relevo e paisagem.

Na análise sobre as características das "cidades sustentáveis" brasileiras, a indústria da construção foi indicada como um setor a ser aperfeiçoado (BRASIL, 2005).

O Conselho Internacional da Construção – CIB indica a indústria da construção como o setor das atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais. Além dos impactos relacionados ao consumo de matéria e energia, há aqueles associados à geração de resíduos sólidos. Estima-se segundo CIB que mais de 50% dos resíduos sólidos gerados pelo conjunto das atividades humanas sejam provenientes da construção.

Tais aspectos ambientais, somados à qualidade de vida que o ambiente construído proporciona, resumem as relações entre construção e meio ambiente.

Na busca de minimizar os impactos ambientais provocados pela construção, surge o paradigma da construção sustentável.

No âmbito da Agenda 21 (1992) para a Construção Sustentável em Países em Desenvolvimento, a construção sustentável é definida como: "um processo holístico que aspira a restauração e manutenção da harmonia entre os ambientes

natural e construído, e a criação de assentamentos que afirmem a dignidade humana e encorajem a equidade econômica".

No contexto do desenvolvimento sustentável, o conceito ultrapassa a sustentabilidade ambiental, para envolver a sustentabilidade econômica e social, que enfatiza a adição de valor à qualidade de vida dos indivíduos e das comunidades.

Os desafios para o setor da construção são diversos, porém, em resumo, consistem na redução e otimização do consumo de materiais e energia, na redução dos resíduos gerados, na preservação do ambiente natural e na melhoria da qualidade do ambiente construído. Para tanto, de acordo com PUCRGS (2009) recomenda-se:

- “Mudança dos conceitos da arquitetura convencional na direção de projetos flexíveis com possibilidade de readequação para futuras mudanças de uso e atendimento de novas necessidades, reduzindo as demolições;
- Busca de soluções que potencializem o uso racional de energia ou de energias renováveis;
- Gestão ecológica da água;
- Redução do uso de materiais com alto impacto ambiental;
- Redução dos resíduos da construção com modulação de componentes para diminuir perdas e uso de especificações que permitam a reutilização e reciclagem de materiais.” (PUCRGS, 2009, p. 154)

Portanto, por meio da implementação de práticas adequadas de gestão de resíduos, a indústria da construção pode obter benefícios ambientais, econômicos e sociais. O quadro 02 a seguir traz os fatores que contribuem para a gestão diferenciada dos RCD.

Quadro 2- Fatores que contribuem para Gestão Sustentável dos RCD

Aspectos da Sustentabilidade	Fatores de contribuição para Gestão Diferenciada dos RCD
Ambiental	Poluição e degradação do meio ambiente (água, solo, ar e ruído), desafios do aquecimento global, barreiras para o desenvolvimento verde, emissão de gases de efeito estufa, emissão oriundas de combustível fóssil, esgotamento de recursos e matérias-primas, impactos da disposição ilegal dos RCD.

Quadro 2- Fatores que contribuem para Gestão Sustentável dos RCD - Continuação

Econômico	Custo dos materiais, energia, desperdício, mão de obra e equipamentos, custos associados com transporte de resíduos, custos associados com disposição, custos das terras valiosas ocupadas com RCD, custos da reutilização e reciclagem.
Social	Impactos de curto e longo prazo com a saúde e segurança com a coleta, seleção e disposição do RCD, atitude das partes interessadas em relação a gestão dos RCD, visão e políticas pública de conscientização para gestão dos RCD, as regras de incentivo para impedir o despejo ilegal de RCD, impactos estéticos de usinas de reciclagem e material armazenado.

Fonte: Adaptado KARPINK (2009)

### 2.1.3 Abordagens Sustentáveis da Gestão dos Resíduos da Construção e Demolição.

Abordagens sustentáveis na gestão de Resíduos de Construção e Demolição.

Buscamos reunir a seguir algumas das mais consagradas abordagens sustentáveis, resultado de sucesso em outros setores da economia, com promissoras chances de aplicabilidade também na construção civil, vamos a elas: *Lean Construction*, Economia Circular e Zero Defeito.

#### - *Lean Construction*.

Como a maioria dos executivos da indústria da construção civil sabe, a construção está suscetível a ineficiências no projeto como, desperdícios, gastos excessivos, atrasos entre outros. Muitas abordagens de gerenciamento de projetos surgiram para melhorar o desempenho como Engenharia de Valor, Parcerias e Design-build para citar algumas.

O *Lean Construction* combina os conceitos destas abordagens com os princípios desenhados para a gestão da produção para assim criar uma forma para gerenciar projetos de Construção, conforme definido pelo *Lean Construction Institute* (LCI), Construção Enxuta é um método de gestão de projetos da Construção que

ênfatisa a confiabilidade e a entrega rápida de valor.

O objetivo é construir e entregar o projeto enquanto maximiza o valor, minimiza o desperdício e busca a perfeição para o benefício de todas as partes interessadas do projeto. Primeiramente, a construção enxuta visa reduzir o desperdício, onde os desperdícios são definidos em sete categorias, as mesmas sete perdas de Shingo (1981), originária dos conceitos da Produção Enxuta, mais conhecida como Lean Manufacturing. Que serão abordadas mais a frente.

Concentrando-se primeiro no fluxo do trabalho, construção enxuta desconecta as obstruções nas interfaces no fluxo do projeto. Planejamento, engenharia, desenvolvimento, construção, produção e entrega de materiais são todos mais bem coordenados para entregar o máximo valor para o proprietário da obra.

Essa abordagem, embora pareça simples, requer uma mudança fundamental na forma como os atores envolvidos, projetistas, engenheiros e empreiteiros concebem e gerenciam os projetos, conforme afirma Greg Howell, cofundador e diretor administrativo de LCI e criador do LPDS, Lean Project Delivery System, (BALLARD G; HOWELL G.A., 2003)

LPDS, Lean Project Delivery System, encontra suas origens no Gestão de produção Enxuta, abordagem de manufatura popularizada pela Empresa Toyota Motor na década de 1980, em última análise, uma abordagem de fluxo de trabalho simplificado, com inventário otimizado e produto com qualidade aprimorada.

A mesma ideia se aplica à construção, ou seja, de não liberar um trabalho defeituoso ou incompleto no processo. As pesquisas de LCI, porém, tem mostrado que isso acontece com mais frequência do que os empreiteiros gostariam de admitir. “Há necessidade de um novo método de gestão por causa da ampla insatisfação com gerenciamento de projetos de construção”. (Ballard G.; Howell G.A., 2003, p. 87)

Howell e Ballard (2003) lançaram um olho crítico em sistemas que permitem a geração de defeitos e desperdício e ignoram a inter-relação entre tarefas individuais do projeto. Tradicionalmente, os projetos de construção são divididos em atividades colocadas em uma ordem lógica e estimadas por tempo e recursos, em seguida cada

atividade e produzida, explica Howell. Para reduzir os custos gerais do projeto, empreiteiros tentam reduzir o custo e duração de cada atividade do cronograma. Segurança, qualidade, tempo e custo são medidos em termos de variação negativa dos padrões. Mas este pensamento tradicional, muitas vezes ignora o quadro geral. Em vez disso, o enfoque enxuto está sobre como uma atividade afeta a próxima.

Artesãos e outros especialistas compartilham cargas de trabalho para manter um fluxo de trabalho estável e assumem a responsabilidade pela qualidade do produto. Com o método enxuto, o projeto é mais sobre o todo do que sobre suas partes. Howell (2003) afirma que “O objetivo é melhorar o desempenho de todo o sistema de entrega, ao invés de reduzir o custo de qualquer atividade”.

Os princípios da Construção Enxuta incluem:

- Estabelecer equipes integradas de proprietários, arquitetos, usuários, construtores, empreiteiros especializados, subcontratados e fornecedores
- Combinar a concepção do projeto com a concepção do processo, simultaneamente projetar rigorosamente a instalação e o seu processo de produção;
- Parar a produção em vez de liberar uma atividade ou produto defeituoso no processo de construção;
- Descentralizar a tomada de decisão capacitando os participantes do projeto, tornando o processo mais transparente para que qualquer membro da equipe possa ver o estado do projeto; e
- Exigir uma transferência simples e direta entre as tarefas do cronograma do projeto, com uma maneira clara de solicitar uma ação e receber uma resposta, para assim eliminar obstruções entre as fases do projeto.

### **- Economia Circular.**

Economia circular é um conceito que associa desenvolvimento econômico a um melhor uso de recursos naturais, por meio de novos modelos de negócios e da otimização nos processos de fabricação com menor dependência de matéria-prima

virgem, priorizando insumos mais duráveis, recicláveis e renováveis.

Uma definição mais atual para a economia circular está sendo desenvolvida no âmbito da Organização Internacional de Normalização (ISO). Segundo a entidade, “é um sistema econômico que utiliza uma abordagem sistêmica para manter o fluxo circular dos recursos, por meio da adição, retenção e regeneração de seu valor, contribuindo para o desenvolvimento sustentável.”

Para o mundo empresarial, o tema ganhou relevância global a partir, do lançamento, em 2014, do relatório “Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains”, no Fórum Econômico Mundial elaborado em colaboração com a Fundação Ellen MacArthur. O diagrama do fluxo dos materiais na Economia Circular é apresentado na figura 01.

Como um conceito dinâmico, contemporâneo e em construção, principalmente a partir da prática, admite-se que as atividades econômicas em uma Economia Circular geram e recuperam os valores de produtos e serviços, mantendo-os assim por longo prazo e para todas as partes envolvidas do sistema econômico.

A transição do modelo Linear para um modelo de Economia Circular está pautada na inovação, tendo como principal direcionador a efetividade sistêmica para geração de impactos positivos, onde se busca, além da eficiência e eficácia, gerar consequências positivas para todas as partes envolvidas no sistema.

Para atingir esses objetivos, três princípios básicos são considerados na Economia Circular

1. Preservar e aprimorar o capital natural, com a restauração e regeneração dos recursos naturais;
2. Maximizar o rendimento de recursos, o que leva, principalmente, à redução dos desperdícios e à circularidade dos recursos; e
3. Estimular a efetividade do sistema, gerando impactos positivos para todas as partes interessadas. (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2014, p. 64).

São considerados, a seguir, os principais motivadores para a transição da

economia linear à circular:

- Limites do modelo linear
- Redução de custos e geração de valor;
- Novas fontes para investimentos
- Maior resiliência e colaboração;
- Geração de emprego; e
- Conformidade legal e normativa

A economia circular (EC) oferece uma oportunidade de reduzir o uso de materiais primários e seus impactos ambientais associados, por meio de estratégias que substituem o fim de vida (FDV), como redução, reutilização e reciclagem de materiais na produção/processos de distribuição e consumo (KIRCHHERR et al., 2017). A adoção da EC é uma alternativa sustentável e lucrativa para dissociar o crescimento econômico da exploração de recursos naturais, proporcionando benefícios socioeconômicos. Estima-se que o mercado circular nos próximos 10 anos aumentará o crescimento econômico em até 4% (ING, 2015).

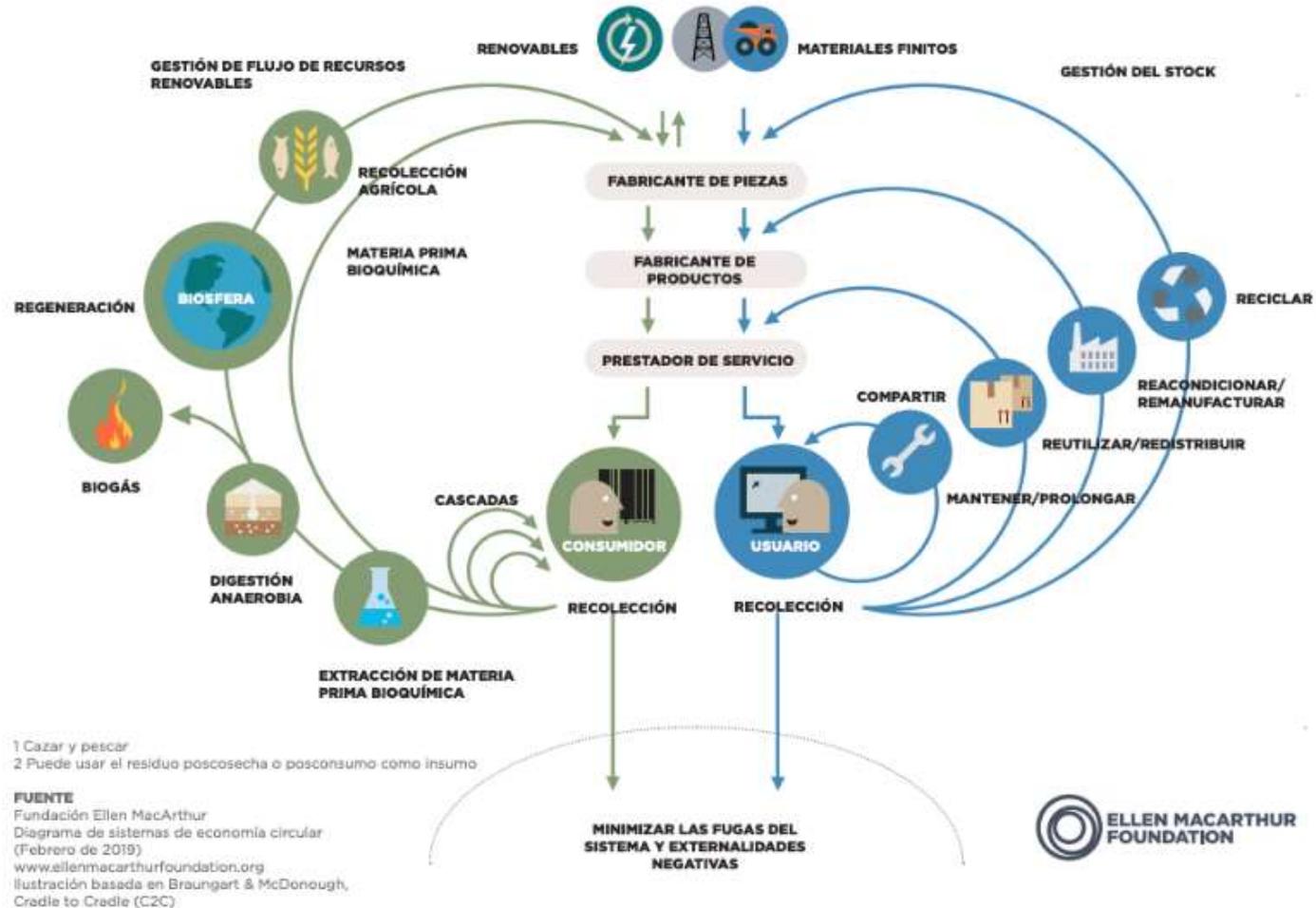
Existem diferentes definições de EC (KIRCHHERR et al., 2017) e ainda não há um consenso claro e aceito na indústria da construção (ADAMS et al., 2017). As iniciativas de EC possuem diferentes direcionamentos e a implementação da circularidade em edificações possui particularidades devido à complexidade das edificações, que possuem diversos atributos interligados, como projeto e planejamento, escolha do material, operação e manutenção da edificação. Além disso, o setor é conservador e tem seu próprio processo de design, técnicas de fabricação, cadeia de suprimentos e arranjos financeiros (HART et al., 2019).

Apesar disso a construção civil caminha em direção à economia circular. Há diversas ações que vão nesse sentido (ADAMS, 2016.). Mas, da mesma forma que ocorre com diversos setores da indústria, a da construção também possui modelo econômico linear e enfrenta dificuldades para a mudança. O maior desafio é desenvolver construções que permitam reutilizar os seus materiais em novos ciclos, com a mesma qualidade ou superior – característica da reciclagem do tipo *upcycle*.

*Upcycle* ou superciclagem é o processo que reaproveita os materiais disponíveis nos produtos sem perda do seu valor ou da sua qualidade. Esses materiais são reutilizados no mesmo ciclo produtivo ou em cadeia de valor ainda mais alta. (ADAMS,2016)

Outras barreiras incluem a falta de uma abordagem holística em toda a cadeia de suprimentos, pensamento de curto prazo e baixo valor de muitos produtos de construção no fim da vida (IC, 2015; SCHULT et al., 2015).

Figura 01 - Diagrama dos fluxos de materiais na economia circular.



Fonte: Ellen MacArthur (2013, p. 12)

A falta de clareza e compreensão dos princípios da EC e a complexidade da cadeia de valor da construção dificulta a disseminação de conhecimentos e diretrizes que sustentam o projeto e a construção circular. Há a necessidade de entender as barreiras e oportunidades que influenciam os desenvolvimentos atuais na indústria da construção para conceituar a EC no setor. Neste sentido o quadro 03 apresenta as principais barreiras identificadas na literatura para adoção da EC na construção civil (MUNARO. M.R; TAVARES. S.F, 2022, p. 58-59)

Quadro 03- Barreiras da Economia Circular na Construção Civil

<b>Categoria</b>	<b>Grupo</b>	<b>N.</b>	<b>Barreiras</b>
Econômica	Falta de incentivo em negócios circulares	1	Alta disponibilidade e baixos custos de matérias-primas virgens
		2	Subdesenvolvido/falta de mecanismos de mercado para materiais secundários
		3	Altos custos de desconstrução, separação, tratamento, transporte e armazenamento de RCD
		4	Preços elevados de materiais/produtos reciclados/reutilizáveis
		5	Falta de esquemas de recompensa e penalidade para operações de gestão de RCD
		6	Negligência dos custos ambientais nos preços dos produtos
	Falta de ajuda financeira	7	Aversão financeira e risco para modelos de negócios circulares
		8	Cultura de retornos rápidos sobre o investimento e preços altos para edifícios verdes
		9	Custo de desenvolvimento de certificações de produtos
		10	Altos custos de investimento de tecnologias de resíduos
Informacional	Falta de pesquisa, educação e informação	1	Percepção pública negativa
		2	Aspectos sociais e comportamentais do consumismo moderno
		3	Falta de publicidade e campanhas de informação
		4	Programas e instalações de gestão ambiental limitados em instituições acadêmicas
Institucional	Falta de visão estratégica e plataformas colaborativas	1	Cadeias de suprimentos conservadoras, competitivas e fragmentadas
		2	Cultura de produto ao invés de serviço
		3	Falta de informações sobre DFD, design verde e produtos em fim de vida
		4	Falta de conhecimento sobre ferramentas circulares

Quadro 03- Barreiras da Economia Circular na Construção Civil - Continuação

<b>Categoria</b>	<b>Grupo</b>	<b>N.</b>	<b>Barreiras</b>
		5	Aplicação insuficiente da hierarquia de resíduos (foco na reciclagem)
		6	Falta de orientação e ferramentas para implantação/avaliação de edifícios circulares
Política	Falta de instrumentos regulatórios	1	Falta de incentivo e suporte para projetar para fim de vida
		2	Falta de flexibilidade nos códigos e regulamentos de construção
		3	Falta de padronização internacional das DAPs
		4	Falta de sistema de responsabilidade baseado no produtor e estrutura regulatória para incentivar o gerenciamento integrado de recursos
		5	Falta de um código de resíduos para orientar a gestão RCD e desencorajar o aterro
	Ausência de ações fiscais	6	Falta de um sistema tributário e qualidade padrão para materiais recuperados
		7	Falta de leis para atribuir percentual mínimo de RCD para reutilização e reciclagem
		8	Falta de zoneamento de uso do solo e planejamento urbano racional
	Falta de visão circular	9	Falta de objetivos e metas nacionais, e sistema de apoio legal com efeito vinculante
		10	Falta de apoio à pesquisa, inovação, informação e estratégias de aquisição de negócios
		11	Falta de supervisão adequada do governo
Tecnológica	Falta de processos, ferramentas e práticas integradas de RCD	1	Gerenciamento ineficaz de RCD
		2	As práticas de reciclagem são frustradas pela separação limitada de materiais, barreiras logísticas e falta de processo para produzir produtos desmontáveis
		3	Falta de ferramentas para identificação, classificação e certificação de materiais recuperados
		4	A complexidade dos materiais e composição do edifício
	Falta de um sistema de gestão de informações	5	Falta de geometrias espaciais padronizadas e visualização limitada para DfD
		6	Falta de desenvolvimento de projeto de construção verde eficaz
		7	Falta de qualidade e disponibilidade de dados
		8	Dificuldades em entender e desenvolver DAPs
		9	Falta de documentação de produtos de construção novos e usados
		10	Falta de conjuntos de dados e ferramentas compatíveis com BIM

Fonte: Adaptado MUNARO. M.R, TAVARES. S.F(2022, p. 58).

No entanto, existem alguns exemplos emergindo na aplicação dos princípios da economia circular, principalmente relacionado à escolha de material e considerações de design (KISER, 2016; LAUBSCHER MARINELLI, 2014; THORNBAC ADAMS, 2016)

Assim, para efetivar uma economia circular, é preciso substituir o *downcycle* ou subciclagem que são os processos de reciclagem atuais, cuja característica está na grande perda de qualidade e recurso, pelo *upcycle*. O *upcycle* torna-se assim a forma de reciclagem necessária para que os materiais se mantenham no máximo do seu valor, pelo maior período, nos diversos ciclos de uso.

A economia circular considera, conforme CCDR LVT (2019) que os edifícios sejam bancos de materiais. Sendo assim, cada parte de uma construção tem seu valor e está inserida em um ciclo. O design circular é aplicado ao projeto de edifícios, devendo se voltar para o processo de concepção e montagem das partes que os constituem, isto é, de suas paredes, colunas, lajes, telhados, fundações, pavimentos, tubulações, divisórias, mobiliário.

O objetivo é tornar os materiais usados nessas estruturas reutilizáveis nas próximas gerações de construção. Cada uma dessas partes tem duração diferente, e o projeto precisa levar isto em consideração. Por exemplo, enquanto a estrutura do edifício (pilares, fundação e viga) pode durar até 300 anos, as divisórias internas têm uma duração menor e devem ser flexibilizadas dependendo do uso do edifício.

A construção modular através de tecnologias como *steelframe*, *woodframe* e impressoras 3D é mais um exemplo da aplicação de critérios da economia circular na construção civil. Como essas estruturas são montadas por meio de encaixes e parafusos, não há necessidade de uso de cimento ou cola.

Técnicas mais antigas de construção também podem ser inseridas nesse processo, no livro “Cradle to Cradle: criar e reciclar ilimitadamente”, os autores Michael Braungart e William McDonough descrevem um tipo de telhado formado por uma leve camada de solo coberta por plantas, que mantêm a estrutura em uma

temperatura estável e a protege dos raios solares destrutivos. Trata-se, do chamado telhado verde ou ecológico.

A economia circular aplicada à construção diz respeito também ao uso inteligente do espaço construído. Novas construtoras têm apostado em prédios residenciais com uma nova proposta de valor. Os apartamentos são menores, chamados de estúdios, e os condomínios contam com vários serviços compartilhados como áreas de coworking, lavanderia, serviços de limpeza e espaço para armazenamento.

Por fim, destaque para a tecnologia 3D que está sendo utilizada de forma promissora na construção civil. Segundo Michael Pawlyn, autor do livro *Biomimicry in Architecture*, desde 2009, construções menores estão sendo impressas em 3D a partir de material parecido com o concreto. No futuro próximo esses materiais serão feitos com 1% da energia dedicada ao processo convencional, em estruturas dez vezes mais eficientes, o que deverá significar uma verdadeira revolução na indústria da construção civil.

Neste sentido o quadro 04 apresenta as principais oportunidades para adoção da EC na construção civil identificadas na literatura (MUNARO. M.R; TAVARES. S.F, 2022, p. 62-63).

Quadro 04- Oportunidades na implementação da EC na Construção Civil

<b>Categoria</b>	<b>Grupo</b>	<b>N.</b>	<b>Oportunidades</b>
Econômica	Incentivo à modelos de negócios circulares	1	1 Estabelecer um mercado físico e online para materiais recuperados
		2	2 Esquemas de incentivo e garantia para produtos recuperados
		3	Incentivar e explorar os benefícios financeiros da economia de dados e compartilhamento
		4	Explorar os custos de técnicas de construção modulares e a escalabilidade potencial
Informacional	Melhorar a conscientização e a pesquisa sobre CE	1	Conscientização através da mídia eletrônica, campanhas de arrecadação e anúncios
		2	Divulgação de estudos de caso de melhores práticas, seminários e workshops

Categoria	Grupo	N. Oportunidades
Institucional	Estabelecer uma visão estratégica e educacional	3 Mais pesquisas e projetos acadêmicos de EC devem ser feitos desenvolvendo diretrizes
		1 Estabelecer inspeções e auditorias no local antes da demolição para reduzir RCD
		2 Estabelecer uma cultura de triagem obrigatória no local, coleta seletiva e tratamento dos RCD
		3 Incentivar designers e construtores a utilizar RCD e priorizar o <i>upcycling</i>
		4 Criar vínculos entre empreiteiros de demolição e estoquistas para incentivar a desconstrução
		5 Benchmarking das empresas envolvidas na recuperação e venda de materiais secundários para aumentar a concorrência, oferta e diversidade de ofertas
		6 Desenvolver responsabilidades atribuídas e cadeias de valor circulares de longo prazo entre as partes interessadas
Política	Falta Financeira Publica	1 Desenvolver visão circular de ação nacional, regional e local com planos, objetivos e metas
		2 Incentivo do governo para subsidiar ou criar a instalação de armazenamento compartilhado
		3 3 Financiamento para inovação, pesquisa e subsídio para tecnologia
		4 4 Critérios circulares na contratação pública
		5 Estabelecer responsabilidade baseada no produtor ou sistema de devolução.
		6 Incentivos de política ou crédito em métodos/ferramentas de avaliação ambiental
	Ações fiscais e regulatórias	7 Ações regulatórias para redução de emissões de GEE e métricas para carbono incorporado em edifícios
		8 Sistema de política adequado que orienta e supervisiona a gestão de RCD
		9 Redução de impostos sobre o trabalho e aumento de impostos sobre o uso de matérias-primas primárias
		10 10 Isenções fiscais para bens produzidos por materiais secundários e edifícios com certificados verdes
		11 11 Penalidades por não conformidade e incentivos para conformidade com os regulamentos da CE
		12 12 Taxa de aterro mais alta
Tecnológica	Diretrizes e ferramentas para edifícios	1 Colaboração antecipada e inclusão da gestão de resíduos nas ferramentas de sustentabilidade do projeto e no processo de controle da construção

Quadro 04- Oportunidades na implementação da EC na Construção Civil – (Continuação)

<b>Categoria</b>	<b>Grupo</b>	<b>N.</b>	<b>Oportunidades</b>
	circulares	2	Melhor gerenciamento de fluxos de recursos e critérios de fim de resíduos para frações específicas de RCD em canteiros de obras
		3	Desenvolvimento de simbiose e tecnologias facilitadoras para a gestão de RCD
		4	Desenvolvimento de orientações e ferramentas para a avaliação da circularidade da construção
		5	Projeto de incentivo para adaptabilidade e desmontagem usando ferramentas de projeto
	Sistema integrado de informações	6	Melhorar a certificação de materiais recuperados para reduzir a incerteza e a falta de confiança
		7	Aplicação obrigatória de ACV/CCV para todo o ciclo de vida de um edifício
		8	8 Estabelecimento de soluções de TIC eficazes
		9	Criar conjuntos de dados e explorar a viabilidade do BIM na realização de outros tipos de análise de desempenho

Fonte: Adaptado MUNARO. M.R; TAVARES. S.F(2022, p. 62)

### - Zero Resíduos

As áreas urbanas carecem de aterros sanitários, o que tem levado as autoridades a buscarem sistemas de gestão de resíduos alternativos. Resíduos zero (Zero Waste, ZW), que é um sistema de gestão de resíduos, que possui uma solução alternativa para os problemas de resíduos nas últimas décadas. Desde então, o conceito ZW motiva o consumo e produção sustentáveis, otimização de recursos, a recuperação e reciclagem, evitando a incineração de resíduos e a deposição em aterros sanitários.

O conceito ZW, ilustrado na figura 02 vem sendo aplicado e buscado pelas autoridades da gestão de resíduos de diversas formas (LI; DU, 2015). Por exemplo, vários estudos têm afirmado atingir as metas de desperdício zero com a utilização de tecnologia de transformação de resíduos em energia, com a incineração, embora os conceitos de zero resíduos proibam a incineração e disposição em aterros.

Uma pesquisa realizada por Zaman e Lehmann (2011) propõe que uma cidade ZW deve recuperar 100% de seus recursos de resíduos e deve atingir 100% de

taxa de reciclagem.

Figura 02 – Diagrama ilustrativo do conceito “Zero Resíduo”



Fonte: <https://www.zerowaste.com/blog/zero-waste-policy-and-legislation>, acessado 18/01/2022 as 14:00h.

O resíduo zero é um conceito (Li; Du, 2015), nascido nos anos 70 que representa uma forma de organização dos recursos semelhante à da natureza, já que ela aproveita 100% de todos os materiais disponíveis. Ao longo do tempo as empresas perceberam que os consumidores cada vez mais valorizam ações direcionadas à redução do impacto ambiental e a produção sustentável, com isso, os programas de resíduo zero se multiplicaram nas corporações do século XXI.

Ao longo do século XX a sociedade ocidental enriqueceu muito, o que permitiu que questões ambientais pudessem ser consideradas. O movimento de preservação foi ganhando força até se transformar em uma tentativa de uso infinito das coisas, aproveitando todos os recursos mesmo após o fim de sua vida útil. Assim o ciclo se reinicia e 100% do material é transformado em novos compostos naturais.

O conceito de resíduo zero busca aplicar este princípio nas atividades humanas. Desta forma, ao contrário de descartar um produto após o fim de sua vida útil, poderíamos encaminhar o material a um centro de reciclagem ou reaproveitamento. Evidentemente que nenhuma empresa conseguirá reaproveitar

100% de todos os resíduos produzidos, o que se consegue é uma aproximação máxima deste valor, conforme a tecnologia vigente e a viabilidade econômica das ações.

Neste contexto, os pesquisadores A.K. AWASTHI, V.R.S. CHEELA, I. D'ADAMO et al, (2021), concordaram que, o conceito "Zero-Waste" é uma das formas promissoras e eficazes de resolver os problemas da gestão e reciclagem de resíduos.

A abordagem de desperdício zero inspira a reformulação da cadeia de suprimentos de recursos, como resultado de que produtos ou recursos materiais podem ser reutilizados e reciclados, e este o conceito está totalmente alinhado com as resoluções UNEA 4 (FOURTH SESSION OF THE UNITED NATIONS ENVIRONMENT ASSEMBLY) de março de 2019.

A VGR Gestão de Resíduos LTDA, uma consultoria especializada na Gestão Integrada de Resíduos ainda afirma que um programa de resíduo zero jamais funcionará apenas com boa vontade e engajamento das pessoas. Para fazer dar certo, a empresa precisará empreender ações sistemáticas e integradas ao seu processo, de forma que os funcionários incorporem as melhores práticas de maneira automática na sua rotina, e que os resultados possam ser controlados pelo mais alto nível gerencial.

As principais ações para um programa de resíduo zero são:

- Rigor e aumento da assertividade nas aquisições de insumos e matérias primas;
- Aumento na eficiência nos processos produtivos evitando retrabalhos e refugos;
- Instalação de pontos de coleta seletiva por todas as empresas;
- Agendamento de coletas recorrentes dos resíduos recicláveis;
- Estabelecimento de parcerias para reaproveitamento tecnológico dos resíduos;
- Instalação de indicadores de coleta e monitoramento dos vários setores; e
- Estabelecimento de metas de reaproveitamento.

Além das práticas de reuso, reciclagem e de disposição final em aterros de resíduos inertes (Classe A), o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES, 2022) apresenta algumas iniciativas e experiências de novos sistemas de gerenciamento e

novas tecnologias, Apêndice 1, que ilustram avanços possíveis para o desenvolvimento sustentável do setor de RCD, são elas:

- Manifesto de Transporte de Resíduos Nacional;
- A Certificação internacional LEED;
- Referencial Casa;
- Certificação Aqua;
- Selo Casa AzuL;
- PBQP. H;
- Município Verde Azul; e
- IPTU Verde.

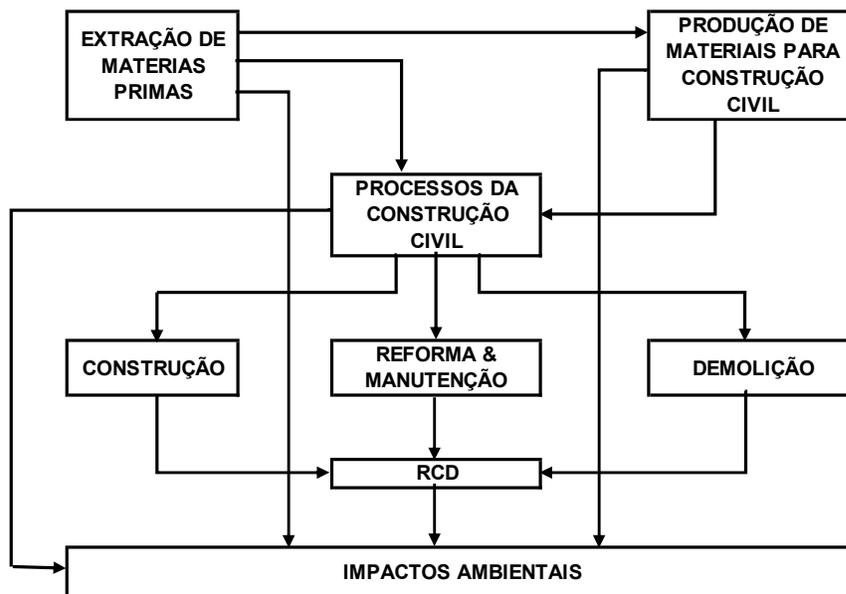
#### **2.1.4 Impacto Ambiental da Construção Civil**

Pinto (1992), a enorme quantidade de resíduos produzida pela indústria da construção civil tem sido frequentemente noticiada porque, já algum tempo vem causando sérios problemas urbanos, sociais e econômicos. O gerenciamento desses resíduos torna-se mais complexo quanto maior for a quantidade produzida. A Figura 8 mostra uma estimativa de geração anual de RCD em alguns países que somados passam do 2,7 Bilhões de toneladas anuais e acordo com John (2002), esses dados provavelmente tornam a indústria da construção civil a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente.

O conjunto de processos que acompanha a construção civil promove sérios impactos ambientais que degradam significativamente a qualidade de vida do ambiente urbano. (KARPINSK, 2009)

Estima-se que a cadeia de ações da construção civil seja responsável pelo consumo de 20 a 50% de todos os recursos naturais disponíveis no planeta, renováveis e não-renováveis (SJÖSTRÖM, 1992). Tal cadeia geradora de imensos impactos ambientais, apresenta-se na Figura 03 a seguir;

Figura 03 – Cadeia Produtiva da construção civil,



Fonte: Adaptado de PUT apud SCHNEIDER (2003, p. 46), Gestão Diferenciada da Construção Civil (2019, p. 21)

O impacto negativo que provém da extração de matéria prima para uso da indústria da construção civil é considerável:

“Em todo o mundo, a mineração e o processamento de minerais desempenham um importante papel na determinação de problemas do meio ambiente como o desmatamento, a erosão do solo e a poluição do ar e da água. Globalmente, o setor da mineração é um dos maiores usuários de energia, contribuindo assim para a poluição do ar e o aquecimento global “(SCHNEIDER, 2003, p. 87).

Os principais impactos sanitários e ambientais relacionados aos resíduos de construção e demolição (RCD), na opinião de Pinto (2000), são aqueles associados às deposições irregulares, em locais chamados de pontos viciados, determinando uma combinação de efeitos degradadores do ambiente local, comprometendo a paisagem, o tráfego em geral, a drenagem urbana, atraindo resíduos não-inertes além da multiplicação de vetores de doenças e outros efeitos estéticos e econômicos, o que portanto deve ser combatido a todo custo.

Em pesquisa realizada por Araújo (2000) sobre riscos à saúde pública

decorrente dos RCD acondicionados em caçambas metálicas localizadas em vias públicas, observou-se a presença de material orgânico, produtos perigosos e de embalagens vazias que podem reter água e outros líquidos e favorecer a proliferação de mosquitos e outros vetores de doenças. Conforme último relatório da ABRECON, (2022), os casos de Dengue Tipo 1 e 2 em São Paulo em 2021 somaram mais de 115 mil casos e o custo médio de uma diária de internação no SUS motivado pela dengue custou aos cofres públicos cerca de R\$ 409,00/dia.

Os RCD dispostos inadequadamente poluem o solo e se transformam em uma ameaça à saúde pública. Schneider (2003) afirma que as deposições irregulares de RCD se tornam pontos de proliferação de muitas espécies de vetores patogênicos, como ratos, baratas, moscas, vermes, bactérias, fungos e vírus. Diante da situação de deposição irregular, o poder público municipal atua realizando serviços de coleta e arcando com os custos do transporte e disposição final.

Segundo o ABRECON (2022) o custo médio em São Paulo para remoção, transporte e destinação adequada dos RCD retirados das áreas clandestinas é de R\$ 159,15/m<sup>3</sup>.

Infelizmente, tal prática apesar de cara, não soluciona definitivamente o problema de limpeza urbana, por não conseguir remover a totalidade dos resíduos, ao contrário, incentiva à continuidade da disposição irregular nos locais atendidos pela limpeza pública (PINTO, 2005).

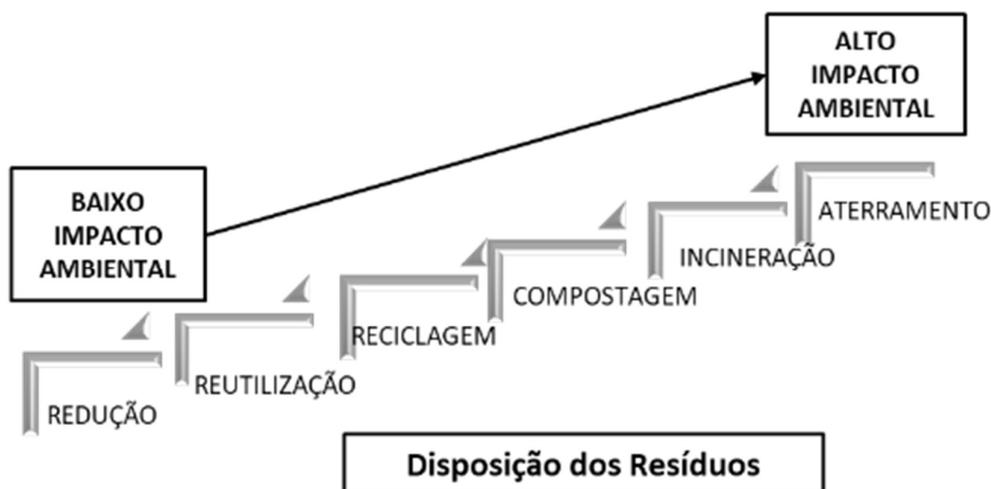
Para avaliar o nível de impacto causado ao meio ambiente com a disposição de resíduos de construção e demolição, pode-se utilizar hierarquia da disposição de resíduos apresentada na Figura 04, de acordo com Peng et al (apud LEITE, 2001), que varia do menor impacto com a redução da geração dos resíduos até o a disposição nos aterros com conseqüente maior impacto ambiental nesta escala, detalhada a seguir:

- redução da geração de resíduos: mostra-se como a alternativa mais eficaz para a diminuição do impacto ambiental, além de ser a melhor alternativa do ponto de vista econômico;
- reutilização dos resíduos: uma simples movimentação de materiais de

uma aplicação para outra, decisão utilizada com o mínimo de processamento e energia;

- reciclagem dos resíduos: a transformação destes em novos produtos, foco deste trabalho;
- compostagem dos resíduos: consiste basicamente na transformação da parte orgânica em húmus para o tratamento do solo;
- incineração dos resíduos: pode extrair energia dos materiais sem gerar substâncias tóxicas, quando cuidadosamente operacionalizada;
- aterramento dos resíduos: quando não há mais o que se aproveitar dos resíduos, (PENG et al., apud LEITE, 2001)

Figura04 –Hierarquia da disposição de resíduos de construção e demolição,



Fonte: Adaptado de PENG et al apud LEITE (2001, p. 16). Gestão Diferenciada da Construção Civil (2019, p. 23)

Dando ênfase as três ações prioritárias e de melhor eficácia na redução do impacto ambiental da Construção Civil, conforme Figura 03, detalhamos as iniciativas de Reduzir, Reutilizar e Reciclar a seguir:

### - Reduzir

A redução, entre as estratégias de gerenciamento de C&DW dos 3Rs, é sem dúvida, a medida ideal de gerenciamento de RCD, por ter o mínimo de efeitos

prejudiciais em nosso meio ambiente.

Pickin et al. (2018) apontou alguns benefícios de reduzir o desperdício, como gerar receita com a coleta de alguns materiais, economias com a compra de menos material, redução de emissões de CO<sub>2</sub>, redução de custo de transporte de resíduos para aterros sanitários ou usinas de reciclagem etc. (OSMANI et al., 2008; JAILLON et al., 2009; LU e YUAN, 2013, BØLVIKEN e KOSKELA, 2016, DING et al., 2016; LLATAS e OSMANI, 2016).

Porém, as principais barreiras na implementação adequada da estratégia de redução de resíduos ocorrem quando os atores da indústria da construção são ineficientes na comunicação e cooperação uns com os outros e as partes interessadas não têm um entendimento comum em relação às estratégias de gerenciamento de 3Rs devido à similaridade das estratégias para reduzir, reutilizar e reciclar.

É importante concluir que a melhor solução ambiental e econômica é reduzir a quantidade de resíduos produzidos nas atividades de construção, considerando por exemplo, antecipadamente o uso de tamanhos e quantidades padrões de materiais o que minimiza o retrabalho oriundos de erros e mão de obra deficiente.

Isto é substancial para reduzir a quantidade de resíduos criados, porém se criados, então é imperativo identificar maneiras de reutilizar os materiais e, finalmente, se os materiais não puderem ser reutilizados, é importante coletá-los para reciclar e, em seguida, descartar de forma adequada, que é a última etapa na hierarquia da gestão dos RCD

### **- Reutilizar**

A ação ou a prática de utilizar materiais de construção mais de uma vez se refere à reutilização RCD, mesmo quando esses materiais são aplicados em sua finalidade original ou em outra função (HUANG et al., 2018). Outros benefícios da reutilização de resíduos de construção são mitigar as emissões de gases de efeito estufa que contribuem para as mudanças climáticas globais, ajudam a manter o meio

ambiente para as gerações futuras e para permitir que os produtos sejam usados em sua extensão máxima (OYENUGA, 2016; PARK e TUCKER, 2017). Vários tipos de materiais podem ser recuperados nos próprios locais da construção, em seguida, vendido, armazenado para uso posterior ou reutilizado no próprio projeto atual.

No entanto, alguns tipos de materiais são considerados tóxicos e classificados como resíduo perigoso, incluindo materiais que requerem cuidados especiais de manuseio, como tinta látex, adesivos, solventes químicos (OYENUGA, 2016).

Além disso, outro fator de tomada de decisão afetiva na reutilização de RCD é a idade das estruturas envolvidas em projetos de demolição

(TAM, 2011b; AKINADE et al., 2015). Por exemplo, edifícios antigos podem conter materiais que não são mais permitidos em novas construções, como o amianto.

Utilizando trabalhadores qualificados para a coleta e triagem RCD atribuindo incentivo para reutilização de resíduos de construção e demolição, usando projetos materiais e tecnologia de construção padronizados e, finalmente, desenvolver um mercado para materiais reutilizados são algumas maneiras eficazes de reutilizar RCD (HUANG et al., 2018).

### **- Reciclar**

A ação de triturar e moer os itens usados na construção para fazer novos materiais é chamada de Reciclagem, no entanto, gestão imatura da reciclagem, uso de tecnologia inadequada de reciclagem e mercado imaturo para produtos reciclados são impedimentos para a reciclagem efetiva reciclagem (HUANG 323 et al., 2018).

O resíduo como concreto, metal, asfalto, madeira, materiais de cobertura, gesso cartonado e papelão ondulado entre outros podem ser reciclados no local da obra onde são gerados ou externamente em uma Usina recicladora.

Reciclando materiais de construção, uma grande quantidade de CO<sub>2</sub> é economizada, que de outra forma seria liberada pelo transporte e remoção de resíduos, assim como pela produção e fornecimento de novos materiais de construção naturais,

percorrendo grandes distâncias (OYENUGA 328, 2016).

Existem vários benefícios para a reciclagem de RCD, e estes incluem a mitigação da emissão de gases de efeito estufa e outros poluentes, bem como, a diminuição da demanda pela extração de novas matérias-primas. Além disso, mantém a capacidade do aterro, mitiga a demanda pela utilização de novos aterros e seus custos associados, bem como economia de energia e redução do impacto ambiental adverso (ASHE et al., 2003; FRASER et al., 2011; LI, DU, 2015; PICKIN et al., 2018).

Indo mais além, a reciclagem tem um grande impacto na criação oportunidades de emprego e atividades econômicas em indústrias relacionadas. Existe um grande mercado de qualidade assegurada para os materiais de construção reciclados.

Portanto, materiais de construção reciclados têm sido usados com base e sub-bases na construção de estradas, obras de drenagem, fundações, paredes de proteção de ruído ente outros (FATEMI E IMANINASAB, 2016), no entanto, para garantir um resultado de reciclagem de resíduos bem-sucedido, a participação do Estado também é fundamental (ESA et al., 2017<sup>a</sup>; ESA et al., 2017<sup>b</sup>).

A indústria de materiais de construção é igualmente responsável por outra gama de impactos negativos. A indústria cimentícia no Brasil, por exemplo, é responsável pela geração de mais de 6% do total de CO<sub>2</sub> gerado no país John (2000), afirma ainda que a redução do impacto ambiental da construção civil é uma tarefa complexa, por isso, é necessário agir em várias frentes de maneira combinada e simultânea.

De um modo geral, a redução do impacto ambiental da construção civil é tarefa complexa, sendo necessário agir em várias frentes de maneira combinada e simultânea KILBERT (1994, p. 39) recomenda:

1. Minimizar o consumo de recursos (conservar)
2. Maximizar a reutilização de recursos (reutilizar materiais e componentes)
3. Usar recursos renováveis ou recicláveis (renovar / reciclar)
4. Proteger o meio ambiente (proteção da natureza)

5. Criar um ambiente saudável e não tóxico (utilizar não tóxicos)
6. Buscar a qualidade na criação da construção (aumentar a qualidade)

Com base em nossos objetivos da pesquisa daremos maior atenção e foco à gestão e aos processos em operações de reciclagem dos RCD.

## **2.2 Resíduos da Construção Civil e Demolição.**

Não há possibilidades, pelo que foi visto até aqui, da sociedade atingir um nível ótimo de desenvolvimento sustentável sem que a construção civil, passe por profundas transformações. A cadeia produtiva da construção civil, como observado, apresenta importantes impactos ambientais em todas as etapas do seu processo, da extração de matérias primas, produção de materiais, construção ao uso e demolição.

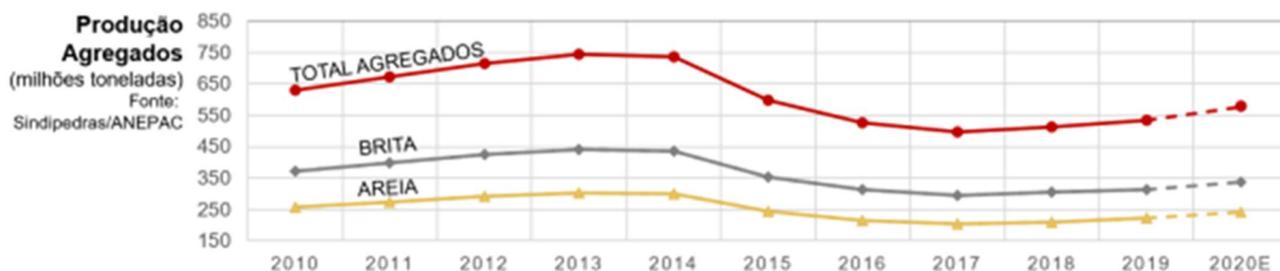
Qualquer sociedade realmente preocupada com esta questão deve colocar o aperfeiçoamento da construção civil e o manejo de seus resíduos como prioridade.

O setor da construção civil é um dos maiores consumidores mundiais de matérias-primas naturais. Estima-se que a construção civil utiliza algo entre 20 e 50% do total de recursos naturais consumidos por toda a sociedade.

Algumas reservas de matérias-primas estão, atualmente, bastante limitadas, a exemplo das reservas mundiais de Zinco, com vida útil estimada em menos de 80 anos (Henckens et al., 2016). Outro exemplo é o que acontece em São Paulo, com o esgotamento das reservas de areia natural de rio próximas da capital faz com que a areia seja transportada por distâncias superiores a 100 km, implicando em um enorme consumo de energia além da geração de poluição, com o transporte desses agregados.

O consumo de agregados, na construção civil, também é muito grande, Figura 05, (Valverde, 2020) estima que o setor de construção civil brasileiro consuma mais de 550 milhões de toneladas por ano de agregados naturais somente de areia e brita.

Figura 05 – Adaptado, Produção anual de agregados no Brasil,



Fonte: Revista Areiaebrita Ano23, Ed 76, Dez 21, pg. 15

Como se não bastasse, a indústria da construção civil é a principal geradora de resíduos da economia, de acordo com ABRELPE, Panorama 2020, os resíduos gerados diretamente pelas atividades de construção e demolição correspondem a, aproximadamente, 55% do total de resíduos sólidos urbanos gerados. A Figura 06 traz alguns dados de algumas cidades brasileiras.

Figura06. Resíduos da Construção Civil produzidos nas cidades brasileiras

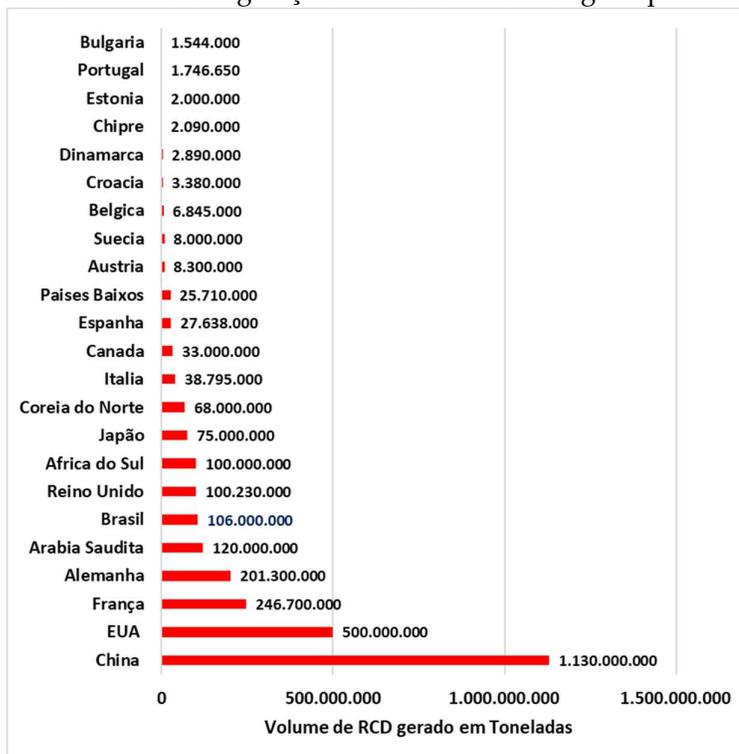
Município	Geração diária (t)	Participação em relação aos RSUs (%)	Fonte
São Paulo	17.240	55	I&T (2003)
Guarulhos	1.308	50	I&T (2001)
Diadema	458	57	I&T (2001)
Campinas	1.800	64	PMC (1996)
Piracicaba	620	67	I&T (2001)
São José dos Campos	733	67	I&T (1995)
Ribeirão Preto	1.043	70	I&T (1995)
Jundiaí	712	62	I&T (1997)
São José do Rio Preto	687	58	I&T (1997)
Santo André	1.013	54	I&T (1997)
Salvador	1.700	37	Karpinsk (2009)
Vitória da Conquista	1.200	51	Karpinsk (2009)
Belo Horizonte	310	...	SindusCon-MG (2005) apud Karpinsk (2009)
Porto Alegre	350	...	Karpinsk (2009)

Fonte: IPEA, 2012 p. 28

Os resíduos produzidos nas atividades de construção, manutenção e demolição têm estimativa de geração muito variável, os valores encontrados, na bibliografia internacional, variam muito, de pouco mais de 1,5 milhões de toneladas por ano na Bulgária a mais 1 bilhão de toneladas por ano na China, quase mil vezes

mais, veja detalhes na Figura07 (Apêndice 8)

Figura07 – Estimativa de geração anual de RCD em alguns países



Fonte: Ouda, et al., 2017; Deloitte, 2015; Usepa, 2015; Statistics Canada, 2016; Lu, 2014; Yang et al., 2015; Van Wyk, 2014, Abrecon, 2022.

No entanto, os valores típicos encontram-se entre 400 e 500 kg/hab/ano, valor igual ou superior ao total da massa de lixo urbano, ou seja, extremamente significativo.

Em função de todos os problemas ambientais decorrentes das práticas econômicas predatórias que trazem consequências para a sociedade a médio e longo prazo, como o desperdício dos recursos naturais, a degradação generalizada e a perda da qualidade ambiental e de vida, torna-se imperativo um planejamento físico segundo perspectivas econômico-sociais e ambientais (RAMPAZZO, 2002).

Com base nessa afirmação, Rampazzo (2002) destaca que o gerenciamento dos resíduos de construção e demolição RCD, representam uma importante arma para que a indústria da construção assuma sua responsabilidade com o resíduo gerado.

### 2.2.1 Desperdício na Construção Civil

Uma das ações mais urgentes na busca pela sustentabilidade na construção civil compreende a redução de perdas de materiais, haja visto que a situação atual da construção civil indica um alto nível de desperdícios e de geração de resíduos.

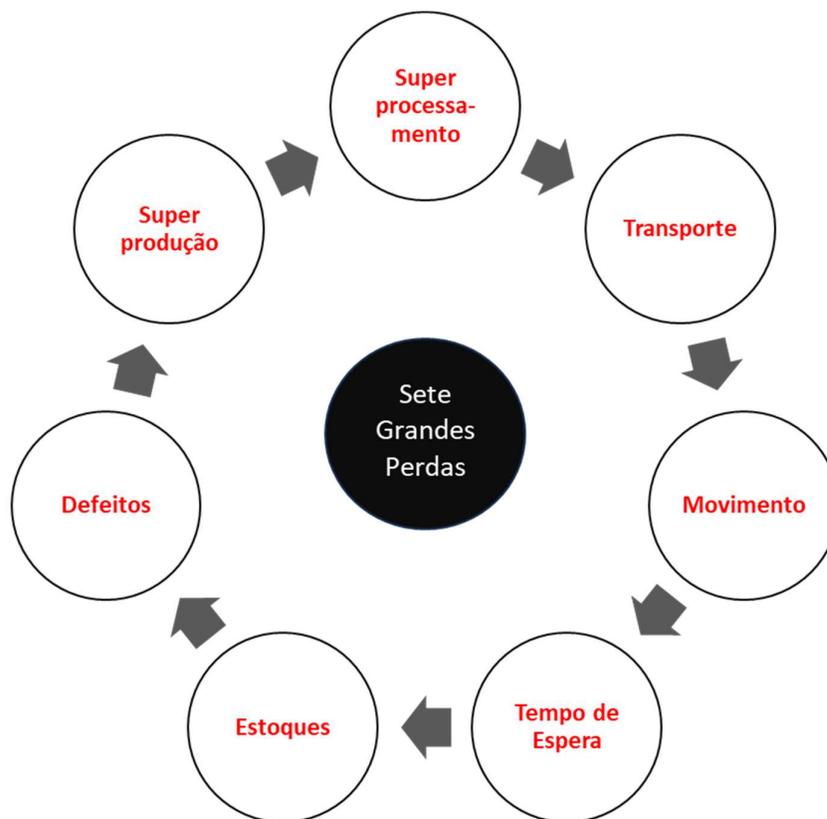
Pinto (2000) informa que pesquisas brasileiras sobre a perda de materiais nos processos construtivos apontaram números significativos de cimento, cal, areia, concreto, argamassa, ferro, componentes de vedação e madeira. Dessa maneira, estima-se que, a cada metro quadrado construído, gera 150 kg de resíduos, levando à remoção de cerca dez caçambas de resíduos em qualquer construção de 250 m<sup>2</sup>, ou seja, 37.500 kg de entulho.

Segundo sua natureza, conforme mostrado na figura 08 as perdas podem acontecer por superprodução, substituição, espera, transporte, ou no processamento em si, nos estoques, nos movimentos, pela elaboração de produtos defeituosos e outros, como roubo, vandalismo e acidentes, traçando um paralelo com as perdas do conceito da Produção Enxuta

Conforme a origem, as perdas podem ocorrer no próprio processo produtivo, assim como nos anteriores, como na fabricação de materiais, na preparação dos recursos humanos, nos projetos, no planejamento e suprimentos. Em todos os casos citados a qualificação do trabalhador é um importante fator determinante.

Ainda conforme Pinto (1999), no processo construtivo o alto índice de perdas é a principal causa do entulho gerado, embora nem toda perda se transforme efetivamente em resíduo, pois uma parte fica na própria obra, sendo usado com base e sub-base para pisos, por exemplo.

Figura 08. Descrição das sete perdas conforme conceito Produção Enxuta



Fonte: Adaptado SHINGO (1981, p. 49)

A questão das perdas em processos construtivos tradicionais nacionais é alvo de constante atenção e vem sendo observada e estudada de forma intensa no Brasil.

A classificação detalhada abaixo partiu do conceito das sete perdas de Shingo (1981), originária dos conceitos da Produção Enxuta, Figura 09, mais conhecida como Lean Manufacturing, que foi adaptada para a construção civil e detalhada no Quadro 05 a seguir:

Quadro 05. Classificação das sete perdas voltadas a construção Civil

<b>Tipo das Perdas</b>	<b>Descrição</b>
1- Perdas por superprodução	São as perdas que ocorrem em função da produção em quantidades superiores às necessárias, como, por exemplo, produção de argamassa em quantidade superior à necessária para um dia de trabalho, excesso de espessura de lajes de concreto armado estrutural ou ferragem superdimensionada, ou fundação também superdimensionada.

Quadro 05. Classificação das sete perdas voltadas a construção Civil - Continuação

Tipo das Perdas	Descrição
2-Perdas por espera	São relacionadas com a sincronização e o nivelamento do fluxo de materiais e as atividades dos trabalhadores, podem envolver tanto perdas de mão-de-obra quanto de equipamentos, como, por exemplo, paradas nos serviços originadas por falta de disponibilidade de equipamentos ou de materiais.
3- Perdas por transporte	Estão associadas ao manuseio excessivo ou inadequado dos materiais e componentes em razão de uma má programação das atividades ou de um layout ineficiente, como, por exemplo, tempo excessivo despendido no transporte em virtude de grandes distâncias entre os estoques, ou entre o ponto de extração da matéria prima e o ponto de usos quebra de materiais pelo seu duplo manuseio ou uso de equipamento de transporte inadequado.
4-Perdas no processamento.	Têm origem na própria natureza das atividades do processo ou na sua execução inadequada; decorrem da falta de procedimentos padronizados e da ineficiência nos métodos de trabalho, da falta de treinamento da mão-de-obra ou de deficiências no detalhamento e construtividade dos projetos. São exemplos deste tipo de perdas: quebra de paredes rebocadas para viabilizar a execução das instalações elétricas e hidráulicas, quebra manual de blocos em razão da falta de meios-blocos.
5-Perdas nos estoques	Estão associadas à existência de estoques excessivos, em virtude da programação inadequada na entrega dos materiais ou de erros no orçamento, podendo gerar situações de falta de locais adequados para a deposição; também decorrem da falta de cuidados no armazenamento dos materiais. Podem resultar tanto em perdas de materiais quanto de capital como, por exemplo, custo financeiro dos estoques, deterioração do cimento e placas de gesso por causa do armazenamento em contato com o solo e/ou em pilhas muito altas.
6-Perdas no movimento	Decorrem da realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores durante a execução das suas atividades e podem ser geradas por frentes de trabalho afastadas e de difícil acesso; falta de estudo de layout do canteiro e do posto de trabalho; falta de equipamentos adequados. São exemplos deste tipo de perda tempo excessivo de movimentação entre postos de trabalho por causa da falta de programação de uma sequência adequada de atividades e esforço excessivo do trabalhador em função de condições ergonômicas desfavoráveis.
7-Perdas pela elaboração de produtos defeituosos.	Ocorrem quando são fabricados produtos que não atendem aos requisitos de qualidade especificados; geralmente, originam-se da ausência de integração entre o projeto e a execução, das deficiências do planejamento e controle do processo produtivo, da utilização de materiais defeituosos e da falta de treinamento dos operários. Resultam em retrabalhos ou em redução do desempenho do produto final, como, por exemplo, falhas nas impermeabilizações e pinturas, descolamento de azulejos

Fonte: Adaptado KARSPINSK, 2009, p. 36

Dentre os tipos de perdas na construção civil aqui apresentadas, quatro são destacadas por gerarem maior quantidade de resíduos, são elas: as perdas por transporte, processamento, estoque e elaboração de produtos defeituosos.

### **2.2.2 Aspectos Legais e Normativos para os RCD**

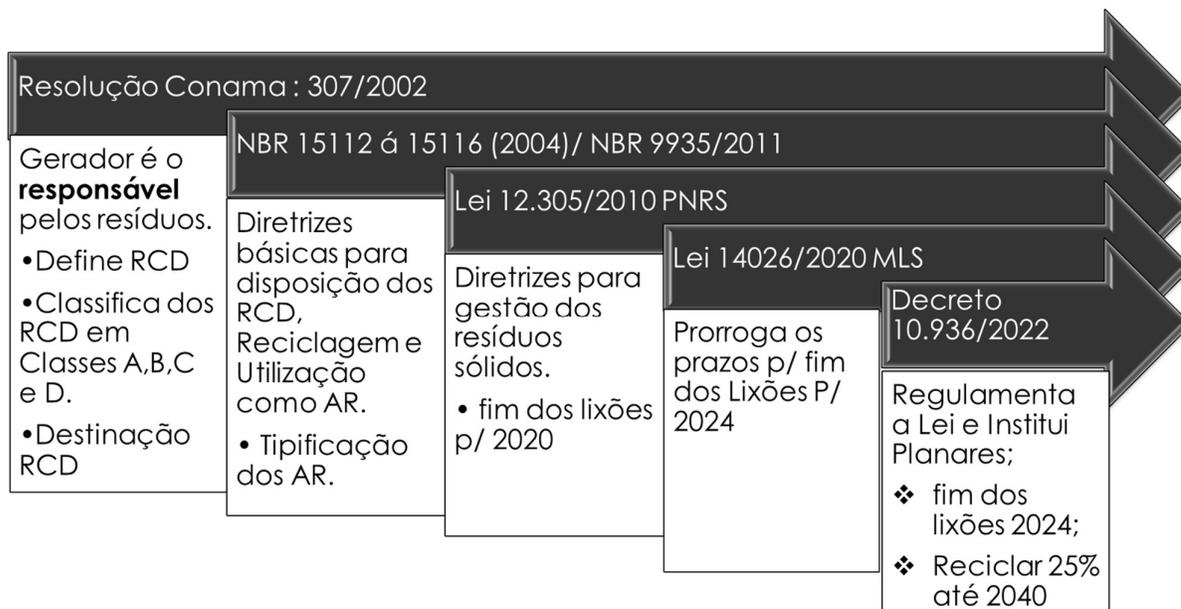
De acordo com Brescansini, Ruiz, Gabriel e Silva (2015), a sociedade vem enfatizando cada vez mais o tratamento dos resíduos após sua utilização, com o intuito de diminuir, ou até mesmo conter, a geração de passivos ambientais resultantes do manuseio incorreto destes. Na procura por resultados que tornem adequada a produção e destino dos resíduos sólidos, a Lei n. 12.305 de 02 de agosto de 2010 estabeleceu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e implementou diretrizes para gestão dos resíduos.

Apresentamos na figura 09 a cronologia das publicações das leis e normas, cujos detalhamentos virão a seguir, relacionados com os RCD onde observamos, embora que moroso, o esforço dos legisladores brasileiros em estabelecer normas e regras para o setor em resposta às demandas ambientais e sociais cada vez mais exigentes da população.

A lei 12.305/2010 determina que os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos (PMGIRS) deverão ser revisados, no máximo, a cada dez anos.

É bom ressaltar que se entende por resíduos sólidos os resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades de origem industrial, da construção civil, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição.

Figura 09- Cronologia das publicações das leis e normas sobre RCD.



Fonte :Elaborado a partir de dados documentais.

A lei de 2010 também estabeleceu prazos para o fim dos lixões no país, a Política de Resíduos Sólidos previa acabar com os locais de descarte irregular em quatro anos. porém as metas foram descumpridas. O Marco Legal do Saneamento Básico, de 2020, prorrogou esse prazo em capitais e regiões metropolitanas para 2021, e em cidades com menos de 50 mil moradores, para agosto 2024. Mais de 61% das cidades faziam descarte inadequado do lixo em 2010. Em 2019, essa proporção caiu para 56%.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelece um conjunto de diretrizes que são essenciais para o gerenciamento integrado e adequado dos resíduos sólidos gerados no país e possibilita, dessa forma, os avanços necessários na criação de estratégias para o enfrentamento dos problemas econômicos, sociais e ambientais ocasionados por tais resíduos (BRASIL, 2010). Assim, a lei prevê a prevenção e a redução do volume de resíduos e sugere hábitos sustentáveis de consumo, além de um conjunto de ações que ampliam a reciclagem e a destinação ambientalmente correta

dos itens não recicláveis. Para isso, menciona a responsabilidade compartilhada, descrita no artigo 3º, como:

“conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos”. (BRASIL, 2010, p.47)

De forma simples, o que a norma sugere é que todos, pessoas físicas, jurídicas e órgãos públicos, possuem um papel indispensável na construção de uma economia verde e sustentável que tem na reciclagem uma de suas bases. Portanto é esperado dos cidadãos que separarem e descartarem corretamente seus resíduos, incluindo o entulho gerado nas construções e demolições, fazendo com que a coleta seletiva seja funcional.

A Lei nº 12.305 de 2010, responsável por instituir a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), foi de fato regulamentada, somente em janeiro de 2022, por meio do Decreto nº 10.936. O Decreto substitui algumas legislações anteriores e traz uma grande inovação, a ênfase na logística reversa, cria o Programa Nacional de Logística Reversa, responsável por fazer com que todos os setores da economia insiram seus dados e resultados em um sistema único e padronizado.

Assim, o país terá acesso facilitado às informações para compreender como está o desenvolvimento da logística reversa nacional. Essa mudança poderá desencadear melhorias ambientais e sociais ao promover a redução no volume de resíduos encaminhados aos aterros, aumentar a renda dos catadores e otimizar a infraestrutura das UTRs (Unidades de Tratamento de Resíduos).

O governo federal publicou em abril de 2022, no Diário Oficial da União o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES, 2022), que prevê acabar com os lixões e aterros controlados até 2024, no seu item 4.3.1 Eliminação e Recuperação de Lixões e Aterros Controlados. Ainda de acordo com documento existem cerca de 3 mil

unidades desse tipo no País e a meta até 2040, será reciclar ou recuperar 25% dos RCD gerados diminuindo assim o volume de RCD dispostos nos aterros.

Destacamos deste documento no seu item 4.4 as Diretrizes e Estratégias para Gestão dos RCD para melhorar o gerenciamento dos RCD nos municípios, quadro 06.

Mais especificamente para o setor da Construção Civil, a Resolução n. 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), como já mencionado, é considerada como um divisor de águas para a questão dos resíduos da construção civil, pois se refere de modo específico, ao problema da geração e manuseio dos resíduos de construção civil.

Quadro 06 – Diretrizes e Estratégias para a gestão dos RCD

<b>Diretriz 1A</b>	<b>Eliminar as áreas de disposição final inadequada do RCD</b>
Estratégia 1	Criar linhas de financiamento específicas para o setor público e privado para a recuperação de áreas degradadas pela disposição inadequada de RCD.
Estratégia 2	Disponibilizar, por meio do MTR/SINIR, relatório específico sobre a movimentação de Resíduos de Construção Civil, com vistas ao cumprimento do arcabouço legal e normativo.
Estratégia 3	Desenvolver capacitação técnica para a gestão adequada e beneficiamento do RCD.
Estratégia 4	Orientar os setores público e privado na construção de áreas de destinação final adequada de RCD.
Estratégia 5	Definir orientações técnicas e procedimentos para elaboração e cumprimento de planos de encerramento de aterros de RCD Classe A e para a recuperação de áreas de disposição final inadequada de RCD.
Estratégia 6	Incentivar os municípios a adotarem definições para grandes geradores de RCD, visando facilitar a sua identificação e a fiscalização para o cumprimento de suas responsabilidades.
Estratégia 7	Incentivar os municípios a implantarem ecopontos e ecocentros para recebimento de pequenas quantidades de RCC e resíduos volumosos domiciliares, evitando a criação de pontos de disposição inadequada.
<b>Diretriz 1B</b>	<b>Aumentar a Reciclagem</b>
Estratégia 8	Incentivar o uso de RCD ou de material reciclado a partir de RCD em obras públicas e privadas financiadas com recursos públicos.
Estratégia 9	Criar instrumentos econômicos e disponibilizar linhas de financiamento para aquisição de equipamentos e sistemas voltados à redução da geração e ao aproveitamento de RCD.
Estratégia 10	Fomentar a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico para ampliação dos processos de reutilização e reciclagem de RCD.

Fonte: PLANARES, 2022

A partir da Resolução Conama, o que o setor ressalta como de fundamental importância, o gerador tornou-se responsável pela segregação dos RCD em quatro classes diferentes observadas a seguir, devendo encaminhá-los para a reciclagem ou para disposição final.

A resolução também determina a proibição do envio do RCD para aterros sanitários. Dispõe sobre as responsabilidades dos municípios em implementar planos de gerenciamento integrado de RCD, bem como diretrizes, critérios e procedimentos para o manejo adequado destes resíduos. A Resolução Conama, inicialmente, propõe a seguinte definição para RCD em seu Artigo 2o:

“resíduos da construção civil: são os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha” (BRASIL, 2002, p. 77).

Já em seu Artigo 3o, a Resolução Conama no 307/2002, alterada pela Resolução Conama no 348/2004 (Artigo 3o, inciso IV) e propõe a classificação dos RCD, conforme Quadro 07.

Quadro 07 – Classificação do RCD

<b>Classe do RCD</b>	<b>Classificação do RCD</b>
<b>Classe A</b>	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:
	a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplenagem;
	b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;
	c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras;

Quadro 07 – Classificação do RCD - Continuação

Classe do RCD	Classificação do RCD
Classe B	são os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros;
Classe C	são os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como os produtos oriundos do gesso;
Classe D	são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde

Fonte: BRASIL, 2002, p. 83

O Quadro 08 demonstra as classes, origens, tipos e destinações dos resíduos de acordo com as resoluções citadas do CONAMA.

Quadro 08. Classificação e destinação dos resíduos de construção civil de acordo com CONAMA 307/2002, alteradas pelas Resoluções 348/2002, 431/2011 e 469/2015

Classe	Origem	Tipo de resíduo	Destinação
Classe A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados.	De pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de operações de terraplenagem. Da construção, demolição reformas e reparos de edificações (componentes cerâmicos, tijolos, blocos, telhas e placas de revestimento, concreto e argamassa).	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.
Classe B	Resíduos recicláveis com outras destinações.	Plásticos, gesso, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e embalagens vazias de tintas imobiliárias.	Deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura
Classe C	Resíduos para os quais ainda não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações que permitam a sua reciclagem ou recuperação.	Não especificado pela resolução	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
Classe D	Resíduos perigosos oriundos de processo de construção.	Tintas, solventes, óleos, amianto.	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas.
	Aqueles contaminado, oriundos de demolições, reforma e reparo, enquadrados como classe I na NBR10004.	Clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.	

Fonte: PASCHOALIN, DIAS E CORTES, (2014, p. 163

Já o Quadro 09 demonstra a classificação dos agregados reciclados de acordo com sua tipologia segundo a Norma Brasileira ABNT: NBR 9935 (2011)

Quadro 09. Caracterização dos Agregados Reciclados, definidas pela ABNT/NBR 9935 /2011

Tipo	Granulometria	Similaridade ao natural	Descrição
Areia Reciclada Mista-ARM 0	0,1 a 4,8 mm	areia média	Obtido pelo beneficiamento de resíduos de telha, tijolo, bloco, pré-moldado, argamassa piso de concreto ou cerâmico
Agregado Reciclado Misto-ARM 1	4,8 a 9,5 mm	pedrisco	idem acima
Agregado Reciclado Misto-ARM 2	9,5 a 25 mm	pedra 1 e 2	idem acima
Agregado Reciclado Misto- ARM 3	25 a 50 mm	pedra 3	idem acima
Agregado Reciclado Graúdo Misto	> 50 mm	rachãozinho	idem acima
Bica Corrida Reciclada	0,1 a 50 mm	bica corrida	idem acima
Areia Reciclada de Concreto- ARC 0	0,1 a 4,8 mm	areia média	Obtido pelo beneficiamento de resíduos de concreto simples, armado, protendido, composto de no mínimo 90% de massa de fragmentos a base de cimento Portland e de rocha (ABNT/NBR 15116/2004)
Agregado Reciclado Misto- ARC 1	4,8 a 9,5 mm	pedrisco	idem acima
Agregado Reciclado Misto- ARC 2	9,5 a 25 mm	pedra 1 e 2	idem acima
Agregado Reciclado Misto- ARC 3	25 a 50 mm	pedra 3	idem acima
Agregado Reciclado Graúdo de Concreto	> 50 mm	rachãozinho	idem acima

Fonte: ABNT NBR 9935 (2011).

Os RCC estão sujeitos à legislação federal referente aos resíduos sólidos, à legislação específica de âmbito estadual e municipal, bem como às normas técnicas brasileiras. No Quadro 10, destacam-se os instrumentos legais, na esfera nacional, relacionados à gestão e ao gerenciamento dos RCC, elencados em ordem cronológica decrescente.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004) publicou em

2004 uma série de normas relativas aos resíduos sólidos e aos procedimentos para o gerenciamento dos RCC, de acordo com a Resolução Conama no 307 (BRASIL, 2002).

Quadro 10. Instrumentos legais e normativos de abrangência nacional

Documento	Descrição
Decreto no 7.404/2010	Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a PNRS, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos sistemas de logística reversa, e dá outras providências.
Lei Federal no 12.305/2010	Institui a PNRS, altera a Lei no 9.605 de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
Lei Federal no 11.445/2007	Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis no 6.766, de 19 de dezembro de 1979, no 8.036, de 11 de maio de 1990, no 8.666, de 21 de junho de 1993 e no 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.
Resolução no 348/2004	Altera a Resolução Conama no 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos.
Resolução no 307/2002	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCC.
Lei Federal no 10.257/2001	Estatuto das Cidades: regulamenta os Artigos 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.
Lei Federal no 9.605/1998	Lei de Crimes Ambientais: dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências.
Lei Federal no 6.938/1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.

Fonte IPEA (2012, p. 12)

É importante destacar que o uso de qualquer material pela indústria da construção civil requer conformidade aos requisitos técnicos que garantam segurança para estes materiais, a exemplo do que consta da NBR nº 15.115/2004 (Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil-Execução de camadas de pavimentação e Procedimentos) e da NBR nº 15.116/2004 (Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil - Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural – Requisitos), que obriga os produtores de material reciclado a partir do RCD a buscar tecnologias e certificações que garantam o

atendimento da legislação vigente (ABNT, 2004). O Quadro 11 descreve algumas normas técnicas brasileiras relativas ao assunto.

Quadro 11-Normas técnicas brasileiras relacionadas aos resíduos sólidos e aos RCM

<b>Norma</b>	<b>Descrição</b>
NBR 10.004	Resíduos sólidos (classificação)
NBR 15.112	RCC e resíduos volumosos - áreas de transbordo e triagem (diretrizes para projetos, implantação e operação).
NBR 15.113	RCC e resíduos inertes - aterros (diretrizes para projetos, implantação e operação).
NBR 15.114	RCC - áreas para reciclagem (diretrizes para projetos, implantação e operação).
NBR 15.115	Agregados reciclados de RCC - execução de camada de pavimentação (procedimentos).
NBR 15.116	Agregados reciclados de RCC - utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural (requisitos)

Fonte: IPEA (2012, p. 13)

Na esfera Estadual, em termos de instrumentos legais relacionados aos RCM, o Quadro 12 mostra alguns documentos nos diferentes estados

Quadro 12. Instrumentos legais relativos aos RCD e aos respectivos estados

<b>Estado</b>	<b>Documento</b>	<b>Regulamentação</b>
Minas Gerais	Deliberação Normativa Copam no155/2010	Dispõe sobre atividade para manejo e destinação de RCC e resíduos volumosos, e dá outras providências.
São Paulo	Resolução SMA no056/2010(revoga a Resolução SMA no 41/2002)	Altera os procedimentos para o licenciamento das atividades que este especifica e dá outras providências.
Rio Grande do Sul	Resolução Consema no 017/2001.	Diretrizes para elaboração e apresentação de Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos.

Fonte: IPEA (2012, p. 13)

Segundo Marques Neto (2009), apenas cerca de 1% dos 5.564 municípios brasileiros estabeleceram seus planos de gerenciamento de RCM. O Quadro 13 traz o exemplo do Município de São Paulo e alguns dos seus instrumentos legais que

apresentam planos integrados de RCM

Quadro13. Instrumentos legais do Município de São Paulo relativos aos RCM

<b>Município</b>	<b>Documento</b>	<b>Regulamentação</b>
São Paulo	Lei no 14.803/2008	Dispõe sobre o Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos e seus componentes, o Programa Municipal de Gerenciamento e Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil conforme previstos na Resolução Conama no 307/2002; disciplina a ação dos geradores e transportadores destes resíduos no âmbito do sistema de limpeza urbana do município de São Paulo e dá outras providências.
	Decreto no 48.075/2006	Dispõe sobre o uso de agregados em obras públicas municipais.
	Decreto no 42.217/2002	Regulamenta a Lei no 10.315, de 30 de abril de 1987, no que se refere ao uso de áreas destinadas ao transbordo e à triagem de RCC e resíduos volumosos, na forma que especifica, e dá outras providências.

Fonte: IPEA (2012, p. 14)

Mais objetivamente destacamos o Plano Diretor de Gestão de Resíduos sólidos da Região Metropolitana de Campinas (PDGRSU da RMC) de 2009, região escolhida para o estudo, onde está consolidado os resultados das discussões e apresenta no seu conteúdo:

- Objetivos Gerais e Específicos;
- Diretrizes e Metas para a Gestão dos Resíduos Sólidos Urbanos, na RMC com ênfase na redução e reciclagem dos resíduos urbanos, no manejo, disposição e tratamento final de resíduos urbanos, inclusive RCD;
- Diretrizes institucionais para a articulação e gestão do Plano Diretor, e o detalhamento de Programas, e orientações para o desenvolvimento de projetos e ações.

As projeções de crescimento populacional e conseqüente crescimento na geração de RCD, bem como a necessidade de tratamento adequado destes resíduos, apontavam para a oportunidade de criação de 2 Centrais de reciclagem dos RCD localizadas preferencialmente na região de Campinas e outra na região de Sumaré, além de 5 centrais de transbordo e triagem, objetivos estes, que infelizmente ainda não

se concretizaram, o que mais uma vez indica a urgência em avaliar e identificar os FCS's na gestão das operações de reciclagem da região e seu entorno.

Resumidamente podemos dizer que o Brasil se esforça para gerar e disponibilizar uma legislação atual e voltada ao cuidado do meio ambiente e as causas sustentáveis, porém é notório que a fiscalização é falha e insuficiente para garantir que estes ideais de sustentabilidade se desenvolvam e se perpetuam.

### **2.2.3 Características dos Materiais Formadores dos RCD**

O resíduo de construção e demolição (RCD) possui características muito peculiares por serem produzidos num setor onde existe um leque muito grande de diferentes técnicas e métodos de produção e cujo controle da qualidade do processo produtivo é recente. Características como composição e quantidade produzida dependem diretamente da fase de desenvolvimento da indústria local, como qualidade da mão-de-obra, técnicas construtivas empregadas e adoção de programas de qualidade.

Dessa maneira, a caracterização média da composição dos resíduos está condicionada a parâmetros específicos de sua região geradora, amarrada à estrutura de seus elementos. A composição do resíduo de construção e demolição (RCD) encontrada na construção convencional está intimamente relacionada com a ocorrência de desperdícios. (KARPINSK, 2009).

Nos estados brasileiros há carência de informações sobre as características dos resíduos de construção e demolição (RCD). Muitos pesquisadores têm estudado a composição dos RCD em diferentes cidades brasileiras e em outros países, comprovando sua alta variabilidade. Aqui aparece mais um motivador para a pesquisa direcionada para RMC.

Tabela 01 – Composição, em porcentagens, do RCD de algumas cidades brasileiras

Material	Origem				
	São PAULO /SP(%)	Ribeirão Preto/SP(%)	Salvador / BH(%)	Florianópolis /SC(%)	Passo Fundo/RS
Concreto e Argamassa	33	59	53	37	15
Solo e areia	32	-	22	15	20
Cerâmica	30	23	14	12	38
Rochas	-	18	5	-	-
Outros	5	-	6	36	23

Fonte: Gestão Diferenciada de Resíduos da Construção Civil, (KARPINSKI at all, 2009, p. 29).

A Tabela 01 apresenta os resultados encontrados em diversos estudos para algumas cidades brasileiras. Em todas as cidades pesquisadas verificou-se que os materiais cimentícios (concreto e argamassa) foram os que apresentaram maior participação na composição dos RCD.

Silva Filho (2005) afirma que a composição do entulho que sai do canteiro de obras é composta, basicamente, por 63% de argamassa, 29% de componentes de vedação, como tijolo maciço, tijolo furado e blocos de concreto, e 7% de outros materiais, tabela 02. como concreto, pedra, areia, metais e plásticos e 1 % de orgânicos, com essa composição é fácil entender que o resultado seja um material de qualidade.

Tabela 02 - Composição média dos materiais de RCD de obras no Brasil

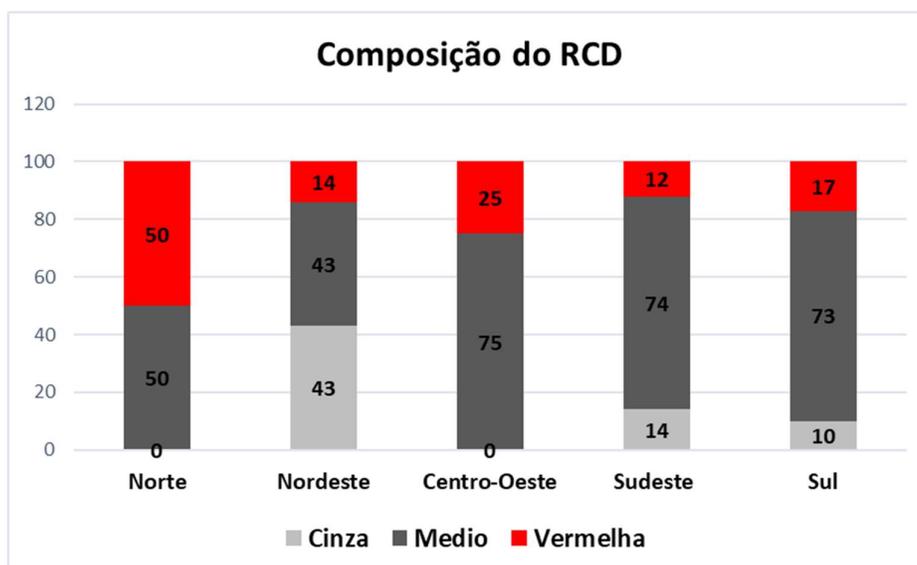
Componentes	Porcentagem %
Argamassa	63
Concreto e Blocos	29
Outros	7
Orgânicos	1
total	100

Fonte IPEA (2012, p. 16)

Mais recentemente a ABRECON em sua Pesquisa Setorial de 2022, apresenta que no Brasil, o RCD tipicamente recebido nas usinas é o resíduo misto (Figura 10), composto pela mistura do resíduo cinza de materiais cimentícios diversos

(concretos, argamassas e artefatos como blocos de concretos) e a cerâmica vermelha, podendo conter teores variados de solos argilosos, que também concede coloração avermelhada ao resíduo. Pela coloração típica, é muito difícil inferir o teor de cerâmica vermelha presente, podendo variar de 10% a 50%.

Figura 10- Composição majoritária dos RCD, por região do Brasil,



Fonte: ABRECON (2022, p. 48)

Acrescenta-se a esta problemática, que existem várias fontes geradoras de RCD, como se observa na tabela 03.

Tabela 03- Fonte geradora e componentes do RCD (%)

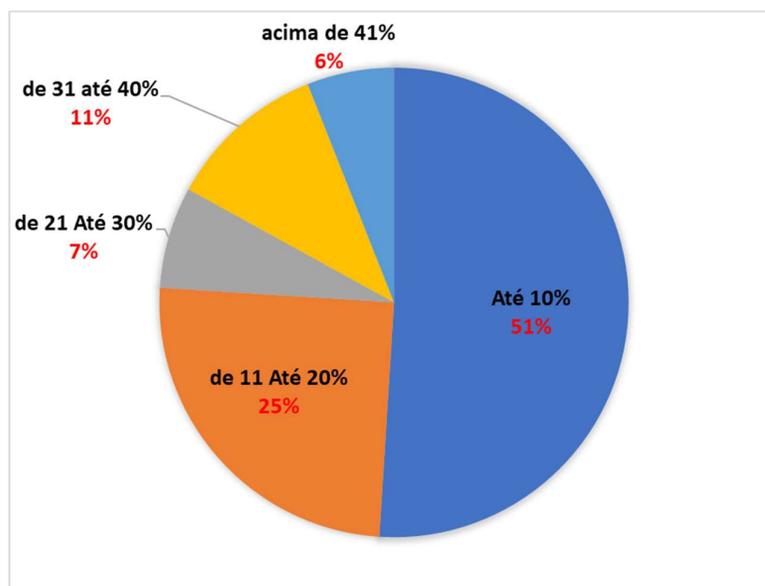
Componentes /(%)	Trabalhos Rodoviários	Escavações	Sobras e Demolições	Obras Diversas	Obras de Limpeza
<b>Concreto</b>	48	6,1	54,3	27,5	18,4
<b>Tijolo</b>	-	0,3	6,3	12	5
<b>Areia</b>	4,6	9,6	1,4	3,3	1,7
<b>Solo, poeira, lama</b>	16,8	48,9	11,9	16,1	30,5
<b>Rocha</b>	7	32,5	11,4	23,1	23,9
<b>Asfalto</b>	23,6	-	1,6	1	0,1
<b>Metais</b>	-	0,5	3,4	6,1	4,4
<b>Madeira</b>	0,1	1,1	1,6	2,7	3,5
<b>Papel /Material Organico</b>	-	1	1,6	2,7	3,5
<b>Outros</b>	-	-	6,9	5,9	9
<b>total</b>	100	100	100	100	100

Fonte IPEA, (2012, p.16)

A construção civil, como relatado, gera um grande impacto negativo ao meio ambiente, porém em contrapartida, é a única indústria capaz de absorver quase que totalmente os resíduos que produz. Contudo, novos dados preocupantes são apresentados na pesquisa setorial da ABRECON (2022), informando que 75% das usinas brasileiras recebem até 20% de rejeitos no RCD, sendo que mais da metade destas com até 10% de rejeitos, Figura 11.

É considerado rejeito no RCD, tudo aquilo que não for material classe A, assim nem todo o RCD recebido é convertido em agregados reciclados, estes altos índices da presença de rejeitos no RCD impactam diretamente nos custos operacionais das usinas, uma vez que sendo materiais perigosos ou da classe C não recicláveis, precisam ser tratados de forma específica na sua adequada disposição final

Figura 11-Teor de Rejeito das Usinas Brasileiras



Fonte: Adaptado, ABRECON (2022)

De acordo com Budke, Cardoso e Vale (2011), a reciclagem é fundamental pois transforma os resíduos de construção em matérias-primas, que alimentarão novos empreendimentos, tendo como consequência direta a diminuição do consumo de

materiais naturais, resultado por exemplo da britagem na Usina de Reciclagem.

Já a reutilização é um processo mais simples de reuso de um resíduo, equivale ao aproveitamento do resíduo nas condições em que é descartado, submetendo-o a pouco ou nenhum tratamento; exigindo apenas operações de limpeza, embelezamento, identificação, entre outras, modificando ou não a sua função original, resultado das peneiras vibratórias e classificatórias no processo de reciclagem. A reciclagem, por sua vez é o processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação. Em ambos os métodos o resíduo retorna ao sistema produtivo como matéria-prima.

## **2.3 Gestão dos Resíduos da Construção Civil e Demolição, enfrentamento do problema.**

As chances de redução dos resíduos gerados nos diferentes processos produtivos apresentam limites técnicos. Os resíduos, portanto, sempre existirão. A política de proteção ambiental hoje em vigor é voltada quase que exclusivamente para a deposição controlada desses resíduos. Essa política apresenta limites diversos.

Um claro limite, além do tamanho dos aterros, é que os aterros controlados representam desperdício, por tempo indefinido de um recurso limitado, o solo, além de concentrarem enormes quantidades de resíduos perigosos e sempre estarem sujeitos a graves acidentes com serias conseqüências ambientais (UFB, 2001).

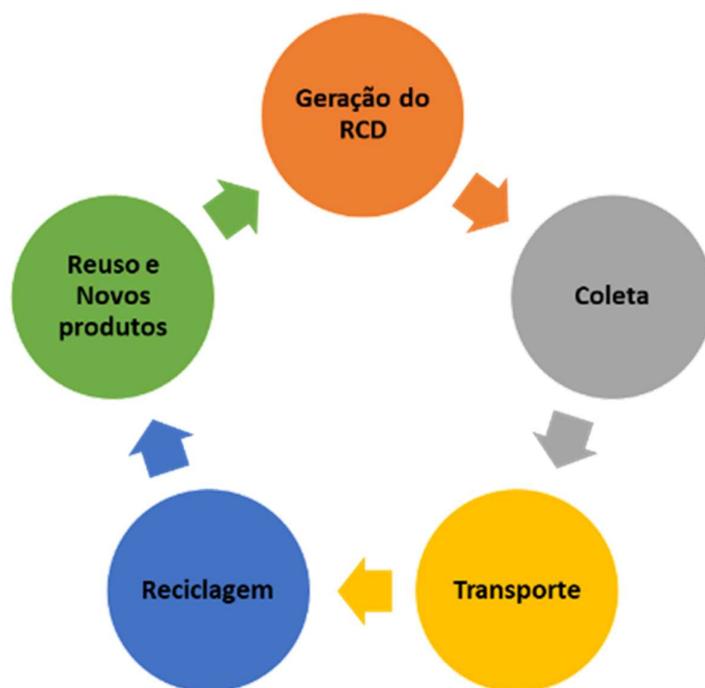
### **2.3.1 Reciclagem como Alternativa Sustentável na Gestão dos RCD**

Para controlar o risco de acidentes, a regulamentação desses aterros tem recebido aperfeiçoamentos constantes, o que conseqüentemente têm elevado muito os valores desses serviços. Na grande São Paulo, esses valores facilmente ultrapassam a US\$ 100/ ton. Esses custos representam um fator de limitação para qualquer política

pública. (IPEA, 2002)

A reciclagem, contudo, é uma oportunidade de transformação de uma fonte de despesa em faturamento ou, pelo menos, de redução das despesas de deposição. Se, na ponta geradora do resíduo, a reciclagem representa redução de custos e até mesmo novas oportunidades de negócios, na outra ponta do processo, conforme Figura12, a cadeia produtiva que recicla reduz o volume de extração de matérias-primas, preservando recursos naturais limitados (UFB, 2001).

Figura12. Circularidade do Gestão dos RCD



Fonte: Adaptado Guia de elaboração de Projeto de gerenciamento de RCD, Crea PR (2012)

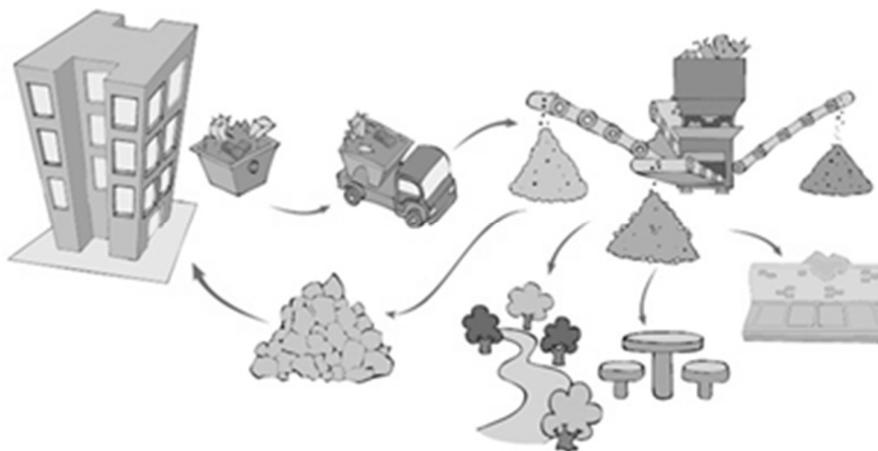
O incentivo à reciclagem deve ser, então, uma parte importante de qualquer política ambiental (ENBRI, 1994; JOHN, 2000).

Com a Resolução número 307/2002 do Conama (Brasil, 2002), que determinou que o gerador é o responsável pelo gerenciamento desses resíduos, impulsionou os movimentos dos RCD para reciclagem e disposição final adequada.

Baseadas nas orientações apontadas na PNRS, diversas empresas adotaram a reciclagem de seus resíduos, proporcionando, além de ganhos ambientais, economia com a obtenção da matéria-prima e encaminhando os resíduos para aterros licenciados (BRESCANSINI; RUIZ; GABRIEL; SILVA, 2015).

A Usina de Reciclagem de entulho é normalizada pela ABNT – Associação Brasileira de normas técnicas, as normas que orientam sobre a correta operação de uma usina deste tipo foram tratadas anteriormente neste trabalho e a figura 13 ilustra o processo produtivo ideal da Reciclagem do RCD, definido pela resolução 307, onde apresenta seis passos para completar a reciclagem, conforme demonstrado a seguir:

Figura 13 – Ilustração do Processo produtivo da Reciclagem do RCD



Fonte : CREA-PR, Guia de Elaboração de Projeto de Gerenciamento de RCD, (2012, p.5)

1. Caracterização: Identificação dos RCD e das fontes geradoras na obra;
2. Segregação: Separação dos RCD de acordo com a classificação do CONAMA;
3. Acondicionamento: Os resíduos devem ser devidamente acondicionados para evitar contaminação e desperdício;
4. Transporte: Deslocamento dos resíduos da obra até a usina de reciclagem;
5. Tratamento e beneficiamento: Onde acontece o processo de reciclagem em si;
6. Destinação final: Uso ou reuso adequado do agregado reciclado como material

para fabricação de artefatos de concreto ou como material base nas construções e obras diversas de pavimentação e saneamento.

Para melhor entender as particularidades e principalmente as maiores dificuldades e barreiras ao atendimento das normas vigentes quanto ao manuseio dos RCD, vamos abordar separadamente os passos do processo apresentado, primeiramente a coleta em seguida a disposição e pôr fim a reciclagem propriamente dita e a destinação final do agregado reciclado:

### **- Coleta dos RCD**

O processo ideal conforme resolução do CONAMA, indica que no início do processo estão os geradores de resíduos, que são responsáveis pela destinação adequada deste entulho – conceito de logística reversa. Para isso, contam com os serviços de transporte/coleta, conhecidos como caçambeiros, que depositam o resíduo no pátio da recicladora.

A solução do problema do entulho passa pela organização de um sistema de coleta eficiente, minimizando o problema da deposição clandestina, assunto que esta pesquisa pertente abordar. É necessário estimular o descarte correto, facilitando o acesso a locais de deposição regular estabelecidos pela prefeitura de cada cidade chamados de ecopontos.

A cadeia produtiva da construção civil como sabemos é responsável por uma quantidade considerável de resíduos que eventualmente são depositados de forma clandestina geralmente nas áreas limítrofes dos municípios

Esses resíduos, como já observados, mas vale a pena repetir, comprometem a paisagem urbana, invadem pistas, dificultam o tráfego de pedestres e de veículos, como também a drenagem urbana, além de propiciar a atração de resíduos não inertes, e com eles a multiplicação de vetores de doenças e degradação de áreas urbanas, o que afeta a qualidade de vida da sociedade como um todo.

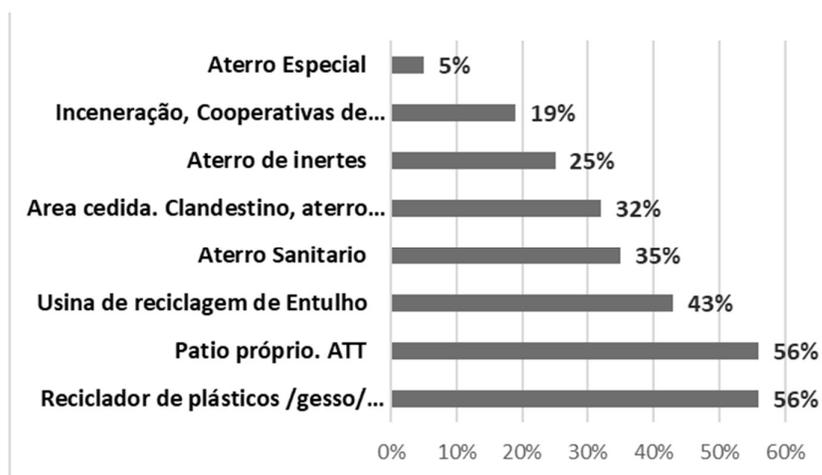
Além dessas consequências, a remoção dos resíduos irregularmente

acumulados aumenta os custos municipais. “Isso tem se transformado num negócio estabelecido em quase todas as grandes cidades brasileiras, envolvendo as empresas contratadas pela prefeitura para recolher o entulho depositado irregularmente, a um custo médio estimado de R\$10/hab/ano”. (JOHN e AGOPYAN2003, p. 4)

Assim a coleta, transporte e disposição correta do RCD gerado nas cidades é um importante trabalho na cadeia produtiva do entulho e como tal merece atenção dos órgãos públicos. Este serviço é prestado pelas empresas que locadoras das caçambas estacionaria, que possuem normalmente dois tamanhos quanto a capacidade de contenção de 4m<sup>3</sup> e 5m<sup>3</sup>.

Na Pesquisa Setorial realizada pela ABRECON (2022), as empresas participantes informam que resíduos transportados podem ter destinos variados, como mostra a Figura14. O transporte de resíduos de construção da classe B são os mais comuns, tais como plásticos, madeira e gesso e operam para atender mais as áreas de transbordo e triagem com 56% do que usinas de reciclagem ou aterros, 43% e 25%, respectivamente. Ainda o Aterro Sanitário aparece com 35% como forma de destinação, embora seja proibido essa forma de destino pela resolução CONAMA 307 (Lei nº 12.305/2010). Importante mencionar que as destinações em Aterros, sejam eles quais forem, representam um retrocesso no gerenciamento sustentável dos RCD.

Figura 14. Locais de destino do RCD no Brasil

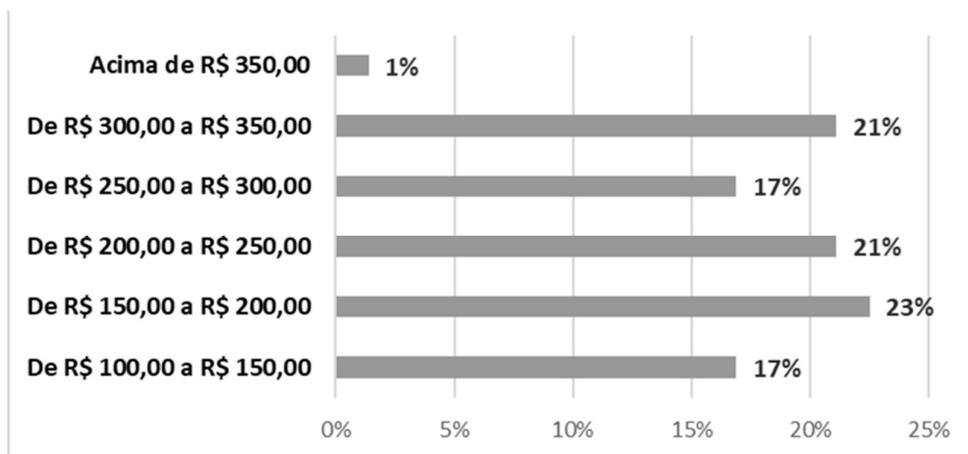


Fonte: ABRECON (2022)

Nota: Uma empresa pode ter informado mais de um local para onde direciona os RCD coletados.

A maior parte das empresas analisadas, cerca de 61%, que possuem preços inferiores a R\$ 250,00 (Figura 15), o que, na avaliação dos especialistas do setor, representa um valor baixo, indicando preocupação com a qualidade dos serviços prestados e a fragilidade econômica destas operações, estando localizadas tanto nos grandes centros urbanos quanto em regiões mais afastadas dos aglomerados urbanos, operam no linear da legalidade.

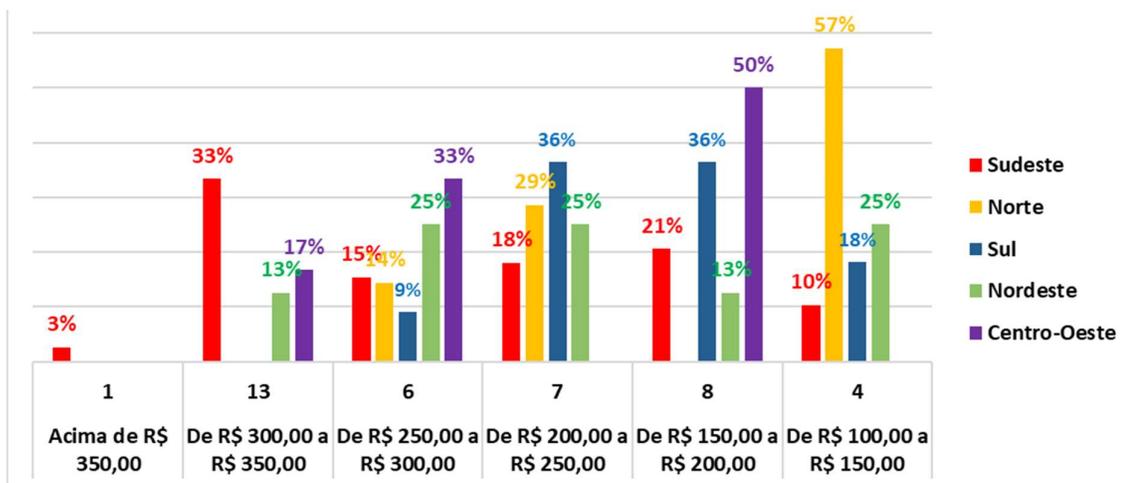
Figura 15- Variação do valor médio da locação da caçamba no Brasil



Fonte: Adaptado ABRECON (2022)

A Figura 16 mostra como os preços variam nas regiões do país, observa-se que a maioria das empresas que informaram possuir os maiores preços acima de R\$ 300,00 estão localizados na região Sudeste, com 33%. Todos os transportadores com os maiores valores estão localizados nas Regiões Metropolitanas de São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília e Porto Alegre.

Figura 16. Variação dos preços de locação das caçambas por região,



Fonte: Adaptado ABRECON (2022)

A maioria das empresas pesquisadas informaram que praticam preços diferenciados para a coleta de resíduos sujos (misturados), perigoso ou contaminado das classes “C” e “D” e em 100% dos casos os valores estão acima de R\$ 300,00. A região Norte possui o maior contingente de empresas, 57%, que praticam preços inferiores a R\$ 150,00 o que pode ser um indicador que compromete a qualidade da disposição de forma adequada.

Muitos municípios investem em sistemas informatizados e integrados para melhor gerenciar a movimentação do RCD em sua região. Conhecido como CTR (Controle de Transporte de Resíduo) ou ainda por Manifesto de Transporte de Resíduos, MTR o sistema de coletas on-line busca identificar a procedência dos resíduos sólidos e fiscalizar sua destinação correta entre outras das funcionalidades.

A partir do software é possível identificar a localização das caçambas de descarte de resíduo de construção civil, acompanhar sua movimentação pela cidade, e principalmente, as informações geradas facilitam o trabalho das equipes de fiscalização, visando a redução do descarte irregular e clandestino.

Figura 17. Ilustração do controle e rastreamento informatizado de Caçambas

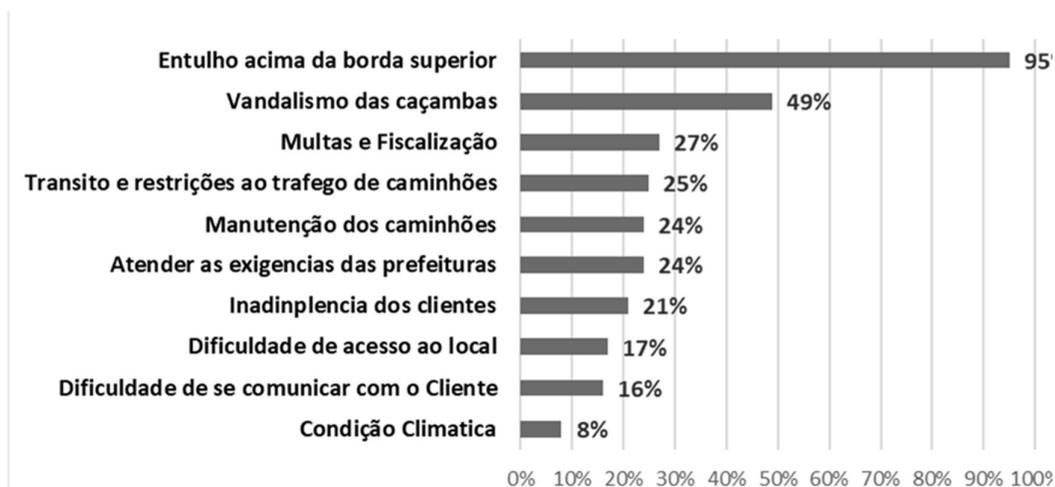


Fonte: <https://jundiai.sp.gov.br/noticias/2017/08/05/sistema-de-controle-de-coletas-facilita-fiscalizacao>.

O sistema normalmente é interligado com as empresas particulares de coleta de entulho, coloquialmente chamados de caçambeiros e, de forma online, é feito o registro de uma caçamba locada. Esse cadastro gera um número de Controle de Transporte de Resíduos (CTR), que segue o material até sua destinação final para o tratamento adequado. As informações registradas no sistema podem ser usadas pelos fiscais para verificação, caso uma caçamba é localizada sem o devido registro, a empresa pode ser multada e impedida de operar no município, conforme ilustração sobre o Sistema implantado na cidade de Jundiaí. (Figura 17)

A Figura 18 traz os principais problemas que as empresas participantes da pesquisa enfrentam na locação da caçamba. A disposição de volume acima da capacidade das caçambas é apontada como o principal problema, aparece em 95% das respostas obtidas, o que pode causar multas devido à existência de restrições de tráfego, ou mesmo acidentes nas vias, seguido de vandalismo. As multas e fiscalizações por parte dos órgãos públicos municipais é uma queixa para 27% das empresas pesquisadas (ABRECON 2022).

Figura 18. Dificuldades das Empresas locadoras de Caçambas.



Fonte: Adaptado ABRECON (2022)

Esse fato particularmente indica dificuldade dos empresários em se adequar às exigências legais, como falta de instrução dos operadores na prestação correta do serviço. (ABRECON, 2022).

Embora muitos municípios já disponham de regras para a prestação de serviços dessa natureza há pelo menos quinze anos, a tendência é de um enrijecimento das normas referentes à locação, com maior restrição ao tráfego nos centros urbanos.

A partir de uma coleta eficaz é possível introduzir práticas eficientes de reciclagem para o reaproveitamento do entulho. O problema é complexo uma vez que para grandes cidades, é importante que a coleta de entulho seja realizada de forma descentralizadas, com instalações de recebimento de entulho em várias regiões da cidade, em contrapartida, é preciso lembrar que a concentração dos resíduos torna mais barata a sua reciclagem por reduzir os gastos com transporte.

## - Deposição e Disposição dos Resíduos

É essencial esclarecer o significado das palavras "deposição" e "disposição" quando se comenta sobre resíduos. Concorda-se com Latterza (2012) ao definir

deposição de resíduos sólidos como a atividade intermediária, anterior à destinação final dos resíduos, quase sempre realizada de forma aleatória e ilegal, e disposição de resíduos sólidos como a atividade final, com manejo e arranjo corretos dos resíduos (KARPINSK, 2009).

Segundo a metodologia adotada pelo Sistema Nacional de Informações sobre Resíduos Sólidos - SNIS, foram apresentados os seguintes tipos de unidades de manejo de RCD:

1. Área de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição -RCD): Unidades dedicadas à transformação do RCD em outros materiais para a sua re inserção na construção civil;
2. Área de Transbordo e Triagem (ATT) de RCD e volumosos: Unidades dedicadas ao armazenamento e separação do RCD, para posterior transferência a outras unidades (para disposição final ou processamento);
3. Aterro de RCD (ou Aterro de Inertes): Local destinado à disposição final de RCD, em especial após ter passado por processo de triagem;
4. Unidades de Transbordo: Unidade dedicada ao armazenamento temporário para posterior transferência a outras unidades (para fins de triagem, processamento ou disposição final);
5. Unidades de Triagem (ou Galpão ou Usina de Triagem): unidade dedicada à triagem do RCD;
6. Outros

As deposições irregulares normalmente são resultado de pequenas obras ou reformas realizadas pelas camadas da população mais carentes de recursos, normalmente por processo de autoconstrução e não dispõem de recursos financeiros para a contratação das empresas coletoras, caracterizando o pequeno gerado que descarta em média de até 1m<sup>3</sup> de entulho. Esse problema é mais comum em bairros periféricos, onde o número de áreas livres é maior (PINTO; GONZÁLES, 2005).

Os autores gostam de enfatizar que as áreas degradadas, chamados de pontos viciados, podem colocar em risco a estabilidade de encostas e taludes,

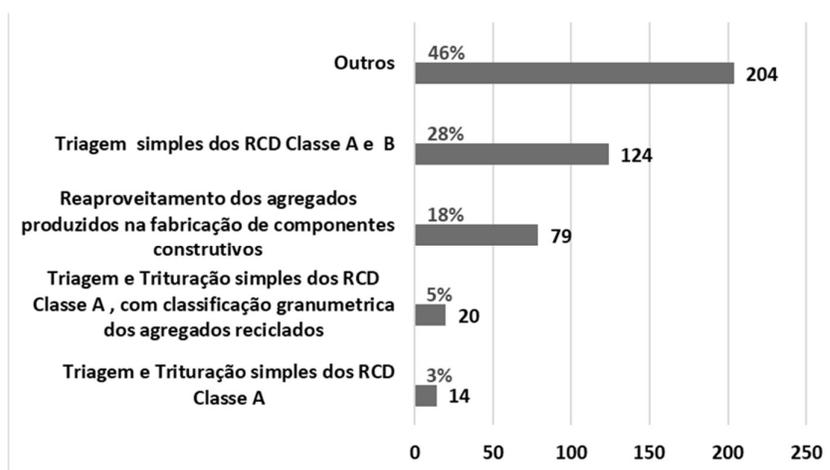
comprometendo o fluxo da drenagem urbana, demonstrando que os responsáveis pela deposição dos resíduos de forma clandestina e criminosa, não estão preocupados com os custos sociais que a atividade representa para a cidade. (KARPINSK, 2009).

Essa situação diminuiu um pouco com o surgimento dos caçambeiros, que contribuíram para que esse quadro fosse amenizado, e com a criação de locais predeterminados, para o depósito do resíduo (PINTO, 2005)

Muitos municípios, com o objetivo acabar ou diminuir o descarte irregular de lixo em vias públicas, rios e terrenos baldios adotaram a prática da instalação dos “ecopontos”, áreas determinadas para o descarte voluntário dos resíduos, onde a população, em geral se enquadrando como pequeno gerador, pode depositar o RCD gerado da sua obra ou reforma.

O ecoponto é uma atitude amigável com o planeta. Um espaço urbano que as prefeituras disponibilizam para o descarte de entulho geralmente de pequenos volumes com até 1m<sup>3</sup>, além de grandes objetos (móveis, sofás, etc.) volumosos, poda de árvore e resíduos recicláveis, assim cada ecoponto instalado contribuiu para evitar a degradação ambiental, além de reduzir gastos com a limpeza pública. Estes espaços, com a adesão da população, visam diminuir os pontos viciados nas cidades.

Figura 19: Tipo de processamento entre os 441 municípios brasileiros com manejo de RCD



Fonte: Adaptado IPEA (2012, p. 17)

Em relação ao manejo dos RCD, de acordo com a PNSB (IBGE, 2010), dos 5.564 municípios brasileiros, 4.031 municípios (72%) apresentam serviços de manejo dos RCD. Contudo, apenas 441 municípios (8%) possuem alguma forma de processamento dos RCD, discriminados conforme mostra a Figura 19, concluindo que destes 441 somente 237 municípios brasileiros informam reciclar os RCD, ou seja, pouco mais de 4% da totalidade.

Como vimos as operações efetivas de reciclagem ainda são raras no Brasil e entender os Fatores críticos de Sucessos dessas atividades é importante na tentativa de alavancar estas iniciativas sustentáveis.

### **- Reciclagem e Disposição Final dos RCD.**

A reciclagem primária, definida como a reciclagem do resíduo dentro do mesmo processo que o originou, é muito comum e possui grande importância na produção do aço e do vidro, já a reciclagem secundária, definida como a reciclagem de um resíduo em outro processo produtivo, diferente daquele que o originou, apresenta inúmeras alternativas, particularmente no mercado da construção civil e é alvo do estudo desta pesquisa.

Diferentemente de outras indústrias, os materiais utilizados na construção civil, em sua grande maioria, são de composição e produção simples o que facilita a reciclagem.

A recicladora, através da sua usina, conforme ilustrado na Figura 20, classifica o resíduo recebido e o transforma em materiais básicos para reutilização na construção civil, e ainda, a fim de agregar mais valor ao processo, a Usina recicladora pode produzir novos produtos, artefatos de concretos entre outros, como manilha, postes, calçadas, meio fio, pisos (materiais agregados) que serão devolvidos ao mercado, conforme ilustrado na Figura 21.

Figura 20-Planta de reciclagem de RCD no Geresol, no Distrito Industrial de Jundiaí



Fonte: Banco de imagens <https://jundiai.sp.gov.br/noticias/2022/05/17/>, acesso 02/nov/22

Figura 21 -Processos na Usina de Reciclagem



Fonte: <https://ecoassist.com.br/sacos-de-entulho>, acesso 27/11/2022 as 10:03

Infelizmente nem todo o RCD recebido é convertido em agregados reciclado. A mistura de materiais classe “B” e “C” além de diversos outros materiais perigosos recebidos nas caçambas resultam em rejeitos e por sua vez em custos adicionais para as usinas, o que exige uma triagem previa antes do peneiramento e britagem propriamente ditos, além de posterior disposição adequada do material, uma vez que isso é resultado direto da falta de cuidados com a classificação e separação pelo gerador, conforme dita a resolução do CONAMA 307/2002.

De acordo com a pesquisa Setorial da ABRECON 202, 75% das usinas brasileiras recebem até 20% de rejeitos no RCD, assim, as usinas de reciclagem realizam importante parcela do processo de triagem do RCD, o que poderia acontecer de forma mais eficiente nas fontes geradoras, construções, reformas e demolições.

Para fazer frente ao descaso da fonte geradora do RCD, muitas usinas implantaram de forma inovadora uma estação de triagem do material recebido, chamada comumente de “*big station*”, Figura 22, onde emprega a maior parte do contingente da usina para selecionar e triar os materiais recicláveis (Classe B) e os não recicláveis (Classe C).

Figura 22. Esteira de Triagem (“big station”) Geresol Jundiai



Fonte: <https://jundiai.sp.gov.br/noticias/2020/12/10/>, acesso 02/nov./2022

Muito importante observar que se os rejeitos recebidos são perigosos ou da classe C da Resolução CONAMA nº 307 (não recicláveis), isso irá gerar a necessidade de usar tratamento específico e aterros que cobram valores elevados para disposição final desses materiais. (ABRECON,2022)

A etapa de tratamento e destinação final é onde se encontra toda a tecnologia e o processo de reciclagem em si, o processo típico observado nas visitas nas Operações estudadas neste trabalho está ilustrado Figura 23, existindo alguma variação quanto a mecanização ou não da esteira de triagem e quanto a segunda britagem, que em alguns casos não é aplicada e os diversos agregados são classificados logo na primeira britagem.

Figura 23. Processo típico de Reciclagem dos RCD



Fonte: Elaborado a partir de dados da pesquisa de campo.

Em geral, as usinas de reciclagem são classificadas em fixas ou móveis. As

usinas móveis são as mais rentáveis, embora mais complexas do ponto de vista tecnológico.

Usinas fixas, são instalações industriais situadas em área definida, sendo necessário o transporte dos resíduos até o local onde se encontram para o processamento. Por esse motivo, esse tipo de usina possui as mais variadas etapas de peneiramento, britadores e de limpeza do resíduo, podendo processar resíduos mistos e gerar uma diversidade de tipos de agregados reciclados, podendo alterar sua configuração para trabalhar com resíduos cinza (cimentícios) e vermelho (com mistura de cerâmica vermelha)

Figura 24. Usina Móvel



Fonte: <https://teledetritus.com.br/como-funciona-a-reciclagem-de-residuos-solidos-da-construcao-civil/>, acesso em 02/11/22

As Usinas móveis (Figura 24), por sua vez, são instalações industriais mais compactas, que possuem maior mobilidade, utilizadas dentro de grandes canteiros de grandes obras de infraestrutura ou obras de demolição, trazem flexibilidade operacional. Os resíduos são manuseados no próprio local e tem grande potencial de reduzir custos logísticos de destinação de resíduos e com aquisição de agregados,

reduzem os impactos ambientais relativos ao transporte dos agregados.

Existe ainda, em menor número, as usinas híbridas, que combinam as vantagens da usina fixa e móvel, sendo uma importante inovação do empreendedor nacional na busca de alternativa economicamente viável para a Operação. Mantendo a estrutura de triagem e peneiramento primário e secundário com uma estrutura fixa, e a britagem com equipamento móvel, possibilitando assim mobilidade e flexibilidade operacional afim de atender as inúmeras demandas do mercado.

A implantação da Usinas de Reciclagem é relativamente nova no Brasil e desde suas primeiras instalações nos anos 90 muitas mudanças tecnológicas têm ocorrido nas usinas de reciclagem brasileiras. O Quadro 14, elaborado pela ABRECON, traz uma síntese desses movimentos.

Quadro 14 – Mudanças tecnológicas ocorridas nas usinas de reciclagem no Brasil

<b>Período de observação</b>	<b>Principais características do contexto, processo e momento tecnológico</b>
<b>1ª Geração,</b> Maioria das usinas até 2002	Ambiente de negócio com pouca regulamentação e predominância de usinas públicas de reciclagem, produção pequena e com pouco instrumentos de operação. As usinas eram centradas na aquisição de britadores, e pouca preocupação com as demais operações de processo
<b>2ª Geração:</b> a partir de 2002	Maior regulamentação e normatização do segmento. Crescimento de usinas ainda tímido e redução na participação relativa das usinas públicas, em relação ao total (usinas públicas e privadas)
<b>3ª Geração,</b> a partir de 2010	Criação de controles eletrônicos do RCD, disseminação de conhecimento por meio de cursos, workshops, seminários e missões técnicas. Crescimento mais acentuado do mercado de usinas, ATTs e aterros de inertes. Avanço mais significativo da história do setor no Brasil.
<b>4ª Geração,</b> a partir de 2020	Unidades de reciclagem com maior controle da produção baseados em conjuntos mais completos de triagem e britagem, introdução de procedimentos de lavagem em algumas usinas, e sofisticação das normas técnicas, medidas de produtividade por meio de softwares

Fonte: Adaptado ABRECON (2022)

O processo de reciclagem em si consiste basicamente em triturar/moer os resíduos para que depois sejam granulados e separado de acordo com sua granulometria e conseqüente utilidade. É na etapa de granulação que são obtidos os agregados

reciclados, como britas, areias, bica corrida e outros conforme tratado anteriormente e ilustrado na figura 25.

A separação dos agregados reciclados em fração graúda ( $> 4,8$  mm) e miúda ( $< 4,8$  mm) é um processo também muito usual entre as usinas, sendo aplicados em pisos e obras civis que usam concreto e assentamento de tubulações de água e esgoto.

Figura 25– Ilustração dos produtos resultado da moagem dos RCD



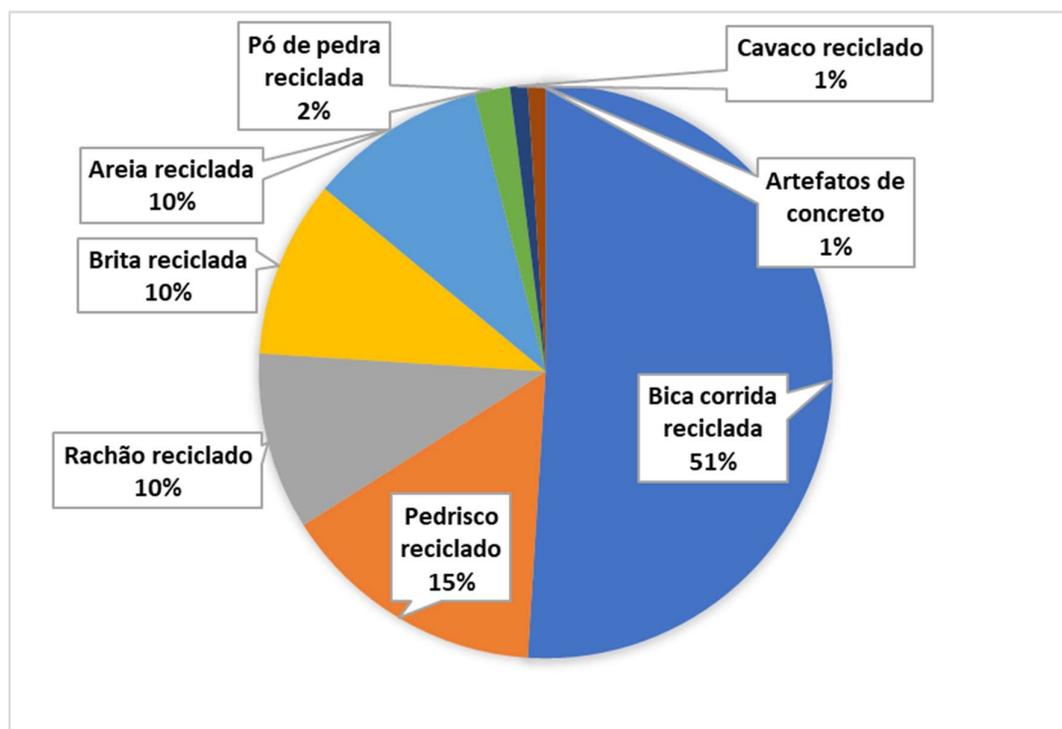
Fonte: <https://b2blue.com/en/detalhes-anuncio/Sell/vendo-agregado-reciclado-construcao-e-demolicao/>, acesso 27/11/2022 as 10:10

Não é frequente processar e picotar os resíduos de madeira em cavacos para fornecimento, frente à pequena escala de produção e pouca representatividade da massa nas usinas e questões logísticas. Apesar de ser indicada como uma boa prática, a produção de artefatos de concreto a partir do agregado reciclado também não é comum, muito talvez por não ser, na maioria das vezes, uma operação economicamente viável, sendo, portanto, o enfoque ambiental insuficiente para sustentar esta atividade.

A distribuição dos diferentes agregados reciclados proveniente do processo

de reciclagem do RCD mais frequentes no Brasil estão representados na figura 26, onde notamos a predominância da bica corrida sendo a metade de tudo que é produzido pelas Usinas Nacionais.

Figura 26. AR mais produzidos pelas Usinas brasileiras



Fonte. Adaptado ABRECON (2022)

No Brasil, a maioria das usinas, 54% estão concentradas nos municípios de porte médio, contendo de 50 a 400 mil habitantes. Embora existam usinas nas cidades de grande porte, existe um déficit considerável de Usinas para atender a demanda concentrada nas regiões metropolitanas. Em municípios de pequeno porte, que é a grande maioria da realidade brasileira, tem se viabilizado através de consórcios intermunicipais. Municípios de pequeno e grande porte estão entre os locais que mais carecem de implantação de usinas de reciclagem. (ABRECON,2022)

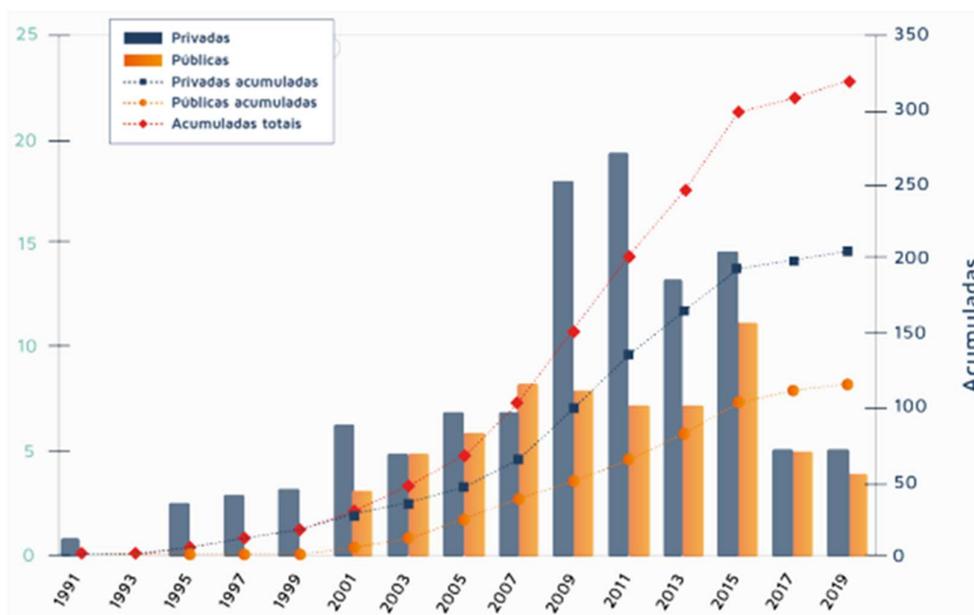
No Brasil, tem-se registro de usinas de reciclagem de resíduos Classe A operando no país desde 1986 (MIRANDA; BROCARD, 2013). Entretanto, ocorreu

uma aceleração na quantidade de usinas instaladas após o ano de 2002 com a divulgação da resolução n. 307 do CONAMA. Com este novo cenário, a criação de empresas especializadas em reciclagem de RCD começou a se tornar uma realidade economicamente viável. (Miranda & Brocardo, 2013).

Conforme relatório da ABRECON (2022) estimava-se que cerca de 320 Unidades de reciclagem, do total geral estimado de 360 Usinas, estavam de alguma forma em operação em 2019, o que inclui as usinas públicas e privadas.

A Figura 27 mostra o histórico da implementação de usinas de reciclagem (privadas e públicas) de RCD no Brasil. Elaborado a partir de dados da pesquisa ABRECON e de outros relatórios setoriais prévios. As barras se referem ao número de usinas no ano e os valores devem ser lidos com o eixo vertical à esquerda. As linhas se referem ao número de usinas acumuladas no ano e os valores devem ser lidos no eixo vertical à direita

Figura 27 - Histórico da implementação de usinas de reciclagem (privadas e públicas) de RCD no Brasil



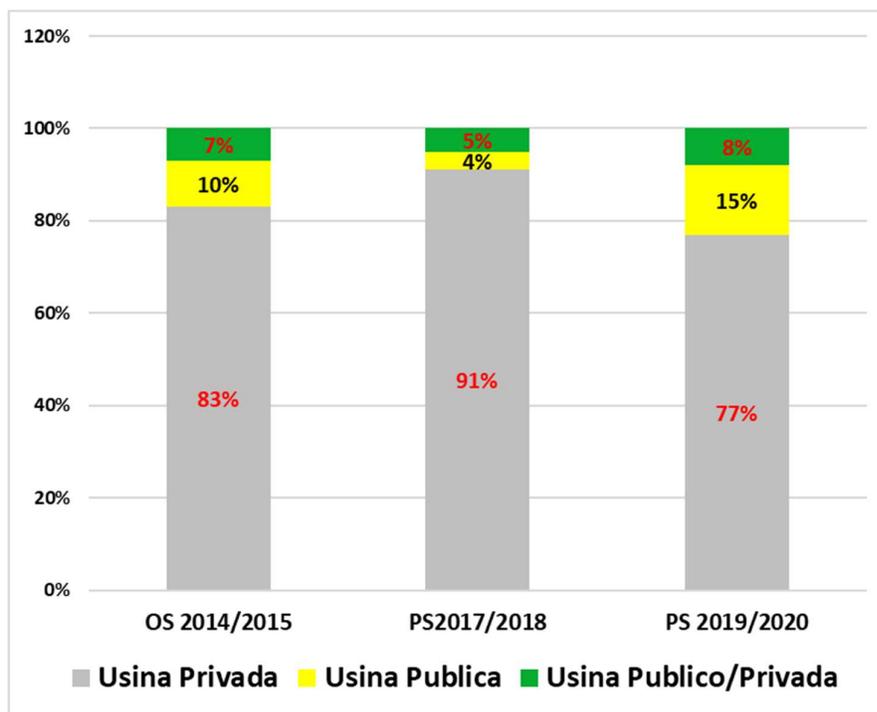
Fonte: Adaptado ABRECON (2022, p. 32)

O que mostra um crescimento exponencial no número de operações a partir do início do anos 2000 até 2015 no Brasil, quando, notamos, uma significativa redução

nas taxas de crescimento.

Com relação às usinas, há maior incidência de usinas privadas (Figura 28), porém o número de usinas públicas e pública-privada voltou a crescer nos últimos anos, indicando um aumento da atuação do poder público.

Figura 28. Perfil das usinas de reciclagem de RCD no Brasil ao longo dos anos,



Fonte: Adaptado ABRECON (2022, p. 33)

Apresenta-se alguns usos potenciais de agregados miúdos e graúdos oriundos da reciclagem de RCD, de acordo com PINTO (2000):

- “aterramento de valas e reconstituição de terreno;
- execução de estacas ou sapatas para muros com pequenas cargas;
- lastro e contrapiso em áreas comuns externas e passeio público;
- contrapiso e piso em abrigo de automóveis;

- contrapiso em ambientes internos nas unidades habitacionais;
- contrapiso ou enchimento em casa de máquinas e áreas comuns internas;
- sistema de drenagem em estacionamentos, poço de elevador e floreiras;
- vergas e pequenas colunas de concreto com baixa sollicitação;
- assentamento de blocos e tijolos;
- enchimentos em geral em alvenarias, lajes desniveladas e escadarias;
- chumbamento de batentes, contramarcos e esquadrias;
- chumbamento das instalações elétricas, hidráulicas e de telefonia;
- revestimentos internos e externos em alvenarias.” (PINTO, 2000, Revista de Tecnologia da Construção - Tèchne, ano 5, nº 31, p. 31-34).

A prioridade nos canteiros de obra deve ser a redução das perdas geradoras de resíduos, conforme observado anteriormente. Toda atividade na construção civil produz, inevitavelmente, alguma perda, porém, como esta acontece em locais e momentos distintos, ao longo do ciclo construtivo, a simples separação prévia dos materiais evitaria a contaminação dos rejeitos que ocorre nas caçambas. Restos de madeira, gesso, materiais metálicos e plásticos deveriam ter destinos específicos, de acordo com seu potencial para a reciclagem ou grau de contaminação (KARPINSK, 2009).

O Quadro 15 apresenta alguns dos mais comuns produtos derivados da reciclagem de RCD e suas possíveis aplicações.

Quadro 15. Produto da Reciclagem de RCD e suas aplicações

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, contrapisos, solo-cimento, blocos e tijolos de vedação.

Quadro 15. Produto da Reciclagem de RCD e suas aplicações - Continuação

PRODUTO	CARACTERÍSTICAS	USO RECOMENDADO
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: Adaptado <http://www.urbem.com.br>, acesso em 03/12/2022

Pelo domínio do padrão construtivo no Brasil, o maior percentual de material encontrado nos RCD é de argamassa, em especial argamassa de concreto utilizada na composição de estruturas, motivo pelo qual o material reciclável gerado em maior quantidade nas unidades de reciclagem de RCD é a bica ou brita corrida reciclada o que pode ser verificado na figura 25.

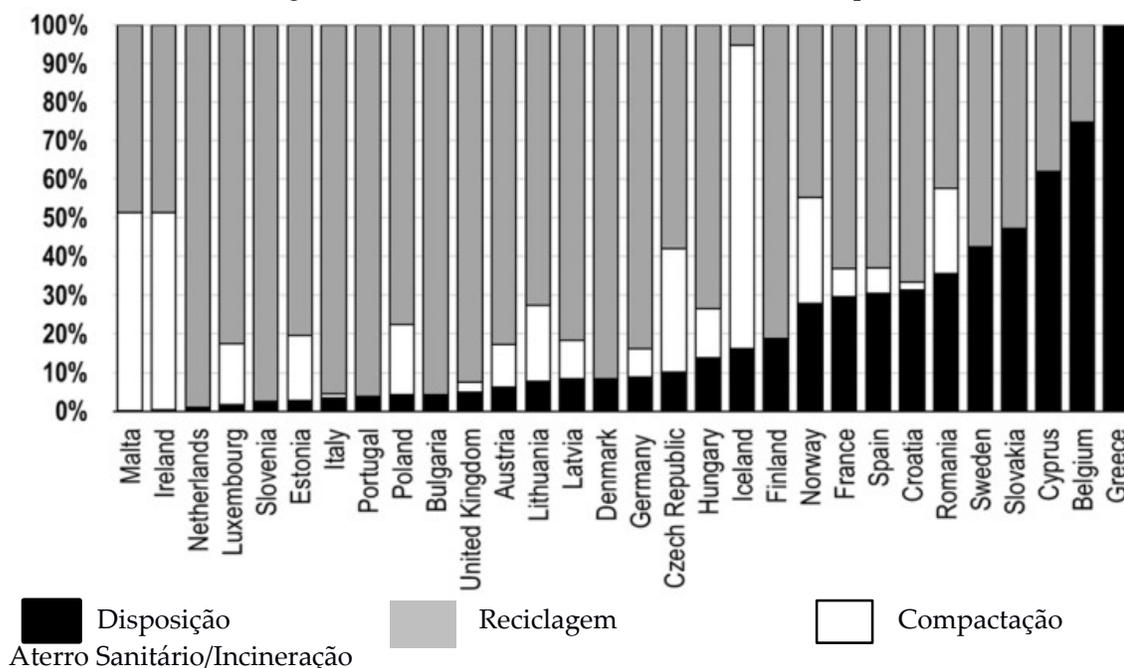
### 3. RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO (RCD) E A PRODUÇÃO DE AGREGADOS NO BRASIL

A indústria da construção civil, como fora dito, é a principal geradora de resíduos da economia. A geração de grandes volumes de resíduos de construção oriundos dos canteiros de obras e da demolição, são responsáveis por cerca de 46% do total dos resíduos gerados pelos países-membros da União Europeia, por exemplo.

Esse percentual corresponde a um valor de cerca de 820 milhões de toneladas por ano de acordo com Eurostat (EUROSTAT, 2017) o que significa uma geração per capita de aproximadamente 1.600 kg/hab/ano, no entanto, os autores afirmam que valores típicos se encontram entre 400 e 500 kg/hab./ano.

A figura 29 traz a distribuição do tratamento dado ao RCD na União Europeia onde identificamos índices de reciclagem superiores a 50% em muitos países como Irlanda, Malta e mais expressivos ainda perto de 100% com na Holanda, Itália, Portugal e Eslovênia, mostrando a força da Indústria de reciclagem nestes países.

Figura 29- Tratamento dado RCD na União Europeia ,2014

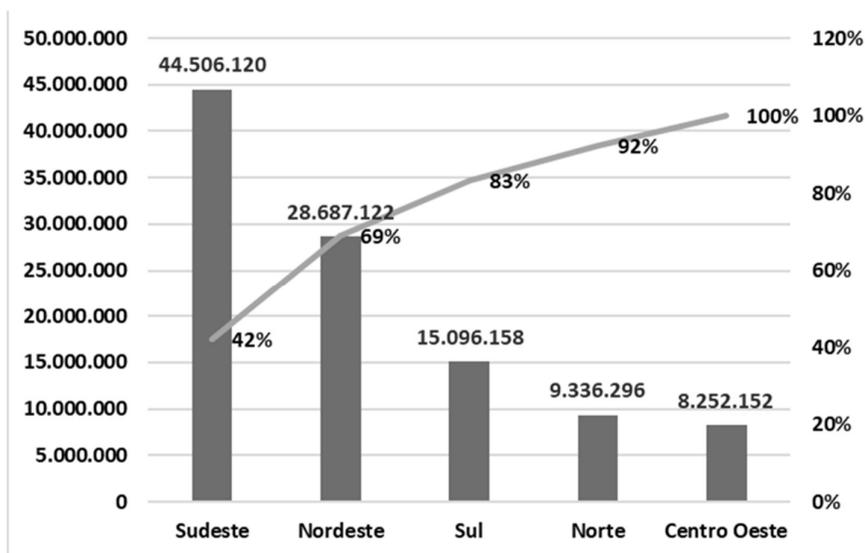


Fonte :Eurostat (2017)

### 3.1 Geração de RCD no Brasil

De maneira geral, estima-se que a construção civil seja responsável por cerca de 40% dos resíduos gerados por toda a economia no planeta. O Brasil gera, de acordo com informações da ABRECON (2022), cerca de 106 milhões de toneladas de resíduos de construção civil e demolição por ano, com uma geração per capita de aproximadamente 500kg/hab/ano, coincidente com a média mundial defendida por muitos pesquisadores. A distribuição desta geração pode ser verificada na Figura 30 com predominância da região sudeste e nordeste que juntas representam 70% do RCD gerado no país.

Figura 30. Distribuição da Geração de RCD no Brasil:

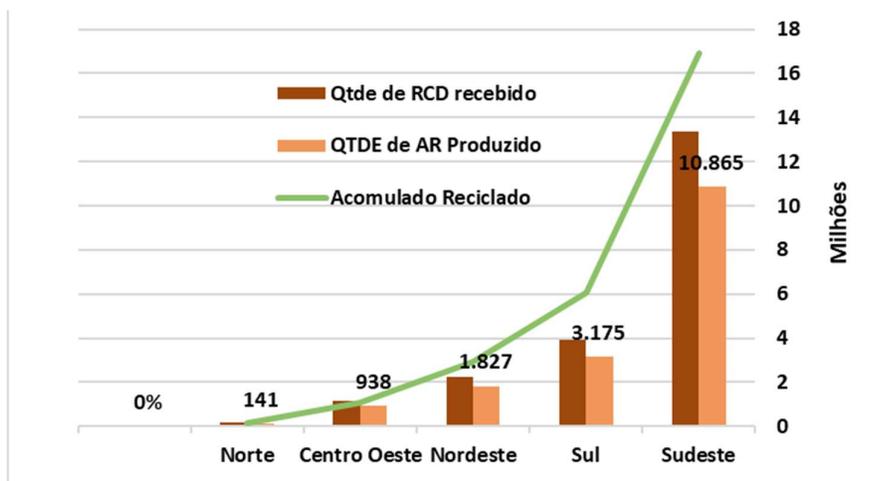


Fonte Adaptado ABRECON (2022)

Ainda conforme Relatório Setorial da Abrecon (2022), as Usinas brasileiras receberam em 2020 perto de 21 Mt de RCD e produziram, ou seja, transformaram o RCD em agregado reciclado perto de 17 Mt (Figura 31), pouco mais de 80% de todo material recebido, o que não deixa de ser um indicador positivo de eficiência das

Usinas nacionais.

Figura 31-RCD Recebido e AR produzido pelas Usinas de Reciclagem em 2020

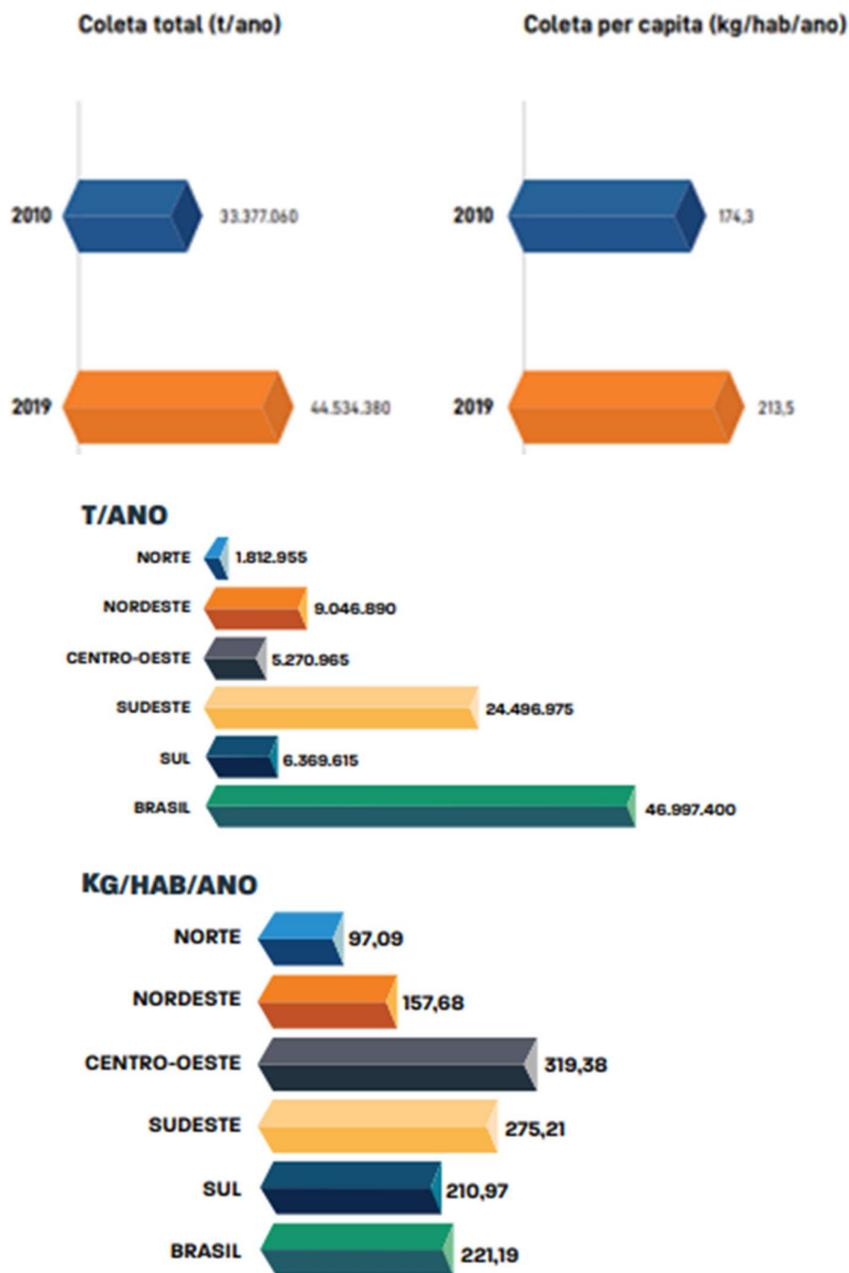


Fonte: Adaptado,PS Abrecon 2022.

Segundo o Panorama da ABRELPE (2021), cerca de 47 milhões de toneladas de RCD foram coletados pelos municípios no ano de 2020, ou seja pouco mais de 44%, do que é gerado. Ainda conforme relatório ABRELPE, no ano anterior 2020, os RCD coletados pelos municípios registraram aumento quantitativo, passando de 33 milhões de toneladas, em 2010, para 44,5 milhões em 2019, conforme ilustrado na figura 32 a&b, e 47 milhões em 2020 com 5,5% de aumento.

A quantidade coletada per capita cresceu no Brasil de 174,3 kg em 2010 para 213,5kg em 2019 e para 221,2 kg por habitante por ano, em 2020, (Figura 32 a&b) . Isto apresenta um aumento orgânico de cerca de 2% ao ano, ainda a figura 32a indica a distribuição da quantidade de RCD coletado estratificado por região no ano 2020.

Figura.32 -Coleta de RCD pelos Municípios no Brasil



Fonte: ABRELPE (2021, p. 25)

Conforme Schneider (2003) a quantidade de resíduos produzidos é diretamente proporcional ao grau de desenvolvimento de uma cidade, resultado das maiores atividades econômicas e dos hábitos de consumo resultantes.

É provável que os problemas relacionados com a gestão de resíduos sejam mais intensos nas 26 regiões metropolitanas do País, onde vivem mais de 40% da população brasileira, cerca 70 milhões de habitantes, é por mais este motivo que a pesquisa se concentrara na RMC e municípios contíguos.

Isto pode ser comprovado, observando os números da Região Metropolitana de Campinas, foco do trabalho, que são muito superiores a média nacional, indicando a criticidade da questão da gestão dos resíduos para região. Conforme o Plano Diretor de Gestão dos resíduos Sólidos da RMC de 2009, (Quadro 16) que prevê para 2025 a coleta de mais 1.600.000 t/ano de resíduos, resultando assim em um volume maior de 4.500 t/dia ou mais de 3.000 m<sup>3</sup> de material diariamente sufocando as áreas de transbordo, além de significar mais de 900 caçambas e caminhões circulando diariamente nas cidades da região o que pode colapsar um sistema já muito perto do seu limite.

Quadro 16. Estimativa de geração de RCD versus o Crescimento populacional da RMC

Município	Geração RCC (ton/mês)	Geração (kg/mês/hab)	Pop. 2009 (Seade)*1	Total resíduos 2009 (ton)	Pop. 2012	Total resíduos 2012 (ton)	Pop. 2014	Total resíduos 2014 (ton)	Pop. 2025	Total resíduos 2025 (ton)
Engenheiro Coelho	144,00	10,41	13.829	1.728,00	SI	0,00	SI	0,00	16.266	2.032,51
Cosmópolis	DND		56.519	0,00	58.115	0,00	60.137	0,00	69.190	0,00
Hortolândia	540,00	2,70	200.318	6.480,00	218.938	7.082,33	228.302	7.385,24	270.510	8.750,61
Pedreira	50,00	1,21	41.325	600,00	44.109	640,42	45.326	658,09	50.293	730,21
Santa Barbara d'Oeste	15.000,00	79,46	188.786	180.000,00	196.336	187.198,63	199.982	190.674,94	212.361	202.477,83
Sumaré	3.200,00	13,59	235.412	38.400,00	246.291	40.174,56	252.450	41.179,21	274.781	44.821,80
Americana	21.000,00	102,20	205.473	252.000,00	214.463	263.025,68	218.955	268.534,84	234.520	287.624,36
Vinhedo	DND		60.774	0,00	67.635	0,00	70.657	0,00	83.736	0,00
Indaiatuba	720,00	3,82	188.475	8.640,00	204.960	9.395,70	213.627	9.793,01	252.293	11.565,52
Artur Nogueira	700,00	16,30	42.952	8.400,00	48.002	9.387,61	50.299	9.836,83	60.883	11.906,71
Campinas	60.000,00	55,95	1.072.409	720.000,00	1.109.006	744.570,70	1.129.090	758.054,81	1.221.197	819.894,13
Monte Mor	10,00	0,21	46.623	120,00	53.707	138,23	56.333	144,99	68.924	177,40
Santo Antonio de Posse	550,00	24,98	22.016	6.600,00	23.727	7.112,93	24.554	7.360,85	28.157	8.440,96
Valinhos*	9.750,00	94,20	103.498	117.000,00	98.155	110.959,97	100.117	113.177,93	107.241	121.231,30
Itatiba	2.200,00	22,28	98.746	26.400,00	108.049	28.887,18	112.033	29.952,31	128.776	34.428,60
Paulínia	3.500,00	44,22	79.148	42.000,00	77.648	41.204,02	83.239	44.170,90	122.013	64.746,37
Jaguariúna*	600,00	15,16	39.584	7.200,00	37.106	6.749,27	38.156	6.940,26	42.919	7.806,61
Holambra*	25,00	2,57	9.719	300,00	9.364	289,04	9.672	298,55	11.192	345,47
Nova Odessa	DND		47.385	0,00	49.645	0,00	50.600	0,00	54.569	0,00
<b>TOTAL</b>			<b>2.752.991</b>	<b>1.415.868,00</b>	<b>2.865.256</b>	<b>1.456.816,29</b>	<b>2.943.529</b>	<b>1.488.162,76</b>	<b>3.309.821</b>	<b>1.626.980,40</b>

Fonte: Plano diretor de gestão dos resíduos sólidos – RMC (2009, p. 50)

Assim a RMC, mantendo estas previsões de crescimento populacional e de geração de resíduos com 3,3M hab. e 1,6 M ton. respectivamente, permanecerá

coletando pelos próximos anos, mais que o dobro da média nacional, veja tabela 4, com cerca de 490kg/hab/ano, que coincidem com a média mundial entre 400 e 500 kg/hab/ano (JOHN, 2000).

Tabela 04- Estimativas de Geração de RCD na RMC

<b>Unidade</b>	<b>RMC (2009) Plano Diretor</b>	<b>RMC (2025) Plano Diretor</b>	<b>Brasil ( 2021) Abrelpe</b>	<b>Brasil ( 2019) Abrelpe</b>	<b>Brasil ( 2010) Abrelpe</b>
<b>t/ano</b>	<b>1.415.000</b>	<b>1.626.000</b>	<b>46.997.400</b>	<b>44.500.000</b>	<b>33.377.000</b>
<b>t/dia</b>	<b>3.800</b>	<b>4.400</b>	<b>128.400</b>	<b>121.500</b>	<b>91.194</b>
<b>Kg/hab/ano</b>	<b>514</b>	<b>490</b>	<b>221</b>	<b>213</b>	<b>174</b>

Fonte :Elaborado a partir de dados documentais (2022)

Tal situação demonstra a necessidade do cuidado referente a correta destinação dos RCD, principalmente nos grandes centros urbanos. Destaca-se que os números apresentados pela ABRELPE podem ser ainda maiores, haja visto que contabilizam apenas os RCD recolhidos pelos municípios, não levando em conta empresas não especializadas, carroceiros e empresas de coleta clandestina, as quais, frequentemente lançam os resíduos em locais inapropriados e em aterros clandestinos.

Observamos, colocando os números pesquisados sob a mesma perspectiva conforme tabela 05 , que existem gaps importantes em toda cadeia produtiva do RCD, desde a geração, coleta, beneficiamento até a destinação final, sugerindo o que pode ser constatado em diversas situações espalhadas pelas cidades brasileiras, um montante enorme de entulho (mais 38 Mt gap de manejo ), que não estando presente nos números oficiais, estão portanto, sendo dispostos de maneira clandestina e criminosa todos os anos nas nossas cidades.

Tabela 05 – Números da Gestão dos RCD no Brasil.

<b>Natureza da Atividade</b>	<b>Fonte</b>	<b>Toneladas</b>
<b>Geração de RCD</b>	<b>Abrecon 2020</b>	<b>(a) 105.877.848</b>
<b>Coleta Publica</b>	<b>Abrelpe 2020</b>	<b>(b) 46.997.401</b>
<b>Recebimento pelas Usinas</b>	<b>Abrecon 2020</b>	<b>(c) 20.816.574</b>
<b>Total do Manejo</b>	<b>Autor</b>	<b>(d=b+c) 67.813.975</b>
<b>"Gap" de Manejo</b>	<b>Autor</b>	<b>(e= a-d) 38.063.873</b>
<b>RCD reciclado</b>	<b>Abrecom 2020</b>	<b>(f) 16.944.681</b>
<b>" Gap" do beneficiamento</b>	<b>Autor</b>	<b>(g= a-f) 88.933.167</b>
<b>Índice de reciclagem Nacional</b>	<b>Autor</b>	<b>(i= f/a) 16%</b>

Fonte: Elaborado a partir de dados documentais (2022)

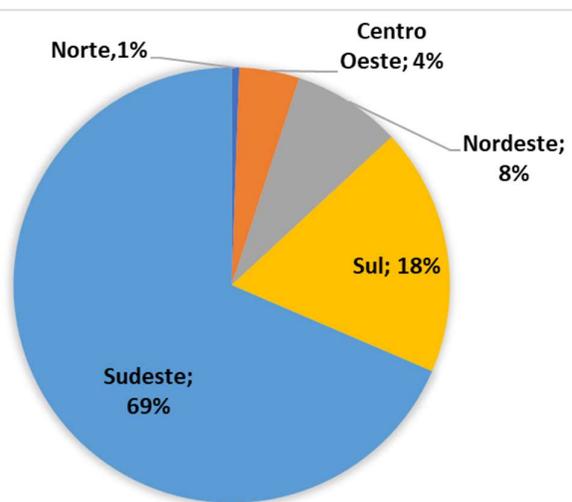
### 3.2 Produção de Agregados Reciclados no Brasil

Do ponto de vista do mercado brasileiro, é importante observar que, se fosse utilizada toda a produção de RCD estimada em 106 milhões Ton/ano como agregado para construção civil, a sua participação seria de aproximadamente 20%, pois o consumo de agregados está na ordem de 550 Milhões Ton/ano (VALVERDE 2020), o que sugere muitas oportunidades de crescimento para aumentarmos o atual coeficiente de reciclagem do RCD no Brasil de 16%.

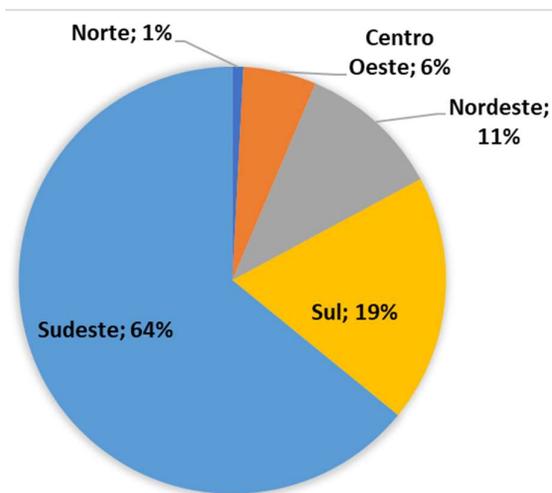
Tudo passa então pela reciclagem efetiva dos RCD gerados, classificados e coletados e transportados até as Usinas de beneficiamento.

O Brasil possui aproximadamente 360 Usinas destinadas a Reciclagem do RCD e produzem cerca 17 Mt/ano de Agregados Reciclados, segundo a ABRECON no seu relatório setorial de 2022, e estão distribuídas respectivamente no território nacional conforme Figuras 33 e 34 onde nota-se a predominância da região Sudeste tanto na quantidade de operações quanto na produção de AR, o que a princípio não é uma surpresa, uma vez que a região sudeste é a mais populosa e que concentra maior riqueza e pujança econômica. (IBGE, 2022)

Figura 33. Distribuição das Usinas no Brasil      Figura 34. Distribuição da Produção de RCD



Fonte: Adaptado ABRECON (2022)



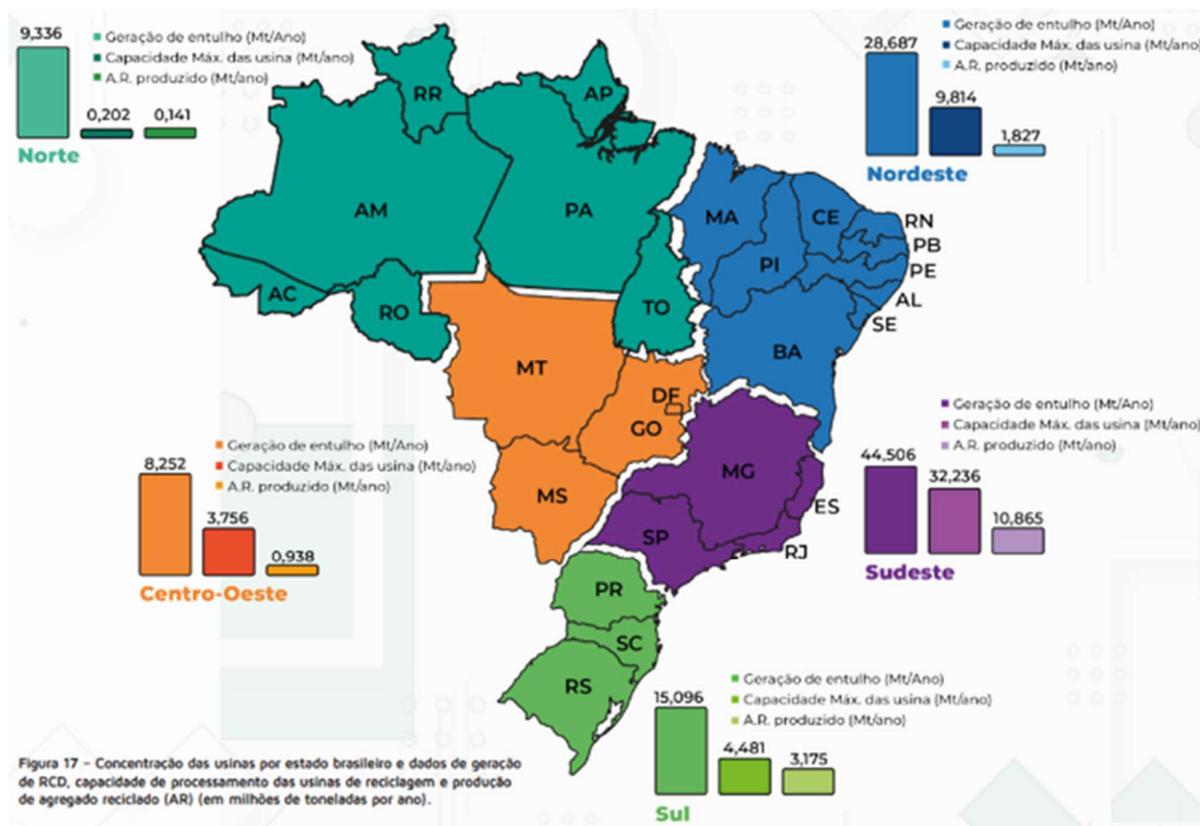
Fonte: Adaptado ABRECON (2022)

A Figura 35 apresenta a geração de RCD por regiões, bem como a capacidade máxima produtiva instalada e a produção efetiva de agregados reciclados em cada região.

Na região Sudeste, as usinas têm capacidade de processar até 70% do resíduo gerado, a produção média de agregados reciclados na região foi de aproximadamente 10,8 Mt de agregados/ano. Nestes últimos anos o índice de reciclagem estimado foi 25% do resíduo gerado, acima da média nacional de 16%.

A região Nordeste é a segunda região brasileira em termos de geração de RCD com mais de 28Mt/ano, contudo possui baixa capacidade instalada para processar agregados reciclados, apenas 34% do RCD gerado, e é a região que mais precisa de novas usinas de reciclagem no contexto brasileiro. A produção absoluta de agregados reciclados foi de apenas 1,9 Mt/ ano, com índice de reciclagem muito baixo, estimado em pouco mais de 6%.

Figura 35: Geração de RCD, Capacidade instalada e AR gerado para as regiões brasileiras



Fonte: Adaptado ABRECON (2022, p. 36)

Existem muitas oportunidades de mercado para os AR na região Norte, pois alguns estados sofrem com custos elevados e carência no fornecimento de agregados naturais, muito em função das questões logísticas e das enormes distâncias a percorrer. A capacidade instalada das usinas ainda é pequena, com capacidade de processar apenas 2% do RCD gerado. O índice de reciclagem estimado também muito baixo cerca de 2%(APRECON,2022).

A partir da análise dos dados de produção de agregados, apresentados até aqui, nota-se que a maioria das unidades de reciclagem de RCC estão operando muito abaixo da capacidade.

Um indicador deste cenário também pode ser verificado a partir das informações disponibilizadas pela ABRECON em seu relatório setorial de 2022, onde informa que a produção nacional de agregados reciclados vem oscilando entre 16 e 21

milhões de toneladas por ano (Tabela 06) e capacidade instalada de produção das usinas vem crescendo, subindo de 42 para 50 milhões de toneladas por ano.

Tabela 06. Produção dos agregados reciclados e a capacidade máxima das usinas instaladas no Brasil, em milhões de toneladas

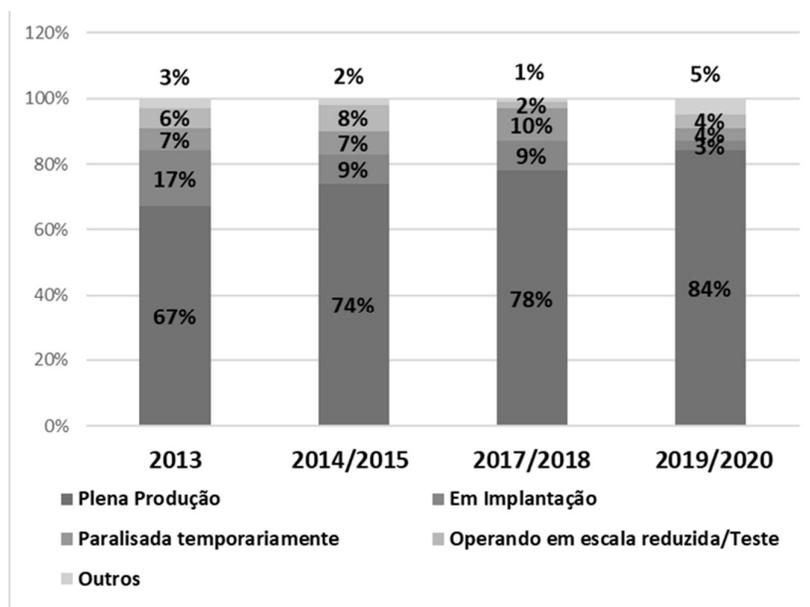
<b>Índice</b>	<b>2013</b>	<b>2014/2015</b>	<b>2017/2018</b>	<b>2019/2020</b>
Geração de resíduo anual (t/ano)	100.516.000	102.225.000	103.830.000	105.877.846
Produção de AR extrapolada (t/ano)	19.830.064	20.712.000	15.679.980	16.944.692
Índice de reciclagem (AR produzido/RCD gerado)	19,70%	20,30%	15,10%	16,10%
Capacidade máxima de produção de A.R. (t/ano)	42.191.626	46.026.666	44.799.942	50.487.520
Índice máximo de reciclagem (Cap. Max/Geração RCD)	42%	45%	43%	48%

Fonte: Adaptado ABRECON (2022, p. 30)

Em outras palavras reciclamos pouco mais de 35 % do que coletamos e próximo de 16% do que é gerado, o que é pouco, ao passo que, se consideramos a capacidade instalada das Usinas brasileiras, conseguiríamos reciclar, mais que o dobro dos índices atuais, nos aproximando de 50% do RCD gerado, ou seja, apresenta-se aqui muitas oportunidades de expansão deste modelo de negócio.

Grande parte das usinas estão em plena produção, e nas últimas quatro versões da pesquisa setorial da ABRECON tem-se observado uma tendência crescente (Figura 36) neste sentido. No período de 2019/2020 o índice de usinas operando chegou a 84%. Houve redução no índice de usinas paralisadas ou operando em escala reduzida, o que é bom para o setor, indicando que o mercado de agregados reciclados está em desenvolvimento.

Figura 36-Situação das Usinas Recicladoras Brasileiras



Fonte :Adaptado, ABRECON (2022, p. 40)

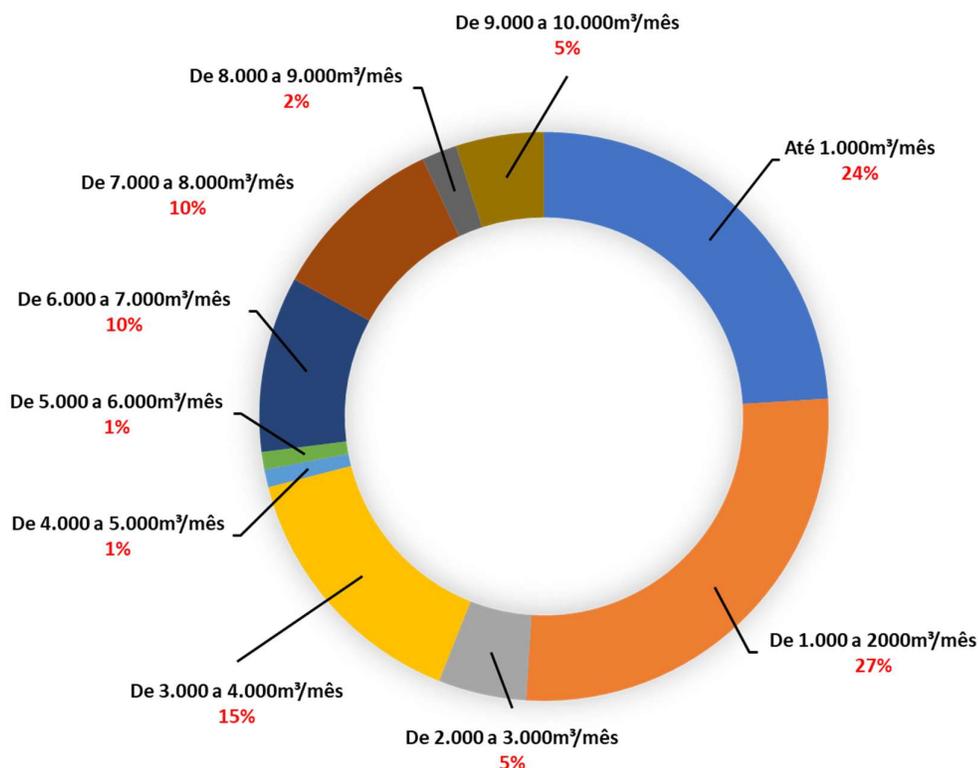
A figura 37 apresenta, de acordo com ABRECON 2022, a distribuição das usinas brasileiras em função de sua capacidade máxima instalada de produção.

Observa-se uma grande variação cerca de 10 vezes, com Usinas de menos de 1.000 m<sup>3</sup> de agregados reciclados por mês até acima 10.000 m<sup>3</sup> mensais.

Temos cerca de 23 % das usinas de médio porte com capacidade entre 6000 a 10.000 m<sup>3</sup>/mês e apenas 5% das usinas consideradas de grande porte com produção acima de 150m<sup>3</sup>/h, assim a grande maioria das usinas brasileiras (72%) podem ser classificadas como de pequeno porte, capaz de processar em torno de 50 m<sup>3</sup>/h ou até 6 000 m<sup>3</sup> mensais, porem cerca de 25 % das empresas operam com capacidade inferior a 2.000 m<sup>3</sup>/mês, ou menos 20 m<sup>3</sup>/h, ou seja são muito pequenas.

A capacidade de produção das usinas de reciclagem de RCD no Brasil é bem inferior à de agregados naturais, como já observado nesta pesquisa de 550 Mt/ano, (VALVERDE, 2020) o que restringe a oferta de agregados reciclados em grande quantidade, como geralmente é demandado em aplicações de pavimentação, exigindo, portanto, por parte das Usinas o manuseio de grandes áreas de estoque, seja para armazenamento do RCD recebido, seja da produção de agregados reciclados.

Figura 37 – Capacidade máxima de produção - perfil das usinas nacionais

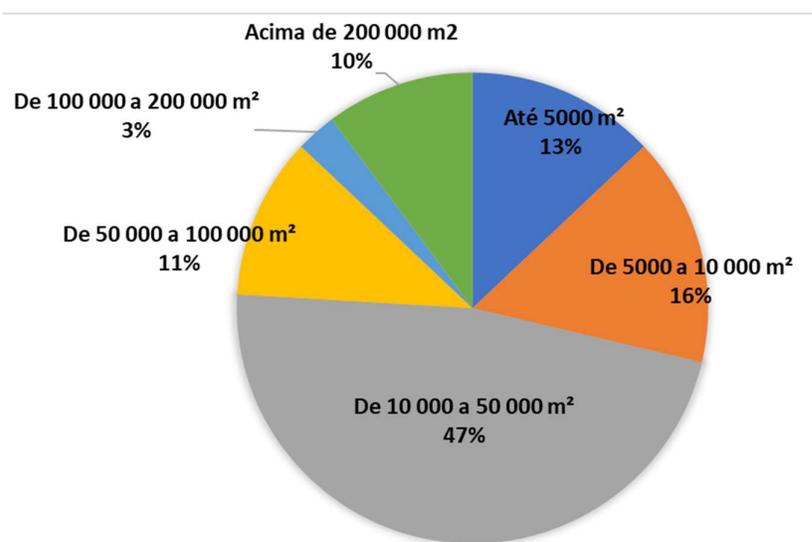


Fonte :Adaptado, ABRECON (2022, p. 41)

As áreas de operação das usinas brasileiras são bem diversificadas, variando de menos de 5.000 m<sup>2</sup> a mais de 200.000 m<sup>2</sup>, cerca de 40 vezes, 76% das usinas de reciclagem brasileiras estão em áreas inferiores a 50.000 m<sup>2</sup> (Figura 38). Grande parte devido à proximidade dos centros urbanos e a valorização imobiliária de terrenos nestas proximidades.

Cerca de um terço das usinas operam com áreas de até 10.000 m<sup>2</sup>. Perto de 13% das usinas chegam a operar com áreas superior a 100.000 m<sup>2</sup>. Essas usinas geralmente operam de forma integrada com aterros de inertes, pois devido à natureza da sua atividade, requerem maior disponibilidade de área para operar. (Abrecon,2022)

Figura 38 - Área de operação das usinas brasileiras(m2).



Fonte :Adaptado, ABRECON (2022)

Outra possibilidade considerada para empreendimentos com área superior a 10.000 m<sup>2</sup> pode dizer respeito a necessidade de grandes áreas de estocagem, tanto de RCD como de agregado reciclado, para assim contrabalancear a baixa capacidade de produção com os grandes volumes eventualmente demandados.

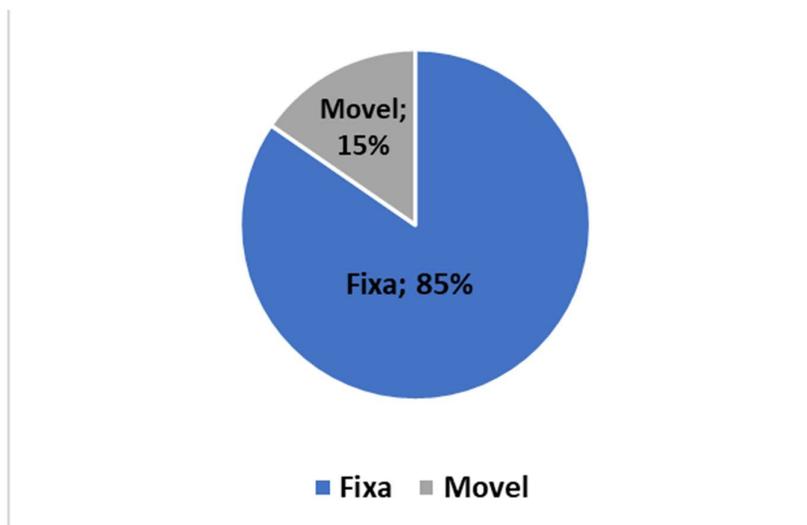
A Figura 39 apresenta que as usinas fixas ainda são a maioria no país.

Porém, pode-se afirmar que houve um grande crescimento da quantidade de usinas móveis nos últimos 5 anos e que esta tendência deve continuar.

Comparativamente, usinas móveis possuem a flexibilidade de serem transportadas para onde a obra estiver, ampliando o mercado e, no caso de operarem em campo, necessitarem de baixa quantidade de mão de obra.

Estes dois parâmetros aumentam a viabilidade econômica deste tipo de operação. Além disso, elas apresentam a vantagem de fornecerem o serviço de reciclagem de RCD em loco, não tendo que cumprir com duas obrigações básicas das usinas fixas que são de receber RCD e de conseguir mercado consumidor para os agregados reciclados produzidos (ABRECON, 2022).

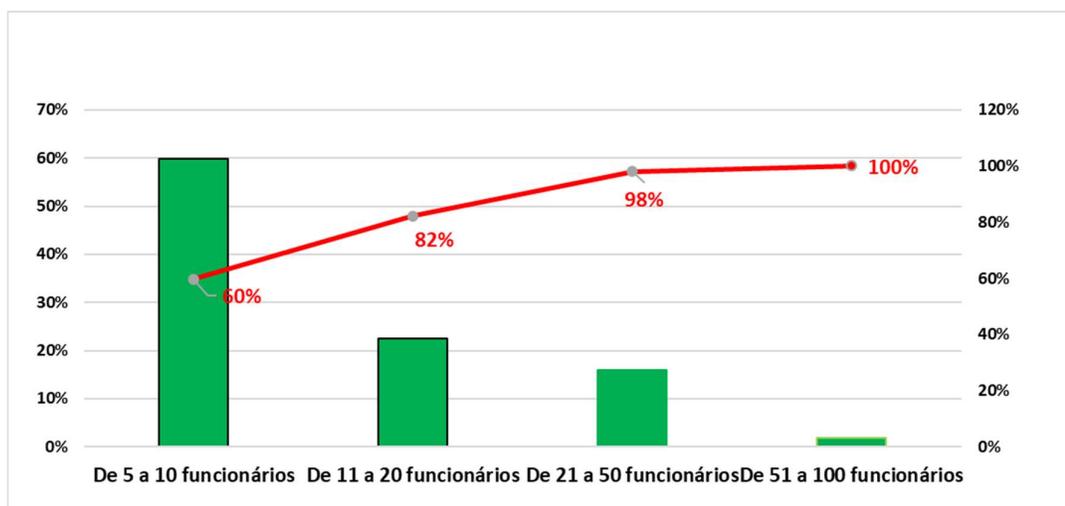
Figura 39 – Tipo de Usina Recicladora no Brasil



Fonte :Adaptado, ABRECON (2022)

Apesar da pesquisa da ABRECOM em seu relatório de 2022 não aparecer dados das usinas híbridas, sabemos que estas operações estão se tornando cada vez mais frequente, sendo uma alternativa criativa do empreendedor brasileiro na busca da viabilidade econômica. Mantendo a estrutura de triagem e peneiramento fixa, mantém a operação da usina contínua e uniforme, disponibilizando o Britador de forma móvel conforme demanda no local onde estiver a necessidade.

Figura 40- Número de funcionários das Usinas de Reciclagem



Fonte :Adaptado, ABRECON (2022)

Como a maior parte das usinas de reciclagem brasileiras são de pequeno porte, a grande maioria das empresas, aproximadamente 85% operam com menos de 20 funcionários conforme Figura 40, o que não poderia ser diferente. Salienta que a maioria destas empresas cerca de 60%, opera com menos de 10 funcionários diretamente envolvidos com a atividade de reciclagem e triagem principalmente.

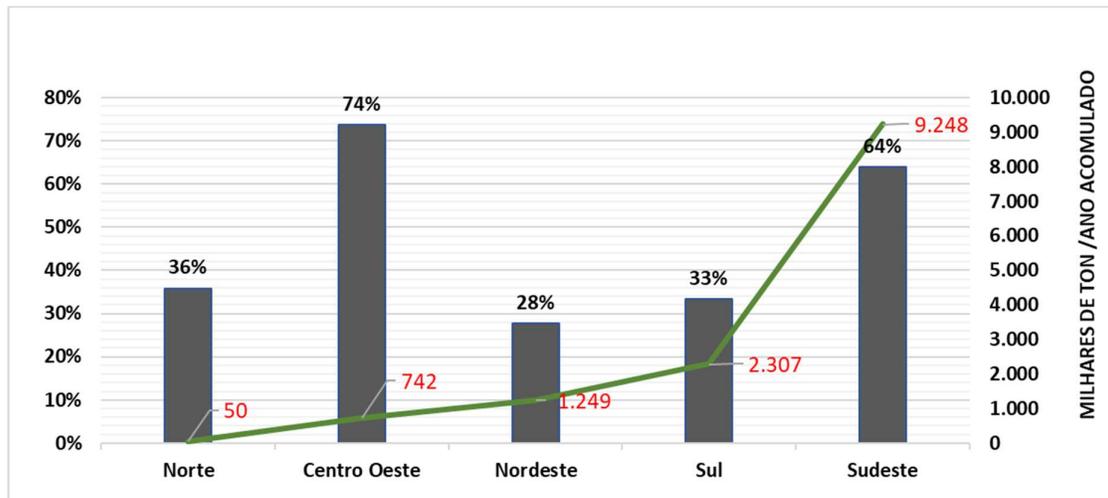
Podemos resumir, baseado nos dados que vimos a pouco com a reciclagem nos níveis atuais de apenas 16% de todo RCD gerado no país, que temos aqui um panorama preocupante e desafiador que compromete o tripé da sustentabilidade com:

- Um enorme desperdício, com perda de riqueza por não valorizar o RCD gerado;
- Um enorme impacto ambiental, causado pela disposição deste material, nem sempre inerte, e por fim;
- Um enorme déficit social, a medida que a reciclagem do entulho poderia gerar milhares de empregos formais.

### **3.3 Mercado do Produto da Reciclagem do RCD no Brasil**

Notamos, baseados nas informações da Pesquisa Setorial da ABRECON (2022) que as regiões com maior índice de comercialização dos AR são Centro-Oeste e o Sudeste respectivamente com 74 % e 64% Figura 41. Porém a média nacional está por volta de 55%, com pouco mais de 9 Mt/ano ou seja, quase a metade de tudo que é produzido no ano na Usina não é convertido em venda e, portanto, é estoque nas Usinas. Este índice baixo também pode ser explicado pela possível doação de parte do volume gerado prática comum a muitas operações e pelas usinas públicas que destinam os AR nas obras públicas do município.

Figura 41. Índice de Comercialização do Agregado Reciclado



Fonte :Adaptado, ABRECON (2022)

A Tabela 07 traz, baseado nas informações da ABRECON (2022), um panorama geral detalhado por região, dos volumes de agregados, recebidos, produzidos e comercializados pelas Usinas brasileiras. Com índice de cerca de 80% no rendimento na reciclagem do RCD recebido, porém com apenas 55% do agregado tratado e transformado em receita, o que pode indicar prioridade e maior faturamento com o recebimento do entulho do que com a reciclagem e a doação por parte da Usina de grande parte do material produzido.

Tabela 07 – Recebimento, Produção e Comercialização dos Agregados reciclados por região no Brasil

Região	Qtde de Usinas	Distribuição das Usinas no Brasil	Qtde de RCD recebido	Distribuição da Produção no Brasil	QTDE de AR Produzido	Qtde de AR Comercializado	Índice Comercialização
	QTDE	%	Tonelada/ano	%	Tonelada/anc	T/ano	%
Centro Oeste	16	4%	1.152.000	6%	937.728	691.200	74%
Nordeste	29	8%	2.244.600	11%	1.827.104	507.086	28%
Norte	2	1%	172.800	1%	140.659	50.400	36%
Sudeste	246	69%	13.347.257	64%	10.864.657	6.941.189	64%
Sul	66	18%	3.899.917	19%	3.174.533	1.058.400	33%
<b>Total</b>	<b>359</b>	<b>100%</b>	<b>20.816.574</b>	<b>100%</b>	<b>16.944.681</b>	<b>9.248.275</b>	<b>55%</b>

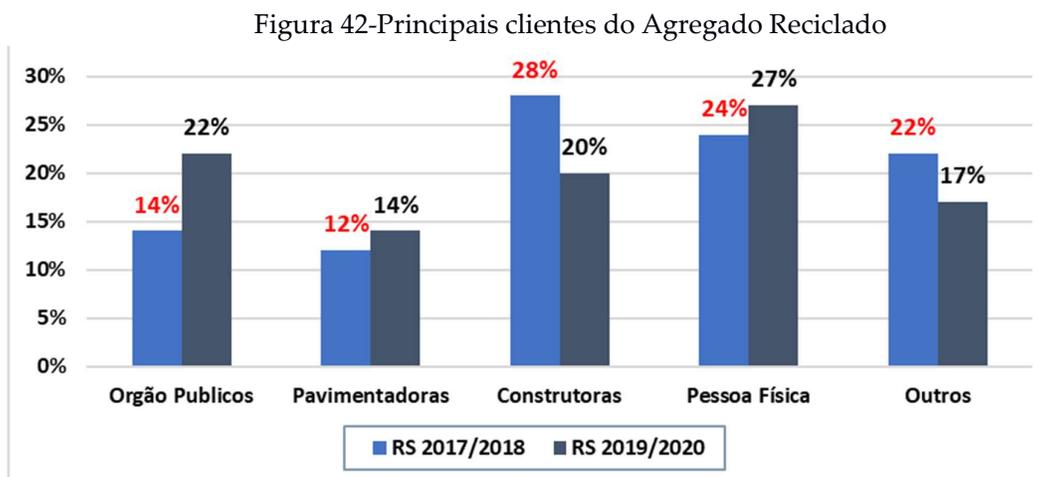
Fonte :Adaptado, ABRECON (2022)

Os principais consumidores de agregados reciclados são as construtoras e pavimentadoras com aproximadamente 34%, as empresas privadas do setor formal da construção (Figura 42) juntamente com pessoas físicas, que correspondem ao setor informal da construção que respondem no total com pouco mais de 60% das solicitações de compra de agregados reciclados.

Já os órgãos públicos equivalem a 22% em 2020 com crescimento de 60% em relação 2017. De forma geral, o consumo de agregados reciclados é ainda muito reduzido frente à demanda por agregados naturais. Isso significa que o consumo pode e deve expandir em todos esses setores identificados.

Particularmente, a demanda do setor público pode subir muito, porque além do poder de compra do estado ser elevado e a reciclagem gerar benefícios indiretos, o uso de AR proporciona também economia para o município se comparado com os custos da remoção, transporte e destinação final do entulho descartado de forma irregular. Somado a redução do consumo de recursos naturais e os impactos ambientais decorrentes da sua extração.

Avaliando os perfis de consumidores de agregados reciclados com relação à pesquisa setorial anterior de 2017/2018 houve mudança no perfil de consumo, alterando a liderança das construtoras para as pessoas físicas.



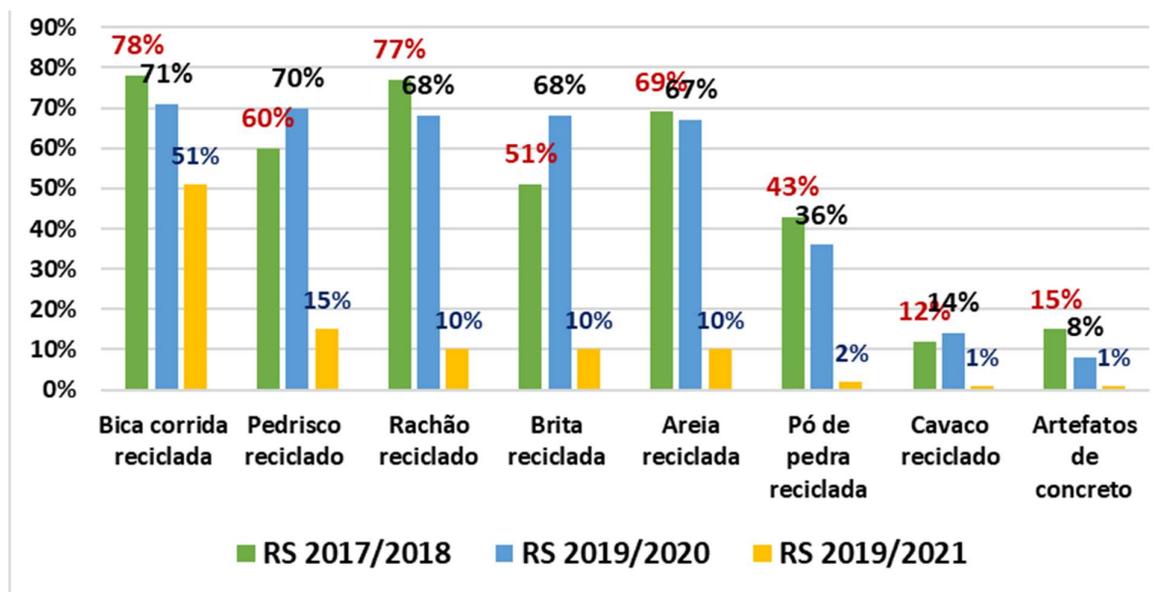
Fonte :Adaptado, ABRECON (2022)

Com relação aos tipos de agregados reciclados produzidos, o produto típico fornecido pela maioria das usinas, nos últimos anos, é a bica corrida reciclada (Figura 43), de uso em obras de pavimentação. O pedrisco reciclado vem em seguida como produto reciclado mais popular e é consumido principalmente na indústria de artefatos de concreto. O Rachão é o terceiro produto preferido fornecido pelas usinas, atendendo ao mercado de obras geotécnicas e de estabilização de encostas.

A bica corrida reciclada é um produto comum nas usinas de reciclagem de RCD pois, além de ser de fácil produção, é o primeiro tipo de agregado reciclado obtido, após o processo de limpeza e britagem, sendo, portanto, de custo baixo para o produtor.

Outro fator vantajoso para a produção de bica corrida reciclada pelas usinas é a sua facilidade de aplicação. Assim, a ABRECON (2022) afirma " que todas as usinas de reciclagem de RCD produzem bica corrida reciclada porém, há usinas que preferem rebritá-lo, peneirá-lo ou vendê-lo como brita e areia de RCD, logo após a britagem primária."

Figura 43–Tipos de agregados reciclados produzidos e comercializados pelas Usinas



Fonte :Adaptado, ABRECON (2022)

Observando os valores médios de venda dos agregados reciclados, grãos e miúdos, nos diferentes estados brasileiros conforme ABRECON (2022) Figura 44 e Figura 45 respectivamente não se nota grandes diferenças entre eles.

Figura 44 – Comparação entre os preços médios de venda dos agregados grãos naturais e reciclados comercializados nas diferentes regiões brasileiras.



Fonte :Adaptado, ABRECON (2022, p. 53)

Em geral costuma-se gerar mais receita pela recepção do resíduo do que pela venda do agregado reciclado. Na média, pode ser verificado com ABRECON (2022), que os valores praticados dos agregados reciclados são geralmente inferiores aos dos agregados naturais, o que traz uma vantagem competitiva para o AR, e assim deve ser mais explorada para o desenvolvimento do mercado sustentável do agregado da construção civil.

Figura 45 – Comparação entre os preços médios de venda dos agregados miúdos naturais e reciclados comercializados nas diferentes regiões brasileiras.



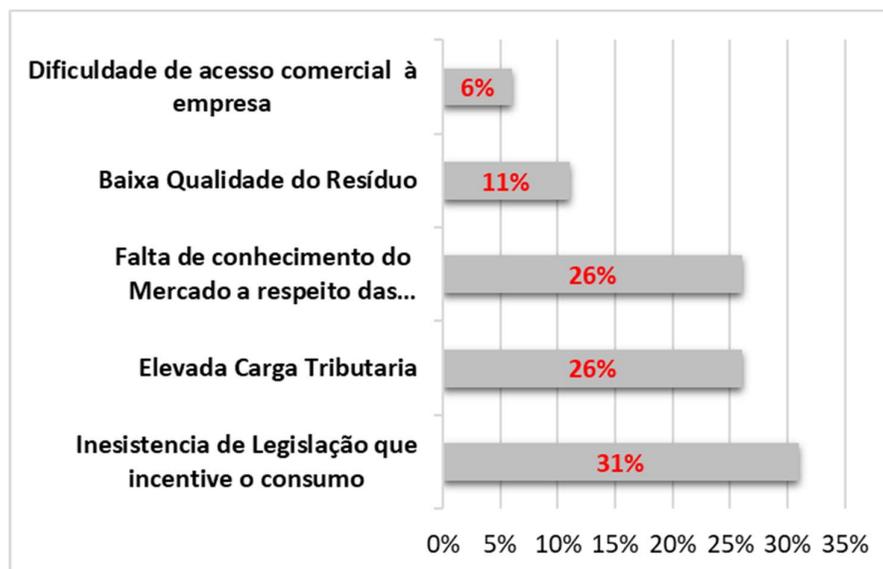
Fonte :Adaptado, ABRECON (2022, p. 54)

A seguir o relatório setorial da ABRECON (2018), indica as principais dificuldades para venda do agregado reciclado, dentre elas as mais citadas são a inexistência de legislação que incentive o consumo (31%), a elevada carga tributária (26%) e a falta de conhecimento do mercado (26%) Figura 46.

De fato, é possível melhorar muitos destes aspectos através, por exemplo, de uma maior aquisição de agregados reciclados pelo poder público, exigindo o uso prioritário deste material no edital de licitação, maior fiscalização do destino do RCD em pequenas e grandes obras, redução de ICMS para agregados reciclados e isenção de IPTU, por exemplo.

Existem decretos em vários municípios do país que especificam o uso prioritário de agregados reciclados. Porém, na maior parte das cidades o decreto não é respeitado

Figura 46 – Principais causas de dificuldades na venda de agregados reciclado



Fonte Adaptado ABRECON (2018)

Ainda a ABRECON no seu Relatório Setorial de 2016 indica, após pesquisa com mais de 300 empresas do setor, os principais pontos positivos estão o crescimento, ainda que pequeno, do mercado, além da previsão por parte das usinas existentes de ampliar seus negócios nos próximos anos.

Esperamos no final deste trabalho, confrontar e confirmar os itens indicados pela ABRECON(2022) em seus relatórios setoriais, com as informações mais específicas sobre as características das operações de reciclagem do RCD na região estudada, fornecendo assim um panorama das características das operações na RMC.

#### 4. BOAS PRÁTICAS NA GESTÃO DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL.

Considerando que Boas Práticas são conceituadas como um conjunto das técnicas, processos, procedimentos e atividades identificados, utilizados, comprovados e reconhecidos por diversas organizações, em determinada área do saber, como sendo as melhores quanto ao mérito, eficácia e sucesso alcançados pela sua aplicação na realização de uma determinada tarefa (INFOPEDIA, 2023), busca-se identificar quais são estas visando a gestão dos RCD.

A intensidade da geração de resíduos e a extensão dos impactos por eles causados, nas áreas urbanas, como já apresentados aqui, apontam claramente para a necessidade de ruptura com a ineficácia da gestão dos RCD corretiva e emergencial que não trata, e não resolve o problema e sim busca apenas literalmente enterrá-lo.

Este modelo se sustenta somente enquanto houver áreas de aterramento nas proximidades dos grandes centros urbanos.

Para fazer frente a este modelo antiquado e ineficiente de atuação, tanto nos aspectos econômicos como ambientais, surge o conceito da Gestão Diferenciada dos Resíduos da Construção Civil e Demolição (GDRCD), conforme apresentado na publicação de Reciclagem de Entulho para a Produção de Materiais da Construção - Projeto Entulho Bom - Universidade Federal Da Bahia (2001), indica seus principais objetivos:

- ✓ “A redução dos custos municipais com a limpeza urbana, com a destinação dos resíduos e com a correção dos impactos ocorrentes na Gestão Corretiva;
- ✓ A disposição facilitada dos pequenos volumes de RCD gerados;
- ✓ O descarte racional dos grandes volumes gerados;
- ✓ A preservação do sistema de aterros, como condição para a sustentação do desenvolvimento;
- ✓ A melhoria da limpeza urbana;
- ✓ O incentivo à presença e à consolidação de novos agentes de limpeza urbana;
- ✓ A preservação ambiental, com a redução dos impactos por má gestão do RCD

- ✓ A deposição, redução do volume aterrado e redução dos impactos decorrentes da exploração de jazidas naturais de agregados para a construção civil;
- ✓ A preservação da paisagem e da qualidade de vida nos ambientes urbanos;
- ✓ O incentivo às parcerias para captação, reciclagem e reutilização de RCD;
- ✓ O incentivo à redução da geração de RCD nas atividades construtiva. “ (UFB-2001,p92).

A Gestão Diferenciada é constituída por um conjunto de ações integradas que visam a:

- ✓ “**captação máxima dos resíduos gerados**, através da constituição de redes de áreas de atração, diferenciadas para pequenos e grandes geradores / coletores;
- ✓ **reciclagem dos resíduos captados**, em áreas perenes especialmente definidas para essa tarefa;
- ✓ **alteração de procedimentos e culturas**, a respeito da intensidade da geração, da correção da coleta, da disposição e das possibilidades de utilização dos resíduos reciclados.” (UFPB, 2001, p. 92)

As diretrizes básicas da Gestão Diferenciada dos RCD são a facilitação total da disposição dos RCD e outros resíduos sólidos que comumente com ele transitam, a segregação integral dos resíduos sólidos captados e a reciclagem dos resíduos captados como forma de alteração da destinação. (UFB, 2001)

Uma outra característica intrínseca da Gestão Diferenciada dos RCD é a integração na aplicação dessas diretrizes. Essa característica permite a necessária junção entre resíduos (que costumam ter destinos comuns), agentes (geradores e coletores, públicos e privados), e processos que devem ser articulados como:

- ✓ “coleta extensiva de resíduos;
- ✓ reciclagem eficiente da mais ampla gama possível de tipos; e
- ✓ uso intensivo de resíduos reciclados em obras e serviços públicos e privados.” (UFB, 2001, p. 93).

Observadas estas diretrizes básicas para Gestão Diferenciada dos RCD apuramos ao longo de toda discussão apresentada na publicação em referência,

algumas das práticas, que julgamos ser mais relevantes para o estudo, com o objetivo de consolidar este novo modelo de gestão. Para isso relacionamos as boas práticas de gestão às diretrizes básicas para sua efetiva implantação, o que mostra o Quadro 17.

A sustentabilidade da Gestão Diferenciada de RCD é obtida pela facilitação do descarte dos resíduos gerados, pela sua segregação na captação e na remoção dos resíduos e pela radical alteração da solução de destinação, eliminando o aterramento de materiais plenamente reaproveitáveis e o inevitável e fatal esgotamento das áreas que podem sustentar o desenvolvimento urbano.

Quadro 17: Boas Práticas de Gestão dos Resíduos da construção Civil e sua relação com as Diretrizes básicas para implantação da Gestão Diferencia dos RCD

<b>Diretrizes Básicas GDRCD</b>		<b>Boas Práticas relacionadas</b>	
1	Facilitação Total da Disposição		
		1.1	1. A localização da Usina recicladora baseada em análise técnica e econômica considerando as distâncias percorridas e as melhores condições logísticas e de custo de transporte
2	Segregação integral dos Resíduos Sólidos coletados		
		2.1	A política de conscientização quanto a necessidade de deposição e disposição correta dos RCD com palestras específicas em entidades de classe, comunidade local atingida, escolas entre outras
3	Reciclagem total dos resíduos coletados		
		3.1	O dimensionamento da Usina, quanto ao tamanho e capacidade nominal, baseada em estudos que consideram o crescimento populacional e desenvolvimento econômico previstos para os municípios da região
		3.2	A produção e fabricação de novos artefatos com materiais oriundos do processo de reciclagem
		3.3	O programa de treinamento intensivo em procedimentos operacionais e a fim de distinguir materiais recicláveis para os colaboradores diretos e indiretos da Usina

Quadro 17: Boas Práticas de Gestão dos Resíduos da construção Civil e sua relação com as Diretrizes básicas para implantação da Gestão Diferencia dos RCD – Continuação

Diretrizes Básicas GDRCD		Boas Práticas relacionadas	
		3.4	A política de Saúde e Segurança do trabalho que assista e orienta os colaboradores diretos e indiretos da Usina, quanto aos cuidados necessários e uso de EPI's
		3.5	A política de geração e acompanhamento de Indicadores de desempenho (KPI's) considerados importantes para a operação da Usina
4	Integração entre os agentes envolvidos (geradores, coletores, recicladores públicos e privados) na Gestão dos RCD		
		4.1	O estabelecimento de parcerias com os principais atores da cadeia produtiva de grandes e pequenos geradores de RCD como, Prefeituras, Construtoras, Coletoras e Transportadoras do RCD Cooperativas de reciclagem, entre outras.
		4.2	A elaboração de um plano estratégico de gestão para o desenvolvimento e crescimento da Operação
		4.3	Política intensiva de venda e comercialização pelos diversos canais disponíveis dos agregados gerados pela Usina.

Fonte: Elaborado a partir da pesquisa bibliográfica.

A Gestão Diferenciada apoia-se sobre a reciclagem intensiva dos RCD, mas também possibilita novas formas de destinação para outros tipos de resíduos que com eles são descartados, como a reciclagem de embalagens, compostagem de resíduos orgânicos e podas vegetais e desmontagem e reaproveitamento de resíduos volumosos.

Esta abordagem de difundir e incentivar boas práticas de gestão, no nosso estudo específico quanto ao gerenciamento dos resíduos da construção civil, não é nenhuma inovação, e assim é também utilizada na união europeia como estratégia de gestão e instrumentos afim de atingir as metas e objetivos audaciosos definidos para o setor por lá, como a taxa de reciclagem de 70% (CRAVEN, 2015).

Considerando as circunstâncias nacionais diferentes entre os Estados-

Membros europeus para atingir a tal meta os países carecem de incentivo para as indústrias daqueles países ou regiões onde as taxas atuais estão muito longe disso.

Atualmente, o setor de construção europeu produz 820 milhões de toneladas

de resíduos de construção e demolição (RCD) todos os anos, de acordo com o Eurostat (EUROSTAT, 2017)

Neste contexto, a clara definição e partilha de técnicas e boas práticas é uma abordagem essencial e utilizada no desenvolvimento de novas estratégias para o setor da construção, contribuindo para a implementação de uma estratégia de desenvolvimento sustentável para o continente (COMISSÃO EUROPEIA, 2015b).

Esta abordagem sustentou os documentos de referência setoriais desenvolvidos com base no artigo 46.º do Esquema de Ecogestão e Auditoria, (EMAS-PARLAMENTO EUROPEU E CONSELHO et al., 2009) Esses documentos incluem uma descrição das Melhores Práticas de Gestão Ambiental, MPGA, sustentadas por referências quantitativas de excelência, baseadas em indicadores de desempenho específicos do setor, que validam altos níveis de desempenho ambiental.

O envolvimento de várias partes interessadas especializadas no processo de definição de MPGA garantem que elas tenham como alvo as áreas com comprovado potencial de melhoria e viabilidade econômica,

O quadro 18 resume os MPGA selecionadas para o gerenciamento de RCD na União Europeia. A definição das melhores práticas considerou toda a cadeia de valor do setor de construção civil e seguiu sua sequência ao longo da cadeia. Primeiramente, as melhores práticas abordam a definição de estratégias de gestão em uma fase pré-construção (concepção e design do projeto), em seguida, as técnicas de redução da geração de resíduos e coleta são propostas em uma segunda categoria, e por fim, as práticas de reutilização, tratamento e recuperação de materiais são discutidas em terceira e quarta categoria.

Quando comparamos as Melhores práticas da gestão dos RCD, defendida pelos pesquisadores e professores da UFB, e a melhores práticas para gestão

ambiental dos RCD selecionadas na União Europeia, notamos diversas coincidências, convergência de ideias e total alinhamento de ações.

Exceto com relação as ações focadas a redução da geração de resíduos presentes na lista europeia, o restante é basicamente o mesmo direcionamento estratégico, ou seja, ambas visões focam na captação máxima dos resíduos gerados, na reciclagem eficiente e eficaz do resíduo coletado, no uso intensivo do agregado reciclado, nos incentivos econômicos e regulamentações que fomentem e intensifiquem estas práticas, na implantação de planos de gerenciamento de resíduos que promovam estas práticas e na completa interação e alinhamento dos diversos atores deste processo com vistas na circularidade e sustentabilidade do trato do RCD

Quadro 18- Melhores Práticas de Gestão Ambiental para os RCD, selecionadas na União Europeia.

item	Melhores Práticas de Gestão para os RCD na UE	Descrição	Principais envolvidos e tomadores de decisão
<b>1</b>	<b>Estratégias de Gerenciamento do Resíduo</b>		
1.1	Plano de Gerenciamento do RCD	Desenvolver planos de gestão local, regional e/ou nacional de RCD que envolvam os principais stakeholders, priorizem a redução de resíduos e desperdícios e reutilização de materiais, estabelecer os requisitos mínimos para classificação gerenciamento, identificação e quantificação dos volumes de RCD . Estabelecer as necessidades de tratamento, impulsionar a inovação em oportunidades de reciclagem e regular ou padronizar a gestão de produtos perigosos	Autoridades públicas nos níveis nacional e regional
1.2	Instrumentos Econômicos	Usar instrumentos econômicos para encorajar e maximizar o desempenho ambiental de sistemas de gestão de resíduos baseados na redução de custos da reciclagem (taxa de aterro), uso de materiais reciclados (valor dos de agregados reciclados) ou sistemas de reembolso B2B	Autoridades públicas nos níveis nacional e regional, Empreiteiros e Fornecedores
1.3	Planos de gerenciamento de resíduos na Obra	Prevenir e gerenciar a geração de resíduos, definindo um padrão ou um plano regulamentado de gerenciamento de resíduos no local da obra, especificando ações para cada tipo de resíduo, a quantidade esperada de dos resíduos gerados, as alternativas de gestão, alocação de recursos, estimar e minimizar os custos e definir responsabilidades.	Autoridades públicas nos níveis Regional e/ou local, Organizações de gestão de resíduos, Desenvolvedores e Empreiteiras
<b>2</b>	<b>Redução da Geração e Coleta</b>		
2.1	Minimizando o desperdício	Prevenir e minimizar o desperdício em todas as fases do ciclo de vida da construção, durante as fases de especificação e de projeto, identificando as oportunidades para o uso de elementos pré-fabricados, métodos modernos de construção, aluguel e reutilização de auxiliares e uso reduzido de estacas no local. Para demolição de edifícios, utilizar técnicas que permitam a desmontagem sistemática de edifícios para maximizar a reutilização e reciclagem de materiais recuperados.	Projetistas e Arquitetos

Quadro 18- Melhores Práticas de Gestão Ambiental para os RCD, selecionadas na União Europeia. - Continuação

<b>item</b>	<b>Melhores Práticas de Gestão para os RCD na UE</b>	<b>Descrição</b>	<b>Principais envolvidos e tomadores de decisão</b>
2.2	Gerenciamento do desperdício na obra e prevenir a ocorrência	Prevenir e gerenciar a geração dos resíduos, incluindo o monitoramento, o estabelecimento estratégias para separação, segregação e coleta dos resíduos e a atualização constante do plano local de gestão de resíduos	Projetistas, Arquitetos e Gerentes de obra
2.3	Utilização eficiente dos materiais	Evitar perdas de materiais melhorando a logística de materiais, planejar a gestão dos materiais vencidos e aplicar métodos inovadores e boas práticas de armazenamento e manuseio.	Projetistas, Arquiteto, Desenvolvedores e Empreiteiros
<b>3</b>	<b>Reuso</b>		
3.1	Demolição	Avaliar e maximizar a recuperação dos materiais de edifícios no final de sua vida útil, seguindo os princípios da transparência (todos os elementos visíveis), regularidade (os materiais são usados para as mesmas aplicações originais), e simplicidade (número limitado de materiais e componentes e materiais fáceis de separar).	Projetistas, Arquiteto, Desenvolvedores e Empreiteiros
3.2	Reutilização de materiais	Coletar e reunir os materiais ou auxiliares na construção ou demolição locais, evitando a geração de resíduos de, por exemplo, tijolos, telhas, tapas, vigas, paletes, ferragens, estruturas auxiliares, etc.	Gerentes de Obra
<b>4</b>	<b>Recuperação de materiais e tratamento do resíduo</b>		
4.1	Triagem, segregação e reciclagem do resíduo	Separar e processar fluxos de resíduos mono-fracionados, tanto nas Usinas de reciclagem móveis ou fixas, a fim de maximizar a produção de agregados reciclados de alta qualidade.	Administração pública, fornecedores, Organizações de gestão de resíduos
4.2	Garantia da qualidade do AR	Participar de acordos e normas setoriais sobre a qualidade de produtos reciclados ou esquemas de garantia de qualidade, a fim de aumentar a absorção de agregados reciclados, incentivar a segregação dos resíduos e não destinação em aterros.	Autoridades públicas nos níveis nacional e regional, Organizações de gestão de resíduos
4.3	Recuperação das placas de gesso.	Reciclar resíduos de placas de gesso e outras fontes de resíduos de gesso para a fabricação de novas placas, de acordo, se disponível, a um esquema de garantia de qualidade ou acordo industrial.	

Fonte : Adaptado Galvez-Martos et al., 2018).

## **5. FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO (FCS) DA GESTÃO DAS OPERAÇÕES DE RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL(RCD)**

Uma operação sustentável é aquela que contribui com o desenvolvimento sustentável, gerando, simultaneamente, benefícios econômicos, sociais e ambientais, conhecidos como o tripé da sustentabilidade.

Assim além dos usuais resultados financeiros de curto e longo prazo ,como margem de lucro e valor das ações, bem como, aumento do volume de vendas, participação de mercado e valorização da marca, a operação simultaneamente persegue metas ambientais, como a redução de emissão de GEE, o uso responsável da água, a utilização de energia vinda de fontes renováveis, a redução ou eliminação de resíduos, além de possuir uma atitude responsável com o descarte de seu produto ou sua embalagem, e por fim busca objetivos sociais, como apoio e suporte as comunidades vizinhas e tocadas pela sua operação, combate ao trabalho escravo e infantil, cuidado e zelo com a segurança e saúde de seu colaboradores, entre outras tantas ações ambientais e sociais.

Portanto o sucesso operacional sustentável que procuramos neste estudo não é trivial no mundo dos negócios, e por isso tornou-se ainda mais interessante a pesquisa, pois objetiva-se descobrir e iluminar estas verdadeiras joias organizacionais, para que possam, servindo de “benchmarking”, clarear e facilitar o caminho de sucesso para muitas outras operações de reciclagem dos RCD espalhadas pelo Brasil.

### **5.1 Fatores Críticos de Sucesso, uma Proposta Conceitual.**

A literatura tem uma linha de estudo que lida com os chamados fatores críticos de sucesso (FCS's), um termo que foi usado pela primeira vez por Rockart (1979) para designar os “elementos vitais” para o sucesso de qualquer

empreendimento. Rockart (1979) propôs que os fatores críticos de sucesso são para qualquer projeto, empresa, organização ou empreendimento, o número limitado de áreas nas quais os resultados, se satisfatórios, garantirão o desempenho competitivo, na direção do sucesso da organização. Eles são as poucas áreas-chave em que “as coisas têm que obrigatoriamente dar certo para o negócio prosperar”.

No nível estratégico, os FCS são definidos como aquelas poucas coisas muito importantes que uma organização deve fazer, muito bem-feito, para garantir o sucesso da operação (BOYNTON; ZMUD, 1984). No nível operacional, os FCS são as questões-chave que ajudam a definir se uma organização está alcançando suas metas e objetivos no ambiente em constante mudança (YEO, 1991).

A abordagem FCS tem sido usado como ferramenta da gestão eficiente de Operações desde década de 1970 (LI et al., 2005b) e agora tem sido uma abordagem popular em pesquisas em uma ampla gama de disciplinas, incluindo a gestão da construção civil (CHUA et al., 1999; SHEN e LIU, 2003; LI et al., 2005b; CHEN e CHEN, 2007; LU et al., 2008).

De acordo com Inayat, Melhem e Esmaily (2014), há consenso entre os pesquisadores que muito do sucesso dos negócios dependem da presença ou ausência de FCS. No entanto, apesar da reconhecida relevância dos FCS, existem poucos estudos visando fornecer conjuntos de FCS para projetos específicos, e ainda menos estudos que buscaram identificar empiricamente a relação entre esses fatores e o sucesso dos projetos (IKA; DIALLO; THULLIER, 2012).

Lu et al. (2008) sugeriu que a abordagem FCS's poderia ser um método eficaz em duas situações a saber, primeiramente em um cenário complexo, quando a tarefa é reduzir os vários fatores críticos a fim de simplificar o sistema, tornando-o mais gerenciável; e por último, quando muitos fatores de sucesso estiverem competindo entre si por recursos, tempo ou dedicação, assim a abordagem FCS's poderia ajudar a identificar esses fatores vitais para focar a gestão.

Portanto, a abordagem FCS é considerada um método bastante apropriado para, investigando e classificando os fatores críticos, direcionar e focar os esforços da

gestão dos RCD, objetivando a maior probabilidade de sucesso.

Considerando então os FCS como modelo conceitual o objetivo deste trabalho é o analisar e identificar quais são os principais FCS que influenciam positivamente o sucesso na gestão das operações de reciclagem dos resíduos da construção civil e demolição na região metropolitana de Campinas e municípios contíguos. Assim os objetivos específicos do artigo são:

1. Identificar na literatura os FCS consistentes com a reciclagem dos RCD; e
2. Analisar e avaliar o nível de importância desses FCS para as operações de reciclagem dos RCD na RMC e entorno

## **5.2 Revisão Bibliográfica, a Contribuição da Academia para o Tema.**

A investigação bibliográfica seguiu com a amostra de artigos sobre FCS na gestão de RCD definida a partir da escolha das bases de dados, da identificação das palavras-chave, da determinação dos tipos de documentos e período de publicação.

Quanto à determinação da base de dados, optou-se por utilizar as plataformas mais populares para pesquisas acadêmicas – Web of Science e Scopus e para os tipos de documentos e período de publicação optou-se por não colocar inicialmente nenhuma restrição afim de buscar abrangência na pesquisa.

As palavras chaves utilizadas estão indicadas abaixo

Tópico 1: ((waste manage\*) AND (rubble recycl\* OR C&D recycl\*OR concrete Recycl\*))

Tópico 2 : Critical Success Factors (CSF's) for Sustainable Management of Construction and Demolition Waste (C&D)

O tratamento dos dados resultou em 109 artigos. Após análise optou-se por considerar quinze documentos da amostra por estarem mais alinhados com o tema da pesquisa, conforme indicados na tabela 08.

Tabela 08- Resumo da Revisão bibliográfica realizada

Base de Dados	Artigos Encontrados	Artigos Relacionados	Artigos Selecionados
Web of Science & Google Scholar	109	15 (7,2%)	5 (4,5%)

Fonte: Elaborado a partir da pesquisa bibliográfica

Seguiu-se então uma leitura mais detalhada destes quinze artigos (Quadro19) na busca de evidências comprobatórias da influência dos fatores críticos de sucesso na gestão dos RCD.

Quadro 19. Lista dos Artigos mais alinhados com o tema da pesquisa.

Item	Título	Fonte / Ano	Autores
1	Recycling rubble into aggregates: a model for local governments	HABITAT INTERNATIONAL Volume: 25 Issue: 4 Pages: 493-502 (2001)	Elias-Ozkan, ST
2	Use of building rubbles as recycled aggregates,	Cement and Concrete Research 33, 125 – 133 (2003)	How-Ji Chen, Tsong Yen, Kuan-Hung Chen
3	Recycling of Construction Waste in Terms of Sustainable Building.	Problems of Sustainable Development 2/2010, 125-132	Janusz Adamczyk, Robert Dylewsk
4	<b>Exploring critical success factors for waste management in construction projects of China (Shenzhen)</b>	<b>Elsevier resources, conservation and recycling volume 55, issue 2, december 2010, pages 201-209</b>	<b>Weisheng Lu and Hongping Yuan</b>
5	Best practice measures assessment for construction and demolition waste management in building constructions.	Resources, Conservation and Recycling(2013)	Paola Villoria Saez, Mercedes del Río Merinoa, Alicia San-Antonio González, César Porras-Amores
6	Analysis of the implementation of effective waste management practices in construction projects and sites.,Resources, Conservation and Recycling	Conservation and Recycling, Volume 93, December 2014, Pages 99-112	Marta Gangoellés, Miquel Casals, Núria Forcada, Marcel Macarulla
7	Concrete with recycled aggregates as urban sustainability project	REVISTA INGENIERIA DE CONSTRUCCION Volume: 30 Issue: 2 Pages: 99-108 (2016)	Bedoya, Carlos; Dzul, Luis
8	<b>Determining the critical success factors for waste management</b>	<b>bulletin of engineering, fascicule 3,july (2016)</b>	<b>Abdelnaser Omran. Migdad Eltayeb, Acta Technica Corviniensis</b>

Quadro 19. Lista dos Artigos mais alinhados com o tema da pesquisa. - Continuação

Item	Título	Fonte / Ano	Autores
	<b>in construction projects in Khartoum city, Sudan,</b>		
9	<b>An integrated model for factors affecting construction and demolition waste management in Iran</b>	<b>Engineering, Construction and Architectural Management Vol. 24 No. 6, pp. 1246-1268 © Emerald Publishing Limited (2017)</b>	<b>Bahareh Nikmehr at all</b>
10	Recycling of construction waste as one of the aspects of sustainable construction Source: <i>Ekonomia i srodowisko-economics and environment</i> Volume: 1 Issue: 64 Pages: 144-155 Published: 2018	<i>Ekonomia i srodowisko-economics and environment</i> Volume: 1 Issue: 64 Pages: 144-155 (2019)	Nalewajko, Marta
11	Factors Influencing Construction Waste Generation in Building Construction: Thailand's Perspective	<i>Jornal Sustainability</i> 2019, 11, 3638; doi:10.3390/su11133638	Chakkrit Luangcharoenrat , Singh Intrachooto , Vachara Peansupap and Wandee Sutthinarakorn
12	Construction and demolition waste management contributing factors coupled with reduce, reuse, and recycle strategies for effective waste management	A review <i>Journal of Cleaner Production</i> (2020).	Kamyar Kabirifar, Mohammad Mojtahedi, Changxin Wang, Vivian W.Y. Tam
13	<b>Identificação de fatores críticos de sucesso para gerenciamento de resíduos da construção civil (Caruaru-Brasil)</b>	<b>Journal Production Engineering.(2020)</b>	<b>Wesley silva, Adalberon Brenno Quirino da Silva, Anna Beatriz Monteiro Garcia Galindo, Sérgio Diego Serafim Cardoso, Emerson Silva, &amp; Wanny de Moraes</b>
14	Developing efficient circularity for construction and demolition waste Management in fast emerging economies: Lessons learned from Shenzhen,	<i>China Science of the Total Environment</i> (2020)	Zhikang Bao, Weisheng Lu,
15	<b>Success Factors for Construction Waste Recycling in Developing Countries: A Project Management Perspective</b>	<b>Proceedings of the 3rd RILEM Spring Convention and Conference (RSCC 2020), RILEM Bookseries 36 (Jul/2021)</b>	<b>Rahimi A. Rahman, Abdulmalek K. Badraddin, Muzamir Hasan, and Nor'Aini Yusof</b>

Fonte: Elaborado a partir da pesquisa bibliográfica

Mais especificamente os cinco artigos numerados como 4;8;9;13 e 15 destacados no Quadro 18 (Abdelnaser Omran, Migdad Eltayed, 2016; Weisheng Lu ,

Hongping Yuan 2010; Wesley Silva, at all, 2020; Rahimi A. Rahman, at all, 2021 e Bahareh Nikmehr at all, 2017), possuem a mesma estrutura metodológica e buscaram identificar e analisar os principais FCS para a gestão dos Resíduos da Construção Civil e Demolição nas suas localidades específicas. Daí utilizando-se dos FCS consagrados pela literatura, indicados no Quadro 20, e através de entrevistas e questionários os pesquisadores buscaram primeiramente validar e em seguida, classificar os FCS conforme a visão e percepção dos entrevistados.

O escopo e as características dos questionários utilizados e das entrevistas realizadas nestas cinco pesquisas estão descritos a seguir:

- Pesquisa em Khartoum/Sudão (ABDELNASER OMRAN; MIGDAD ELTAYED, 2016), com 65 questionários foram enviados para diferentes empresas na cidade de Cartum, direcionado ao gerente de projeto, empreiteiros, consultores.

- Pesquisa em Shenzhen/China (WEISHENG LU; HONGPING YUAN, 2010) com 14 entrevistas semiestruturadas com profissionais, pesquisadores e funcionários do governo.

- Pesquisa em Caruaru/Brasil (WESLEY SILVA, at all, 2020); com 82 questionários respondidos, 41% estudantes da área da construção civil, 38% profissionais da área da construção civil e 21% do setor da reciclagem”.

- Pesquisa na Malásia (RAHIMI A. RAHMAN, at all, 2021) através de entrevistas pessoais com 13 gerentes de projetos da Construção civil;

- Pesquisa em Tehrân no Iran (BAHAREH NIKMEHR at all, 2017) onde de 345 questionários enviados aos gestores das companhias da construção civil 103 foram respondidas, sendo 30 de empresas de grande porte, 21 de pequeno e médio porte, ambas homologadas pelos órgãos públicos e 52 empresas da construção imobiliária da cidade.

Os resultados destas pesquisas mostraram que os FCS são fortemente dependentes das circunstâncias e características dos locais onde a gestão dos RCD e a pesquisa são realizadas. Por exemplo, os fatores classificados como primeiro, segundo e terceiro lugar, respectivamente (1=Uso de materiais e sistema de armazenamento; 2=

Melhorar a comunicação entre os participantes do projeto; 3=Sistema de supervisão de resíduos no local) mais importantes no Sudão, nem ao menos foram citados na pesquisa no Brasil e tão pouco na China, por outro lado, o item em primeiro lugar em importância na China (Regulamentação da gestão de resíduos), apesar de ser citado no Brasil é o penúltimo no Sudão. Outro exemplo, o fator " Mudanças de Projeto, que foi classificado no estudo na China, não aparece nas considerações do estudo no Sudão e no Brasil.

Já na pesquisa em Tehrân os fatores críticos de sucesso foram classificados em função da influência nos níveis de Projeto, Construção e do Governo.

Enquanto na Malásia os principais fatores críticos de sucesso foram a competência, conhecimento e habilidades dos operadores, o planejamento detalhado do projeto e os programas adequados de treinamento.

Assim, embora os estudos possam fornecer informações valiosas sobre a implementação da reciclagem de resíduos de construção civil, no corpo do conhecimento existente, falta a compreensão dos fatores críticos de sucesso para a gestão dos RCD e reciclagem nas localidades da RMC e vizinhança. Em outras palavras, as descobertas anteriores são incapazes de fornecer assertividade quanto aos fatores que garantam, e melhor ainda, potencializem, o sucesso da reciclagem de resíduos na conjuntura local escolhida para realização do estudo. Portanto, como proposto Weisheng Lua e Hongping Yuan (2010) em sua pesquisa em Shenzhen na China, o uso FCS também poderiam ser usados como referência para a realização de pesquisas em outras economias em desenvolvimento, como a Índia e Brasil, com o objetivo de ajudar a reduzir o impacto negativo da geração de RCD.

Assim propondo preencher esta lacuna, este estudo irá identificar, analisar e classificar a lista de fatores críticos que possam potencializar o sucesso para as operações de reciclagem de resíduos de construção civil e demolição na RMC e municípios vizinhos.

Como mostrado nas pesquisas enumeradas aqui não há indicação de fator preponderante ou determinístico na identificação dos FCS, isto, justifica, reforça a

necessidade de uma pesquisa específica na Região Metropolitana de Campinas (RMC), para então apurar os FCS e assim ser mais assertivo e efetivo na proposta de melhoria da gestão dos RCD.

O quadro 20 apresenta, com base na revisão bibliográfica, os dezesseis fatores críticos de sucesso (FCS) da gestão dos resíduos da Construção Civil e Demolição, que aparecem com mais frequência na literatura, os quais serão alvo da investigação neste trabalho.

A fim de buscar um melhor entendimento sobre a origem dos FCS, eles foram classificados em função da relação com Pessoas, Processos e Relações com os interessados na operação, assim procura-se encontrar similaridades nos fatores influenciadores.

Quadro 20- – Fatores Críticos de Sucesso na gestão dos RCD

Item	Classificação	Autor	Fator Crítico de Sucesso (FCS)
1	FCS relacionados com as partes interessadas	Hadjieva-Zaharieva et al. (2003) Jaillon e Poon (2008), Karavezyris (2007)	Legislação e regulamentação do setor
2		Mills et al. (1999)	Mercado maduro para os derivados da reciclagem
3		Chen et al. (2002)	Incentivo econômico
4		Faniran e Caban (1998)	Comunicação entre os participantes do projeto
5	FCS relacionados com aspectos humanos	Teo & Loosemore (2001) Poon (2007), Tam et al. (2007), Tam (2008b) e Treloar et al. (2003) Osmani et al., 2008; Yuan, 2008)	Conscientização sobre a importância da gestão de resíduos da construção civil
6		Yeung et al. (2007) Wang et al., (2008) Tam and Tam, (2008); Yuan, (2008).	Qualificação operacional e conhecimento dos profissionais da construção civil sobre os materiais recicláveis
7	FCS relacionados com processos organizacionais	Tam (2008b) e Peng et al. (1997)	Sistema de Supervisão de resíduos na Obra
8		Lingard et al. (2001)	Os projetos com atenção para a gestão de resíduos
9		Wang et al. (2004)	treinamento dos operários quanto a reciclagem dos resíduos

Quadro 20- – Fatores Críticos de Sucesso na gestão dos RCD - Continuação

<b>Item</b>	<b>Classificação</b>	<b>Autor</b>	<b>Fator Crítico de Sucesso (FCS)</b>
10		Osmani (2008)	Aumento dos custos do projeto
11		Faniran e Caban (1998) e Poon et al. (2004b) (1998) e Poon et al. (2004b)	Alterações de Projeto
12		Lu & Yuan (2010).	Tradicionalismo na cultura de construção e demolição
13		Karavezyris (2007)	Falta de métodos de construção e demolição efetivos. (baixo desperdício)
14		Tam&Tam (2008)	Espaço limitado no local da obra
15		Tam (2008b), Poon et al. (2004b, c) e McGrath (2001)	Triagem e Seleção dos resíduos na Obra
16		Faniran e Caban (1998) e Poon et al. (2004b) (1998) e Poon et al. (2004b)	Uso e armazenamento de materiais na obra

Fonte: Elaborado a partir da pesquisa bibliográfica

## 6. MÉTODO

Neste capítulo abordam-se os aspectos metodológicos do trabalho onde são apresentados a classificação e o planejamento da pesquisa, a formulação das afirmações e a construção do questionário, ambos baseados nos FCS identificados na literatura. A seguir descreve-se o método do Alfa de Cronbach para análise da confiabilidade do questionário e por fim caracteriza-se a amostra das operações pesquisadas, o detalhamento das entrevistas e o levantamento de dados documentais. Por último indica-se as técnicas estatísticas descritivas utilizadas para primeiro validar as afirmações (FCS) levantados e em seguida classificá-la pelo seu nível de importância.

### 6.1 Classificação da Pesquisa

Quanto aos procedimentos metodológicos, conforme ilustrado na figura 47 e destacado em negrito, essa pesquisa se caracteriza, como um estudo misto e exploratório, baseado em pesquisa bibliográfica e documental e em levantamento de campo (survey).

Realiza-se uma pesquisa bibliográfica afim de buscar fundamentação teórica sobre os FCS na gestão de operações de reciclagem dos RCD, mais importantes e frequentes na literatura, fornecendo assim dados atuais e relevantes para a pesquisa (MARCONI; LAKATOS, 2003).

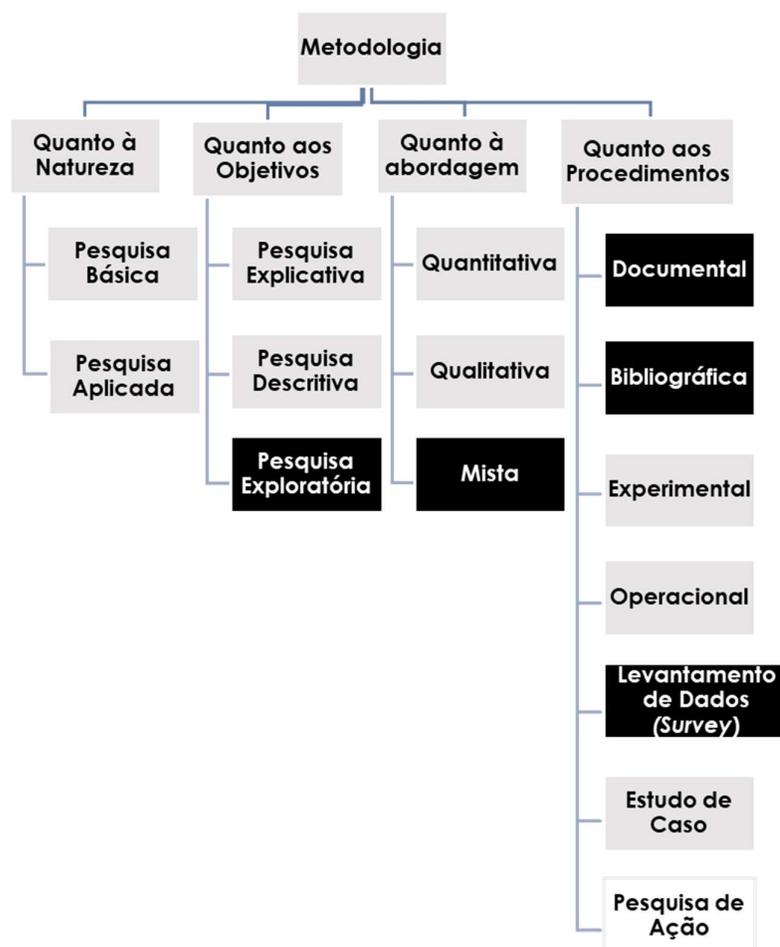
De forma similar à pesquisa bibliográfica, realiza-se uma pesquisa documental, que é a fonte de coleta de dados restrita a documentos escritos, denominados primários ou secundários, contemporâneos e retrospectivos (MARCONI; LAKATOS, 2012), como relatórios, pesquisas, anuários setoriais, normas do seguimento, entre outros.

A pesquisa é exploratória, porque levantou e reuniu informações,

proporcionando maior familiaridade e conhecimento sobre o tema (GIL, 2009).

A pesquisa classifica-se como mista, pois como qualitativa, busca analisar e interpretar com profundidade determinados fenômenos baseados em dados empíricos coletados e em amostras reduzidas e restritas, além de estabelecer relações entre os dados e respostas obtidas como que é apresentado na literatura acerca do tema estudado. Assim o objetivo fundamental da pesquisa qualitativa reside no aprofundamento da compreensão de um fenômeno por meio de entrevistas em profundidade e análises qualitativas da consciência articulada dos atores envolvidos (RICHARDSON, 1999).

Figura 47. Classificação da Pesquisa



Fonte: Elaboração própria com base LAKATOS (2023)

E quantitativa pois foram utilizadas na pesquisa ferramentas da estatística

descritiva no processo de análise dos FCS, com a avaliação da frequência de respostas para cada nível da escala Likert de 5 pontos de maneira a tratar e classificar os dados obtidos.

Por fim o “Survey” ou levantamento de campo através de entrevistas foi o método escolhido para coleta de dados sobre a importância dos FCS da gestão das operações de reciclagem dos RCD e sobre a eficácia das Boas Práticas de gestão dos RCD, pois sendo um dos métodos mais utilizados na pesquisa qualitativa (Godoy, 2005), busca testar a teoria, elaborando afirmações sobre o tema.

Assim para o levantamento de dados de campo foi construído o questionário e as entrevistas foram realizadas, de forma presencial, com os gestores e responsáveis pelas operações selecionadas a fim de avaliar os fatores críticos que potencializem o sucesso na gestão de Operações de Reciclagem de resíduos da construção Civil e Demolição (RCD), na Região Metropolitana de Campinas (RMC) e cidades vizinhas.

## **6.2 Planejamento da Pesquisa.**

Embora alguns estudos tenham adotado procedimentos sistemáticos para identificação de FCS, Shen e Liu (2003) e Lu et al. (2008) resumiram os procedimentos para identificar os fatores críticos em cinco etapas, são elas:

(1) identificar um conjunto completo de fatores de sucesso selecionados e gerar um conjunto de afirmações baseados nestes FCS.

(2) conduzir uma pesquisa para validar as afirmações levantadas e investigar o grau de importância de cada FCS, referindo-se a um determinado local ou região;

(3) calcular o valor do índice de importância (RII) de cada FCS com base nos dados da pesquisa;

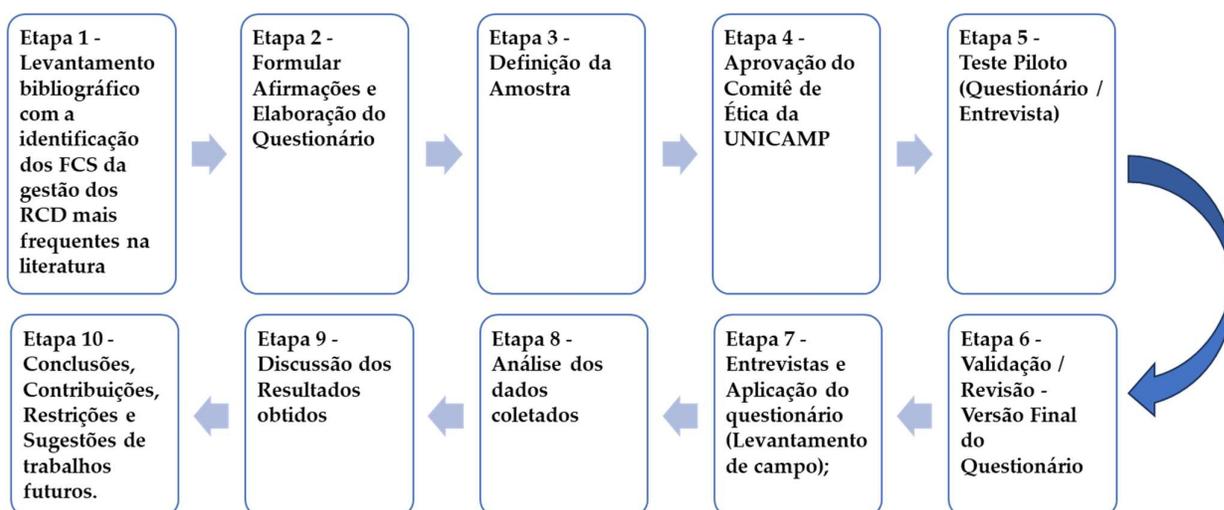
(4) identificar os FCS selecionados com alto grau de importância do

conjunto de FCS validados; e

(5) analisar os principais FCS identificados.

Seguindo portando as diretrizes de Lu et al. (2008), descreve-se resumidamente na Figura 48 as etapas e os procedimentos adotados para a execução da pesquisa.

Figura 48 – Etapas da Pesquisa



Fonte: Elaborado a partir da pesquisa bibliográfica

### 6.3 Formulação das Afirmações da pesquisa.

Para a elaboração do questionário, formularam-se afirmações. A formulação das afirmações de pesquisa baseou-se na revisão de estudos relacionados ao tema que tratam dos fatores críticos de sucesso para o gerenciamento de resíduos da construção civil pelo mundo.

Todavia, o escopo da pesquisa foi ampliado para incluir não apenas os FCS indicados pela literatura, mas também, indicadores mais específicos decorrentes das melhores práticas na Gestão dos RCD, com o objetivo de ter um resultado mais abrangente.

Nesse sentido o Quadro 21 mostra os principais autores identificados, os respectivos fatores críticos de sucesso relacionados, as afirmações formuladas e a etapa da cadeia produtiva a qual o respectivo FCS está relacionado.

Quadro21. Afirmações de pesquisa formuladas com base no FCS mais frequentes na Literatura

N	Autor	Fator Crítico de Sucesso (FCS)	Afirmção Formulada	Etapas da Cadeia Produtiva do RCD
1	Hadjieva-Zaharieva et al. (2003) Jaillon e Poon (2008), Karavezyris (2007)	Q1-Legislação e regulamentação do setor	Q1- A Legislação é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	Geração
			Q2- As Políticas públicas são fatores críticos para o sucesso da operação de reciclagem.	Geração
			Caso concorde, indique qual política seria a mais importante.	na
			Q2.1 Combate ao descarte irregular do entulho.	Coleta
			Q2.2 Facilidade na disposição do entulho pela cidade (Ecopontos)	Coleta
			Q2.3 Campanhas educacionais e de conscientização para os cuidados com o Entulho	Toda cadeia
			Q2.4 Redução dos custos para utilização de caçambas	Transporte
			Q2.5 Outra	na
			Q3- A fiscalização do descarte irregular dos resíduos da construção civil e demolição é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	Coleta
Q4- A facilitação da disposição correta dos resíduos da construção civil e demolição (ecoponto) é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.				
2	Mills et al. (1999)	Q5-Mercado maduro para os derivados da reciclagem	Q5- A existência de um mercado desenvolvido para os derivados da reciclagem é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	Reuso
			Q21- A Baixa Qualidade do resíduo da construção civil é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	Reciclagem

N	Autor	Fator Crítico de Sucesso (FCS)	Afirmação Formulada	Etapas da Cadeia Produtiva do RCD
			Q22- A concepção de que um produto ou material confeccionado com a utilização de resíduos da construção civil possui qualidade inferior a outro confeccionado com matérias primas virgens é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	Reuso
3	Chen et al. (2002)	Q6-Incentivo econômico	Q6- Um incentivo econômico é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	Reuso
			Caso concorde, indique qual incentivo acredita ser o mais importante.	na
			Q6.1 Redução de Impostos e tributos	Reciclagem
			Q6.2 Preferência em licitações públicas	Reuso
			Q6.3 Aumento dos prazos de pagamento de impostos e tributos	Reciclagem
Q6.4 Outro:	na			
4	Faniran e Caban (1998)	Q7-Comunicação entre os participantes do projeto	Q7- A comunicação entre os participantes da Cadeia Produtiva (Gerador / Caçambeiro / Órgãos públicos / Usina Reciclador / Construtor) é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	Toda cadeia
5	Teo & Loosemore (2001)	Q8- Conscientização sobre a importância da gestão de resíduos da construção civil	Q8- A conscientização sobre a importância da gestão de resíduos da construção civil no canteiro de obras é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	Coleta

N	Autor	Fator Crítico de Sucesso (FCS)	Afirmação Formulada	Etapas da Cadeia Produtiva do RCD
6	Yeung et al. (2007)	Q9-Qualificação operacional e conhecimento dos profissionais da construção civil sobre os materiais recicláveis	Q9- A qualificação dos profissionais (operacionais e de gestão) da construção civil é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	Reciclagem
7	Tam (2008b) e Peng et al. (1997)	Q10-Sistema de Supervisão de resíduos na Obra	Q10- O Sistema de Supervisão dos resíduos nos canteiros de obra é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	Coleta
8	Lingard et al. (2001)	Q11-Os projetos com atenção para a gestão de resíduos	Q11- O Projeto com atenção especial para a gestão de resíduos nos canteiros de obras é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	Coleta
9	Wang et al. (2004)	Q12-Treinamento dos operários quanto a reciclagem dos resíduos	Q12- O Treinamento dos operários da Usina quanto a Reciclagem dos resíduos é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	Reciclagem
10	Osmani (2008)	Q13-Aumento dos custos do projeto	Q13- O aumento dos custos da Construção Civil (MO / Materiais, Máquinas, Equipamentos, etc.) é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	Reciclagem
11	Faniran e Caban (1998) e Poon et al.	Q14-Alterações de Projeto	Q14- As alterações nos projetos da Construção Civil são fatores críticos para o sucesso da operação de reciclagem.	Geração

N	Autor	Fator Crítico de Sucesso (FCS)	Afirmação Formulada	Etapas da Cadeia Produtiva do RCD
	(2004b) (1998) e Poon et al. (2004b)			
12	Lu & Yuan (2010).	Q15- Tradicionalismo na cultura de construção e demolição	Q15- O tradicionalismo nos processos e métodos brasileiros da construção civil são fatores críticos para o sucesso da operação de reciclagem.	Geração
			Q16- A Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de novas tecnologias para reciclagem de RCD é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	Reciclagem
13	Karavezyris (2007)	Q17-Falta de métodos de construção e demolição efetivos. (baixo desperdício)	Q17- Os métodos alternativos da construção civil que priorizem o baixo desperdício são fatores críticos para o sucesso da operação de reciclagem.	Coleta
14	Tam&Tam (2008)	Q18-Espaço limitado no local da obra	Q18- O Espaço limitado no canteiro de obra é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	Coleta
			Q23- A Area na Usina suficiente para a adequada deposição e armazenamento dos diferentes agregados e materiais resultante da reciclagem é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	Reciclagem
15	Tam (2008b), Poon et al. (2004b, c) e McGrath (2001)	Q19-Triagem e Seleção dos resíduos na Obra	Q19- A Triagem e Seleção dos resíduos da construção no canteiro de Obras são fatores crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	Coleta

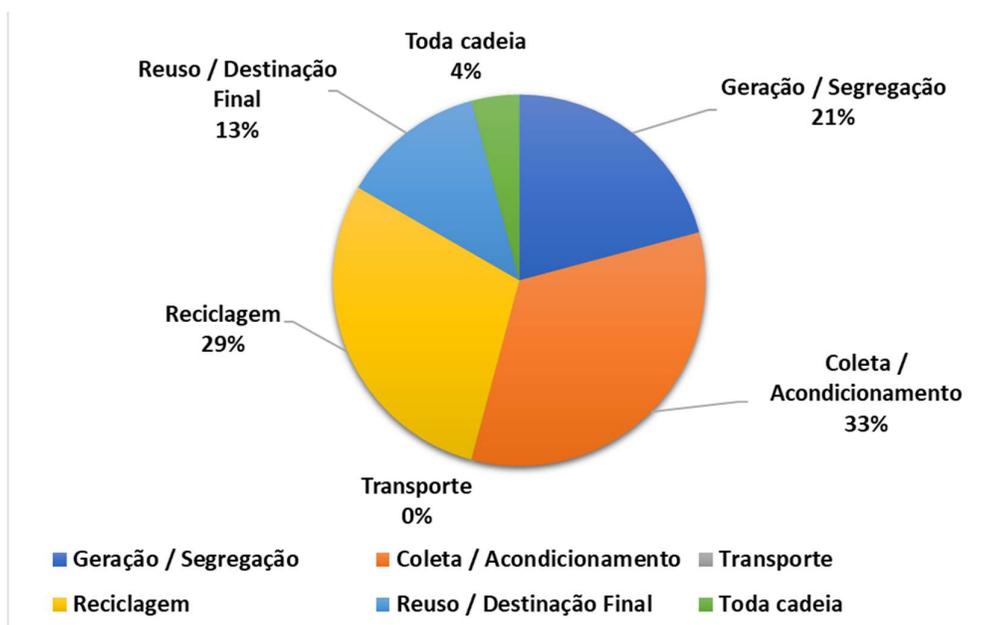
Quadro21. Afirmações de pesquisa formuladas com base no FCS mais frequentes na Literatura - Continuação

N	Autor	Fator Crítico de Sucesso (FCS)	Afirmção Formulada	Etapas da Cadeia Produtiva do RCD
16	Faniran e Caban (1998) e Poon et al. (2004b) (1998) e Poon et al. (2004b)	Q20-Uso e armazenamento de materiais na obra	Q20- O uso, a aplicação, o manuseio e o armazenamento inadequados dos materiais no canteiro de obra são fatores críticos para o sucesso da operação de reciclagem.	Geração
		NA	Q24- As Parcerias Público-Privada, PPP, na gestão da Operação da Usina de Reciclagem dos RCD é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	Reciclagem

Fonte: Elaborado a partir da pesquisa bibliográfica.

Nota-se na figura 49, com exceção da Fase de Transporte, praticamente uma distribuição homogênea entre as afirmações sobre os FCS e suas respectivas etapas do processo de reciclagem, com leve preponderância de afirmações concentradas na etapa da Coleta e Acondicionamento do RCD (33%), o que sugere que todo espectro do processo de reciclagem do RCD foi coberto pelas afirmações levantadas.

Figura 49-Distribuição dos FCS pelas etapas da Cadeia Produtiva do RCD,



Fonte: Elaborado a partir da pesquisa bibliográfica

Assim, as afirmações Q1, Q2, Q3 e Q4 estão relacionadas e amparadas no estudo dos FCS realizado por Hadjieva-Zaharieva et al. (2003), "Legislação e Regulamentação do setor", onde as afirmações Q2, Q3 e Q4 são desdobramentos oriundos da opinião de especialistas e da pesquisa documental realizada, com intuito de, sendo mais específico, buscar identificar com mais clareza o que como legislação e na regulamentação do setor, poderia realmente vir a ser um fator crítico de sucesso para o gerenciamento de resíduos da construção civil na região estudada.

Com o objetivo da especificidade dos indicadores, outros desdobramentos foram gerados, como no caso do FCS “Mercado maduro para os derivados da reciclagem” de Mills et al. (1999), com as afirmações Q5, Q21 e Q22.

O FCS “Tradicionalismo na cultura de construção e demolição” de Lu & Yuan (2010) também foi desmembrado nas afirmações Q15 e Q16.

Por fim para o FCS “Espaço limitado no local da obra” Tam e Tam (2008) foram criadas as afirmações Q18 e Q23.

O questionário traz ainda a tentativa de ser mais específico quanto as possíveis “Políticas Públicas”, (Q2) FCS de Hadjieva-Zaharieva et al. (2003) e “Incentivos Econômicos”, (Q6) FCS de Chen et al. (2002), que efetivamente seriam FCS.

Buscando aprofundar a análise dessas duas afirmações, diferente do restante do questionário, além de colher a opinião do entrevistado, é solicitado que classifique a importância de algumas sugestões, tanto para políticas públicas como para incentivos econômicos. Todas as sugestões estão presentes na documentação do setor avaliada e no debate sobre a gestão dos RCD.

Já a afirmação Q24, “Parcerias Público-Privada”, apesar de não possuir nenhuma relação direta com as demais, foi inserida no questionário motivada pela realização da entrevista do Teste Piloto, onde o depoimento do entrevistado foi incisivo e contundente quanto a este tema. Assim respaldados pela notoriedade do entrevistado e pela comprovada excelência operacional alcançada pela operação estudada, decidiu-se incorporar a respectiva afirmação ao questionário.

Mais diretamente as afirmações Q6 a Q14, Q17, Q19 e Q20 estão relacionadas diretamente aos respectivos FCS estudados na literatura.

A sessão 02 do questionário traz 10 perguntas diretas quanto a eficácia percebida pelo entrevistado quanto a aplicação das Melhores Práticas identificadas para obter-se a Gestão Diferenciada do Resíduos da Construção Civil e Demolição (RCD)

## 6.4 Elaboração do Questionário

A elaboração do questionário (Apêndice 2) para coleta dos dados foi baseada na metodologia proposta por Synodinos (2003) que está dividida em etapas sumarizadas a seguir:

Etapa 1. Objetivo de Pesquisa: O objetivo de pesquisa é o de analisar os fatores críticos de sucesso para a melhoria da gestão das operações de reciclagem de resíduos da construção civil através da avaliação da percepção dos gestores das Usinas de reciclagem da região metropolitana de Campinas e vizinhança;

Etapa 2. Método de Pesquisa: O método de pesquisa escolhido foi o de entrevista presencial baseada em questionário onde as questões são afirmações onde respondente é convidado a dar sua opinião, podendo variar em cinco níveis diferentes, de discordo totalmente à concordo totalmente;

Etapa 3. Construção do Questionário: o questionário foi construído de forma a relacionar os FCS e as Melhores Práticas da Gestão Diferenciada dos RCD com as afirmações formuladas para a pesquisa;

Etapa 4. Teste Piloto do Questionário: O teste Piloto do questionário foi realizado com o Supervisor público responsável pela célula dos RCD da Usina Geresol, Gerenciamento dos Resíduos Sólidos de Jundiaí, onde foram identificadas algumas oportunidades de melhorias na estrutura e forma do questionário. Soma-se a isto as firmes afirmações e convicções por parte do entrevistado que geraram desdobramentos com a inclusão de afirmações relacionadas, além da necessidade de correções para tornar o texto mais claro e as perguntas mais objetivas;

Etapa 5. Versão Final do Questionário: A versão final do questionário, bem como, o Termo de Consentimento Livre Esclarecido, (TCLE Apêndice 3) foram disponibilizados e devidamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UNICAMP, sob o Número do CAAE: 56631322.0.0000.814

O questionário é composto por três sessões distintas, onde primeiramente

conta com vinte e quatro (24) questões fechadas e duas (02) aberta sobre o que o entrevistado concorda ou discorda sobre os principais Fatores Críticos de Sucesso para a Gestão da Operação de Reciclagem dos RCD já identificados no corpo da literatura.

Em seguida na segunda sessão tem-se dez (10) questões fechadas e três (03) abertas sobre as melhores práticas na gestão diferenciada do RCD. As respostas fechadas das sessões um e dois estão organizadas utilizando-se da escala Likert de 5 pontos, variando de discordo totalmente, com 1 pontos, à concordo totalmente com 5 pontos.

Na terceira e última sessão do questionário temos o levantamento de informações quantitativas e qualitativas sobre a operação visitada e sobre o entrevistado.

## 6.5 Análise da Confiabilidade do Questionário

Na visão de Fowler (2002), as respostas obtidas em um questionário não devem refletir diferenças de entendimento devido ao instrumento de coleta, mas devem indicar apenas diferenças nas respostas entre os entrevistados. Nesse sentido, é necessário realizar a validação do questionário como instrumento de coleta. Para tanto, foi utilizado o método do Alfa proposto por Cronbach (1951).

De acordo com Peterson (1994), o coeficiente alfa de Cronbach é o coeficiente de confiabilidade mais comumente utilizado na literatura. De acordo com Cronbach (1951) esse coeficiente é uma medida generalizada da consistência interna de uma escala de itens múltiplos como a Likert de 5 pontos utilizada no questionário. Para calcular o coeficiente alfa de Cronbach, aplica-se a fórmula:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right] \quad (1)$$

A forma de calcular coeficiente Alfa de Cronbach pode ser visualizada na Equação (1). Cujas notações significam:

$\alpha$ : Coeficiente Alfa de Cronbach;

K: A quantidade de perguntas do questionário;

Si: Soma das variâncias de cada pergunta do questionário;

$S_{\tau}$ : Variância da soma das respostas de cada respondente do questionário.

Para que sejam considerados confiáveis o questionário tem que resultar em um  $\alpha > 0,5$  (DAVIS, 1964). Um valor alto do alfa de Cronbach é desejável para o questionário, mesmo que não se aproxime de 1 para ser considerado interpretável e, conseqüentemente, confiável (CRONBACH, 1951).

O valor mínimo aceitável para o alfa é 0,70. A consistência interna dos itens da escala é considerada baixa para valores abaixo desse limite. Por outro lado, o valor máximo esperado para o alfa é 0,90, uma vez que valores maiores podem significar presença de redundância ou duplicação, o que pode significar que vários itens estão medindo exatamente o mesmo elemento de um constructo. Caso isso ocorra, os elementos redundantes ou duplicados devem ser eliminados (STREINER, 2003). Freitas e Rodrigues (2005), sugerem a classificação da confiabilidade do coeficiente alfa de Cronbach de acordo com os seguintes limites:

A.  $\alpha \leq 0,30$  – Muito baixa

B.  $0,30 < \alpha \leq 0,60$  - Baixa

C.  $0,60 < \alpha \leq 0,75$  - Moderada

D.  $0,75 < \alpha \leq 0,90$  - Alta

E.  $\alpha > 0,90$  – Muito alta

## 6.6 Universo Avaliado e Amostras.

Após pesquisa realizada na internet nos sites relacionados com o setor como a ABRECON entre outros, foram selecionadas dezessete (17) Operações localizadas na região metropolitana de Campinas e municípios contíguos, com potencial para

participar da pesquisa, conforme quadro 22.

Quadro 22- Municípios onde estão localizadas as Operações selecionadas com potencial para participar da pesquisa.

<b>Operação</b>	<b>Município</b>
A	Atibaia - SP
B	Bragança Paulista - SP
C	Cabreúva – SP
D	Campinas - SP
E	Hortolândia - SP
F	Itatiba - SP
J	Itatiba - SP
K	Jaguariúna-SP
L	Jundiaí – SP
M	Mogi Mirim – SP
N	Paulínia - SP
O	Paulínia -SP
P	Pedreira - SP
Q	Salto - SP
R	Sumaré - SP
S	Valinhos – SP
T	Várzea Paulista -SP

Fonte: Elaborado a partir da pesquisa documental

A seleção se deu principalmente em função da natureza da operação estar diretamente relacionada com o tema da gestão do RCD e pela sua localização geográfica, na região metropolitana de Campinas e nos municípios vizinhos.

As dezessete operações selecionadas foram contatadas por telefone e e-mail, porém, obteve-se o consentimento e o aceite em participar da pesquisa de treze (13) delas, totalizando 76% de cobertura. Foram então realizadas 16 visitas e entrevistas presenciais com os gestores e responsáveis pelas operações selecionadas.

Cabe ressaltar que em três operações realizamos entrevistas com mais de um gestor responsável.

A entrevista teve duração média de 60 minutos, considerando a apresentação, contextualização e a entrevista propriamente dita. As entrevistas foram realizadas entre agosto de 2022 e março de 2023

## 6.7 Entrevistas e Levantamento de Dados (Survey)

O objetivo do Levantamento de Dados é o explorar, descrever, explicar avaliar e/ou transformar uma idéia. Esse método de pesquisa empírica para o trabalho justifica-se pelo fato das pesquisas anteriores mostrarem que os FCS para gestão das operações de reciclagem dos RCD são fortemente dependentes das circunstâncias e características dos locais onde a gestão dos RCD é realizada, assim, com foco na RMC e municípios vizinhos, a pesquisa quer dar maior visibilidade a estes fatores que resultem em aumento da eficiência e da eficácia na reciclagem da RCD na região.

Levantamento de dados, também é justificado, pois múltiplas operações com modelos de negócios diferentes, estão simultaneamente em ação, na região metropolitana de Campinas e municípios vizinhos, apresentando um quadro da pluralidade de características e de contexto na gestão dos RCD na RMC.

Com o objetivo de guiar a entrevista de modo padronizado e buscar capturar e registrar as opiniões dos entrevistados, foi criado um Roteiro da Visita / Entrevista do FCS e Boas Práticas na gestão da Operação da Usina de Reciclagem dos RCD, (Apêndice 4). Este roteiro também serve como suporte ao entrevistador, para que nenhum detalhe importante para o estudo seja perdido ou escape da observação durante a visita e entrevista.

Mais detalhadamente, na sessão 1 do questionário (Anexo B) o entrevistado é convidado a avaliar as afirmações formuladas sobre os fatores críticos do sucesso (FCS) na gestão das operações de reciclagem dos resíduos da construção civil e demolição (RCD), assinalando a alternativa que melhor lhe parecer refletir a realidade, variando de Discordo Totalmente (peso 1) até Concordo Totalmente (peso 5).

Na Sessão dois, da mesma maneira que na sessão anterior, queremos saber sua opinião sobre a Eficácia da aplicação das melhores Práticas de Gestão para a Operação de Reciclagem RCD. Com dez questões fechadas e três abertas, sobre as melhores práticas de gestão das operações de reciclagem dos resíduos da construção

civil e demolição (RCD), solicitamos que assinale a alternativa que melhor lhe parece refletir a realidade, variando de Muito Ineficaz (peso 1) á Muito Eficaz (peso 5)

Por último na sessão três, temos questões mais genéricas com o objetivo de levantar informações quantitativas e qualitativas sobre a operação suas características e capacidades além de algumas informações pessoais do entrevistado.

## **6.8 Técnica de análise da importância dos FCS e das Boas Práticas**

As análises dos FCS foram realizadas, primeiramente de modo quantitativo, pois avalia-se as frequências das respostas para cada nível considerado da escala Likert de 05 pontos de forma a tratar os dados obtidos indicando a distribuição das respostas entre as cinco possibilidades, variando de Discordo Totalmente á Concordo Totalmente e assim foi validada, ou não, a concordância com as afirmações levantadas como é apresentado na literatura acerca do tema estudado.

Assim, toda vez que a soma dos valores das afirmações como “Concordo “e “Concordo Totalmente” ultrapassaram 50 % ou maioria simples, a afirmação foi considerada válida e conseqüentemente o FCS relacionado (SILVA W et al, 2020).

A seguir de forma complementar a análise quantitativa se dá a classificação do FCS pelo seu grau de importância, utilizando para isso o Relative Importance Index (RII) e assim obtém-se uma análise mais detalhada a respeito do conjunto de FCS validados,

O índice de importância relativa (RII) foi aplicado neste estudo por se tratar de um método capaz de organizar e classificar os FCS que estão sendo estudados.

Abdelnaser Omran e Migdad Eltayeb (2016) utilizaram do índice RII para classificar os FCS na sua pesquisa em Khartoum no Sudão , como Othman et al (2005) usaram o RII para determinar a importância relativa dos fatores que impulsionam as mudanças nos projetos da construção civil, da mesma forma, Gunduz et al (2013) e Aziz (2013) utilizaram o RII para classificar os fatores de atraso em projetos de

construção e Chakkrit Luangcharoenrat et al (2019) utilizaram desta técnica para identificar e classificar os principais fatores que influenciam a geração de RCD na Tailândia.

O RII, foi calculado usando a seguinte equação (2).

$$RII = \Sigma W / (A \times N), (0 < RII < 1), \text{ onde:}$$

(2)

W = peso de cada resposta dada pelos respondentes, que varia de 1 a 5; (1) discorda totalmente e (5) concorda totalmente;

A = Maior peso, ou seja, 5, "Concordo Totalmente", e

N = Número total de entrevistados

Assim, considerando o número total de respostas validas e as devidas pontuações de cada resposta, variando de 1 á 5 pontos, foi possível quantificar quão assertiva é a afirmação sobre o FCS. Considerando então, dezesseis respostas validas obtidas e a pontuação máxima para cada resposta "concordo totalmente" (5 pontos), temos a pontuação máxima individual para cada FCS igual a 80 pontos (16 x 5 = 80) com 100% de assertividade.

Desta maneira classificou-se e ranqueou-se os FCS pelo seu grau de importância na visão dos entrevistados, conforme orientado por Lu et al. (2008).

Ainda, neste trabalho, definiu-se o nível de importância do FCS validado na opinião dos entrevistados em Baixo, Médio e Alto conforme o RII obtido a fim de priorizar as análises futuras. (Quadro 23)

Quadro 23- Nível de importância relativa do FCS.

<b>RII</b>	<b>de 0,51 á 0,75</b>	<b>de 0,76 á 0,90</b>	<b>maior de 0,90</b>
<b>Nível de Importância</b>	<b>Baixo</b>	<b>Médio</b>	<b>Alto</b>

Fonte: Elaborado a partir da pesquisa bibliográfica

De modo similar, a técnica estatística empregada na análise dos FCS, também foi utilizada para análise das Boas Práticas de Gestão, ou seja, foram avaliadas as frequências das respostas para cada nível considerado da escala Likert de 05 pontos, variando de “Totalmente Ineficaz” a “Totalmente Eficaz.” Assim, toda vez que a soma dos valores das respostas como “Eficaz” e “Totalmente Eficaz” ultrapassaram 50 % ou maioria simples, a Boa Prática foi considerada confirmada.

Igualmente a aplicação do Índice de Importância Relativa (RII) utilizado para classificar os FCS, o mesmo Índice foi utilizado para a classificação da Boas Práticas, porém com apenas a mudança da descrição, agora denominado como Índice de Eficácia Relativa (IER) e assim obteve-se uma análise mais detalhada a respeito das Boas Práticas validadas.

Considerando então, dezesseis respostas validas e a pontuação máxima para cada resposta “totalmente Eficaz” (5 pontos) temos a pontuação máxima individual para cada Boa Prática indicada igual a 80 pontos com 100% de assertividade.

Desta maneira conseguimos classificar e ranquear as Boas Práticas de Gestão dos RCD pelo seu grau de eficácia na opinião dos entrevistados.

Ainda, neste trabalho, definiu-se o nível de Eficácia Relativa das Boas Práticas validadas na opinião dos entrevistados em Baixo, Médio e Alto, conforme o IER obtido a fim de priorizar as análises futuras. (Quadro 24)

Quadro 24- Nível da Eficácia Relativa das Boas Práticas.

<b>IER</b>	<b>de 0,51 á 0,75</b>	<b>de 0,76 á 0,90</b>	<b>maior de 0,90</b>
<b>Nível de Eficácia</b>	<b>Baixo</b>	<b>Médio</b>	<b>Alto</b>

Fonte: Elaborado a partir da pesquisa bibliográfica

No próximo capítulo apresenta-se os resultados obtidos das análises das informações apuradas com o levantamento de dados realizado nas operações selecionadas na RMC e municípios vizinhos, as correlações existentes entre os FCS para gestão das operações de reciclagem dos RCD e as boas práticas de gestão dos RCD, além das discussões e reflexões extraídas dos resultados numéricos.

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, neste capítulo, apresenta-se e discute-se os resultados obtidos das entrevistas e visitas realizadas nas Operações de Reciclagem dos RCD, sendo detalhadas e tratadas as informações sobre:

- ✓ Análise de confiabilidade do Questionário
- ✓ Perfil dos Entrevistados
- ✓ Caracterização das empresas pesquisadas;
- ✓ Análise das respostas sobre Fatores Críticos de Sucesso
- ✓ Análise das respostas sobre Boas Práticas
- ✓ Análise das respostas sobre perguntas abertas

### 7.1 Análise da Confiabilidade do Questionário

Tendo em vista que o questionário utilizado nesse estudo foi inédito, houve a necessidade da validação desse instrumento de coleta de dados, assim uma análise de confiabilidade foi conduzida usando o teste do coeficiente alfa de Cronbach.

Em função da completa distinção entre as duas primeiras sessões do questionário, a saber: Fatores Críticos de Sucesso e Boas Práticas de Gestão do RCD, decidimos conduzir a análise da confiabilidade do questionário separadamente.

Assim obtivemos para a primeira sessão do questionário com relação aos FCS para os itens do questionário que continham respostas em 5 níveis, o valor de 0,712 do coeficiente alfa de Cronbach sendo, portanto, um valor aceitável de acordo com Freitas e Rodrigues (2005), que demonstra a confiabilidade interna moderada do questionário, a seguir os cálculos são detalhados.

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum_i S_i^2}{S_T^2} \right) \alpha = \frac{24}{23} \left( 1 - \frac{15,183}{47,867} \right)$$

$$\alpha = 1,043(1 - 0,3172) \alpha = 1,043(0,6828) \alpha = \mathbf{0,712}$$

Da mesma maneira calculamos o alfa de Cronbach para a segunda sessão do questionário relacionado as Boas Práticas na Gestão dos RCD, obtendo o coeficiente

de 0,6317, que, novamente, de acordo com Freitas e Rodrigues (2005), demonstra a confiabilidade interna moderada do questionário. A seguir os cálculos são detalhados. Este valor um pouco mais baixo para as Boas Práticas na Gestão dos RCD em relação aos FCS se dá, em função da amostra reduzida decorrente do perfil especializado do público entrevistado. A seguir temos a apresentação resumida dos cálculos, o detalhamento completo sobre o alfa de Cronbach está no Apêndice 5.

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum_i S_i^2}{S_T^2} \right) \alpha = \frac{10}{9} \left( 1 - \frac{4,2125}{9,7625} \right)$$

$$\alpha = 1,11(1 - 0,4315) \alpha = 1,11 (0,5685) \alpha = \mathbf{0,6317}$$

Nas próximas sessões encontram-se a apresentação e análise dos dados obtidos na pesquisa.

## 7.2 Perfil dos Entrevistados

A seguir apresenta-se figuras sobre o perfil dos entrevistados, nota-se que a grande maioria, são gestores com algum grau de decisão estratégica e responsabilidades sobre a operação em geral (Figura 50), sendo 44% na alta administração da organização estudada, o que pode indicar maior capacidade de responder as questões sobre FCS.

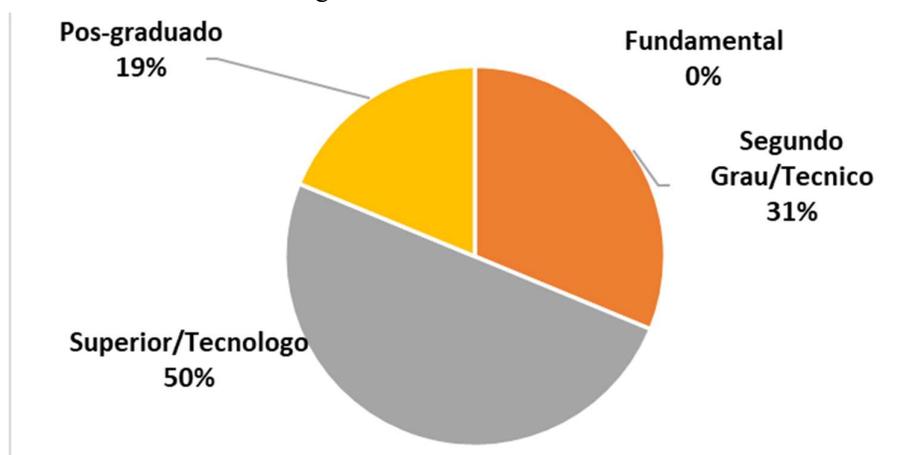
Figura50. Cargo do Entrevistado.



Fonte: Elaborado com base na pesquisa de campo

Cerca de 70% dos entrevistados possuem o ensino superior, bacharelado ou Tecnólogo (Figura 51), o que também corrobora para uma visão mais ampla e para um melhor entendimento do contexto em que a operação está inserida, trazendo, portanto, maior notoriedade para as respostas.

Figura 51. Grau de Escolaridade



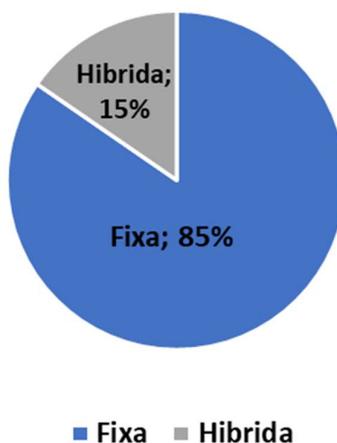
Fonte: Elaborado com base na pesquisa de campo

### 7.3 Caracterização das Empresas Pesquisadas

Destaca-se que foram realizadas visitas e pesquisas em treze operações das dezessete previstas inicialmente, cobrindo, portanto, 76% do escopo inicial.

Primeiramente foram caracterizados os tipos das usinas e operações visitadas, conforme indicado na Figura 52 observa-se uma predominância de 85% de Usinas fixas em detrimento das Usinas Híbridas, fração está coincidente ao perfil nacional (ABRECON,2022).

Fig.52 Caracterização das Usinas.



Fonte: Elaborado com base nos dados da pesquisa de campo

Percebe-se também, duas operações que são híbridas (Figura 53) quanto as suas características, mantendo uma instalação fixa com esteiras e peneiras vibratórias, porém com o Britador de forma móvel, o que permite uma flexibilidade operacional muito interessante ao gestor, situação não observada na literatura consultada, o que pode representar uma inovação operacional e uma lacuna a ser estudada.

Figura 53- Usina Híbrida

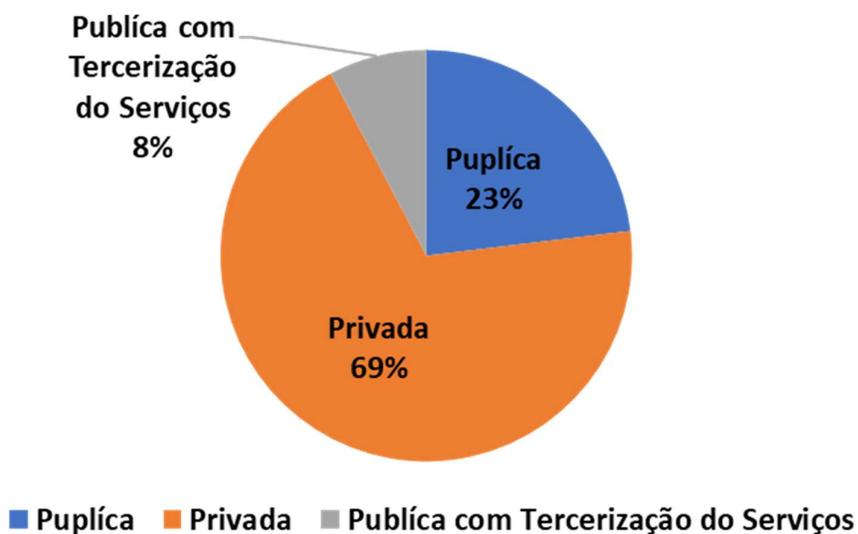


Fonte: imagem obtida no levantamento de campo

Nota-se a maior incidência de usinas privadas, (Figura 54), o que pode evidenciar a força do setor da Construção Civil na região estudada, sendo as Usinas de Reciclagem a maioria na região com 77% da amostra, mostrando uma concentração de recicladoras nos municípios da região muito acima da média nacional (Figura 55)

Segundo o Ipea (2012) apenas 4% dos municípios brasileiros possuem algum beneficiamento do RCD. Isso possivelmente motivado pela intensa atividade econômica da Região. A RMC é uma das mais dinâmicas no cenário econômico brasileiro e representava, de acordo com o IBGE (2017) 8,92% do PIB paulista, ou seja, mais de 100 bilhões de reais em 2016.

Fig.54 Tipo da Unidade de manejo



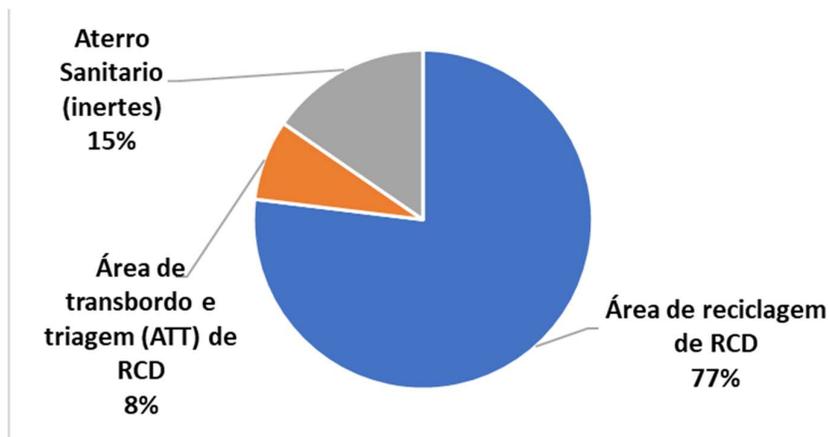
Fonte: Elaborado com base na pesquisa de campo.

Mais recentemente conforme publicado pelo Site do Observatório PUC-Campinas em outubro de 2022 (acesso <https://observatorio.puc-campinas.edu.br/banner/construcao-civil-lidera-geracao-de-empregos-na-rmc-em-setembro/>) a Construção civil liderou geração de empregos na RMC em setembro de 2022 com o melhor desempenho, sendo responsável por 26% do saldo positivo de empregos com mais de 2.000 postos de trabalho.

Além da questão econômica, a região também apresenta uma infraestrutura

de transporte, energia, saneamento e internet que proporciona o desenvolvimento de toda a área metropolitana.

Figura.55 Tipo da Usina



Fonte: Elaborado com base na pesquisa de campo.

Cabe ainda descartar que apesar dos esforços empreendidos e da relevância econômica da região estudada ainda persiste a presença de Aterros Sanitários em 15% das operações estudadas (Figura 56), onde não existe de fato um tratamento adequado, conforme recomendações previstas na resolução do CONAMA 307/2002.

Figura 56- Aterro Sanitário



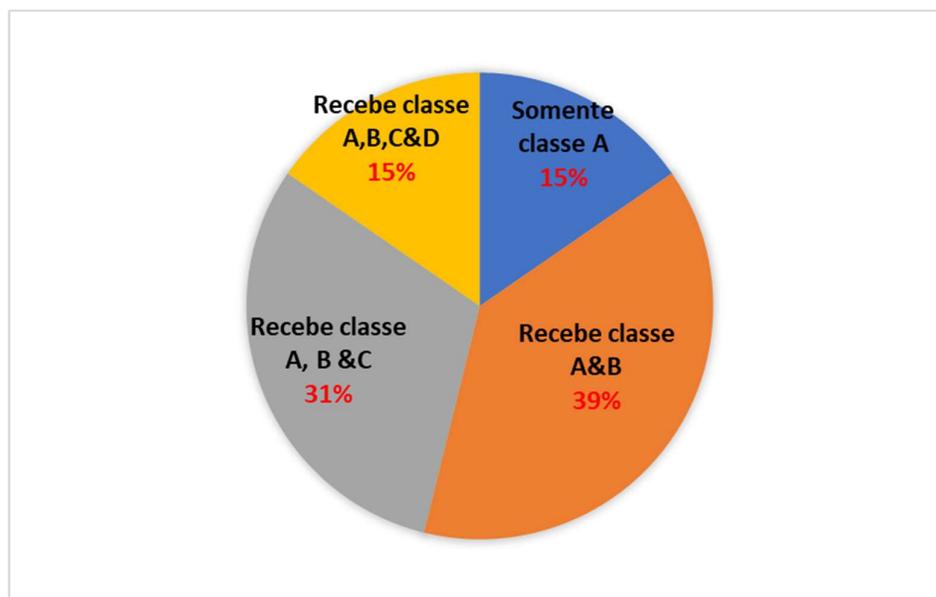
Fonte: imagem obtida no levantamento de campo

As Operações estudadas, na sua maioria, estão preparadas para receber o resíduo das Classes A e B (Figura 56) com cerca de um terço do total recebendo também resíduos classe C, situação idêntica apontada pelo relatório da ABRECON (2022) com relação aos índices de rejeito do RCD no Brasil.

O que justifica a necessidade da existência, na maioria das operações investigadas, da esteira de triagem para selecionar os materiais de classe B e C e assim buscar melhores índices de eficiência no processo de reciclagem.

Ainda, cerca de um terço das usinas investigadas (figura 57) declararam receber, por imposição operacional, os resíduos da classe C juntamente com A e B, uma vez que o entulho recolhido na região é muito contaminado.

Figura 57. Classe dos RCD recebidos



Fonte: Elaborado com base na pesquisa de campo

Segundo os entrevistados, caso restringissem a entrada do material classe C, muito provavelmente, não teriam RCD suficiente para operar (Figura 58). O que reforça a necessidade de uma maior conscientização ambiental da população e das empresas no trato e separação dos RCD, fato evidenciado na confirmação do FCS para este tema descrito na afirmação Q8, A conscientização sobre a importância da gestão

de resíduos da construção civil no canteiro de obras. Por fim, somente poucas operações de triagem e aterro, 15% da amostra recebe materiais de classe D.

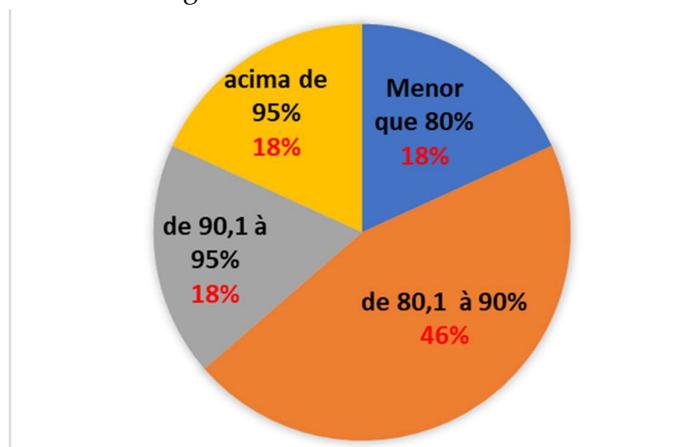
Figura 58- RCD recebidos na Usina com alto índice de rejeito.



Fonte: imagem obtida no levantamento de campo

Pode ser observado na Figura 59 que a maior parte das Usinas visitadas declaram operar com níveis de eficiência de 90% o que é considerado baixo pela literatura especializada. Destaca-se, porém, na pesquisa, algumas ilhas de excelência com índices superiores a 95 % de eficiência, ou seja, mesmo recebendo RCD com altos índices de contaminantes reciclam praticamente tudo o que recebem.

Figura 59. Eficiência da Usina



Fonte: Elaborado com base na pesquisa de campo.

Contudo, temos em contrapartida, na amostra estudada uma parcela de

igual monta com baixos índices de eficiência, ora em função da natureza da operação com área de transbordo e triagem (ATT), ora por falta de tecnologia, investimento e estratégias operacionais que possibilitem reciclar mais e dispor menos, como por exemplo, a instalação da esteira para triagem dos materiais recicláveis da classe “B”.

Com relação aos tamanhos e capacidades produtivas declaradas na pesquisa, temos, predominantemente operações pequenas e medias, perfil mais uma vez aderente ao padrão nacional, com maior incidência na pesquisa (82%) de usinas de pequeno porte com produção até 5.000 Ton mensais. (Figura 60)

Quase a metade das operações, possuem produções reais muito pequenas de até 1.000 Ton/mês e a outra metade de médio porte entre 1.000 Ton/mês e 10.000 Ton/mês e apenas 01 operação representando 9 % da amostra com volumes acima de 10.000 Ton/mês (Figura 60). Isto pode estar relacionado as características das cidades onde estas operações estão localizadas, o que poderá ser evidenciado com as análises a seguir. Contudo é muito importante ressaltar, conforme também evidenciado no relatório da ABRECON (2022) a maioria das Usinas estudadas declararam operar perto de 50% da sua capacidade nominal.

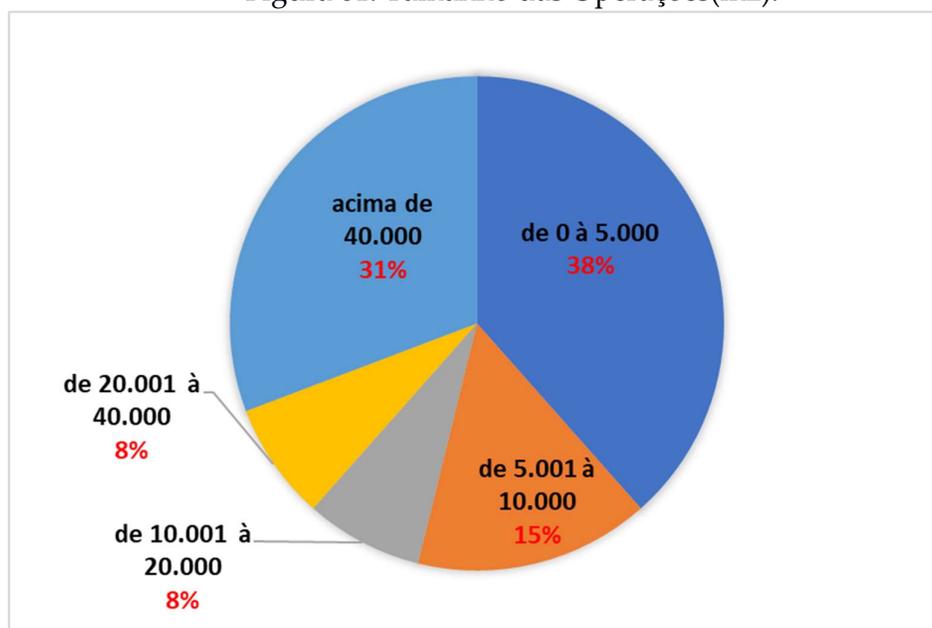
Figura60. Produção da Usina. (Ton/mês)



Fonte: Elaborado com base na pesquisa de campo

O tamanho das operações analisadas se enquadra no perfil das usinas brasileiras apontadas no relatório ABRECON (2022), com maior incidência de operações localizadas em pequenas áreas de até 10.000 m<sup>2</sup>(Figura 61).

Figura 61. Tamanho das Operações(m<sup>2</sup>).



Fonte: Elaborado com base na pesquisa de campo

Observa-se que a maioria das operações estudadas, possuem alguma restrição com o espaço ocupado, uma vez que mais de 50% da amostra opera em pequenas áreas de até 10.000m<sup>2</sup> (Figura 62), com uma parcela significativa destas empresas (38%) operando em áreas ainda menores de até 5.000 m<sup>2</sup>, onde algumas delas, conforme observação, estão estranguladas, enfrentando sérios problemas quanto ao espaço para deposição e disposição adequada dos estoques de RCD e agregado reciclados (Figura 62).

Figura 62- Usina em operação com restrição de espaço



Fonte: imagem obtida no levantamento de campo.

Um quarto das Usinas pesquisadas operam em áreas consideradas medianas entre 10.000 e 40.000 m<sup>2</sup>, concentrando outra parcela similar da amostra, em grandes áreas acima de 40.000 m<sup>2</sup>.

Figura 63– Usina situada em uma área até 5.000 m<sup>2</sup>



Fonte: Imagem obtida no levantamento de campo

O que também reforça a observação quanto o espaço adequado como sendo um Fator Crítico de Sucesso (FCS) para operação de reciclagem do RCD,(Figura 63) o que se comprova aqui com a confirmação da afirmação Q23- A Area na Usina

suficiente para a adequada deposição e armazenamento dos diferentes agregados e materiais resultante da reciclagem.

### **7.3.1 Correlações entre as características das Operações de Reciclagem dos RCD estudadas e os Municípios onde estão localadas**

Lista-se na Tabela 09, as principais características e informações das operações visitadas e avaliadas, bem como, dados dos municípios onde estas operações estão localadas, com objetivo de encontrar padrões de relacionamento entre as variáveis.

O quadro foi organizado e classificado pelo volume populacional dos Municípios onde estão localizadas as operações. Por questões de sigilo dos entrevistados conforme compromisso firmado TCLE (Termo de Consentimento Livre Esclarecido), propositadamente foram omitidos os nomes dos municípios, das empresas e suas respectivas operações.

Tabela 09 – Características das Operações entrevistadas e do Município onde estão localizadas.

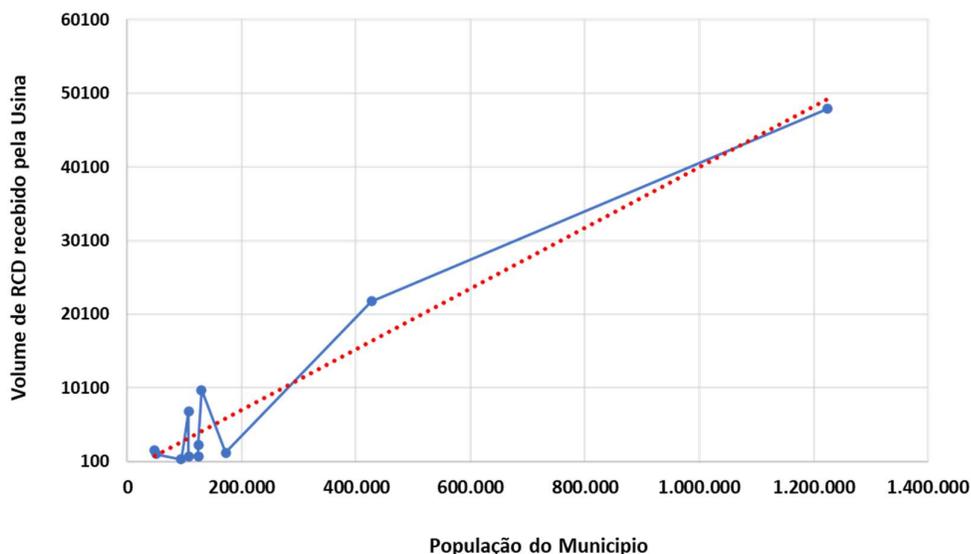
População aproximada da Cidade (1000 hab.) <sup>1</sup>	Area do Município (km <sup>2</sup> ) <sup>2</sup>	IDH do Município <sup>3</sup>	Tipo da Usina	Características da Operação	Tipo da Operação	Qtde de funcionários	Tamanho da Operação (m <sup>2</sup> )	RCD Recebido média mensal (Ton)	Classe RCD recebido	Produção média mensal (Ton)	Eficiência (Declarada) da reciclagem do RCD (%)
47	110	0,810	Fixa	Privada	Coleta do RCD + Usina de Reciclagem	11	6.000	1.600	A,B	1.600	60%
50	260	0,774	Híbrida	Privada	Coleta de RCD+ Usina de Reciclagem	11	30.000	1.120	A,B,C	640	90%
60	141	0,829	NA	Pública	Aterro RCD	8	20.000	na	A,B,C	0	na
94	499	0,825	Fixa	Privada	Coleta de RCD + Usina de Reciclagem	5	5.000	400	A,B	400	95%
107	139	0,795	Híbrida	Privada	Coleta de RCD+ Usina de Reciclagem	12	10.000	6.880	A,B,C	5.600	90%
107	139	0,795	Fixa	Privada	Usina de Reciclagem	8	1.000	800	Gesso	800	100%
124	322	0,778	Fixa	Privada	Coleta de RCD + ATT	16	5.000	800	A,B,C	400	80%
124	35	0,795	Fixa	Privada	Usina de Reciclagem	15	84.000	2.400	A,B	1.680	80%
129	149	0,819	Fixa	Privada	Usina de Reciclagem	17	61.000	9.840	A,B	4.320	99%
172	514	0,820	Fixa	Privada	Coleta de RCD + Usina de Reciclagem	7	5.000	1.280	A,B	1.520	90%
294	153	0,762	Fixa	Pública	Usina de Reciclagem	7	5.000	50	A,B	50	60%
427	431	0,822	Fixa	Pública+ Terceiros	Usina de Reciclagem	76	150.000	21.840	A,B,C,D	11.200	95%
1.220	795	0,805	NA	Pública	Aterro RCD	25	200.000	48.000	A,B,C,D	0	na

(1) IBGE,2021; (2) IBGE, 2021 ; (3) PNUD ,2010

Fonte: Elaborado com base na pesquisa bibliográfica e de campo.

Observa-se na tabela 09, como indicado por autores como Karpinsk et al. (2009), uma relação direta proporcional entre o volume de RCD gerado pelo município e conseqüentemente recebido pelas Usinas (linha de tendencia pontilhada) com o tamanho município em termos populacionais, ou seja, quanto mais populoso o município mais RCD é gerado e recebido pelas Usinas. (Figura 64).

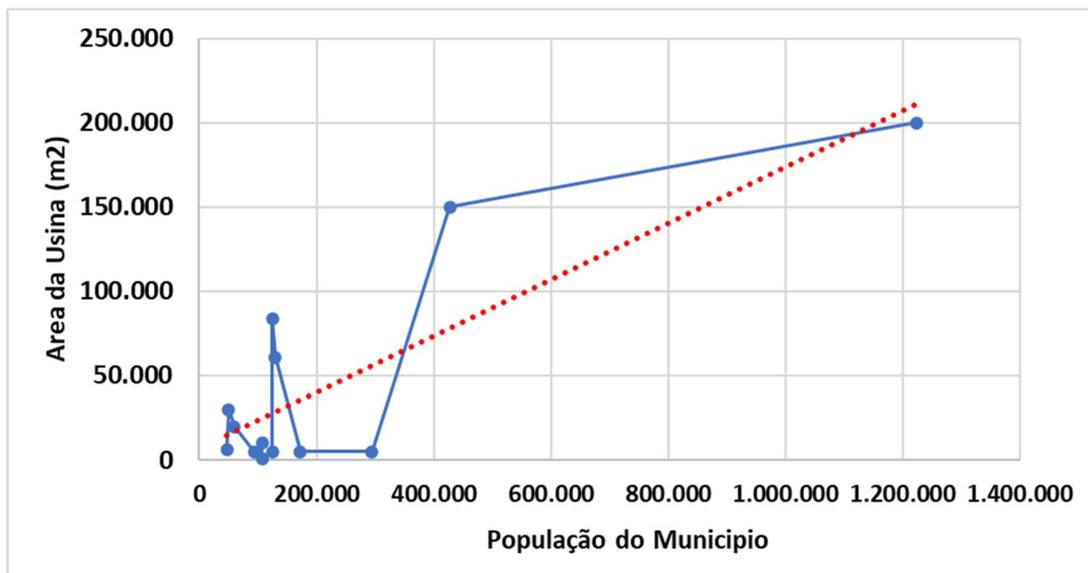
Figura 64 – Geração de RCD x População do Município



Fonte: Elaborado com base na pesquisa de campo.

Ao relacionar o tamanho da população com o tamanho da operação localizada no município (Fig.65), nota-se, apesar de nem sempre ser assim, uma tendencia lógica de crescimento, ou seja, quanto mais populoso o município maior é a operação na cidade,(linha de tendencia pontilhada) provavelmente por conta da expectativa de geração do RCD per capita pela população, uma vez de afirmação de Karpinsk et al (2009) foi comprovada no estudo.

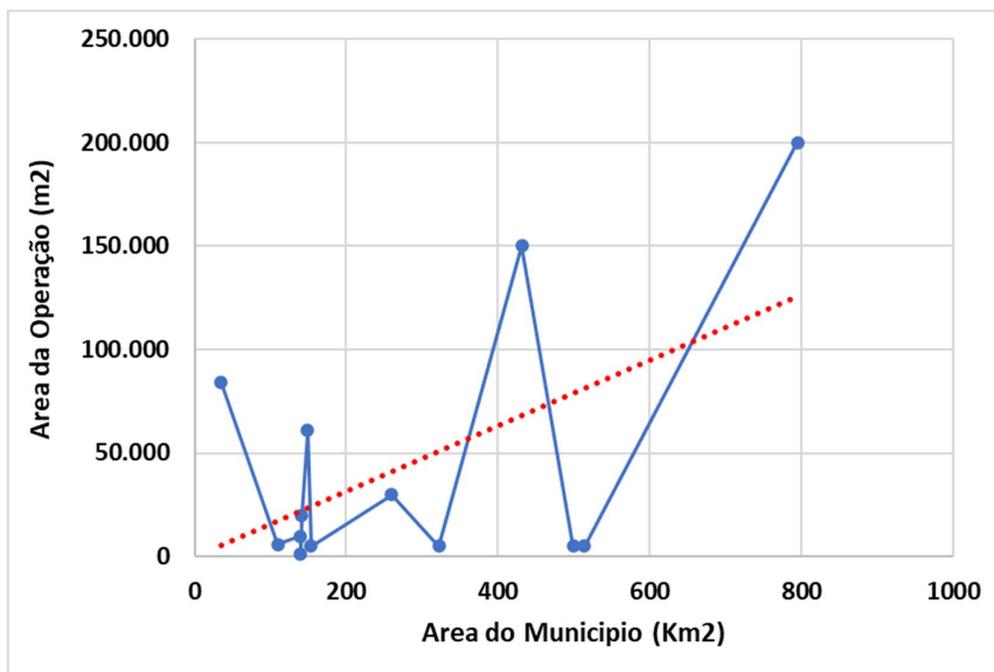
Figura 65 – Tamanho da operação x População do Município



Fonte: Elaborado com base na pesquisa de campo.

O mesmo princípio lógico pode-se verificar, quando analisada a relação entre o tamanho do município em termos de área, com o tamanho da operação, isto é, o tamanho da usina aumenta conforme aumenta o tamanho do município. (Fig.66)

Figura 66 – Tamanho da operação x Tamanho do Município



Fonte: Elaborado com base na pesquisa de campo.

Estes pontos fora do comportamento esperado que aparecem tanto na figura 65 como na 66, representam as operações analisadas que se encontram com restrições de espaço (Figura 67), trabalhando próximo do seu limite operacional, motivado provavelmente pela escassez de grandes áreas disponíveis no cenário urbano da RMC, em função da explanação urbana da região.

Figura 67- Usina de reciclagem em operação com restrição de espaço.



Fonte: imagem obtida no levantamento de campo

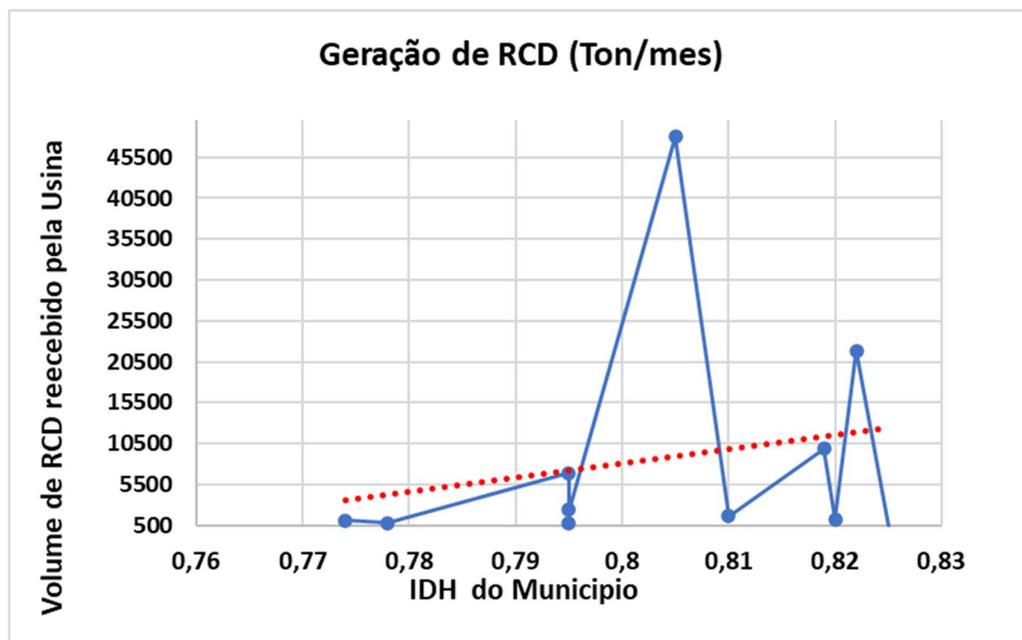
Esta restrição pode ser ilustrada com o trabalho de Tese de doutorado de Maria Conceição Silvério Pires- MORAR NA METRÓPOLE - expansão urbana e mercado imobiliário na Região Metropolitana de Campinas, pela UNICAMP em 2007, onde afirma:

“A expansão da mancha urbana da RMC, na década de 1990, indica um intenso processo de urbanização de áreas descontínuas da mancha existente. Além de empreendimentos de loteamentos tradicionais verifica-se disseminação de loteamentos fechados e condomínios horizontais fechados, bem como a incorporação de

grandes áreas, que terão importante papel na consolidação da urbanização dispersa” (MCS Pires, 2007, p. 159)

Uma afirmação feita pelo pesquisador Schneider (2003), que se comprova no estudo é a relação entre o grau de desenvolvimento do município (IDH) e a geração de RCD. Apesar do IDH da amostra ter uma pequena variação e de modo geral está acima da média Nacional de 0,754 (IBGE, 2016) nota-se na Figura 68 uma leve tendência de alta, isto é, à medida que cresce o IDH aumenta o volume de RCD recebido pelas respectivas operações. O que pode estar relacionado com o grau de instrução e conscientização da população e das empresas com as questões sustentáveis no manejo e descarte adequado dos RCD gerados.

Figura 68– Geração de RCD x IDH do Município.

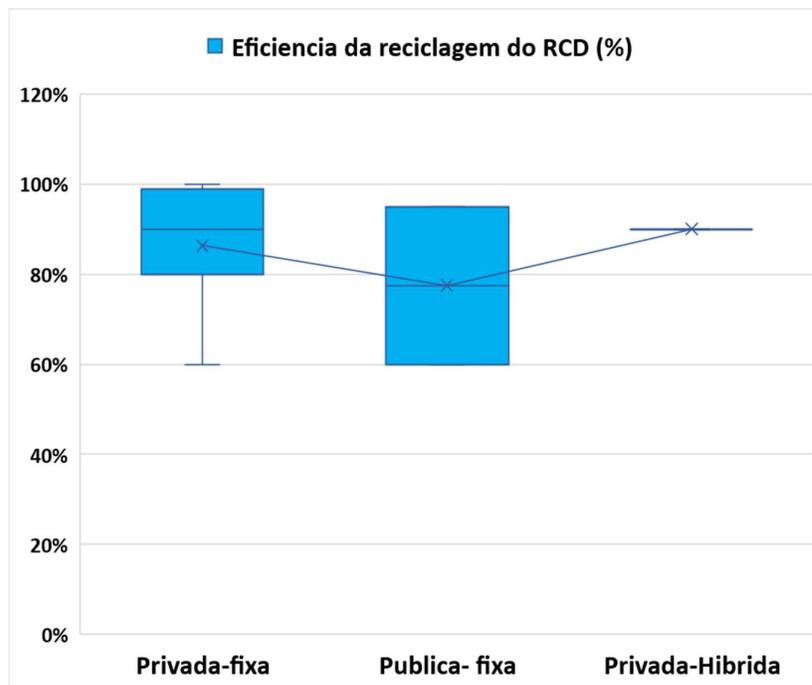


Fonte: Elaborado com base na pesquisa de campo.

Dando continuidade nas análises das possíveis correlações, buscamos relacionar as características das Usinas com a eficiência no processo de reciclagem declarada pelos respondentes da pesquisa, ou seja, a capacidade de reciclar o RCD recebido, assim apesar de não termos uma indicação de tendência, nota-se na figura

69 que as operações privadas, tanto Fixas como Híbridas, possuem uma média de 86% e 90%, respectivamente, maior que as públicas com 78%.

Figura 69. Tipo de Operação x índice de Eficiência na reciclagem (%)



Fonte: Elaborado com base na pesquisa de campo

Isto se dá possivelmente, uma vez que a qualidade do RCD recebido é similar tanto para Usinas públicas como privadas (Tabela 09), pelo investimento aplicado na operação pela iniciativa privada, principalmente na etapa inicial do processo de triagem do RCD recebido, com a esteira mecanizada de seleção dos RCD recicláveis classe B e posterior britagem e peneiramento, sendo em alguns casos com duplo britador, o que aumenta o leque de AR obtidos no processo (Figura 70).

Figura 70: Operação de reciclagem alto índice de eficiência

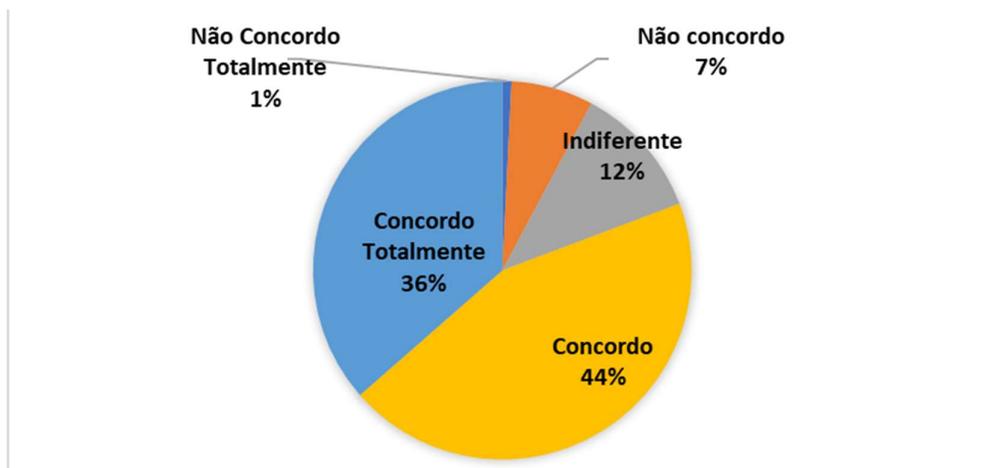


Fonte: Imagem obtida no levantamento de campo

#### 7.4 Análise e Classificação dos Fatores Críticos de Sucesso.

A seguir verifica-se os resultados das entrevistas sobre os FCS na gestão das operações de reciclagem dos RCD (Figura 71). Primeiramente vê-se que grande maioria das respostas foram aderentes às afirmações sobre os FCS levantados na literatura, variando positivamente de concordo ou concordo totalmente, o que será analisado detalhadamente em seguida.

Figura 71. Distribuição das afirmações sobre os FCS.



Fonte: Elaborado a partir do levantamento de campo.

Isto demonstra que os dezesseis FCS identificados na literatura e seus desdobramentos estão alinhados com as opiniões dos entrevistados. Contudo cabe mencionar, que se obteve respostas negativas o que reforça o caráter regional e não determinístico da pesquisa, conforme afirmado por Weisheng Lu, Hongping Yuan, (2010), que os FCS são fortemente dependentes das circunstâncias e características dos locais onde a gestão dos RCD é realizada.

Dando prosseguimento nas análises dos dados obtidos, foi criada uma planilha onde as pontuações atribuídas a cada afirmação, indicadas pelos respondentes, foram inseridas e assim realizou-se uma análise quantitativa que pode ser verificada de forma integral no Apêndice 6.

A análise quantitativa se deu ao avaliar as frequências das respostas para cada nível considerado da escala Likert de 05 pontos, confirmando, ou não, a afirmação colocada.

A contribuição de cada um dos FCS para a gestão das operações de reciclagem dos RCDS foi avaliada e classificada em termos de sua importância relativa conforme percebido pelos respondentes, usando Relative Importance Index, RII.

A Tabela 10 traz de forma resumida a apuração da pesquisa com a distribuição das respostas nos seus cinco níveis (colunas B ; F) organizada e ranqueada conforme a classificação do RII (coluna "I"), traz a confirmação ou não da afirmação lançada de acordo com a literatura (coluna "K"), o grau de concordância de cada afirmação (coluna "J") e por último o nível de importância para cada FCS validado (coluna "L").

Tabela 10-Resultado das Entrevistas sobre os FCS na gestão dos RCD

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Discordo Totalmente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo Totalmente	Total da Distribuição das Respostas	Pontuação TOTAL (W)	Índice de Importância Relativa-RII	Fator de concordância (E+F)	FCS	Nível de Importância
Afirmação de Pesquisa /fator	1	2	3	4	5	(Soma B;F)					
Q3- A fiscalização do descarte irregular dos resíduos da construção civil e demolição é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	0%	0%	0%	13%	88%	100%	78	0,975	100%	confirmada	Alta
Q1- A Legislação é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	0%	0%	0%	31%	69%	100%	75	0,938	100%	confirmada	Alta
Q2- As Políticas públicas são fatores críticos para o sucesso da operação de reciclagem.	0%	0%	0%	38%	63%	100%	74	0,925	100%	confirmada	Alta
Q7-A comunicação entre os participantes da Cadeia Produtiva (Gerador / Caçambeiro / Órgãos públicos / Usina Reciclador / Construtor) é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	0%	0%	0%	44%	56%	100%	73	0,913	100%	confirmada	Alta
Q12- O Treinamento dos operários da Usina quanto a Reciclagem dos resíduos é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	0%	0%	0%	44%	56%	100%	73	0,913	100%	confirmada	Alta
Q23- A Área na Usina suficiente para a adequada deposição e armazenamento dos diferentes agregados e materiais resultante da reciclagem é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	0%	0%	6%	31%	63%	100%	73	0,913	94%	confirmada	Alta
Q19- A Triagem e Seleção dos resíduos da construção no canteiro de Obras são fatores críticos para o sucesso da operação de reciclagem.	0%	0%	6%	38%	56%	100%	72	0,900	94%	confirmada	Alta
Q5- A existência de um mercado desenvolvido para os derivados da reciclagem é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	0%	6%	0%	38%	56%	100%	71	0,888	94%	confirmada	média
Q16- A Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de novas tecnologias para reciclagem de RCD é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	0%	0%	0%	56%	44%	100%	71	0,888	100%	confirmada	média

Tabela 10-Resultado das Entrevistas sobre os FCS na gestão dos RCD

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Discordo Totalmente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo Totalmente	Total da Distribuição das Respostas	Pontuação TOTAL (W)	Índice de Importância Relativa-RII	Fator de concordância (E+F)	FCS	Nível de Importância
Q8- A conscientização sobre a importância da gestão de resíduos da construção civil no canteiro de obras é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	0%	0%	13%	50%	38%	100%	68	0,850	88%	confirmada	média
Q24- As Parcerias Público-Privada, PPP, na gestão da Operação da Usina de Reciclagem dos RCD é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	0%	13%	0%	38%	50%	100%	68	0,850	88%	confirmada	média
Q6- Um incentivo econômico é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem?	0%	0%	6%	75%	19%	100%	66	0,825	94%	confirmada	média
Q10- O Sistema de Supervisão dos resíduos nos canteiros de obra é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	0%	6%	0%	69%	25%	100%	66	0,825	94%	confirmada	média
Q9- A qualificação dos profissionais (operacionais e de gestão) da construção civil é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem?	0%	0%	13%	69%	19%	100%	65	<b>0,813</b>	88%	confirmada	média
Q22- A concepção de que um produto ou material confeccionado com a utilização de resíduos da construção civil possui qualidade inferior a outro confeccionado com matérias primas virgens é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	0%	19%	6%	31%	44%	100%	64	<b>0,800</b>	75%	confirmada	média
Q4- A facilitação da disposição correta dos resíduos da construção civil e demolição é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	6%	0%	25%	38%	31%	100%	62	<b>0,775</b>	69%	confirmada	média
Q11- O Projeto com atenção especial para a gestão de resíduos nos canteiros de obras é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	0%	6%	25%	44%	25%	100%	62	<b>0,775</b>	69%	confirmada	média
Q15- O tradicionalismo nos processos e métodos brasileiros da construção civil são	6%	13%	13%	44%	25%	100%	59	<b>0,738</b>	69%	confirmada	baixa

Tabela 10-Resultado das Entrevistas sobre os FCS na gestão dos RCD - Continuação

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Discordo Totalmente	Discordo	Indiferente	Concordo	Concordo Totalmente	Total da Distribuição das Respostas	Pontuação TOTAL (W)	Índice de Importância Relativa-RII	Fator de concordância (E+F)	FCS	Nível de Importância
fatores críticos para o sucesso da operação de reciclagem.											
Q21- A Baixa Qualidade do resíduo da construção civil é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	0%	25%	6%	50%	19%	100%	58	<b>0,725</b>	69%	confirmada	<b>baixa</b>
Q13- O aumento dos custos da Construção Civil (MO / Materiais, Máquinas, Equipamentos, etc.) é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	0%	19%	25%	44%	13%	100%	56	<b>0,700</b>	56%	confirmada	<b>baixa</b>
Q20- O uso, a aplicação, o manuseio e o armazenamento inadequados dos materiais no canteiro de obra são fatores críticos para o sucesso da operação de reciclagem.	0%	19%	19%	56%	6%	100%	56	<b>0,700</b>	63%	confirmada	<b>baixa</b>
Q17- Os métodos alternativos da construção civil que priorizem o baixo desperdício são fatores críticos para o sucesso da operação de reciclagem.	0%	25%	19%	44%	13%	100%	55	<b>0,688</b>	56%	confirmada	<b>baixa</b>
Q18- O Espaço limitado no canteiro de obra é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.	0%	13%	44%	44%	0%	100%	<b>53</b>	<b>0,663</b>	<b>44%</b>	<b>Não Confirmada</b>	
Q14- As alterações nos projetos da Construção Civil são fatores críticos para o sucesso da operação de reciclagem.	6%	6%	50%	38%	0%	100%	<b>51</b>	<b>0,638</b>	<b>38%</b>	<b>Não Confirmada</b>	

Fonte: Elaborado com base na pesquisa de campo

Ainda de forma sintetizada obteve-se a comprovação de 22 dos 24 FCS levantados, quase a totalidade, sendo sete deles com alto grau de concordância, dez com grau médio e por fim, cinco FCS com grau baixo, conforme quadro 25.

Quadro 25-distribuição do Nível de importância dos FCS

<b>RII</b>	<b>de 0,65 á 0,75</b>	<b>de 0,75 á 0,90</b>	<b>maior de 0,90</b>
<b>Nível de Importancia</b>	<b>baixo</b>	<b>medio</b>	<b>Alto</b>
<b>Distribuição do Nível de Importancia dos FCS</b>	<b>23%</b>	<b>45%</b>	<b>32%</b>

Fonte: Elaborado com base na pesquisa de campo

Como resultado da pesquisa destacam-se os sete primeiros Fatores Críticos de Sucesso da tabela 10 listados a seguir, que foram validados com alto grau de concordância e conseqüente alto nível de importância acima de 0,90. São eles:

Q3- A fiscalização do descarte irregular dos RCD;

Q1- A Legislação e regulamentação do Setor;

Q2- As Políticas públicas reciclagem;

Q7- A comunicação entre os participantes da Cadeia Produtiva;

Q12- O Treinamento dos operários da Usina quanto a Reciclagem dos resíduos;

Q23- A Area na Usina suficiente para a adequada deposição e armazenamento dos diferentes agregados e materiais resultante da reciclagem; e

Q19- A Triagem e Seleção dos resíduos da construção no canteiro de Obras;

Destes sete, os três primeiros estão relacionados com a Legislação e Regulamentação do setor, (FCS-Q1), o que está de acordo com Jaillon e Poon (2008) e Karavezyris (2007) que sugeriram que o governo geralmente desempenha um papel crucial na promoção da prática da gestão dos RCD aplicando políticas para toda cadeia

produtiva do seguimento do RCD.

Ênfase para o primeiro FCS validado na tabela 10, a Fiscalização do Descarte Irregular dos RCD, (afirmação-Q3), com a unanimidade das opiniões dos entrevistados e maior Índice de Importância Relativa (RII)

Lembramos que esta afirmação (Q3) fora incorporado ao questionário motivado pela pesquisa setorial e depoimentos dos entrevistados e com a sua comprovação na pesquisa, demonstra que este tema é uma das maiores preocupações dos gestores das operações de reciclagem entrevistados, indicando assim a fragilidade ainda presente na maioria dos municípios brasileiros na aplicação da Lei n. 12.305 de 02 de agosto de 2010 que estabeleceu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) em especial para o RCD.

De forma similar as Políticas Públicas, (afirmação-Q2), voltadas ao desenvolvimento da atividade de reciclagem dos RCD, também aparecem com relevância na pesquisa, indicando o fundamental papel do estado como mola propulsora desta atividade, tornando-a sustentável principalmente no aspecto econômico.

Alguns outros pontos da análise merecem destaque pois se mostraram muito importantes nos depoimentos colhidos durante as entrevistas, tais como, a falta de comunicação entre os participantes da cadeia produtiva, (FCS-Q7), trazida por Faniran e Caban (1998) e a da Triagem e Seleção dos RCD no canteiro de Obras, (FCS-Q19) indicada por Tam (2008b), entre outros. Este último em particular motivado, pois uma vez que não observância desta regra pelo gerador do RCD (Figura 72) e a conseqüente contaminação dos resíduos nas caçambas, com matérias das classes C, D e até orgânicos, impactam diretamente na produtividade e eficiência do processo na usina, incorrendo em aumento de custos da operação e riscos para a saúde dos operários.

Figura 72- RCD com alto índice de rejeito.



Figura 73- RCD selecionado na Obra



Fonte: imagens obtidas no levantamento de campo

Cabe também ressaltar o fundamental papel da sociedade com um todo neste contexto, onde espera-se que o cidadão consciente das suas responsabilidades e deveres no trato do entulho e na proteção ambiental, haja de forma coerente, fazendo primeiramente a correta separação e disposição dos RCD recicláveis na sua obra (Figura 73) e posteriormente não os descartando de forma ilegal e clandestina.

Demandando desta maneira, maior conscientização sobre a importância da gestão dos RCD, o FCS (Q8) indicado por Teo & Loosemore (2001) é confirmado no estudo, em linha com os estudos que apontam e salientam que a sensibilização dos profissionais para redução do uso de recursos naturais e para proteção do ambiente é um fator vital para a minimização dos RCD (Osmani et al., 2008; Yuan, 2008).

Ainda, a questão do tamanho da Área da Usina suficiente para manejo adequado dos RCD, afirmação Q23, foi comprovado como FCS de alto grau de importância, pois observou-se no estudo várias operações estranguladas por falta de espaço e a beira do seu limite operacional, indicando, portanto, um alerta para os gestores das operações de reciclagem da RMC, uma vez que a situação só tende a se agravar com as áreas cada vez mais escassas na região e com aumento previsto na

geração de RCD

Outro fator de destaque na avaliação dos entrevistados foi evidenciado com a confirmação, em alto grau de importância, do treinamento dos operários das Usinas quanto a reciclagem dos materiais do RCD, (FCS-12), trazido por Wang et al. (2004).

Possivelmente explicado pelas etapas de classificação e triagem dos RCD, tão importantes no processo, serem caracterizados como mão de obra intensiva, ou seja, pouco automatizados e como tal, a qualidade operacional do fica dependente da habilidade e competência dos operadores. Outro fator explicativo, pode ser a constante necessidade de atualização tecnológica por parte dos operadores da Usina, uma vez que a todo instante surgem novos materiais recicláveis.

Destaque também para a afirmação relacionada com as Parcerias Público Privadas, (afirmação Q24), que fora comprovada no estudo com grau significativo de concordância pelos entrevistados, apesar de nenhuma operação analisada foi caracterizada desta forma. Cabe lembrar que se observou na amostra avaliada uma operação próxima disso, com o poder público que contrata uma empresa privada, especialista na reciclagem dos RCD, e assim terceiriza a gestão do resíduo gerado no município, obtendo assim expressivo sucesso operacional e se tornando uma das referências nacionais do setor na excelência do manejo dos RCD, um caso de sucesso que pode servir de base para outras operações.

A criação de um mercado consolidado para os agregados reciclados (FCS - Q5), indicado por Mills et al. (1999) foi confirmado na pesquisa com alto grau de importância bem como as questões relacionadas, como a baixa qualidade do RCD (afirmação Q21), e o paradigma do RCD relacionado às suas propriedades técnicas (afirmação Q22). Tema este que aparece como uma barreira conceitual equivocada, conforme a publicação especializada no seguimento, e pode ser combatida tanto pelos agentes públicos e privados com campanhas de conscientização das aplicações positivas dos AR.

No nível intermediário de importância tivemos (tabela 10) dez afirmações que são avaliadas no decorrer do estudo a medida que o respectivo FCS se relacionar

com os demais aspectos da análise e outras cinco (Q15, Q21, Q13, Q20 e Q17) no nível baixo, que apesar de confirmadas no estudo, trazem grau de importância pequeno e um nível de concordância considerado baixo, na opinião dos entrevistados, assim, não sendo indicados como prioridade para estudos e análises mais aprofundadas neste trabalho.

O FCS original numerado como Q18, que trata do Espaço limitado no canteiro de obras para a adequado manejo dos RCD, Tam e Tam (2008), não se comprovou como importante na pesquisa. Provavelmente por ser a questão do espaço na obra posterior a necessidade primária de conscientização da importância da Triagem e Seleção do RCD, este FCS (Q19) sim, confirmado na pesquisa.

A questão das Alterações de Projeto, (FCS-Q14) trazidas por Faniran e Caban (1998) entre outros, não se confirmaram no estudo. Uma possível explicação, pode ser talvez pelo fato, de acordo com as publicações especializadas, do método tradicional da construção civil brasileira considerar um nível alto de retrabalhos e desperdícios.

Para duas afirmações (Q2 e Q6), caso a resposta fosse positiva, foram incluídos novos temas extraídos dos textos e publicações investigadas, objetivando ser mais específico e buscar identificar necessidades e demandas mais significativas no ponto de vista dos entrevistados.

Assim para a afirmação Q2, sobre as Políticas Públicas a tabela 11 traz a classificação da importância dos temas, na visão dos entrevistados, indicando o “Combate ao descarte irregular do entulho” como principal ação do poder público, seguido das Campanhas de conscientização, Distribuição de ecopontos pelas cidades e Redução dos custos das caçambas.

Tabela 11: Políticas públicas críticas para o Sucesso da operação de reciclagem

2- As Políticas públicas são fatores críticos para o sucesso da operação de reciclagem?	Grau de Importancia de 1 á 5					total da pontuação	Classificação do Nivel de importancia
	1	2	3	4	5		
Combate ao descarte irregular do entulho	0	0	3	12	60	75	1
Campanhas educacionais e de conscientização para os cuidados com o Entulho	0	6	9	28	15	58	2
Facilidade na disposição do entulho ela cidade (Ecopontos)	0	2	33	16		51	3
Redução dos custos para utilização de caçambas	3	24	3		0	30	4
outros	13	0	0	8	5	26	5

Fonte: Elaborado com base na pesquisa de campo

Da mesma forma, para a afirmação Q6 sobre incentivos econômicos a Tabela 12 traz o resultado da classificação dos incentivos sugeridos, obtém-se assim, a “Preferência em licitações públicas como principal incentivo econômico a fim de fomentar a reciclagem do RCD, seguidos da redução de impostos e aumento de prazos para pagamentos. Observa-se como sugestão de outros incentivos econômicos o aparecimento da facilidade para o empreendedor no financiamento para compra de máquinas e equipamentos destinados a reciclagem.

Destaque também para a redução dos impostos, ponto bastante comentado nas entrevistas o que confirma uma antiga reivindicação do setor (ABRECON, 2018). Ação está normalmente utilizada pelos órgãos públicos tanto na esfera Estadual como Federal, para incentivar determinado setor em dificuldades.

Tabela 12: Incentivo econômico para o Sucesso da operação de reciclagem,

6- Um incentivo econômico é fator crítico para o sucesso da operação de	Grau de Importancia de 1 á 5					total da pontuaçã	Classificação do Nivel de
	1	2	3	4	5		
Preferência em licitações publicas	0	0	0	36	35	71	1
Redução de Impostos e tributos	0	2	0	28	40	70	2
Aumento dos prazos de pagamento de impostos e tributos	0	0	48	0	0	48	3
Outro:	0	30	0	0	5	35	4

Fonte: Elaborado com base na pesquisa de campo

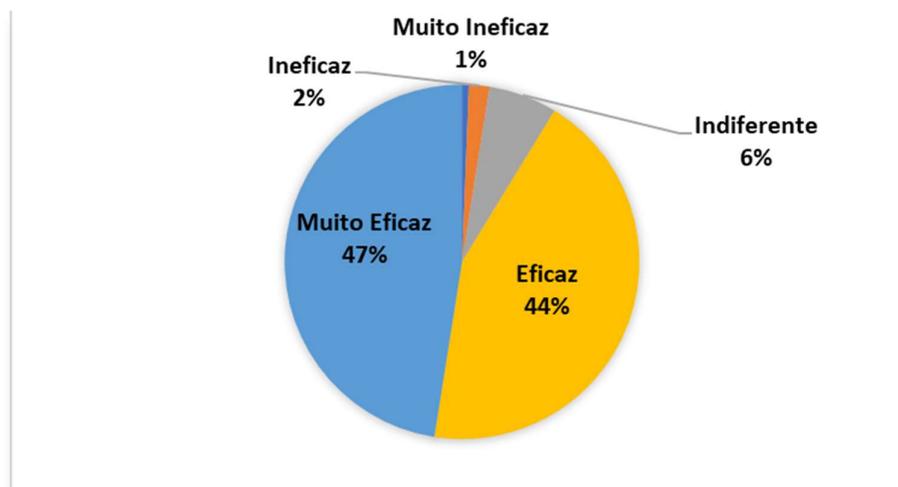
## 7.5 Análise e Classificação das Boas Práticas

Relembrando que FCS são itens fundamentais que não podem faltar para o sucesso de determinado empreendimento e que as Boas Práticas são ações reconhecidas empiricamente como as melhores quanto a eficácia e sucesso alcançados pela sua aplicação na realização de uma determinada tarefa, busca-se neste capítulo, verificar a possível complementariedade entre os FCS e as Boas Práticas, ambos voltados a gestão dos RCD.

A seguir verificar-se a o resultado das entrevistas sobre Boas Práticas na gestão dos RCD. Incorporadas ao questionário na parte 2, dez afirmações sobre as Boas Práticas na Gestão, conforme a publicação de Reciclagem de Entulho para a Produção de Materiais da Construção - Projeto Entulho Bom- Universidade Federal Da Bahia (2001), serão avaliadas e classificadas na visão dos entrevistados e por fim relacionadas com os FCS validados.

Primeiramente vemos que a grande maioria (91%) das respostas foram aderentes as Boas Práticas de Gestão apresentadas, com respostas positivas, Eficaz e Muito eficaz (Figura 74), e assim confirma que as Boas Práticas para gestão diferenciada dos RCD indicadas na publicação do Entulho Bom da UFB, estão em alinhamento com as opiniões dos entrevistados.

Figura74. Perfil das Respostas Boas Práticas



Fonte: Fonte: Elaborado com base na pesquisa de campo

Ainda de forma sintetizada obteve-se a confirmação de todas as dez Boas Práticas indicadas, sendo três delas com alto grau de eficácia e outras sete com grau médio, conforme quadro 26.

Quadro 26- Distribuição do Nível de Eficácia das Boas Práticas

<b>IER</b>	<b>de 0,51 á 0,75</b>	<b>de 0,75 á 0,90</b>	<b>maior de 0,90</b>
<b>Nível da Eficácia</b>	<b>baixo</b>	<b>médio</b>	<b>Alto</b>
<b>Distribuição do Nível de Eficácia das Boas Práticas</b>	<b>0%</b>	<b>70%</b>	<b>30%</b>

Fonte: Elaborado com base na pesquisa de campo

No Apêndice 07 apresenta-se a análise completa das boas práticas conforme o levantamento de campo, por sua vez, a tabela 13 traz o resultado resumido das respostas obtidas nas entrevistas, os dados foram classificados, organizados e ranqueados conforme o Índice de Eficácia Relativa, REI e assim apresentados na coluna "I".

O fator de concordância dos entrevistados com a eficácia da Boa prática é indicado na coluna "J" e o resultado da pesquisa é indicado na coluna "K" (tabela 13).

Destaque para as três primeiras boas práticas confirmadas onde todos os participantes foram unânimes em concordar com proposta e atingiram índices acima de 0,9 considerados de alta eficácia neste estudo, são elas: as parcerias entre os diversos atores do processo de reciclagem(Q28); a localização planejada da Usina (Q26); e os programas educativos de conscientização quanto ao manejo adequado dos RCD (Q32).

Todos estes três temas, com exceção da localização planejada da Usina, foram abordados com detalhes na análise dos FCS relacionados, FCS Q24 e Q8.

Inclusive o tema do dimensionamento adequado da Usina, Boa Prática Q27, confirmada e identificada pelos entrevistados como eficaz em um nível significativo de importância se relaciona diretamente com o FCS-Q23 também confirmado na pesquisa com alto nível de importância.

A questão da localização planejada da Usina(Q26), considerando aspectos logísticos envolvidos, apesar de não ser a realidade da maioria das operações estudadas, traz a preocupação dos participantes com a questão do desempenho e a otimização dos custos operacionais, em função das grandes distancias percorridas no transporte do RCD no dia a dia.

Tabela 13- Resultado das Entrevistas sobre as s Boas Práticas de Gestão dos RCD

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Muito Ineficaz	Ineficaz	Indiferente	Eficaz	Muito Eficaz	Total da Distribuição das Respostas	Pontuação TOTAL (W)	REI (Índice de Eficácia Relativa)	Fator de concordância (E+F)	Resultado das Boas Práticas	Nível de Eficácia
Boas Práticas/Fator	1	2	3	4	5	Soma (B;F)					
Q28- O estabelecimento de parcerias com os principais atores da cadeia produtiva de grandes e pequenos geradores de RCD como, Prefeituras, Construtoras, Coletoras e Transportadoras do RCD Cooperativas de reciclagem, entre outras, são práticas na gestão das operações de reciclagem!	0%	0%	0%	19%	81%	100%	77	0,96	100%	confirmada	Alto
Q26- A localização da Usina recicladora baseada em análise técnica e econômica considerando as distancias percorridas e as melhores condições logísticas e de custo de transporte é uma prática na gestão das operações de reciclagem!	0%	0%	0%	38%	63%	100%	74	0,93	100%	confirmada	Alto
Q32- A política de conscientização quanto a necessidade de deposição e disposição correta dos RCD com palestras específicas em entidades de classe, comunidade local atingida, escolas entre outras é uma prática na gestão das operações de reciclagem!	0%	0%	6%	31%	63%	100%	73	0,91	94%	confirmada	Alto

Tabela 13- Resultado das Entrevistas sobre as s Boas Práticas de Gestão dos RCD

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Muito Ineficaz	Ineficaz	Indiferente	Eficaz	Muito Eficaz	Total da Distribuição das Respostas	Pontuação TOTAL (W)	REI (Índice de Eficácia Relativa)	Fator de concordância (E+F)	Resultado das Boas Práticas	Nível de Eficácia
Boas Práticas/Fator	1	2	3	4	5	Soma (B;F)					
Q27- O dimensionamento da Usina, quanto ao tamanho e capacidade nominal, baseada em estudos que consideram o crescimento populacional e desenvolvimento econômico previstos para os municípios da região são práticas na gestão das operações de reciclagem:	0%	0%	6%	44%	50%	100%	71	0,89	94%	confirmada	Médio
Q31- O programa de treinamento em procedimentos operacionais para os colaboradores diretos e indiretos da Usina é uma prática na gestão das operações de reciclagem:	0%	0%	6%	44%	50%	100%	71	0,89	94%	confirmada	Médio
Q33- A política de Saúde e Segurança do trabalho que assista e orienta os colaboradores diretos e indiretos da Usina, quanto aos cuidados necessários e uso de EPI's são práticas na gestão das operações de reciclagem:	0%	0%	0%	56%	44%	100%	71	0,89	100%	confirmada	Médio
Q35- A elaboração de um plano estratégico de gestão para o desenvolvimento e crescimento da Operação é uma prática na	0%	0%	6%	50%	44%	100%	70	0,88	94%	confirmada	Médio

Tabela 13- Resultado das Entrevistas sobre as s Boas Práticas de Gestão dos RCD - Continuação

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Muito Ineficaz	Ineficaz	Indiferente	Eficaz	Muito Eficaz	Total da Distribuição das Respostas	Pontuação TOTAL (W)	REI (Índice de Eficácia Relativa)	Fator de concordância (E+F)	Resultado das Boas Práticas	Nível de Eficácia
Boas Práticas/Fator	1	2	3	4	5	Soma (B;F)					
gestão das operações de reciclagem:											
Q29- A política intensiva de venda e comercialização pelos diversos canais disponíveis dos agregados gerados pela Usina são práticas na gestão das operações de reciclagem:	0%	6%	6%	44%	44%	100%	68	0,85	88%	confirmada	Médio
Q30- A produção e fabricação de novos artefatos com materiais oriundos do processo de reciclagem são práticas na gestão das operações de reciclagem:	6%	6%	6%	63%	19%	100%	61	0,76	81%	confirmada	Médio
Q34- A política de geração e acompanhamento de Indicadores de desempenho (KPI's) considerados importantes para a operação da Usina é uma prática na gestão das operações de reciclagem:	0%	6%	25%	50%	19%	100%	61	0,76	69%	confirmada	Médio

Fonte: Elaborado com base na pesquisa de campo



Realizou-se uma análise comparativa das Boas Práticas na Gestão do RCD, com os FCS validados pela pesquisa (Quadro 27).

O quadro está organizado conforme as Diretrizes Básicas da Gestão diferenciada dos RCD e suas melhores práticas e traz o FCS correspondente ao tema além da indicação do resultado da pesquisa e nível de importância do FCS na coluna “Status do FCS”.

Assim foram encontrados diversos pontos convergentes (Quadro 27) que se permite concluir que muitas dessas boas práticas decorrem dos FCS, apresentando assim um alinhamento entre estes aspectos da gestão das operações de reciclagem dos RCD, indicando o que pode ser realizado para alcançar e alavancar o sucesso na gestão do RCD na região estudada.

Percebe-se ainda, como resultado do trabalho, a necessidade de melhorar e intensificar a comunicação e o relacionamento entre os diversos atores da cadeia produtiva dos RCD, evidenciado tanto na validação do FCS específicos para esta questão, afirmações Q7 e Q24, quanto na confirmação das Melhores Práticas de gestão, indicada na questão Q28, para que juntos possam, através de parcerias ou mesmo da terceirização dos serviços, efetivamente trabalharem juntos e contribuïrem com o melhor que cada setor pode oferecer a favor do desenvolvimento sustentável das cidades, buscando municípios cada vez mais limpos, seguros, justos e inclusivos, através da reciclagem.

Quadro27- Relação entre as Boas Práticas e os FCS na gestão das operações de reciclagem.

Diretrizes Básicas da Gestão Diferenciada		Melhores Práticas relacionadas	Fatores Críticos de Sucesso (FCS) confirmado		
1	Facilitação Total da Disposição		Item	Descrição	Status do FCS
	1.1	Q26-A localização da Usina recicladora baseada em análise técnica e econômica considerando	Q4	A facilitação da disposição correta dos RCD-ecopontos	Confirmada - nível Médio

Diretrizes Básicas da Gestão Diferenciada		Melhores Práticas relacionadas	Fatores Críticos de Sucesso (FCS) confirmado		
		as distâncias percorridas e as melhores condições logísticas e de custo de transporte			
2	Segregação integral dos Resíduos Sólidos coletados				
	2.1	Q32-A política de conscientização quanto a necessidade de deposição e disposição correta dos RCD com palestras específicas em entidades de classe, comunidade local atingida, escolas entre outras	Q8	A conscientização sobre a importância da gestão de resíduos da construção civil no canteiro de obra	Confirmada - nível Médio
			Q19	Triagem e Seleção dos resíduos na Obra	Confirmada - nível Alto
3	Reciclagem total dos resíduos coletados				
	3.1	Q27-O dimensionamento da Usina, quanto ao tamanho e capacidade nominal, baseada em estudos que consideram o crescimento populacional e desenvolvimento econômico previstos para os municípios da região	Q23	A Area na Usina suficiente para a adequada deposição dos agregados reciclados	Confirmada - Nível Alto
	3.2	Q30-A produção e fabricação de novos artefatos com materiais oriundos do processo de reciclagem		NA	
	3.3	Q31-O programa de treinamento intensivo em procedimentos operacionais e a fim de distinguir materiais recicláveis para os colaboradores diretos e indiretos da Usina	Q12	Treinamento dos operários quanto a reciclagem dos RCD	confirmada -Nível Alto
			Q9	A qualificação dos profissionais (operacionais e de gestão) da construção civil	confirmada -Nível Médio
	3.4	Q33-A política de Saúde e Segurança do trabalho que assista e orienta os colaboradores diretos e indiretos da Usina, quanto aos cuidados necessários e uso de EPI's		NA	

Quadro27- Relação entre as Boas Práticas e os FCS na gestão das operações de reciclagem-  
Continuação

Diretrizes Básicas da Gestão Diferenciada		Melhores Práticas relacionadas	Fatores Críticos de Sucesso (FCS) confirmado		
	3.5	Q34-A política de geração e acompanhamento de Indicadores de desempenho (KPI's) considerados importantes para a operação da Usina		NA	
4	Integração entre os agentes envolvidos (geradores, coletores, recicladores públicos e privados) na Gestão dos RCD				
	4.1	Q28-O estabelecimento de parcerias com os principais atores da cadeia produtiva de grandes e pequenos geradores de RCD como, Prefeituras, Construtoras, Coletoras e Transportadoras do RCD Cooperativas de reciclagem, entre outras.	Q7	Comunicação entre os participantes do projeto	Confirmada - Nível Alto
			Q24	As Parcerias Público-Privada, PPP, na gestão da Operação da Usina de Reciclagem dos RCD	Confirmada -Nível Médio
	4.2	Q35-A elaboração de um plano estratégico de gestão para o desenvolvimento e crescimento da Operação		NA	
	4.3	Q29-Política intensiva de venda e comercialização pelos diversos canais disponíveis dos agregados gerados pela Usina.	Q5	Mercado maduro para os derivados da reciclagem	Confirmada -Nível Médio

Fonte: Elaborado com base na pesquisa bibliográfica e de campo.

As Boas Práticas de gestão confirmadas na pesquisa, porem que não possuem nenhum FCS relacionado (Quadro 24 - Q30,Q33,Q34 e Q35) podem agir como ações complementares na gestão eficiente dos RCD e podem ser alvo de estudos e análises mais aprofundadas no futuro.

## 7.6 Análise das Perguntas Abertas

No final da segunda seção foram inseridas duas perguntas abertas com o objetivo de coletar informações que trouxessem para discussão novas questões ainda não observadas pela literatura (Quadro28). As perguntas são listadas a seguir:

1. *Se fosse possível fazer e tivesse o poder necessário para fazê-lo. O que começaria a fazer imediatamente na operação da Usina? e por quê?*
2. *Se fosse possível fazer e tivesse o poder necessário para fazê-lo. O que deixaria ou pararia de fazer imediatamente na operação da Usina? e por quê?*

Quadro 28 – Lista de ações imediatas na operação da Usina- resultado das perguntas abertas

<b>Entrevista</b>	<b>Se fosse possível fazer e tivesse o poder necessário para fazê-lo. O que começaria a fazer imediatamente na operação da Usina? e por quê?</b>	<b>Se fosse possível fazer e tivesse o poder necessário para fazê-lo. O que deixaria ou pararia de fazer imediatamente na operação da Usina? e por quê?</b>
1	1.1 Implantação de novos equipamentos automáticos	1.2 não soube ou não respondeu
2	2.1 Implantação de peneira vibratória móvel	2.2 Encerar o recebimento de madeira
3	3.1 Implantação de esteira automática de triagem do RCD	3.2 Não receber, proibir a entrada de resíduo de órgãos públicos contaminados
4	4.1 Implantação de novos equipamentos automáticos	4.2 Não receber, proibir a entrada de resíduo Classe B
5	5.1 Implantação de novos equipamentos automáticos para triagem	5.2 Triagem manual para reduzir os acidentes.
6	6.1 Aquisição de uma área apropriada e licenciada para tratamento do RCD;	6.2 não soube ou não respondeu
6	6.1.2 Implantação de ações rígidas de fiscalização do descarte irregular e implantação de medidas punitivas para infratores	
7	7.1 Construção de barracão fechado e coberto de 1500 m2 para armazenamento do Agregado reciclado	7.2 Não receber, proibir a entrada de resíduo Classe B,C&D

Quadro 28 – Lista de ações imediatas na operação da Usina- resultado das perguntas abertas - Continuação

<b>Entrevista</b>	<b>Se fosse possível fazer e tivesse o poder necessário para fazê-lo. O que começaria a fazer imediatamente na operação da Usina? e por quê?</b>	<b>Se fosse possível fazer e tivesse o poder necessário para fazê-lo. O que deixaria ou pararia de fazer imediatamente na operação da Usina? e por quê?</b>
8	8.1 Implantação de um Picador de madeira	8.2 Não receber, proibir a entrada de resíduo Classe C
9	9.1 iniciar a compra de resíduo de gesso	9.2 não soube ou não respondeu
10	10.1 Campanhas educacionais nas escolas do município quanto a segregação do RCD.	10.2 não soube ou não respondeu
10	10.1.2 Obrigação dos órgãos públicos a utilizar 70 % do agregado reciclado nas suas obras.	
11	11.1 Implantação da segunda (secundaria) peneira vibratória na linha	11.2 não soube ou não respondeu
12	12.1 Encapsulamento dos equipamentos para redução do pó; e instalação de uma muralha verde na Usina (árvores na divisa)	12.2 Não enviar resíduo classe C para o Aterro.
	12.1.2 Implantação de novos equipamentos para Triagem e Britagem	
13	13.1 Investimento elevado em novos equipamentos	13.2 Não receber, proibir a entrada de resíduo Classe B
14	14.1 Implantação de novas tecnologias e equipamentos para automação da triagem e aumento do rendimento na reciclagem	14.2 segregar dos recicláveis para transformação em CDR
15	15.1 Implantação da USINA Recicladora com britadores	15.2 Não receber, proibir a entrada de resíduo Classe C&D
	15.1.2 Investir em pesquisa para novas aplicações dos agregados reciclados	
16	16.1 não soube ou não respondeu	16.2 não soube ou não respondeu

Fonte: Elaborado com base na pesquisa de campo

De forma geral as respostas tiveram uma preponderância de temas e ações relacionados primeiro, com a implantação de novas tecnologias e equipamentos voltados a automação dos processos afim de aumentar a produtividade e eficiência da operação, o que reforça o FCS confirmado na pesquisa com grau significativo de importância e 100% de concordância, a Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de novas tecnologias para reciclagem (FCS-Q16).

Em seguida destaque para o desejo de implantar restrições mais severas para o recebimento dos resíduos, não permitindo a entrada dos materiais das classes C e D que contaminam os RCD e impactam a produtividade da operação. Mais uma vez os entrevistados apontam o tema da triagem e seleção dos RCD na Obra como importante, reforçando a confirmação do FCS-Q19 na pesquisa.

Vale a pena mencionar outra proposta coletada com a preocupação com o meio ambiente e a qualidade do ar no entorno da Usina, com o desejo de encapsular os equipamentos e construir uma “muralha verde” com o plantio de arvores ao longo da divisa da Usina. São poucas as vezes que temas relacionados diretamente as questões ambientais aparecem na pesquisa da opinião dos entrevistados, apontando uma possível lacuna a ser explorada em futuros trabalhos.

Ainda ação voltada para a redução dos acidentes de trabalho na esteira manual de triagem reforça a confirmação da Boa Prática (Q33) quanto a política de Saúde e Segurança do trabalho, com 100% de concordância e significativo grau de eficácia para os entrevistados.

Por fim, o desejo de realizar campanhas de conscientização da população, em especial aos jovens estudantes, sobre a necessidade e importância de realizar a separação do RCD na sua origem, reforçam a importância do tema, evidenciado com as confirmações tanto do FCS relacionado (FCS-Q8), quanto a Boa Prática (Q32).

## **7.7 Análise dos Fatores Críticos de Sucesso e sua relação com as questões sustentáveis da gestão dos resíduos da construção civil.**

A fim de identificar uma possível relação entre os FCS da gestão das operações de reciclagem dos RCD, confirmados na pesquisa, com os temas da sustentabilidade voltados a gestão dos RCD tratados neste estudo como os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) e as Diretrizes e estratégias para a gestão dos resíduos Sólidos trazidos pelo PLANARES (2022), foi elaborado uma matriz de relacionamento, Quadro 28.

Procura-se identificar onde estas correlações são mais evidentes, visando complementar a análise dos FCS com o véis ambiental e regulatório das normas específicas da aera estudada, trazendo assim mais robustez para a análise, indicando onde existe amparo sustentável e regulatório para os FCS confirmados na pesquisa.

O quadro 29 foi organizado listando primeiramente as Estratégias para gestão dos RCD indicadas no PLNARES (2022) (coluna “a”), em seguida o ODS conforme SDG COMPASS (2015), relacionado ao tema (coluna “b”), bem como, as Ações recomendadas para atender e alcançar os ODS, conforme GTA -ODS (2015) (coluna “d”), e por fim o FCS, confirmado na pesquisa, relacionado a Ação e seu respectivo autor, colunas “e” e “f”.

Nota-se diversos pontos em comum entre estas três diferentes abordagens para gestão eficiente dos RCD, indicando simetria e conjunção de ideias e pensamentos. Assim cabe ressaltar os pontos presentes nas três visões do Quadro 28, tanto nas Diretrizes do PLANARES (2022), como nas ações para atendimento aos ODS (2015), e no FCS confirmados na pesquisa.

Pontos estes já mencionados no estudo como cruciais e fundamentais para potencializar o sucesso da Gestão das Operações de Reciclagem dos RCD.

Claramente os oito FCS confirmados na pesquisa, validados também aqui nesta análise qualitativa e listadas abaixo por ordem de importância, convergem e

contribuem de forma multidisciplinar para o sucesso sustentável das Operações de Reciclagem dos RCD.

Q3- A fiscalização do descarte irregular dos RCD

Q1- Legislação e regulamentação do setor

Q2- As Políticas Públicas

Q7- Comunicação entre os participantes da cadeia

Q16- P&D em tecnologias para reciclagem RCD

Q6- Incentivo econômico

Q4- A facilitação da disposição correta dos RCD.

Q11- Projetos com atenção para gestão dos RCD

Quando analisado os principais FCS classificados na pesquisa de forma transversal foi percebido a necessidade da atuação do Estado com ações de comando e controle para regulamentação do seguimento com normas e procedimentos rígidos, bem como, ações punitivas para os infratores. Isso porque, na pesquisa a fiscalização e o combate ao descarte irregular dos RCD aparece em primeiro lugar, com maior grau de importância relativa (RII). Reforçando assim a observação realizada na pesquisa quanto a existência de *gaps* importantes em toda cadeia produtiva do RCD, sugerindo que um volume grande de resíduos, cerca de 38 milhões de toneladas, estão sendo dispostos de maneira clandestina todos os anos nas cidades brasileiras.

Observa-se assim o atual estágio econômico fragilizado da atividade da reciclagem do RCD na região estudada, uma vez que a maioria das operações privadas estudadas não se viabilizam economicamente somente com a reciclagem dos RCD, 60% das operações visitadas possuem como atividade fim principal a coleta dos RCD, ou seja, são “caçambeiros” que buscam na reciclagem uma maneira de existir em um mercado hostil e insipiente. Operando em uma área com serias restrições de espaço, lutam diariamente contra o descarte irregular, contra o desperdício, por mais incentivos e por uma maior conscientização do mercado que faça com que a demanda

por AR aumente e assim a circularidade na cadeia produtiva do RCD se materialize fazendo com que o negócio sobreviva, cresça e se desenvolva.

Quadro 29 - Correlação entre as estratégias para Gestão dos RCD, conforme PLANARES 2022, com os ODS, com as Ações recomendadas para gestão dos RCD e os FCS identificados na Literatura. - Continuação

<b>n</b>	<b>Estratégias Para Gestão Dos Resíduos Da Construção Civil (RCD), conforme PLANARES 2022</b>	<b>ODS, (SDG-COMPASS, 2015) Relacionados a gestão dos RCD</b>	<b>Ações recomendadas para atender os ODS relacionadas com a gestão dos RCD (GTA-ODS, 2015, p.8)</b>	<b>FCS-Confirmado na Pesquisa</b>	<b>Autor</b>
<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>	<b>e</b>	<b>f</b>
1	Criar linhas de financiamento específicas para o setor público e privado para a recuperação de áreas degradadas pela disposição inadequada de RCD.	NA	NA	Q6-Incentivo econômico	Chen et al. (2002)
2	Disponibilizar, por meio do MTR/SINIR, relatório específico sobre a movimentação de Resíduos de Construção Civil, com vistas ao cumprimento do arcabouço legal e normativo.	NA	NA	Q1-Legislação e regulamentação do setor	Hadjiev a-Zahariev a et al. (2003)
3	Desenvolver capacitação técnica para a gestão adequada e beneficiamento do RCD.	NA	NA	Q9-Qualificação operacional e conhecimento dos profissionais da construção civil sobre os materiais recicláveis	Yeung et al. (2007)
				Q12-Treinamento dos operários quanto a reciclagem dos resíduos	Wang et al. (2004)

Quadro 29 - Correlação entre as estratégias para Gestão dos RCD, conforme PLANARES 2022, com os ODS, com as Ações recomendadas para gestão dos RCD e os FCS identificados na Literatura. - Continuação

n	Estratégias Para Gestão Dos Resíduos Da Construção Civil (RCD), conforme PLANARES 2022	ODS, (SDG-COMPASS, 2015) Relacionados a gestão dos RCD	Ações recomendadas para atender os ODS relacionadas com a gestão dos RCD (GTA-ODS, 2015, p.8)	FCS-Confirmado na Pesquisa	Autor
a	b	c	d	e	f
4	Orientar os setores público e privado na construção de áreas de destinação final adequada de RCD.	ODS 11. Urbanização e cidades sustentáveis	Promover a conservação e o uso sustentável de áreas protegidas localizadas nas cidades ou em seu entorno, bem como a recuperação de áreas contaminadas, evitando a ocupação de áreas de risco	Q7- Comunicação entre os participantes do projeto	Faniran e Caban (1998)
5	Definir orientações técnicas e procedimentos para elaboração e cumprimento de planos de encerramento de aterros de RCD Classe A e para a recuperação de áreas de disposição final inadequada de RCD.		Eliminar os lixões e aterros controlados, com inclusão social e econômica de catadores de materiais recicláveis, e promover a disposição ambientalmente adequada de 100% dos rejeitos até o ano 2030	Q2- As Políticas públicas Q3- A fiscalização do descarte irregular dos resíduos da construção civil e demolição	Hadjiev a- Zahariev a et al. (2003)
6	Incentivar os municípios a adotarem definições para grandes geradores de RCD, visando facilitar a sua identificação e a fiscalização para o cumprimento de suas responsabilidades.		Promover políticas de limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, em especial a coleta seletiva, a reciclagem, a disposição final e o tratamento do lixo, com reconhecimento do resíduo sólido		
7	Incentivar os municípios a implantarem ecopontos e ecocentros para recebimento de pequenas quantidades de RCC e resíduos				

Quadro 29 - Correlação entre as estratégias para Gestão dos RCD, conforme PLANARES 2022, com os ODS, com as Ações recomendadas para gestão dos RCD e os FCS identificados na Literatura. - Continuação

n	Estratégias Para Gestão Dos Resíduos Da Construção Civil (RCD), conforme PLANARES 2022	ODS, (SDG-COMPASS, 2015) Relacionados a gestão dos RCD	Ações recomendadas para atender os ODS relacionadas com a gestão dos RCD (GTA-ODS, 2015, p.8)	FCS-Confirmado na Pesquisa	Autor
a	b	c	d	e	f
	volumosos domiciliares, evitando a criação de pontos de disposição inadequada.			resíduos da construção civil e demolição	a et al. (2003)
8	Incentivar o uso de RCD ou de material reciclado a partir de RCD em obras públicas e privadas financiadas com recursos públicos.	ODS 12. Padrões sustentáveis de produção e consumo	Promover compras e contratações públicas sustentáveis (25% dos contratos públicos sustentáveis em 2030; 50% dos contratos públicos sustentáveis em 2035; 100% dos contratos públicos sustentáveis em 2040).  Exigir edificações e construções sustentáveis e acessíveis, tanto no que diz respeito à cadeia produtiva como ao consumidor final (% de autorizações para construção sustentável e acessível até 2030).	Q6- Incentivo Econômico Q6.2- Preferência em licitações públicas.	Chen et al. (2002)  Lingard et al. (2001)
9	Criar instrumentos econômicos e disponibilizar linhas de financiamento para aquisição de equipamentos e sistemas voltados à redução da geração e ao aproveitamento de RCD.	ODS 8. Crescimento econômico e emprego	Fomentar o desenvolvimento econômico com equidade e sustentabilidade, promover o investimento e a geração de emprego, o empreendedorismo e as iniciativas econômicas solidárias em todos os setores, a fim de	Q6-Incentivo econômico	Chen et al. (2002)

( Quadro 29 - Correlação entre as estratégias para Gestão dos RCD, conforme PLANARES 2022, com os ODS, com as Ações recomendadas para gestão dos RCD e os FCS identificados na Literatura. - Continuação

n	Estratégias Para Gestão Dos Resíduos Da Construção Civil (RCD), conforme PLANARES 2022	ODS, (SDG-COMPASS, 2015) Relacionados a gestão dos RCD	Ações recomendadas para atender os ODS relacionadas com a gestão dos RCD (GTA-ODS, 2015, p.8)	FCS-Confirmado na Pesquisa	Autor
a	b	c	d	e	f
			propiciar a distribuição da renda, com critérios inclusivos.		
10	Fomentar a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico para ampliação dos processos de reutilização e reciclagem de RCD.	ODS 6. Águas e saneamento básico.	Promover tecnologias que aproveitem de forma racional e eficiente o potencial de ganho econômico, social e ambiental dos processos de reciclagem de resíduos sólidos urbanos e eletrodomésticos ou de sistemas de tratamento de esgoto e de efluentes.	Q16- A Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de novas tecnologias para reciclagem de RCD	Lu & Yuan (2010).

Fonte: Elaborado com base na pesquisa bibliográfica e de campo

## 8. CONCLUSÕES

Este estudo teve por objetivo e analisar os principais fatores críticos de sucesso (FCS) da gestão das operações de reciclagem de resíduos da construção civil e demolição (RCD).

Para tanto foi realizada uma pesquisa exploratória bibliográfica onde foram identificados 16 FCS mais citados pela literatura para gestão dos RCD. Elaborou-se então um questionário para testar 24 afirmações levantados a partir desses FCS, assim como, foram relacionadas 10 melhores práticas da gestão dos RCD para confirmação da sua efetividade. Realizou-se a pesquisa com entrevistas, de forma presencial, com 16 gestores e responsáveis em 13 operações, seguiu-se assim uma minuciosa análise e avaliação quantitativa e qualitativa dos resultados obtidos.

O estudo confirmou 22 afirmações das 24 apresentadas aos entrevistados, afirmando assim o alto grau de assertividade dos FCS apontados pela literatura. Da mesma forma, o estudo confirmou e classificou as 10 melhores práticas de gestão dos RCD reconhecidas pela literatura.

Com base nos resultados obtidos na pesquisa pode-se concluir que prevalece nas operações de reciclagem dos RCD da RMC a necessidade do papel protagonista do poder público a fim de promover o desenvolvimento sustentável do setor, até que este atinja um maior grau de maturidade e robustez, onde a fiscalização rígida das normas e procedimentos vigentes do setor e os incentivos econômicos tão importantes neste momento inicial, deem lugar ao aprimoramento das tecnologias empregadas no processo de reciclagem, ao aumento da aplicabilidade do Agregado Reciclado e pôr fim ao aumento da eficiência e dos índices de reciclagem no Brasil, objetivos desejáveis por todos os envolvidos na cadeia produtiva do RCD.

Percebe-se com base nos dados levantados e nas observações, oportunidades de crescimento para o seguimento, uma vez que considerando a capacidade máxima instalada atual das operações brasileiras para reciclagem dos RCD, (50 Mt/ano) quer se aproximam de tratar apenas cerca de 50% de tudo que é

gerado no Brasil (106Mt/ano) e por outro lado o apelo sustentável com o aumento da conscientização da importância do manejo adequado dos RCD, presentes nas políticas públicas recentes (PLANARES, 2022), colaboram para um cenário de desenvolvimento de novos negócios para a gestão dos RCD.

O estudo traz um alerta tanto para os gestores públicos como privados quanto a escassez de áreas disponíveis nos municípios estudados para abrigar de forma adequada as operações de reciclagem dos RCD, considerando os espaços necessários para armazenamento do RCD, para processamento, bem como, para manter os estoques de Agregados Reciclados, suficientes para atender altas demandas, uma vez que muitas das operações pesquisadas estão com serias restrições de espaço.

Assim frente ao que foi exposto, entende-se que o objetivo principal deste trabalho foi alcançado, uma vez que os principais FCS da gestão das operações de reciclagem dos RCD, na região metropolitana de Campinas ( RMC) e municípios vizinhos, foram identificados, classificados e analisados sob a ótica dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentáveis, das Melhores Práticas de Gestão dos RCD e das Diretrizes e Estratégias para a gestão dos RCD conforme o Plano Nacional de Gestão dos Resíduos Sólidos.

Acredita-se que o trabalho traz contribuições para a academia, para os gestores públicos e para os gestores da iniciativa privada.

Primeiramente, o presente trabalho, à medida que validou e classificou os FCS, mais citados pela literatura da área, como também os oriundos do seu desdobramento, contribui para fortalecer o corpo dos conhecimentos sobre a gestão das operações de reciclagem do RCD e seus fatores críticos de sucesso.

Para os gestores públicos envolvidos neste processo fica, além da confirmação importância das políticas públicas e da fiscalização do descarte irregular do RCD, a listagem detalhada e a classificada das ações prioritárias para o fomento e busca do sucesso sustentável da gestão dos RCD nos aspectos econômico, ambiental e social.

Aponta-se como as principais contribuições para os gestores e responsáveis pelas operações de reciclagem da iniciativa privada, a listagem de diversos FCS e Boas práticas para que possam melhorar a eficiência e a eficácia de suas operações.

Uma das limitações do trabalho diz respeito a área de abrangência e aos métodos escolhidos para a pesquisa, dessa forma, outras pesquisas poderão explorar outras regiões metropolitanas e outros métodos de pesquisa.

Como a legislação se mostrou um dos principais FCS na pesquisa com alto grau de importância relativa, um estudo mais aprofundado sobre a relação entre a legislação da gestão de resíduos sólidos, sua aplicação na esfera Municipal com os indicadores de desempenho da cidade no manejo dos RCD, poderia ser alvo de trabalhos futuros.

Como este trabalho também abordou os princípios e fundamentos da Economia Circular, um estudo mais detalhado e focado a entender como os FCS se relacionam com as barreiras e oportunidades na adoção de cadeias circulares na Construção Civil, poderia igualmente ser explorado em futuros trabalhos.

O manejo sustentável dos resíduos da construção civil e demolição é imperativo, portanto, conhecer os FCS que impactam diretamente os resultados das operações de reciclagem, bem como, as boas práticas de gestão desses resíduos são fundamentais para garantir o equilíbrio entre as forças econômicas, ambientais e sociais gerando assim o bom aproveitamento desses recursos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDELNASER OMRAN, MIGDAD ELTAYED, **Determining the critical success factors for waste management in construction projects in Khartoum city, Sudan**, Acta Technica Corviniensis- bulletin of engineering, Tome IX, Sudão, v.3, p.123-126, 2016.
- AGÊNCIA BRASIL DE NOTICIAIS, ABN- Notícia: **Estimativa do-PIB da construção civil cresce pela segunda vez este ano** [s.l.]: [s.n.], 2022. Disponível em <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2022-07/estimativa-do-pib-da-construcao-civil-cresce-pela-segunda-vez-este-ano>, acesso em 25/11/2022
- AGÊNCIA METROPOLITANA DE CAMPINAS(AGEMCAMP). **Plano Diretor de Gestão dos Resíduos Sólidos da Região Metropolitana de Campinas (PDGRS-RMC)**,2009
- AKANBI. L, L OYEDELE, JMD DELGADO, M Bilal - **World Journal emerald.com** Reusability analytics tool for end-of-life assessment of building materials in a circular economy, [s.l.],2018
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS (ABNT). NBR 10.004: **Resíduos Sólidos**. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS E TÉCNICAS(ABNT). NBR 9935, **Agregados – Terminologia**. Rio de Janeiro,2011
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS(ABNT). 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
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2010**, 2011.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2021**, 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE TRESIDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO(ABRECON). **Relatório Pesquisa Setorial 2016**, São Paulo, 2018
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA RECICLAGEM DE TRESIDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO(ABRECON). **Relatório Pesquisa Setorial 2020**, São Paulo, 2022
- AZIZ, R.F. **Ranking of delay factors in construction projects after Egyptian revolution**. Alexandria Engineering Journal. Alexandria/EG., v.2, p.387-406, 2013.

BAHAREH N. AT ALL, **An integrated model for factors affecting construction and demolition waste management in Iran**, Engineering, Construction and Architectural Management, v. 24, n. 6, p.1246-1268, 2017.

BALLARD, G., & HOWELL, G. A. Lean project management. Building Research and Information. [s.l.], v.31, n.2, p.119–133, 2003.

BATALHA, M. **Introdução à Engenharia de Produção**, Editora Elsevier Ltd, Rio de Janeiro, pg 303, 2008.

**Boas-Práticas No Dicionário Infopédia da Língua Portuguesa**. Porto: Porto Editora. [consult. 2023-10-21 20:04:33]. Disponível em <https://www.infopedia.pt/dicionarios/lingua-portuguesa/boas-prática>

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução Conama no 307**, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. DOU, Brasília, 17 jul. 2002.

BRASIL Ministério do Meio Ambiente. **Resolução Conama no 348**, de 16 de agosto de 2004. Altera a Resolução Conama no 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. DOU Brasília, 17 ago. 2004

BRASIL Ministério do Meio Ambiente. **Resolução Conama no 358**, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. DOU, Brasília, 4 maio de 2005.

BRASIL -**Lei Federal no 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos;

BRASIL -**Decreto no 7.404/2010**, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010 DOU, Brasília, 23 dez. 2010b.

BRASIL- **Lei nº 14.026/2020** de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, DOU, Brasília, 15 jul 2020

BRASIL- **Decreto Federal nº 10.936/2022**, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), e o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (PLANARES) DOU, Brasília, 12 jan. 2022.

BRUNDTLAND, GRO HARLEM. **Report of the World Commission on Environment and Development (UNCED): Our Common Future**, [s.l.], 1987

B2BLUE.COM- **Waste: Recycled Aggregate – Construction**, [s.l.]: [s.n.], 2020. Disponível em <https://b2blue.com/en/detalhes-anuncio/Sell/vendo-agregado-reciclado-construcao-e-demolicao/>, acesso em 27/11/2022

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA(CNI). **Economia Circular, Oportunidades e Desafios para a Indústria Brasileira**, 2018

CONSTRUCTION AND THE ENVIRONMENT. **Fact and Figures. Industry and environment**, Paris, v. 29, n.2, p.2-8, abr./jun. 1996.

CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA E ARQUITETURA DO PARANÁ (CREA-PR), **Guia para Elaboração de Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**, Rosimeire Suzuki Lima, Ruy Reynaldo Rosa Lima, (2012)

DE MELO, A., GONÇALVES, A., & MARTINS, I. **Construction and demolition waste generation and management in Lisbon (Portugal)**. Resources, Conservation and Recycling, [s.l.], v.55, p.1252-1264, 2011

INSTITUTO DE PESQUISA ECONOMICA APLICADA(IPEA). **DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL**, Brasília, Relatório de Pesquisa, 2012.

COMISSÃO DE COORDENAÇÃO E DESENVOLVIMENTO REGIONAL DE LISBOA E VALE DO TEJO (CCDR LVT). **Economia Circular no Setor da Construção Civil II – Sistemas construtivos mais circulares CCDR LVT**: João Pereira Teixeira, 2019

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO(UNCED), **Agenda 21(global)**, Brasília/DF, Ministério do Meio Ambiente (MMA), 1996. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/se/agen21/ag21global/>, acesso em 14/06/2022

ECOASSIST- **Descarte Ecológico de saco de entulho vs caçamba de entulho**, [s.l.]: [s.n.], 2020. Disponível em: <https://ecoassist.com.br/sacos-de-entulho/>, acesso em 27/11/2022

ECODEBATE-Notícias:**Documento Final-Grupo de Trabalho Aberto para os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável** [s.l.]: [s.n.], 2014. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2014/08/27/documento-final-grupo-de-trabalho-aberto-para-os-objetivos-do-desenvolvimento-sustentavel/>, acesso em 15/08/2022

EIKELBOOM RT, RUWIEL E, GOUMANS JJM. **The building materials decree: an example of a -Dutch regulation based on the potential impact of materials on the environment**. Waste Management. [s.l.], v 21 p.295–302, 2001.

ESIN T, COSGUN N. **A study conducted to reduce construction waste generation in Turkey. Building and Environment**. Turquia v. 42 p.1667–1674, 2007

FANIRAN OO, CABAN G. **Minimizing waste on construction project sites**. Engineering, Construction and Architectural Management, [s.l.], v5 p.182–8,1998

GÁLVEZ-MARTOS, J.L., STYLES, D., SCHOENBERGER, H., AND ZESCHMAR-LAHL, B. **Construction and demolition waste best management practice in Europe**. Resources, Conservation and Recycling [s.l.], v.136 p.166–178, 2018

GRUPO DE TRABALHO ABERTO PARA OS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (GTA-ONU) Brasília/DF– julho de 2014.

GÜNDÜZ, M.; NIELSEN, Y.; ÖZDEMİR, M. **Quantification of Delay Factors Using the Relative Importance Index Method for Construction Projects in Turkey.** J. Manag. Eng. [s.l.], v.29, p.133–139, 2013

HAO JL, HILLS MJ, HUANG T. **Simulation model using system dynamic method for construction and demolition waste management in Hong Kong.** Journal of Construction - Innovation, Hong Kong, v7 p.7–21,2007

HAO JL, HILLS MJ, SHEN LY. **Managing construction waste on-site through system dynamics modeling: the case of Hong Kong.** Engineering. Construction and Architectural Management. Hong Kong, v.15(2) p.103–13, 2008

JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** Tese (Livre Docência) – USP, São Paulo, 2000.

JOHN, L. **Ciência e Meio Ambiente.** O Estadão, São Paulo, 4 jun. de 2002. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/ciencia/noticias/2002/jun/04/261.htm>>. Acesso em 17 nov. 2005.

LAKATOS; MARCONI. **Fundamentos de metodologia científica** 9. ed. – [2. Reimpr.]. - São Paulo: Atlas, 2023.

KARPINSK, L. A. et al. **Gestão diferenciada de resíduos da construção civil: uma abordagem ambiental,** Porto Alegre, editora: EDIPUCRS, p.163, 2009

HENCKENS et AL. **Mineral resources: geological scarcity, market price trends, and future generations.** Resources Policy, [s.l.] v. 49, p. 102–111, 2016.

KILBERT, C. **Establishing principles and a model for sustainable Construction.** International Council for Research and Innovation in Building and Construction-Task Group 16, (CIB TG 16) Sustainable Construction, Tampa/Florida, p.3-12,1994

LISBOA, J. V.; GOMES, C. F. **Gestão de operações.** Editora: Vida Económica, n.3, p.672, 2018.

MCGRATH C. **Waste minimisation in practice.** Resource, Conservation and Recycling [s.l.], v.32 p.227–38, 2001

MCGRATH C, ANDERSON M. **Waste minimizing on a construction site.** Building Research Establishment. [s.l.], v. 44, 2000.

MARQUES NETO, J. C. **Estudo da gestão municipal dos resíduos de construção e demolição na bacia hidrográfica do Turvo Grande (UGRHI-15).** 629 p. Tese (Doutorado)-Escola de Engenharia de São Carlos, USP. São Carlos, 2009. disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-22042010-135307/pt-br.php>.

MARQUES NETO, J. C. **Diagnóstico para estudo de gestão de resíduos de construção e de construção do município de São Carlos-SP**, 155p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003

MCDONALD B, SMITHERS M. **Implementing a waste management plan during the construction phase of project: a case study**. Construction Management and Economics. [s.l], V.16 p.71–8, 1998

PIRES, Maria Conceição Silverio. **Morar na metrópole: expansão urbana e mercado imobiliário na Região Metropolitana de Campinas**. 2007. Tese de Doutorado. [sn].

NUNES, K., SCHEBEK, L., & VALLE, R. **LCA on alternatives for construction waste management in the city of Rio de Janeiro**: 2nd Brazilian Congress on Life Cycle Management of products and services. Florianopolis, 2010.

OTHMAN, A.A.E.; HASSAN, T.M.; PASQUIRE, C.L. **Analysis of factors that drive brief development in construction**. Eng. Constr. Archit. Manag.[s.l],v.12, p.69–87, 2005.

PASCHOALIN, J. A. FILHO., DIAS, A. J. G., & CORTES, P. L. **Aspectos normativos a respeito de resíduos de construção civil: uma pesquisa exploratória da situação no Brasil e em Portugal**. Desenvolvimento e Meio ambientes, [s.l], pg. 29, 2014

PINTO, T.P. **Reaproveitamento de resíduos da construção**. Projeto, nº 98, [s.l], p. 137-138, 1987.

PINTO, T.P. **Perda de materiais em processos construtivos tradicionais**. São Carlos: Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de São Carlos, p33,1989

PINTO, T.P. **Entulho de construção: problema urbano que pode gerar soluções**. Construção, São Paulo, nº 2325, 1992.

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. Tese (Doutorado em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PINTO, T. de P. **Resultados da gestão diferenciada**. Revista de Tecnologia da Construção - Tèchne, v.5, nº 31, [s.l], p.31-34, 2000.

PINTO, T. de P. **Reciclagem no canteiro de obras - responsabilidade ambiental e redução de custos**. Revista de Tecnologia da Construção - Tèchne, v.9, nº 49, [s.l], p.64-68, 2000.

PINTO, T.P.; GONZALES, J.L.R., **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Manual de orientação. Brasília: CAIXA, 2005.

POON CS. **Reducing construction waste**. Waste Management [s.l] v.27,n.12, p.1715–6, 2007.

POON CS, Chan D. **The use of recycled aggregate in concrete in Hong Kong**. Resources, Conservation and Recycling v.50, n.3, p293–305. 2003.

POON CS, YU ATW, WONG SW, Cheung E. **Management of construction waste in public housing projects in Hong Kong**. Construction Management and Economics. V.22, n.7, p.675–89, 2004a.

POON CS, YU ATW, JAILLON L. **Reducing building waste at construction sites in Hong Kong**. Construction Management and Economics.v.22, n.5, p.461–70, 2004b.

POON CS, YU ATW, SEE SC, CHEUNG E. **Minimizing demolition wastes in Hong Kong public housing projects**. Construction Management and Economics.v.22, n.8, p. 99–805, 2004c.

POON CS, YU ATW, NG LH. **On-site sorting of construction and demolition waste in Hong Kong**. Resources, Conservation and Recycling. v.32, n.2, p.157–72, 2001

PUCCI, R. B. **Logística de resíduos da construção civil atendendo à Resolução Conama 307**. 154 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

PREFEITURA DE JUNDIAI-Notícias:**Sistema de Controle de Coletas Facilita Fiscalização**. [s.l.]: [s.n.], 2017. Disponível em: <https://jundiai.sp.gov.br/noticias/2017/08/05/sistema-de-controle-de-coletas-facilita-fiscalizacao/>, acesso em 14/10/2022

PREFEITURA DE JUNDIAI-Notícias: **Jundiaí é exemplo em reciclagem de construção civil**. [s.l.]: [s.n.], 2022. Disponível em: <https://jundiai.sp.gov.br/noticias/2022/05/17/>, acesso em 02/11/2022.

PREFEITURA DE JUNDIAI-Notícias:**Gestão de resíduos sólidos de Jundiaí vira referência para a Bahia**. [s.l.]: [s.n.], 2020. Disponível em: <https://jundiai.sp.gov.br/noticias/2020/12/10/>, acesso em 02/11/2022;

PROCESSADORA DE RESÍDUOS SÓLIDOS, PRS RECICLADORA-**Projeto de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil em Porto Velho, Porto Velho/RO**, 23 pg. 2014

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico**. Novo Hamburgo/RS: Feevale, 2013.

PROPOSAL TO EUROPEAN COMMUNITY BRITE EURAM PROGRAM (ENBRI). **Development of a framework for environmental assessment of building materials and components**. [s. l.], 1994.

RAHMAN R.A. at ALL, **Success Factors for Construction Waste Recycling in Developing Countries: A Project Management Perspective**, Proceedings of the 3rd RILEM Spring Convention and Conference (RSCC 2020), RILEM Bookseries 35, [s. l.], p.190-201, 2021.

RODRIGUEZ G, ALEGRE FJ, MARTINEZ G. **The contribution of environmental management systems to the management of construction and demolition waste: the case of the Autonomous Community of Madrid (Spain)**. Resources, Conservation and Recycling Madri, v50, n.3, p.334–49. 2007.

SBR- SOLUÇÕES EM BENEFICIAMENTO DE RESÍDUOS - **Produtos**-[s.l.]: [s.n.], 2021. Disponível em 2020 - <https://sbrreciclagem.com.br>, acesso 17/07/2022

SDG COMPASS,2015 **Diretrizes para implementação dos ODS na estratégia dos negócios** by: Global Reporting Initiative (GRI). United Nations Global Compact, disponível: [www.sdgcompass.org](http://www.sdgcompass.org), acesso em 25/08/2022

SILVA, W, AT ALL, **Identificação de fatores críticos de sucesso para gerenciamento de resíduos da construção civil (Caruaru-Brasil)**, Brazilian Journal of Production Engineering, UFES, v. 6, n. 5, p 98-121, 2020.

SILVA, W., & FONTANA, M. **Survey and analysis the critical success factors in the reverse flow inventory management process for returnable packaging**. Brazilian Journal of Operations and Production Management, [s. l.], v.17, n. 14, 2020.

SINDICATO DA CONSTRUÇÃO, São Paulo, (Sinduscon-SP), **Gestão Ambiental de Resíduos da Construção Civil - Avanços Institucionais e Melhorias Técnicas**, São Paulo, 2015, disponível: <https://sindusconsp.com.br/>

SJÖSTRÖM, C. **Durability and sustainable use of building materials**. In:LLEWELLYN, J. W.; DAVIES, H. Sustainable use of materials. London: BRE/RILEM, 1992.

TAM VWY. **Economic comparison of concrete recycling: a case study approach**. Resources, Conservation and Recycling [s. l.], v.52, n.5, p.821–8, 2008a.

TAM VWY. **On the effectiveness in implementing a waste-management-plan method in construction**. Waste Management.2[s. l.], v.8, n.6, p.1072–80. 2008b

TAM VWY, Tam CM. **Evaluation of existing waste recycling methods: a Hong Kong study**. Building and Environment [s. l.], v.41, n.12 p.1649–60, 2006.

TAM VWY, Tam CM. **Waste reduction through incentives: a case study**. Building Research and Information [s. l.], v.36, n.1, p.37–43, 2008.

TAM VWY, Tam CM, Shen LY, Lo KK. **Wastage generation on conventional in-situ and Pre-fabrication construction methods**. In: CRIOCM, International Research Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate[s.l.], p.285–289, 2003.

TAM VWY, TAM CM, ZENG SX, NG CY. **Towards adoption of prefabrication in construction**. **Building and Environment** [s. l.] v.42, n.10, p.3642–54, 2007.

TELEDETRITOS - **Como funciona a reciclagem de resíduos sólidos da construção civil?** [s.l.]: [s.n.], 2014. Disponível em: <https://teledetritus.com.br/como-funciona-a-reciclagem-de-residuos-solidos-da-construcao-civil/>, acesso em 02/11/2022

TRELOAR GJ, GUPTA H, LOVE PED, NGUYEN B. **An analysis of factors influencing waste minimisation and use of recycled materials for the construction of residential buildings.** Management of Environmental Quality, [s. l.], v.14, n.1, p.134–145, 2003.

UDAETA, M. E. M.; KANAYAMA, P. H. **A conservação de energia elétrica a partir da reciclagem de lixo.** In: SEMINÁRIO DE RECICLAGEM DE RESÍDUOS, Vitória, p. 215-232, 1997.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA, (UFB,). **Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção - projeto entulho bom-** Organizado por: José Clodoaldo Silva Cassa, Alex Pires, Carneiro, Irineu Antônio Schadach de Brum, Salvador /BA, p.311, 2001.

URBEM-TECNOLOGIAAMBIENTAL-**Produtos**-[s.l.]:[s.n.], 2020. Disponível em: <http://www.urbem.com.br/produtos>, acesso em 03/12/2022

VALVERDE.F.M., **O “novo normal” da Industria de Agregados**, Revista Areiaebrita, SP, v.23, n.76, p15, 2001.

VERTOWN-GESTÃO DE RESÍDUOS - **Como se tornar uma empresa Aterro Zero?** [s.l.]: [s.n.], 2021. Disponível em: <https://www.vertown.com/blog/como-se-tornar-uma-empresa-aterro-zero/>, acesso 23/11/2022

VIEIRA, C. R., ROCHA, J. H. A., LAFAYETTE, K. P. V., & SILVA, D. M. **Análise dos fatores de influência e diagnóstico da gestão dos resíduos da construção civil (RCC) nos canteiros de obra da cidade do Recife-PE.** Recife /PE. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v.11, 2019.

ZERO-WASTE, **Policy and Legislation**, [s.l.]: [s.n.], 2021. Disponível em: <https://www.zerowaste.com/blog/zero-waste-policy-and-legislation/>, acesso em 18/01/2022.

WEISHENG LU AND HONGPING YUAN, **Exploring critical success factors for waste management in construction projects of China (Shenzhen)**, Elsevier resources, conservation and recycling, v.55, n.2, 2010, p. 201-209, 2010.

WONG EOW, YIP RCP. Promoting sustainable construction waste management in Hong Kong. Construction Management and Economics, Hong Kong v.22, n6, p.563–586, 2004.

YUAN, H., SHEN, L. & WANG, J. **Major obstacles to improving the performance of waste management in China’s construction industry.** [s. l.], Facilities, v.29, p.224-242, 2011.

## APÊNDICES

## APÊNDICE 1- INICIATIVAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL NA CONSTRUÇÃO CIVIL.

Iniciativa/Logo	Detalhamento da Iniciativa para o Desenvolvimento Sustentável na Construção Civil
<p><b>MTR</b></p> 	<p>Manifesto de Transporte de Resíduos Nacional ferramenta lançada pelo Ministério do Meio Ambiente no âmbito do SINIR, por meio da Portaria nº 280, de 29 de junho de 2020, para gerenciamento das informações referentes aos fluxos de resíduos sólidos no país, desde sua geração até a destinação final, incluindo o transporte e armazenamento temporário. O sistema envolve os geradores, os transportadores e os destinadores, sendo possível a consulta por órgãos ambientais e disponibilizadas informações consolidadas para a sociedade</p>
<p><b>Certificação LEED</b></p> 	<p>“A Certificação internacional LEED possui 7 dimensões a serem avaliadas nas edificações. Todas possuem pré-requisitos (práticas obrigatórias) e créditos, recomendações que quando atendidas garantem pontos à edificação. O nível da certificação é definido conforme a quantidade de pontos adquiridos, podendo variar de 40 pontos, nível certificado, a 110 pontos, nível platina.</p>
<p><b>Referencial Casa</b></p> 	<p>O Referencial GBC Brasil Casa foi desenvolvido pelo Comitê Técnico do Green Building Council (GBC) Brasil formado por profissionais das empresas associadas, professores universitários e gestores públicos convidados, totalizando cerca de 200 voluntários. O Referencial fornece as ferramentas e conhecimento necessário para projetar, construir e operar residências e edifício residenciais que possuem alto desempenho econômico, social e ambiental;</p>
<p><b>Certificação Aqua</b></p> 	<p>O Processo AQUA-HQE é uma certificação internacional de construção sustentável desenvolvido a partir da certificação francesa Démarche HQE (Haute Qualité Environnementale). Desde seu lançamento em 2008, o Processo AQUA-HQE propõe um novo olhar para sustentabilidade nas construções brasileiras; seus referenciais técnicos foram desenvolvidos considerando a cultura, o clima, as normas técnicas e a regulamentação presentes no Brasil, buscando uma melhoria contínua de seus desempenhos;</p>
<p><b>Selo Casa Azul</b></p> 	<p>O Selo Casa Azul é uma classificação socioambiental dos projetos habitacionais financiados pela Caixa. É a forma que o banco encontrou de promover o uso racional de recursos naturais nas construções e a melhoria da qualidade da habitação. A principal missão do selo é reconhecer projetos que adotam soluções eficientes na construção, uso, ocupação e manutenção dos edifícios</p>

Iniciativa/Logo	Detalhamento da Iniciativa para o Desenvolvimento Sustentável na Construção Civil
<p>PBQP. H</p> 	<p>Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat é um referencial do Sistema de Avaliação de Conformidade de Empresas de Serviços e Obras da Construção Civil (SIAC), que se aplica a toda empresa construtora que pretenda melhorar sua eficácia técnica e econômica, por meio da implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade (SGQ). Um dos pontos marcantes da abordagem de processo é o da implementação do ciclo de Deming ou da metodologia conhecida como PDCA (do inglês Plan, Do, Check e Act): planejar, executar, controlar e agir corretivamente</p>
<p>Município VerdeAzul</p> 	<p>Lançado em 2007 pelo Governo do Estado de São Paulo, por meio da Secretaria de Estado do Meio Ambiente, na época – hoje Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente – o Programa Município VerdeAzul – PMVA tem o inovador propósito de medir e apoiar a eficiência da gestão ambiental com a descentralização e valorização da agenda ambiental nos municípios. Assim, o principal objetivo do PMVA é estimular e auxiliar as prefeituras paulistas na elaboração e execução de suas políticas públicas estratégicas para o desenvolvimento sustentável do estado de São Paulo.</p>
<p>IPTU Verde</p> 	<p>Com a ideia de incentivar a sustentabilidade, alguns municípios criaram projetos de preservação ambiental. Essa preservação foi pensada considerando a provável redução do IPTU (Imposto Predial e Territorial Urbano). O programa consiste na aplicação de um percentual de desconto sobre o valor do Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU). Em geral, o desconto é concedido para os novos empreendimentos que adotam medidas sustentáveis que visam a preservação, proteção ou regeneração do meio ambiente.</p>

**FONTE: PLANARES, 2022 p.69**

**APÊNDICES 2 - QUESTIONÁRIO SOBRE FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO (FCS) NO GERENCIAMENTO DE USINAS DE RECICLAGEM DOS RESÍDUO DA CONSTRUÇÃO CIVIL E DEMOLIÇÃO (RCD).**

**Número do CAAE: 56631322.0.0000.8142**

**Sessão 1** – Vamos iniciar com algumas questões sobre o que você concorda ou discorda sobre os principais Fatores Críticos de Sucesso para a Gestão da Operação de Reciclagem dos RCD

Favor avaliar as afirmações abaixo sobre os fatores críticos do sucesso (FCS) na gestão das operações de reciclagem dos resíduos da construção civil e demolição (RCD), assinalando a alternativa que melhor lhe parecer refletir a realidade, variando de Discordo Totalmente, até Concordo Totalmente.

- Discordo Totalmente
- Discordo
- Indiferente
- Concordo
- Concordo Totalmente

<b>Descrição da Pergunta</b>	<b>Discordo Totalmente</b>	<b>Discordo</b>	<b>Indiferente</b>	<b>Concordo</b>	<b>Concordo Totalmente</b>
<b>1- A Legislação é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>2- As Políticas públicas são fatores críticos para o sucesso da operação de reciclagem.</b>  <b>Caso concorde, indique, em uma escala de importância, de 1 à 5, qual política seria a mais importante. (Sendo 5 a mais importante)</b>	<input type="checkbox"/>  Combate ao descarte irregular do entulho  <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>  Facilidade na disposição do entulho ela cidade (Ecopontos)  <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>  Campanhas educacionais e de conscientização para os cuidados com o Entulho  <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>  Redução dos custos para utilização de caçambas  <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>  Outros: _____ _____ _____ _____ <input type="checkbox"/>

<p>3- A fiscalização do descarte irregular dos resíduos da construção civil e demolição é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>4- A facilitação da disposição correta dos resíduos da construção civil e demolição é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>5- A existência de um mercado desenvolvido para os derivados da reciclagem é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<p>6- Um incentivo econômico é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.</p> <p>Caso concorde, indique em uma escala de importância de 1 à 4 qual incentivo acredita ser o mais importante. (Sendo a mais importante)</p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p>Redução de Impostos e tributos</p> <p><input type="checkbox"/></p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p>Preferência em licitações públicas</p> <p><input type="checkbox"/></p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p>Aumento dos prazos de pagamento de impostos e tributos</p> <p><input type="checkbox"/></p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p>Outro:</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p><input type="checkbox"/></p>	<p><input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/></p>
<p>7-A comunicação entre os participantes da Cadeia Produtiva (Gerador / Caçambeiro / Órgãos públicos / Usina Reciclador / Construtor) é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.</p>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<p><b>8- A conscientização sobre a importância da gestão de resíduos da construção civil no canteiro de obras é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.</b></p>	<input type="checkbox"/>				
<p><b>9- A qualificação dos profissionais (operacionais e de gestão) da construção civil é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.</b></p>	<input type="checkbox"/>				
<p><b>10- O Sistema de Supervisão dos resíduos nos canteiros de obra é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.</b></p>	<input type="checkbox"/>				
<p><b>11- O Projeto com atenção especial para a gestão de resíduos nos canteiros de obras é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.</b></p>	<input type="checkbox"/>				
<p><b>12- O Treinamento dos operários da Usina quanto a Reciclagem dos resíduos é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.</b></p>	<input type="checkbox"/>				
<p><b>13- O aumento dos custos da Construção Civil (MO / Materiais, Máquinas, Equipamentos, etc.) é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.</b></p>	<input type="checkbox"/>				

<p>14- As alterações nos projetos da Construção Civil são fatores críticos para o sucesso da operação de reciclagem.</p>	<input type="checkbox"/>				
<p>15- O tradicionalismo nos processos e métodos brasileiros da construção civil são fatores críticos para o sucesso da operação de reciclagem.</p>	<input type="checkbox"/>				
<p>16- A Pesquisa e Desenvolvimento (P&amp;D) de novas tecnologias para reciclagem de RCD é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.</p>	<input type="checkbox"/>				
<p>17- Os métodos alternativos da construção civil que priorizam o baixo desperdício são fatores críticos para o sucesso da operação de reciclagem.</p>	<input type="checkbox"/>				
<p>18- O Espaço limitado no canteiro de obra é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.</p>	<input type="checkbox"/>				
<p>19- A Triagem e Seleção dos resíduos da construção no canteiro de Obras são fatores crítico para o sucesso da operação de reciclagem.</p>	<input type="checkbox"/>				

<p>20- O uso, a aplicação, o manuseio e o armazenamento inadequados dos materiais no canteiro de obra são fatores críticos para o sucesso da operação de reciclagem.</p>	<input type="checkbox"/>				
<p>21- A Baixa Qualidade do resíduo da construção civil é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.</p>	<input type="checkbox"/>				
<p>22- A concepção de que um produto ou material confeccionado com a utilização de resíduos da construção civil possui qualidade inferior a outro confeccionado com matérias primas virgens é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.</p>	<input type="checkbox"/>				
<p>23- A Area na Usina suficiente para a adequada deposição e armazenamento dos diferentes agregados e materiais resultante da reciclagem é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.</p>	<input type="checkbox"/>				
<p>24- As Parcerias Público-Privada, PPP, na gestão da Operação da Usina de Reciclagem dos RCD é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem.</p>	<input type="checkbox"/>				
<p>25- Existem outros Fatores Críticos de Sucesso para a operação de</p>	Outros:____ _____ _____	Outros:____ _____ _____	Outros:____ _____ _____	Outros:____ _____ _____	Outros:____ _____ _____

<b>reciclagem gostaria acrescentar</b>	<b>que de</b>			<hr/> <hr/>		
--	-------------------	--	--	-------------	--	--

**Sessão 2-** Agora queremos saber sua opinião sobre a Eficácia da aplicação das melhores Práticas de Gestão para a Operação de Reciclagem RCD

Favor avaliar as afirmações abaixo sobre as melhores práticas de gestão das operações de reciclagem dos resíduos da construção civil e demolição (RCD), assinalando a alternativa que melhor lhe parece refletir a realidade, variando de Muito Ineficaz á Muito Eficaz.

- Muito Ineficaz;
- Ineficaz;
- Indiferente;
- Eficaz;
- Muito Eficaz

Descrição da Pergunta	Muito Ineficaz	Ineficaz	Indiferente	Eficaz	Muito Eficaz
26- A localização da Usina recicladora baseada em análise técnica e econômica considerando as distancias percorridas e as melhores condições logísticas e de custo de transporte é uma prática na gestão das operações de reciclagem:	<input type="checkbox"/>				
27- O dimensionamento da Usina, quanto ao tamanho e capacidade nominal, baseada em estudos que consideram o crescimento populacional e desenvolvimento econômico previstos para os municípios da região são práticas na gestão das operações de reciclagem:	<input type="checkbox"/>				
28- O estabelecimento de parcerias com os principais atores da cadeia produtiva de grandes e pequenos geradores de RCD como, Prefeituras, Construtoras, Coletoras e Transportadoras do RCD Cooperativas de reciclagem, entre outras, são práticas na gestão das operações de reciclagem:	<input type="checkbox"/>				

29- A política intensiva de venda e comercialização pelos diversos canais disponíveis dos agregados gerados pela Usina são práticas na gestão das operações de reciclagem:	<input type="checkbox"/>				
30- A produção e fabricação de novos artefatos com materiais oriundos do processo de reciclagem são práticas na gestão das operações de reciclagem:	<input type="checkbox"/>				
31- O programa de treinamento em procedimentos operacionais para os colaboradores diretos e indiretos da Usina é uma prática na gestão das operações de reciclagem:	<input type="checkbox"/>				
32- A política de conscientização quanto a necessidade de deposição e disposição correta dos RCD com palestras específicas em entidades de classe, comunidade local atingida, escolas entre outras é uma prática na gestão das operações de reciclagem:	<input type="checkbox"/>				
33- A política de Saúde e Segurança do trabalho que assiste e orienta os colaboradores diretos e indiretos da Usina, quanto aos cuidados necessários e uso de EPI's são práticas na gestão das operações de reciclagem:	<input type="checkbox"/>				
34- A política de geração e acompanhamento de Indicadores de desempenho (KPI's) considerados importantes para a operação da Usina é uma prática na gestão das operações de reciclagem:	<input type="checkbox"/>				
35- A elaboração de um plano estratégico de gestão para o desenvolvimento e crescimento da Operação é uma prática na gestão das operações de reciclagem:	<input type="checkbox"/>				
36- Existe alguma outra atividade que considere como boa prática de gestão da operação de reciclagem que gostaria de destacar?	Outros: __ _____ _____ _____				

Considerações Finais: Neste capítulo queremos explorar um pouco mais sua criatividade e imaginação, com mais duas questões, lembrando que não existe resposta certa ou errada neste estudo.

37- Se fosse possível fazer e tivesse o poder necessário para fazê-lo. O que começaria a fazer imediatamente na operação da Usina? e por quê?

---



---



---



---

38- Se fosse possível fazer e tivesse o poder necessário para fazê-lo. O que deixaria ou pararia de fazer imediatamente na operação da Usina? e por quê?

---



---



---



---

**Sessão 3-** Neste último modulo temos questões genéricas com o objetivo de levantar informação sobre a operação da usina suas características e capacidades além de algumas informações pessoais.

**Informações Gerais:**

Dados do Entrevistado (Nome): \_\_\_\_\_

E-mail: \_\_\_\_\_ Tel.: \_\_\_\_\_

Posição / Função: \_\_\_\_\_

Formação acadêmica: \_\_\_\_\_

**Dados da Usina (Opcional, Nome Fantasia):** \_\_\_\_\_

Principais Clientes da Usina (%):

Construtoras / Empreiteiras \_\_\_\_\_ (%)

Prefeituras / Órgãos Públicos \_\_\_\_\_ (%)

Outros \_\_\_\_\_ (%)

Número de Funcionários: \_\_\_\_\_ (Total)

Gerente/Supervisor: \_\_\_\_\_

Administrativo: \_\_\_\_\_

Operacional: \_\_\_\_\_

Tamanho/Área da Usina: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

### Resíduos recebidos média mensal

**Obs: Nas tabelas abaixo basta indicar apenas uma (01) unidade de medida, aquela que usa com frequência.**

Tipo de Resíduo	Sim	Não	Quantidade m <sup>3</sup> /mês	Quantidade Ton/mês	Quantidade Caçamba/mês
Classe A					
Classe B					
Classe C					
Classe D					

Capacidade Média Mensal de processamento de resíduos da Usina

Tipo de capacidade	Quantidade m <sup>3</sup> /mês	Quantidade Ton/mês	Quantidade Caçamba/mês
Instalada Nominal			
Atual/Real			

Capacidade Atual Média Mensal de produção de agregados da Usina

Tipo de Produto	Sim	Não	Quantidade m <sup>3</sup> /mês	Quantidade Ton/mês	Quantidade Caçamba/mês
Areia reciclada (Grossa; Média; Fina)					
Pedrisco reciclado					
Brita reciclada (N 1;2;3)					
Bica corrida					
Rachão / Rachãozinho					

Estimativa da reciclagem Total dos RCD recebidos \_\_\_\_\_ %

Resíduos inservíveis: \_\_\_\_\_ Qtde \_\_\_\_\_ %

Outros Materiais reciclados:

Material	Qtde Reciclada%	Material	Qtde Reciclada%
Ferro		Plásticos	
Alumínio		Papel/papelão	
Vidro		Madeira	

Usina produz outros artefatos a partir do material reciclado?

SIM \_\_\_\_\_ NÃO \_\_\_\_\_, se SIM quais são: \_\_\_\_\_

---

---

Processo de Reciclagem: Quais são as Principais etapas do Fluxo produtivo:

---

---

## APÊNDICES 3 - TERMO DE CONCENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

Faculdade de Ciências Aplicadas  
Mestrado de Engenharia de Manufatura e Produção



### TERMO DE CONCENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

#### TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA:

**Identificação dos Fatores Críticos de Sucesso (FCS's) na Gestão de Operações de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (RCD), na Região Metropolitana de Campinas (RMC).**

**Pesquisador Responsável: Osmar Celestino dos Santos**

**Número do CAAE: 56631322.0.0000.8142**

#### Prezado(A) Participante

Você está sendo convidado a participar como voluntário de uma pesquisa. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa informar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar este Termo para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo se você não aceitar participar ou retirar sua autorização em qualquer momento.

#### Justificativa e Objetivos

A geração de entulho é um problema que, se negligenciado ou mal gerido, traz muitos impactos negativos para a sociedade como um todo, como conseqüências temos a degradação da qualidade de vida urbana com obstrução das vias públicas, enchentes, poluição visual, proliferação de vetores de doenças como mosquitos, aranhas e escorpiões, por exemplo, que trazem a dengue, Zica e chicungunha, entre outras. Além disso, a enorme quantidade de entulho gerado nas construções nas cidades brasileiras demonstra um enorme desperdício de material.

Nesse sentido, é muito importante que esse entulho seja bem gerenciado com o intuito de reduzir os impactos causados. Para tanto, é necessário que se entendam quais são principais fatores para o gerenciamento eficiente e eficaz destes resíduos.

Você então está sendo convidado(a) para participar voluntariamente da pesquisa: **"Identificação dos Fatores Críticos de Sucesso (FCS's) na Gestão de Operações de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (RCD), na Região Metropolitana de Campinas (RMC)"**, que tem como objetivo principal confirmar e classificar os principais Fatores Críticos de Sucesso no gerenciamento das Usinas de reciclagem dos resíduos da construção civil e

Rubrica do Participante: \_\_\_\_\_

Rubrica do Pesquisador responsável: \_\_\_\_\_



## UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Ciências Aplicadas  
Mestrado de Engenharia de Manufatura e Produção



demolição (RCD), mais conhecido como **entulho**, na região Metropolitana de Campinas (RMC).

Com o levantamento de dados e as informações obtidas nesta pesquisa pretende-se gerar o diagnóstico da presente situação da região, e assim, formular recomendações e propostas de melhorias para desenvolvimento sustentável das operações, e por fim, identificar além das ações inovadoras no uso da tecnologia de reciclagem, as boas práticas de gestão adotadas nas Usinas de reciclagem que possam ser compartilhadas com outras operações do setor.

### Procedimentos

A sua participação nesse estudo será o de responder um questionário da forma que melhor lhe convier podendo ser presencial através de uma entrevista, de forma remota por meio de videoconferência, ou ainda, simplesmente preenchendo o questionário enviado por e-mail. Uma cópia deste termo e do questionário serão enviadas para o e-mail informado.

Por se tratar de uma pesquisa descritiva o armazenamento das respostas se dará diretamente no formulário impresso ou arquivo digital é importante que uma cópia do documento eletrônico seja guardada para consultas futuras e para eventuais esclarecimentos em caso de dúvidas

O tempo médio estimado para conclusão do questionário são 35 minutos, e sua participação e contribuição ocorrerá apenas uma vez, não sendo previstos retornos ou revisões na coleta das informações para pesquisa.

### Riscos e Desconfortos.

Os riscos e desconfortos envolvidos considerando a coleta de dados de forma remota por videoconferência ou preenchimento do formulário são mínimos e se relacionam ao cansaço pelo período em que você responde às perguntas.

Considerando a entrevista de forma presencial através de entrevista existe o risco de contágio do COVID-19, porém afim de mitigar este risco todos os protocolos de saúde recomendados como distanciamento, uso de máscaras e higienização das mãos com álcool in gel serão estritamente seguidos, protegendo assim, entrevistado e entrevistador.

### Benefícios

A pesquisa não trará benefícios diretos para quem participar, porém de maneira geral, poderá contribuir para ampliar os conhecimentos do entrevistado sobre o tema em questão, podendo ainda, a partir das reflexões provocadas pelos questionamentos, trazer novos olhares sobre a atividade realizada, aumentando assim a visão do participante.

### Sigilo e Privacidade.

Caro participante da pesquisa, reiteramos que sua privacidade será respeitada e qualquer dado que possa lhe identificar será mantido em sigilo. Você tem a garantia de que os pesquisadores buscarão garantir o sigilo de sua identidade e

Rubrica do Participante: \_\_\_\_\_

Rubrica do Pesquisador responsável: \_\_\_\_\_



## UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Ciências Aplicadas  
Mestrado de Engenharia de Manufatura e Produção



nenhuma informação identificada ou identificável será fornecida a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores.

O pesquisador se compromete ainda em guardar, garantir e proteger a confidencialidade dos dados obtidos na pesquisa, onde a identidade dos entrevistados e de suas respectivas empresas **não** serão revelados, divulgados ou publicados, diminuindo. O pesquisador manterá sob sua guarda, privados, os documentos e dados referentes a este projeto, por um período de cinco anos.

### Ressarcimento e Indenização

Você não terá nenhum custo ou ônus previstos com sua participação na pesquisa, porém caso isto ocorra de alguma forma, você terá a garantia ao direito a indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa quando comprovados nos termos da legislação vigente, Código Civil (Lei nº 10.406 de 2002) e das Resoluções 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde.

A sua concordância com este termo não exclui seu direito de buscar indenização e reparação caso sinta-se, de alguma forma, prejudicado(a) pela participação na pesquisa.

### Acompanhamento e Assistência.

A qualquer momento os participantes poderão entrar em contato com os pesquisadores para esclarecimentos e assistência sobre qualquer aspecto da pesquisa, através dos contatos abaixo. Você receberá assistência integral e imediata, de forma gratuita, pelo tempo que for necessário em caso de danos decorrentes da pesquisa

Durante qualquer momento, você pode desistir de participar da pesquisa, sem necessidade de justificativas e sem qualquer prejuízo. Você poderá solicitar acesso ao registro de consentimento quando o desejar.

### Contato:

Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, se precisar consultar esse registro de consentimento ou quaisquer outras questões, você poderá entrar em contato com o pesquisador:

**Nome: Osmar Celestino dos Santos**  
**Endereço: Rua Alfredo Barbosa Sobrinho, 413, Caixa da Agua, Vinhedo, SP.**  
**CEP: 13282-540**  
**Telefone: (19) 3856:8467 / (11) 9 6433:3136**  
**e-mail: osmarcelesantos01@gmail.com**

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais (CEP-CHS) da UNICAMP das 08h30 às 11h30 e das 13h00 às 17h00 na Rua Bertrand Russell, 801, Bloco C, 2º piso, sala 05, CEP 13083-865, Campinas – SP; telefone (19) 3521-6836; e-mail: cepchs@unicamp.br.

Rubrica do Participante: \_\_\_\_\_  
Rubrica do Pesquisador responsável: \_\_\_\_\_



## UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Faculdade de Ciências Aplicadas  
Mestrado de Engenharia de Manufatura e Produção



Havendo a necessidade de intermediação da comunicação em Libras você pode fazer contato com a Central TILS da Unicamp no site: <https://www.prg.unicamp.br/tils/>.

### O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP).

O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos. A Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), tem por objetivo desenvolver a regulamentação sobre proteção dos seres humanos envolvidos nas pesquisas. Desempenha um papel coordenador da rede de Comitês de Ética em Pesquisa (CEPs) das instituições, além de assumir a função de órgão consultor na área de ética em pesquisas.

### Consentimento livre e esclarecido:

Após ter recebido esclarecimentos sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar:

Nome do(a) participante: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

(Assinatura do participante ou nome e assinatura do seu RESPONSÁVEL LEGAL)

### Responsabilidade do Pesquisador:

Asseguro ter cumprido as exigências da resolução 510/2016 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado e pela CONEP, quando pertinente. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante.

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

(Assinatura do pesquisador)

Rubrica do Participante: \_\_\_\_\_

Rubrica do Pesquisador responsável: \_\_\_\_\_

## APÊNDICES 4- ROTEIRO DA VISITA / ENTREVISTA SOBRE OS FCS E BOAS PRÁTICAS NA GESTÃO DA OPERAÇÃO DA USINA DE RECICLAGEM DOS RCD.

Ao iniciar a entrevista apresente-se formalmente como aluno do programa de mestrado da PPGepm da FCA (LIMEIRA) UNICAMP, mostre a identificação da Unicamp(carteirinha)

Em seguida comente e apresente o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE), preencha o formulário, colha as devidas assinaturas em duas vias e entregue uma via do documento devidamente preenchida e assinada ao entrevistado.

Antes de iniciar a entrevista propriamente dita, explique o objetivo da entrevista, comente e esclareça resumidamente o que são Fatores Críticos de Sucesso (FCS) e Boas Práticas, comente sobre as tabelas de classificação e caracterização dos RCD, segundo o CONAMA e entregue ao entrevistado uma cópia do documento de Suporte ao Questionário,

Entregue também ao entrevistado uma cópia do questionário, explique como conduzirá a pesquisa, informe sobre as três sessões do questionário e por fim, informe que todos os comentários a respeito do tema, das perguntas e respostas são muito bem-vindos e muito contribuirão para o resultado final da sua pesquisa.

Durante a visita a Usina e entrevista procure observar e anotar as condições gerais seguindo o roteiro a seguir.

### Descrição da Usina

Natureza da Operação da Usina (Responsabilidade pela Operação) - *(Marque com X)*

100% Publica

100% Privada

Terceirizada

PPP

Data da Entrevista: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Local da Entrevista/Cidade: \_\_\_\_\_

Nome do Entrevistado : \_\_\_\_\_

### A - Observações sobre o entrevistado

A1- Comportamento durante a entrevista. *(Descreva o comportamento do entrevistado)*

RA1: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

A2- Outras observações. *(Descreva outras obs. Que achar pertinente)*

RA2: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**B- Observações sobre a Usina**

B1 - Organização da área da Usina. *(Descreva observações gerais sobre a organização da Usina)*

RB1: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

B2- Limpeza da Usina *(Descreva as condições gerais de limpeza e organização da Usina)*

RB2: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

B3- Identificação dos diversos agregados e materiais na área da Usina *(Existe ou não, comente!)*

RB3: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

B4- Area disponível na Usina para Deposição e Disposição dos materiais. *(Descreva as condições gerais de armazenamento- Adequadas ou não).*

RB4: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

B5- O perímetro da Usina esta delimitado, fechado e com controle de acesso? *(Descreva as condições gerais - Adequadas ou não).*

RB5: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

B6- Qual o estado geral dos Equipamentos da Usina? *(Descreva as condições gerais das Máquinas e Equipamentos em operação).*

RB6: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

B7- Outras observações. *(Descreva outras obs. Que achar pertinente)*

RB7: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**C- Observações sobre a Operação da Usina**

C1- A Usina está pleno Funcionamento? *(Descreva as condições gerais da Operação)*

RC1: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

C2- A movimentação das cargas acontece de forma organizada e com segurança? *(Descreva as condições gerais das movimentações)*

RC2: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

C3- O Fluxo do processo é lógico e fácil de ser identificado e entendido? (*Descreva as condições gerais do processo*)

RC3: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

C4- Volume dos estoques (*Indique de forma genérica o volume dos estoques (Nulo / Baixo /Alto / Excesso)*)

RCD: \_\_\_\_\_

Agregado reciclado: \_\_\_\_\_

Outros Materiais Recicláveis: \_\_\_\_\_

Produto agregado: \_\_\_\_\_

C5- A Usina opera com suporte de Sistema Integrado para o Controle de Resíduos? (*Descreva as condições gerais do Sistema*)

RC5: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### **D- Observações sobre os colaboradores da Usina**

D1- Os colaboradores estão devidamente uniformizados e com identificação? (*Descreva as condições gerais dos Uniformes*)

RD1: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

D2- Os colaboradores estão utilizando EPI? (*Comente o uso de EPI pelos colaboradores*)

RD2: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

D3- Outras observações. (*Descreva outras observações gerais sobre os colaboradores*)

RD3: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Organizar fotos da Usina e outras informações:**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

APÊNDICE 5- PLANILHA DE CÁLCULO DO ALFA DE CRONBACH PARA OS FCS E BOAS PRÁTICAS

FCS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
Entrevistados																											
1	5	5	4	5	4	4	5	3	4	4	3	4	4	2	2	5	4	4	4	4	4	4	5	5	97	98	0,066667
2	5	5	5	5	5	4	5	5	3	4	5	5	4	4	3	4	2	3	5	2	5	4	5	4	101		0,6
3	4	4	5	4	4	4	5	4	3	4	4	4	4	3	3	4	4	3	5	4	4	5	4	4	96		0,266667
4	5	4	5	4	5	4	4	3	4	4	4	4	4	3	5	4	2	4	4	4	2	2	4	5	93		1,666667
5	5	5	5	1	4	5	5	4	5	4	5	5	2	3	2	4	4	3	5	4	2	2	5	5	94		1,066667
6	5	5	5	3	5	4	4	4	4	4	4	5	2	1	1	4	4	4	4	2	4	2	4	2	86		9,6
7	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	5	3	3	3	4	4	5	5	4	96		0,266667
8	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	5	3	3	3	4	4	93		1,666667
9	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4	4	5	3	3	4	4	2	4	4	3	5	4	5	4	94		1,066667
10	5	5	5	3	5	4	4	5	5	5	3	5	5	4	5	5	2	4	5	2	4	5	4	5	104		2,4
11	5	5	5	5	5	4	5	4	4	4	4	4	3	4	4	5	5	4	4	4	4	4	5	4	104		2,4
12	5	5	5	5	5	4	5	5	4	5	4	5	4	4	4	4	3	5	4	5	5	5	4	108		6,666667	
13	5	5	5	5	2	4	5	4	4	2	2	5	5	3	4	5	4	2	4	4	4	5	5	5	98		0
14	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	4	4	4	2	4	4	2	4	3	2	88		6,666667
15	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	3	3	5	5	2	4	5	5	107		5,4
16	5	5	5	3	5	5	5	5	4	5	5	5	3	3	5	5	5	4	5	3	4	5	5	5	109		8,066667

## APÊNDICE 6 - CLASSIFICAÇÃO DOS FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO LEVANTADOS NA PESQUISA

		c	d	e	f	g	h					
		Discordo		Indiferente		Concordo						
		16	32	48	64	80						
		Totalmente		Totalmente		Totalmente						
FATORES CRÍTICOS DE SUCESSO							Total da Distribuição das Respostas	RII (Índice de Importância Relativa)	Fator de concordância (E+F)	Hipótese	Nível de Importância	
Hipótese/Fator		1	2	3	4	5						
1- A Legislação é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem?	Qtde Respostas	0	0	0	5	11	16	0,94	100%	confirmada	Alto	
	%	0%	0%	0%	31%	69%	100%					
	Pontuação	0	0	0	20	55	75					
2- As Políticas públicas são fatores críticos para o sucesso da operação de reciclagem?	Qtde Respostas	0	0	0	6	10	16	0,93	100%	confirmada	Alto	
	%	0%	0%	0%	38%	63%	100%					
	Pontuação	0	0	0	24	50	74					
Caso concorde, indique em uma escala de importância								Classe de Importância				
2.1 Combate ao descarte irregular do entulho	Pontuação	0	0	3	12	60	75	0,94	1			
2.2 Facilidade na disposição do entulho na cidade (Ecopontos)	Pontuação	0	2	33	16	0	51	0,64	3			
2.3 Campanhas educacionais e de conscientização para os cidadãos com o Entulho	Pontuação	0	6	9	28	15	58	0,73	2			
2.4 Redução dos custos para utilização de caçambas	Pontuação	3	24	3	0	0	30	0,38	4			
2.5 Outros:	Pontuação	13	0	0	8	5	26	0,33	5			
TOTAL		16	32	48	64	80	240					
3- A fiscalização do descarte irregular dos resíduos da construção civil e demolição é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem?	Qtde Respostas	0	0	0	2	14	16	0,98	100%	confirmada	Alto	
	%	0%	0%	0%	13%	88%	100%					
	Pontuação	0	0	0	8	70	78					
4- A facilitação da disposição correta dos resíduos da construção civil e demolição é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem?	Qtde Respostas	1	0	4	6	5	16	0,78	69%	confirmada	Medio	
	%	6%	0%	25%	38%	31%	100%					
	Pontuação	1	0	12	24	25	62					
5- A existência de um mercado desenvolvido para os derivados da reciclagem é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem?	Qtde Respostas	0	1	0	6	9	16	0,89	94%	confirmada	Alto	
	%	0%	6%	0%	38%	56%	100%					
	Pontuação	0	2	0	24	45	71					
6- Um incentivo econômico é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem?	Qtde Respostas	0	0	1	12	3	16		94%	confirmada	Alto	
	%	0%	0%	6%	75%	19%	100%					
	Pontuação	0	0	6	75	19	100					

	Pontuação	0	0	3	48	15	66	0,83	
Caso concorde, indique em uma escala de importância									
6.1 Redução de impostos e tributos	Pontuação	0	2	0	28	40	70	0,88	2
6.2 Preferência em licitações públicas		0	0	0	36	35	71	0,89	1
6.3 Aumento dos prazos de pagamento de impostos e tributos		0	0	48	0	0	48	0,60	3
6.4 Outro:		0	30	0	0	5	35	0,44	4
6.5 Outro:		0	0	0	0	0	0	0,00	
	TOTAL	0	32	48	64	80	224		
7-A comunicação entre os participantes da Cadeia Produtiva (Gerador / Caçambelero / Órgãos públicos / Usina Reciclador / Construtor) é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem?	Qtde Respostas	0	0	0	7	9	16		
	%	0%	0%	0%	44%	56%	100%		100% confirmada Alto
	Pontuação	0	0	0	28	45	73	0,91	
8- A conscientização sobre a importância da gestão de resíduos da construção civil no canteiro de obras é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem?	Qtde Respostas	0	0	2	8	6	16		
	%	0%	0%	13%	50%	38%	100%		88% confirmada medio
	Pontuação	0	0	6	32	30	68	0,85	
9- A qualificação dos profissionais (operacionais e de gestão) da construção civil é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem?	Qtde Respostas	0	0	2	11	3	16		
	%	0%	0%	13%	69%	19%	100%		88% confirmada medio
	Pontuação	0	0	6	44	15	65	0,81	
10- O Sistema de Supervisão dos resíduos nos canteiros de obra é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem?	Qtde Respostas	0	1	0	11	4	16		
	%	0%	6%	0%	69%	25%	100%		94% confirmada medio
	Pontuação	0	2	0	44	20	66	0,83	
11- O Projeto com atenção especial para a gestão de resíduos nos canteiros de obras é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem?	Qtde Respostas	0	1	4	7	4	16		
	%	0%	6%	25%	44%	25%	100%		69% confirmada Medio
	Pontuação	0	2	12	28	20	62	0,78	
12- O Treinamento dos operários da Usina quanto a Reciclagem dos resíduos é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem?	Qtde Respostas	0	0	0	7	9	16		
	%	0%	0%	0%	44%	56%	100%		100% confirmada alto
	Pontuação	0	0	0	28	45	73	0,91	

13- O aumento dos custos da Construção Civil (MO / Materiais, Máquinas, Equipamentos, etc.) é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem?	Qtde Respostas % Pontuação	0 0% 0	3 19% 6	4 25% 12	7 44% 28	2 13% 10	16 100% 56	0,70	56%	confirmada	Baixo
14- As alterações nos projetos da Construção Civil são fatores críticos para o sucesso da operação de reciclagem?	Qtde Respostas % Pontuação	1 6% 1	1 6% 2	8 50% 24	6 38% 24	0 0% 0	16 100% 51	0,64	38%	Não Confirmada	
15- O tradicionalismo nos processos e métodos brasileiros da construção civil são fatores críticos para o sucesso da operação de reciclagem?	Qtde Respostas % Pontuação	1 6% 1	2 13% 4	2 13% 6	7 44% 28	4 25% 20	16 100% 59	0,74	69%	confirmada	Baixo
16- A Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) de novas tecnologias para reciclagem de RCD é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem?	Qtde Respostas % Pontuação	0 0% 0	0 0% 0	0 0% 0	9 56% 36	7 44% 35	16 100% 71	0,89	100%	confirmada	medio
17- Os métodos alternativos da construção civil que priorizem o baixo desperdício são fatores críticos para o sucesso da operação de reciclagem?	Qtde Respostas % Pontuação	0 0% 0	4 25% 8	3 19% 9	7 44% 28	2 13% 10	16 100% 55	0,69	56%	confirmada	Baixo
18- O Espaço limitado no canteiro de obra é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem?	Qtde Respostas % Pontuação	0 0% 0	2 13% 4	7 44% 21	7 44% 28	0 0% 0	16 100% 53	0,66	44%	Não Confirmada	
19- A Triagem e Seleção dos resíduos da construção no canteiro de Obras são fatores crítico para o sucesso da operação de reciclagem?	Qtde Respostas % Pontuação	0 0% 0	0 0% 0	1 6% 3	6 38% 24	9 56% 45	16 100% 72	0,90	94%	confirmada	Alto
20- O uso, a aplicação, o manuseio e o armazenamento inadequados dos materiais no canteiro de obra são fatores críticos para o sucesso da operação de reciclagem?	Qtde Respostas % Pontuação	0 0% 0	3 19% 6	3 19% 9	9 56% 36	1 6% 5	16 100% 56	0,70	63%	confirmada	baixo
21- A Baixa Qualidade do resíduo da construção civil é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem?	Qtde Respostas % Pontuação	0 0% 0	4 25% 8	1 6% 3	8 50% 32	3 19% 15	16 100% 58	0,73	69%	confirmada	baixo

22- A concepção de que um produto ou material confeccionado com a utilização de resíduos da construção civil possui qualidade inferior a outro confeccionado com matérias primas virgens é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem?	Qtde							0,80	75%	confirmada	medio
	Respostas	0	3	1	5	7	16				
	%	0%	19%	6%	31%	44%	100%				
	Pontuação	0	6	3	20	35	64				
23- A Area na Usina suficiente para a adequada deposição e armazenamento dos diferentes agregados e materiais resultante da reciclagem é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem?	Qtde							91%	94%	confirmada	Alto
	Respostas	0	0	1	5	10	16				
	%	0%	0%	6%	31%	63%	100%				
	Pontuação	0	0	3	20	50	73				
24- As Parcerias Público-Privada, PPP, na gestão da Operação da Usina de Reciclagem dos RCD é fator crítico para o sucesso da operação de reciclagem?	Qtde							85%	88%	confirmada	medio
	Respostas	0	2	0	6	8	16				
	%	0%	13%	0%	38%	50%	100%				
	Pontuação	0	4	0	24	40	68				
		Discordo			Concordo						
		Totalmente	Discordo	Indiferente	Concordo	Totalmente					
PONTUAÇÃO TOTAL POSSIVEL DAS RESPOSTAS FCS	QTDE	384	768	1152	1536	1920	5760				
Pontuação Total obtida dos FCS	QTDE	3	54	132	680	700	1569				
Percentual das respostas FCS	%	0,8%	7,0%	11,5%	44,3%	36,5%	100,0%				

### APÊNDICE 7- CLASSIFICAÇÃO DAS BOAS PRÁTICAS LEVANTADAS NA PESQUISA

Análise Qualitativa e Quantitativa dos FCS (Distribuição das Respostas)	Muito Ineficaz	Ineficaz	Indiferente	Eficaz	Muito Eficaz	Total da Distribuição das Respostas	Pontuação TOTAL(W)	IER (Índice de Eficácia Relativa)	Fator de concordância (E+F)	Nível de Eficácia
	1	2	3	4	5					
26- A localização da Usina recicladora baseada em análise técnica e econômica considerando as distâncias percorridas e as melhores condições logísticas e de custo de transporte é uma prática na gestão das operações de reciclagem:	0	0	0	24	50		74	0,93		Alto
	0%	0%	0%	38%	63%	100%			<b>100%</b>	
27- O dimensionamento da Usina, quanto ao tamanho e capacidade nominal, baseada em estudos que consideram o crescimento populacional e desenvolvimento econômico previstos para os municípios da região são práticas na gestão das operações de reciclagem:	0	0	3	28	40		71	0,89		Medio
	0%	0%	6%	44%	50%	100%			<b>94%</b>	

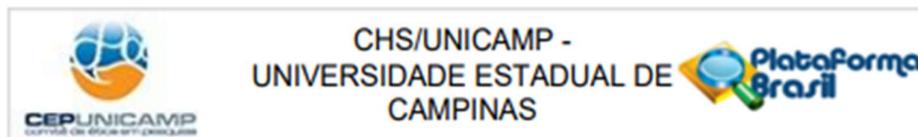
28- O estabelecimento de parcerias com os principais atores da cadeia produtiva de grandes e pequenos geradores de RCD como, Prefeituras, Construtoras, Coletoras e Transportadoras do RCD Cooperativas de reciclagem, entre outras, são práticas na gestão das operações de reciclagem:	0	0	0	12	65		77	0,96		Alto
	0%	0%	0%	19%	81%	100%			<b>100%</b>	
29- A política intensiva de venda e comercialização pelos diversos canais disponíveis dos agregados gerados pela Usina são práticas na gestão das operações de reciclagem:	0	2	3	28	35		68	0,85		Medio
	0%	6%	6%	44%	44%	100%			<b>88%</b>	
30- A produção e fabricação de novos artefatos com materiais oriundos do processo de reciclagem são práticas na gestão das operações de reciclagem:	1	2	3	40	15		61	0,76		Medio
	6%	6%	6%	63%	19%	100%			<b>81%</b>	
31- O programa de treinamento em procedimentos operacionais para os colaboradores diretos e indiretos da Usina é uma prática na gestão das operações de reciclagem:	0	0	3	28	40		71	0,89		Medio
	0%	0%	6%	44%	50%	100%			<b>94%</b>	

32- A política de conscientização quanto a necessidade de deposição e disposição correta dos RCD com palestras específicas em entidades de classe, comunidade local atingida, escolas entre outras é uma prática na gestão das operações de reciclagem:	0	0	3	20	50		73	0,91		Alto
	0%	0%	6%	31%	63%	100%			<b>94%</b>	
33- A política de Saúde e Segurança do trabalho que assiste e orienta os colaboradores diretos e indiretos da Usina, quanto aos cuidados necessários e uso de EPI's são práticas na gestão das operações de reciclagem:	0	0	0	36	35		71	0,89		Medio
	0%	0%	0%	56%	44%	100%			<b>100%</b>	
34- A política de geração e acompanhamento de Indicadores de desempenho (KPI's) considerados importantes para a operação da Usina é uma prática na gestão das operações de reciclagem:	0	2	12	32	15		61	0,76		Medio
	0%	6%	25%	50%	19%	100%			<b>69%</b>	
35- A elaboração de um plano estratégico de gestão para o desenvolvimento e crescimento da Operação é uma prática na gestão das operações de reciclagem:	0	0	3	32	35		70	0,88		Medio
	0%	0%	6%	50%	44%	100%			<b>94%</b>	

30- A produção e fabricação de novos artefatos com materiais oriundos do processo de reciclagem são práticas na gestão das operações de reciclagem:	1	2	3	40	15		61	0,76		Medio
	6%	6%	6%	63%	19%	100%			<b>81%</b>	
34- A política de geração e acompanhamento de Indicadores de desempenho (KPI's) considerados importantes para a operação da Usina é uma prática na gestão das operações de reciclagem:	0	2	12	32	15		61	0,76		Medio
	0%	6%	25%	50%	19%	100%			<b>69%</b>	

## ANEXOS

## ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA E PESQUIAS



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Identificação dos Fatores Críticos de Sucesso (FCS) na Gestão de Operações de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (RCD), na Região Metropolitana de Campinas (RMC).

**Pesquisador:** OSMAR CELESTINO DOS SANTOS

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 56631322.0.0000.8142

**Instituição Proponente:** FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS - CEP/CHS

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 5.433.808

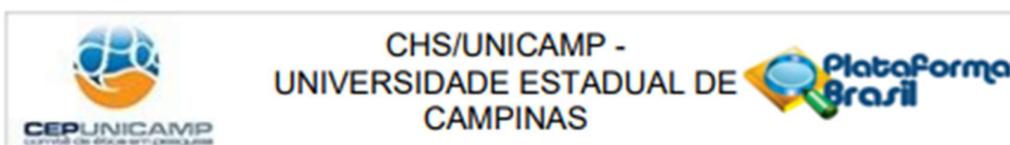
**Apresentação do Projeto:**

Pesquisa de Mestrado em Engenharia de Produção e de Manufatura sob o título "Identificação dos Fatores Críticos de Sucesso (FCS's) na Gestão de Operações de Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (RCD), na Região Metropolitana de Campinas (RMC)." A pesquisa visa identificar os fatores críticos que influenciam o sucesso da reciclagem dos resíduos da construção civil e demolição (RCD). Será adotado um método qualitativo do tipo exploratório e descritivo, através de Levantamento de Dados (Survey) baseado em um questionário e entrevistas (presencial) com os gestores responsáveis, na esfera pública e privada, pela operação da Usina de Reciclagem dos resíduos da construção Civil e Demolição (RCD). É prevista uma análise estatística e matemática dos dados coletados com aplicação de escala Likert de 5 pontos (Concordo totalmente à Discordo totalmente). Os dados específicos das respostas individuais coletadas nas entrevistas não serão divulgados de maneira alguma. No final, pretende-se apenas a comprovação ou não da efetividade de um FCS, já consagrado pela literatura para a gestão do RCD, bem como, das melhores práticas, aplicados na RMC.

**Objetivo da Pesquisa:**

Investigar e explorar os casos expressivos de sucesso na reciclagem de RCD, com o viés sustentável em conformidade com ODS, buscando identificar além das ações inovadoras no uso da tecnologia de reciclagem, as características da economia circular potencializadas e as boas

**Endereço:** Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.  
**Bairro:** Cidade Universitária "Zeferino Vaz" **CEP:** 13.083-865  
**UF:** SP **Município:** CAMPINAS  
**Telefone:** (19)3521-6836 **E-mail:** cepchs@unicamp.br



Continuação do Parecer: 5.433.808

O TCLE revisado foi anexado como novo arquivo TCLEOCSrev2.pdf.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

A critério da mesa emitir pendência devido à falta do nome e dos dados de contato do orientador no TCLE.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1895376.pdf	31/03/2022 17:44:50		Aceito
Outros	cartarespostaBRASIL2.pdf	31/03/2022 17:41:06	OSMAR CELESTINO DOS SANTOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLEOCSrev2.pdf	31/03/2022 16:44:21	OSMAR CELESTINO DOS SANTOS	Aceito
Outros	questionarioFCSgRCDnRMCOCsrev2.pdf	22/02/2022 17:26:26	OSMAR CELESTINO DOS SANTOS	Aceito
Outros	AtestadoMatricula.pdf	18/02/2022 11:37:15	OSMAR CELESTINO DOS SANTOS	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetoMestradoBrasilOCS.pdf	18/02/2022 11:27:11	OSMAR CELESTINO DOS SANTOS	Aceito
Cronograma	crono1.pdf	08/02/2022 11:19:21	OSMAR CELESTINO DOS SANTOS	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_1599742.pdf	08/02/2022 11:18:49	OSMAR CELESTINO DOS SANTOS	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

CAMPINAS, 26 de Maio de 2022

Assinado por:  
Sandra Fernandes Leite  
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Bertrand Russell, 801, 2º Piso, Bloco C, Sala 5, Campinas-SP, Brasil.  
Bairro: Cidade Universitária "Zeferino Vaz" CEP: 13.083-865  
UF: SP Município: CAMPINAS  
Telefone: (19)3521-6836 E-mail: cepchs@unicamp.br