

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
Curso de Bacharelado em engenharia civil

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE USINA DE RESÍDUOS
SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO (RCC) EM JATAÍ (GO)**

DANILO MARMÉ PINHEIRO

Jataí
2022



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor:

Matrícula:

Título do Trabalho:

Autorização - Marque uma das opções

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☐ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data ____/____/____ (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2 ou 3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.
☐ Outra justificativa: _____

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

JATAÍ

Local

24 / 01 / 2023

Data

Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

DANILO MARMÉ PINHEIRO

**ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE USINA DE RESÍDOS
SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO (RCC) EM JATAÍ (GO)**

Trabalho apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientadora: Profa. Dra. Marluce Silva Sousa

Coorientador: Prof. Esp. Ronan de Oliveira Lopes Júnior

Jataí
2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação na (CIP)

Pinheiro, Danilo Marmé.

Análise da viabilidade de implantação de usina de resíduos sólidos da construção (RCC) em Jataí (GO) [manuscrito] / Danilo Marmé Pinheiro. -- Jataí: IFG, Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Civil, 2022.

87 f.; il.

Orientadora: Profa. Dra. Marluce Silva Sousa.

Coorientador: Prof. Esp. Ronan de Oliveira Lopes Júnior.

Bibliografias.

1. Estudo de viabilidade econômica. 2. Resíduos da construção civil. 3. Gestão integrada de resíduos sólidos 4. Usina de reciclagem. I. Sousa, Marluce Silva. II. Lopes Júnior, Ronan de Oliveira. III. IFG, Câmpus Jataí. IV. Título.

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Téc.: Aquisição e Tratamento da Informação.
Bibliotecária – Rosy Cristina O. Barbosa – CRB 1/2380 – C. Jataí. Cód. F003/2023-1.



INSTITUTO FEDERAL
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS
CÂMPUS JATAÍ

Folha de Aprovação

DANILO MARMÊ PINHEIRO

ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE USINA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO (RCC) EM JATAÍ (GO)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso Bacharelado em Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Jataí, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado, em 10 de dezembro de 2022, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dr^ª. Marluce Silva Sousa
Presidente da banca / Orientador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Esp. Ronan de Oliveira Lopes Junior
Co-Orientador
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof^ª. Dr^ª. Francielle Coelho dos Santos
Membro Interno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Engenheira Civil Andrea Gomes dos Santos Borges Macarini
Membro Externo
Empresa

Jataí (GO)
2022

Documento assinado eletronicamente por:

- **ANDREA GOMES DOS SANTOS BORGES MACARINI, ANDREA GOMES DOS SANTOS BORGES MACARINI - 214205 - Engenheiro civil - Estrela Engenharia Eireli (42849011000190),** em 22/12/2022 17:48:35.
- **Danilo Marmé Pinheiro, 20161020260277 - Discente,** em 22/12/2022 17:05:39.
- **Marluce Silva Sousa, GERENTE - CD4 - JAT-GPPGE,** em 21/12/2022 15:13:51.
- **Ronan de Oliveira Lopes Junior, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO,** em 20/12/2022 07:47:57.
- **Francielle Coelho dos Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO,** em 19/12/2022 14:54:45.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 06/12/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 353077

Código de Autenticação: 9593e4c1fb



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Av. Presidente Juscelino Kubitschek, nº 775, Residencial Flamboyant, JATAÍ / GO, CEP 75804-714
(64) 3605-0837 (ramal: 837)

DEDICATÓRIA

Dedico todo o empenho e resultados deste trabalho aos meus pais, Maria das Dores Marmé Pinheiro e Raimundo Pinheiro Neto (*in memorian*), que nunca mediram esforços para o meu crescimento pessoal e profissional, sendo os meus exemplos de caráter e dignidade. Também dedico ao meu irmão Leandro Marmé Pinheiro e minha esposa Thaís Martins Cabral que sempre acreditaram em mim e me incentivaram nessa jornada, além de meu filho Miguel Cabral Marmé, que no ventre de minha esposa, partilhou da minha vitória.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que me deu forças e resiliência para chegar até aqui.

Agradeço a minha orientadora Profa. Marluce Silva Sousa e ao meu coorientador Prof. Ronan de Oliveira Lopes Júnior, que “patrocinaram” a minha ideia deste trabalho, permitindo o seu pleno desenvolvimento e apoio em sua conclusão.

A minha família e amigos que me apoiaram durante essa jornada.

Aos presentes na banca avaliadora, Profa. Francielle Coelho dos Santos e Enga. Andrea Gomes S. B. Macarini, que contribuíram com suas experiências e conhecimentos de grande valia para o refino do mesmo.

Por fim, quero agradecer a oportunidade de ter estudado no Instituto Federal de Goiás - Campus Jataí, tão bem representado, pelos seus docentes e funcionários, por sua dedicação, excelência e profissionalismo que aplicam na instituição.

RESUMO

A Construção Civil tem um papel importante no desenvolvimento do Brasil, porém é grande geradora de impactos socioambientais. Em Jataí (GO), a disposição e a destinação de RCC são inadequados. Assim, o objetivo do trabalho foi analisar a viabilidade econômica para a implantação de uma usina de reciclagem de RCC, através do levantamento bibliográfico, documental e de campo. Conforme dados oficiais, Jataí gera 3.761 m³/dia de RCC de Classe A, estimando-se 4.513,20 ton.RCC/mês. Foi dimensionada a capacidade de processamento da usina em 25 t/hora e a produção de agregados reciclados com preço de venda de 57,43% inferior ao agregado natural comercializado em Jataí. Na análise econômica, foram utilizados indicadores para a projeção do fluxo de caixa da usina, aplicando métricas financeiras como VPL, TIR e *Payback*, sendo criados dois cenários (empresa pública e privada) para o estudo. O investimento inicial foi de R\$ 4.929.782,17 e um custo operacional anual em R\$ 727.940,95, para ambos os cenários. A previsão de faturamento inicial no primeiro ano foi de R\$ 1.203.937,52 para empresa pública e de R\$ 919.951,39 para a empresa privada, com uma taxa de 6,47% aa. Para a empresa pública foi obtido um VPL de + R\$ 7.895.134,42, uma TIR de 33,86%, um ILL de 2,60 e um PB de 4,35 anos. Para a empresa privada foi obtido um VPL de + R\$ R\$ 3.901.251,15, uma TIR de 24,56%, um ILL de 1,79 e um PB de 5,51 anos. Portanto, ambos se mostraram positivos e economicamente viáveis para a sociedade jataiense.

Palavras-chave: Estudo de viabilidade econômica. Resíduos da construção civil. Gestão integrada de resíduos sólidos. Usina de reciclagem de RCC

ABSTRACT

Civil Construction plays an important role in the development of Brazil, but it is a major generator of socio-environmental impacts. In Jataí (GO), the disposal and destination of RCC are inadequate. Thus, the objective of this work was to analyze the economic viability for the implementation of a RCC recycling plant, through bibliographical, documental and field survey. According to official data, Jataí generates 3,761 m³/day of Class A RCC, estimating 4,513.20 ton.RCC/month. The plant's processing capacity was sized at 25 t/hour and the production of recycled aggregates with a selling price of 57.43% lower than the natural aggregate sold in Jataí. In the economic analysis, indicators were used to project the plant's cash flow, applying financial metrics such as NPV, IRR and Payback, creating two scenarios (public and private company) for the study. The initial investment was BRL 4,929,782.17 and an annual operating cost of BRL 727,940.95, for both scenarios. The initial billing forecast for the first year was BRL 1,203,937.52 for a public company and BRL 919,951.39 for a private company, with a rate of 6.47% per annum. For the public company, a NPV of + R\$ 7,895,134.42 was obtained, an IRR of 33.86%, an ILL of 2.60 and a PB of 4.35 years. The private company was granted a NPV of + R\$3,901,251.15, an IRR of 24.56%, an ILL of 1.79 and a PB of 5.51 years. Therefore, both are positive and economically viable for Jataí society.

Keywords: Economic feasibility study. Construction and demolition waste (CDW). Integrated solid waste management. Construction and demolition waste recycling plant

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Limpeza de lotes baldios às margens da GO 184, que liga Jataí a Caiapônia	19
Figura 2 - Prioridades da PNRS	21
Figura 3 - Área para disposição de RCC no Aterro Municipal de Jataí	23
Figura 4 - Etapas do PGRCC.....	31
Figura 5 - Principais causa de dificuldade de vendas dos agregados reciclados.....	36
Figura 6 – Exemplo de processo de beneficiamento industrial em usina de RCC.....	38
Figura 7 - Alimentador vibratório	39
Figura 8 - Britador de impacto	40
Figura 9 - Britador de mandíbula	40
Figura 10 - Peneira rotativa	41
Figura 11 – Esteiras transportadoras (Separação dos agregados após processo de peneiramento)	42
Figura 12 - Fluxograma da metodologia utilizada na pesquisa	46
Figura 13 - Localização do Município de Jataí	47
Figura 14 – Indicadores financeiros	53
Figura 15 – Indicação do terreno no Distrito Agroindustrial de Jataí – Área Rua 02, nº 0 - Qd 06 Mod 01.....	61
Figura 16 – Trajeto do terreno industrial até o centro da cidade de Jataí.....	61
Figura 17 – Comparativo de estudos – Cenário 1 e 2.....	77

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação e destinação dos resíduos da construção civil (RCC)	27
Quadro 2 - Normas Brasileiras de Referência (NBR) aplicáveis aos resíduos sólidos.	35
Quadro 3 - Agregados reciclados e suas aplicações	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Empresas responsáveis pelo serviço de coleta e transporte de RCC.....	48
Tabela 2 - Massas específicas de entulho, de acordo com a literatura	49
Tabela 3 - Área requerida para usina de reciclagem em função da capacidade de produção ..	51
Tabela 4 - Área básica demandada para o manejo dos resíduos	51
Tabela 5 - Quantificação de RCC gerado em Jataí.....	56
Tabela 6 - Evolução da taxa de crescimento populacional no município de Jataí	57
Tabela 7 - Projeção de geração de RCC no município nos próximos 10 anos.....	59
Tabela 8 - Estimativa da demanda de processamento pela usina.	59
Tabela 9 – Cotação para conjunto de RCC 20-30t/h (YLS).....	62
Tabela 10 – Custos de implantação - obras civis.....	63
Tabela 11 - Projeção de Investimento inicial	65
Tabela 12 - Custo mensal com mão de obra.....	66
Tabela 13 – Custo anual com equipamentos de proteção individual (EPI).....	66
Tabela 14 – Custos operacionais projetados.....	68
Tabela 15 - Projeção de receita pela venda de agregado reciclado	69
Tabela 16 - Projeção de receita ajustada pela venda de agregado reciclado	69
Tabela 17 - Receita líquida ajustada anual – Empresa Pública e afins.....	70
Tabela 18 – Alíquota Simples Nacional 2018 – Anexo II - Indústria	71
Tabela 19 - Receita líquida ajustada anual – Empresa privada	71
Tabela 20 – Comparativo de receita líquida entre cenários.....	72

Tabela 21 – Cálculo do VPL, TIR, ILL e *Payback* – Empresa pública e afins..... 74

Tabela 22 - Cálculo do VPL, TIR, ILL e *Payback* – Empresa privada..... 75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABELPRE - Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- ABRECON - Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (RCD).
- ARC - Agregado Reciclado de Concreto.
- ARM - Agregado Reciclado Misto.
- BCB – Banco Central do Brasil.
- CDR - Certificado de Destinação dos resíduos.
- CDW - Construction and Demolition Waste.
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente.
- COPOM - Comitê de Política Monetária.
- CREA - Conselho Regional de Engenharia Arquitetura e Agronomia.
- CUB - Custo Unitário Básico de Construção.
- DRFSSB - Diretoria de Regulação e Fiscalização dos Serviços de Saneamento Básico.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- ICLEI - International Council for Local Environmental Initiatives.
- IFG - Instituto Federal de Goiás.
- ILL - Índice de Lucratividade Líquida.
- IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente.
- NBR - Normas Brasileiras de Referência.
- ONU - Organização das Nações Unidas.
- PB – *Payback*.
- PGRCC - Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.

- PIB – Produto Interno Bruto.
- PMGIRS - Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos.
- PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico.
- PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos.
- PPP - Parceria Público-Privada.
- RCC – Resíduos da Construção Civil.
- RCD - Resíduos de Construção e Demolição.
- RSU - Resíduos Sólidos Urbanos.
- SELIC - Sistema Especial de Liquidação e Custódia.
- SINDUSCON (GO) - Sindicato da Indústria da Construção no Estado de Goiás.
- SMMA – Secretaria de Meio Ambiente e Urbanismo de Jataí
- STF – Supremo Tribunal Federal.
- TMA - Taxa Mínima de Atratividade
- TIR - Taxa Interna de Retorno.
- VPL - Valor Presente Líquido.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	INTRODUÇÃO	18
1.1	JUSTIFICATIVA	18
1.2	OBJETIVOS	24
1.2.1	Objetivo Geral	24
1.2.2	Objetivos Específicos	24
CAPÍTULO 2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	25
2.1	CRESCIMENTO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL	25
2.2	RESÍDUOS SÓLIDOS	26
2.2.1	Resíduos da Construção Civil (RCC)	26
2.2.2	Geração de RCC	28
2.3	LEGISLAÇÃO SOBRE O TEMA NO BRASIL	28
2.3.1	Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS)	29
2.3.2	Resolução CONAMA nº 307	29
2.3.3	Política Estadual de Resíduos Sólidos em Goiás	31
2.3.4	Política Municipal de Resíduos Sólidos em Jataí (GO)	32
2.3.5	Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) do Município de Jataí (GO)	34
2.3.6	As Normas Brasileiras de Referência (NBR da ABNT)	34
2.4	A INDÚSTRIA DA RECICLAGEM E OPERAÇÃO DE USINAS DE BENEFICIAMENTO DE RCC	35
2.4.1	Reciclagem dos RCC	35
2.4.2	Processo de beneficiamento e reciclagem	37
2.4.3	Equipamentos para beneficiamento	38
2.4.4	Agregados reciclados	42
2.4.5	Dimensionamento da usina de reciclagem	44
CAPÍTULO 3	METODOLOGIA	45
3.1	ESTRATÉGIA E CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	45
3.2	ETAPAS DA PESQUISA	45
3.2.1	Ambiente da pesquisa	46
3.2.1.1	Aspectos gerais do município	46

3.2.2	Levantamento quantitativo dos Resíduos de Construção Civil (RCC).....	47
3.2.3	Dimensionamento da capacidade produtiva.....	49
3.2.4	Escolha do espaço físico	50
3.3	ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA	52
3.3.1	Levantamento de custos	52
3.3.2	Indicadores financeiros	52
3.3.2.1	O Valor Presente Líquido (VPL)	53
3.3.2.2	A Taxa Interna de Retorno (TIR).....	54
3.3.2.3	O <i>Payback</i> (PB).....	54
3.3.2.4	Índice de Lucratividade Líquida (ILL).....	55
CAPÍTULO 4	RESULTADOS.....	56
4.1	QUANTIFICAÇÃO DE RCC GERADO EM JATAÍ.....	56
4.2	DIMENSIONAMENTO DA CAPACIDADE PRODUTIVA DA USINA.....	57
4.3	CUSTO DE IMPLANTAÇÃO	60
4.3.1	Terreno industrial	60
4.3.2	Equipamentos	62
4.3.3	Obras civis.....	63
4.3.4	Custos para a abertura da empresa	64
4.3.5	Custos com ferramentais básicos e equipamentos administrativos.....	64
4.3.6	Capital de giro inicial	64
4.4	CUSTOS DE OPERAÇÃO	65
4.4.1	Custos de mão de obra	65
4.4.2	Custos com equipamentos de proteção individual (EPI)	66
4.4.3	Custos de manutenção de equipamentos da usina.....	67
4.4.4	Custos com água e energia elétrica	67
4.4.5	Custos com combustível.....	67
4.5	PROJEÇÃO DE RECEITAS	68
4.5.1	Projeção de receita bruta anual.....	68
4.5.2	Projeção de receita líquida anual.....	70
4.5.2.1	Cenário 1 - Empresa pública e afins.....	70
4.5.2.2	Cenário 2 - Empresa privada.....	71
4.5.2.3	Comparativo entre cenários.....	72
4.6	ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA	72
4.6.1	Índice utilizados para avaliação do projeto	72

4.6.2	Cálculo do VPL, TIR, ILL e <i>Payback</i>	73
4.6.2.1	Cenário 1 - Empresa pública e afins.....	73
4.6.2.2	Cenário 2 - Empresa privada.....	74
CAPÍTULO 5 CONCLUSÃO		76
REFERÊNCIAS		78
APÊNDICE A – ORÇAMENTO DETALHADO EQUIP. USINA.....		83

CAPÍTULO 1 INTRODUÇÃO

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2019), o crescimento econômico mundial está resultando em um aumento desenfreado das atividades produtivas, reduzindo reservas finitas de recursos naturais, causando incertezas e preocupações quanto à qualidade de vida de gerações futuras. Nessa linha, um grande problema ambiental salientado é a destinação inadequada dos resíduos sólidos

De acordo com a ONU News (2017), a população mundial em 2017 era de 7,6 bilhões de pessoas e estima-se um aumento para 8,6 bilhões até 2030. Se confirmado, o maciço crescimento populacional aumentará o consumo de bens e serviços e, conseqüentemente, a quantidade de resíduos sólidos a serem descartados.

Segundo a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2021), a indústria da construção civil tem um papel fundamental no desenvolvimento econômico e social, sendo uma das mais antigas atividades humanas que se tem conhecimento e desde então é responsável pela extração e consumo excessivo de recursos naturais não-renováveis, destinando os resíduos para descarte sem qualquer tipo de controle e tratamento adequado.

Os impactos por ela gerados têm ganhado relevância e divulgação nos noticiários, gerando pressões para a criação e/ou aplicação efetiva das legislações ambientais.

Tanto no Brasil quanto no Mundo, as exigências da sociedade são cada vez maiores para a melhoria e manutenção das condições ambientais, o que exige do Estado e da Iniciativa Privada, medidas que possibilitem a conciliação do desenvolvimento humano às limitações da exploração dos recursos naturais, tendo um impacto significativo no meio ambiente e o momento atual é oportuno para negócios sociais e sustentáveis.

1.1 JUSTIFICATIVA

A cadeia produtiva da Construção Civil consome entre 20 e 50% dos recursos naturais de todo o planeta e levando em consideração as estimativas da Organização das Nações Unidas

(ONU) sobre crescimento populacional, se faz necessária uma urgente solução para gestão e tratamento final dos resíduos sólidos (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

Tais resíduos quando descartados de forma inadequada, causam efeitos negativos de níveis sociais, gerando a proliferação e criação de vetores de doenças, enchentes, assoreamento de rios e córregos, e outros.

De acordo com o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás (CREA-GO, 2022) através de seu Repositório de Trabalhos sobre Reciclagem de Resíduos da Construção Civil, estudos para implantação de usinas de reciclagem de resíduos da construção civil (RCC) vêm ganhando muito espaço em Goiás através de iniciativas de instituições de ensino, devido ao impacto socioambiental que descartes irregulares e da falta de tratamento adequado causam na sociedade, sendo responsáveis por um grande percentual de resíduos sólidos destinados aos aterros sanitários e aos descartes clandestinos em terrenos baldios.

Conforme a Secretaria do Meio Ambiente e Urbanismo de Jataí (SMMA, 2021), no município o descarte incorreto de resíduos, entulhos e até animais mortos, acarreta custos operacionais e graves danos ambientais, tornando o local propício para criadouros do mosquito da dengue, além de outros problemas, conforme Figura 1 abaixo.

Figura 1 - Limpeza de lotes baldios às margens da GO 184, que liga Jataí a Caiapônia



Fonte: SSMA (2021)

A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza e Resíduos Especiais (ABELPRE), em seu panorama sobre o setor de limpeza, estima que o Brasil, em nível nacional, alcance valores próximo aos 381kg/hab./ano de resíduos sólidos urbanos (RSU) (ABELPRE, 2022). Usando as estimativas populacionais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023), a geração de RSU no Brasil, seria de aproximadamente 82 milhões de ton/hab./ano.

Dada a grandeza do volume do resíduo gerado em nosso país, o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) determinou que a gestão de resíduos sólidos deve ser baseada no texto da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS/BRASIL, 2010), que trata dos princípios, diretrizes e ferramentas para a gestão dos diferentes resíduos gerados pela sociedade, e de forma específica para a construção civil. A Resolução nº 307 do CONAMA vigora desde 2002 e não é conflitante com o texto promulgado em 2010.

Apoiando o texto do CONAMA, as Normas Brasileiras de Regulamentação (NBR) da Associação Brasileira Normas Técnicas (ABNT) de número 15.112 a 15.116 regulamentam a qualidade e a operação da cadeia de gerenciamento dos RCC e os agregados reciclados conforme a aplicação e são as bases legais que fomentam a sustentabilidade na questão de resíduos em nível nacional.

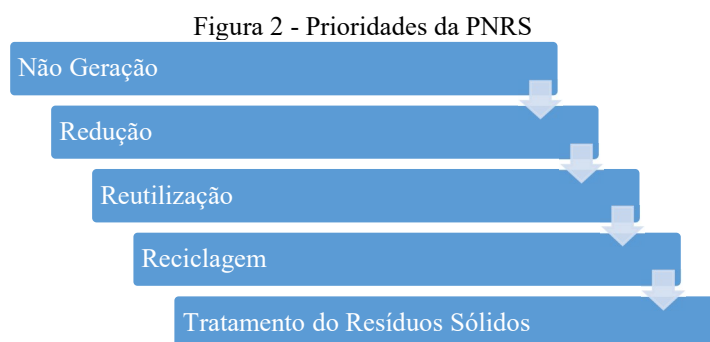
Como texto base para a temática de gestão de resíduos, a Lei Federal Nº 12.305/10 apresenta princípios, objetivos e instrumentos relacionados ao tema, prevendo a gestão integrada de resíduos sólidos, como um conjunto de ações, procedimentos e meios a fim de viabilizar a coleta, a recuperação do seu valor econômico, seja no seu ciclo, ou em outros ciclos produtivos e a destinação final ambientalmente adequada, quando for o caso (BRASIL, 2010).

Buscando eliminar áreas de disposição final irregulares por meio do cumprimento desse princípio, Brasileiro e Matos (2015) veem no mercado da reciclagem de RCC o meio para reverter o cenário nacional, agregando valor econômico aos resíduos, tornando-os sustentáveis, minimizando os impactos ambientais da indústria da construção, conforme alguns princípios:

- I. Minimizar o consumo de recursos: gastar mais tempo na fase de planejamento e projetos para otimizar a utilização de materiais e minimizar a produção de resíduos;

- II. Maximizar a reutilização de recursos: reutilizar componentes que ainda possam desempenhar a função para a qual foram produzidos, ou mesmo serem utilizados em outra função;
- III. Usar recursos renováveis e recicláveis: optar por materiais recicláveis ou cujas fontes de matéria-prima sejam renováveis;
- IV. Proteger o meio-ambiente: evitar o uso de materiais cuja extração de matéria-prima cause danos ambientais: aproveitar os recursos naturais para iluminação e ventilação, reusar águas servidas, etc.;
- V. Criar um ambiente saudável e não tóxico: evitar utilização de materiais que podem causar danos tanto ao meio ambiente quanto aos usuários;
- VI. Buscar a qualidade na criação do ambiente construído: projetar utilizando técnicas que permitam uma construção mais econômica, menos poluente e que impacte menos agressivamente no meio-ambiente.

A PNRS (2010), enfatiza uma ordem de prioridade para as ações de gestão de resíduos sólidos, em que se dá preferência à não geração, redução, reaproveitamento, reciclagem, tratamento e apenas disposição final, na forma final, dos resíduos se esgotadas outras possibilidades, conforme ilustrado na Figura 2.



Fonte: Adaptado de MMA e ICLEI (2012)

Os municípios que não se adequarem às resoluções propostas na PNRS perderão a prioridade nos repasses de verbas destinadas ao saneamento básico (BRASIL, 2010; SILVA,

2013). Portanto, há uma demanda de caráter social, econômica e ambiental para a busca de soluções em termos de resíduos, passando de um problema crônico para uma oportunidade.

Diante desse cenário, a reciclagem entra como uma tecnologia capaz de reeducar a população em seus hábitos, ajudando a minimizar os danos causados tanto ao meio ambiente quanto ao meio social, reduzindo a retirada de recursos naturais e reduzindo o desperdício.

De acordo com a legislação, a implantação de usinas de reciclagem de RCC tornou-se mais viável econômica e ambientalmente, o que resultou no aumento da proporção de usinas instaladas no país por ano, porém esse número é ínfimo perto das possibilidades e oportunidades disponíveis no Brasil. De acordo com a Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição (ABRECON, 2015), mais da metade dos resíduos de construção civil são descartados de forma ilegal e apenas 16 % de todos os RCC produzidos no país são reciclados (ABRECON, 2021).

As primeiras usinas de reciclagem de RCC em nosso país foram implantadas no início dos anos 1990 nos municípios de São Paulo (SP), Londrina (PR) e Belo Horizonte (MG), e posteriormente após inúmeros benefícios ambientais e econômicos, outras prefeituras também implantaram planos para o gerenciamento de RCC, sendo homologada a Resolução CONAMA n. 307 no ano de 2002, definindo normas e procedimentos, obrigando a implantação de gestão no tema, visando reciclar, reutilizar e dar a destinação correta aos materiais (CIRELLI; DUDUCHI; FAGUNDES, 2009).

Conforme Gehlen (2008), 82% dos profissionais do setor reconhecem e têm consciência sobre o desenvolvimento sustentável, entretanto, apenas 9% efetivamente colocam em prática seus conceitos.

Apesar das informações importantes para fins estatísticos e conhecimento sobre o tema, estudos que abordam e discutem esta temática ainda são raros no Brasil, necessitando assim de investigações mais aprofundadas e aplicadas na Construção Civil.

Além disso, Inojosa (2010) afirma que para ser sustentável, a cadeia produtiva necessita reconhecer seus impactos, perceber as conexões entre seus diversos componentes e almejar a sustentabilidade desde a decisão de construir até a disposição correta de seus resíduos.

Pinto (1999) demonstra que a reciclagem de RCC produz diversos tipos de agregados a serem utilizados na cadeia da construção civil, como por exemplo: a areia obtida pelo processo pode ser utilizada na argamassa de alvenaria e vedação, contra pisos, solo-cimento, blocos e tijolos de vedação; o pedrisco pode ser utilizado na produção de artefatos de concreto tais como manilhas de esgoto; a brita na produção de concretos estruturais e obras de drenagens; a bica corrida como base e sub-base para pavimentos, reforços e subleitos, regularização de estradas vicinais, entre outros; o rachão nas obras de drenagem e terraplanagem.

A Prefeitura Municipal de Jataí, através da Diretoria de Regulação e Fiscalização dos Serviços de Saneamento Básico (DRFSSB), órgão interno da Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Urbanismo, elaborou o Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólido - PMGIRS (2021), com o intuito de melhoria na coleta, tratamento e na disposição final dos resíduos sólidos urbanos, reduzindo os impactos ambientais e econômicos ao município.

Apesar de Jataí dispor de local específico para destinação de RCC, os mesmos são dispersos de forma inadequada no aterro controlado, sem o devido controle e tratamento adequado, conforme Figura 3 (SMMA, 2021)

Figura 3 - Área para disposição de RCC no Aterro Municipal de Jataí



Fonte: SMMA (2021)

Portanto, este estudo tem a proposta de retratar a preocupação em relação à destinação adequada de RCC no município de Jataí, incentivando a implantação de usina para reciclagem dos mesmos, gerando oportunidade de negócios, adequando-se as legislações vigente e, por consequência, na minimização de impactos socioambientais.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desse trabalho consiste em analisar a viabilidade econômica para a implantação de uma usina de reciclagem de materiais oriundos de descarte da construção civil (RCC), colaborando para a mitigação do impacto ambiental, gerando oportunidades de negócios e abertura de vagas de emprego em Jataí.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Investigar o tema, por meio da revisão de literatura e documental;
- Identificar a produção e a destinação dos RCC em Jataí, bem como outras informações necessárias para a aplicação dos cálculos;
- Aplicar os cálculos para a projeção da viabilidade econômica;
- Analisar os resultados do modelo aplicado para a implantação de uma usina de RCC em Jataí/GO, gerando dados e parâmetros para o município.

CAPÍTULO 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A estrutura da revisão de bibliográfica foi dividida em cinco partes:

- I. A Indústria da Construção Civil, contextualizando o atual momento de crescimento;
- II. Resíduos Sólidos e RCC;
- III. Legislação Sobre o Tema no Brasil;
- IV. A Indústria da reciclagem e operação de usinas de beneficiamento de RCC;

2.1 CRESCIMENTO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2022), o mercado imobiliário e a construção civil são dois segmentos que continuaram crescendo mesmo durante a pior fase da Pandemia do Covid-19.

Depois de registrar, em 2021, o melhor desempenho desde 2010, com crescimento de 9,7%, a Construção Civil iniciou 2022 com resultado positivo em suas atividades. Conforme os dados do Produto Interno Bruto (PIB), divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o setor cresceu 0,8% no 1º trimestre de 2022, em relação aos últimos três meses de 2021. Desde o 3º trimestre de 2020 o setor vem apresentando números positivos, indicando que, mesmo diante de desafios tão expressivos, como o aumento excessivo no custo dos seus insumos, conseguiu avançar e demonstrar força na geração de emprego e renda na economia nacional. É preciso destacar a sequência do desempenho positivo. Há sete trimestres consecutivos a Construção vem apresentando alta, um fato inédito na série do PIB iniciada em 1996 (CBIC, 2022, s/p).

O setor tem uma enorme importância econômica no país, movimentando grande valores financeiros, contribuído com o PIB – Produto Interno Bruto, sendo um dos setores que mais geram empregos formais para milhares de brasileiros, absorvendo principalmente uma mão de obra mais carente (CBIC, 2022). Porém, mesmo gerando uma grande contribuição para o desenvolvimento do país, o setor se destaca negativamente pelo exorbitante consumo de recursos naturais, desperdícios de produtos na cadeia produtiva e grande geração de resíduos

que, se descartados de forma incorreta, causam potenciais danos ambientais (JADOVSKI, 2005)

Por esse motivo, deve-se adotar uma gestão mais eficiente, melhorando processos e fiscalização por parte dos agentes públicos para coibir descartes clandestinos e incentivar empresas privadas, públicas ou parcerias público-privadas (PPP) para a instalação de usinas para a reciclagem dos mesmos, por meio de incentivos a atividades econômicas, financeiras e administrativas que objetivam, além do desenvolvimento econômico, a conservação ambiental.

2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS

Em 1987, foi instituída a norma ABNT NBR 10.004 – Resíduos Sólidos - Classificação, que classifica os resíduos sólidos de acordo com seus potenciais riscos ao meio ambiente e à saúde pública, de acordo com sua periculosidade, a forma de manuseio e a destinação adequada dos resíduos sólidos (ABNT, 1987). Essa norma foi atualizada em 2004. Em 2002, a resolução 307 do CONAMA estabeleceu procedimentos para o tratamento de RCC.

Segundo a norma ABNT NBR 10.004, os resíduos sólidos são os resíduos no estado sólido e semissólidos, que são gerados por atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços, de varrição, os resíduos provenientes de tratamento de água e de controle de poluição (ABNT, 2004). Ela também estabelece a classificação quanto a sua origem, seus constituintes e características, sendo divididos entre perigosos; não perigosos; não inertes e inertes.

2.2.1 Resíduos da Construção Civil (RCC)

A origem dos resíduos de construção civil se inicia na fase de quantificação do material previsto em projeto com a quantidade de material utilizado na execução. Os materiais em falta ou excesso geram perdas, desperdícios e impacto negativo no orçamento (PAIXÃO; ALBERTO; RITTER, 2007). Estima-se que 50% dos desperdícios são perdas incorporadas e reaproveitadas na própria obra e os outros 50% saem das obras em forma de entulho (ESPINELLI, 2005).

A Lei nº 12.305, que institui a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, definiu os resíduos da construção civil (RCC), também chamados de resíduos da construção e demolição (RCD), como “os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis” (BRASIL, 2010).

A resolução CONAMA nº 307, define os resíduos da construção civil como aqueles que:

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, calça ou metralha (CONAMA, 2002, p. 571).

A mesma resolução classifica os resíduos de construção civil como: Classes A, B, C e D; representadas e descritas abaixo, no Quadro 1.

Quadro 1 - Classificação e destinação dos resíduos da construção civil (RCC)

Classe	Definição	Destinação
A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, componentes cerâmicos, argamassa, concreto e outros	Deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura
B	São os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: Plásticos, papel/papelão, metais, Vidros, madeiras e outros	Deverão ser reutilizados, reciclados ou Encaminhados a áreas de armazenamento temporário, sendo dispostos de modo a permitir a Sua utilização ou reciclagem futura
C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, Gesso, EPS e outros	Deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas
D	São resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como: Tintas, solventes, óleos e outros ou Aqueles contaminados ou Prejudiciais à saúde	Deverão ser armazenados, transportados, reutilizados e destinados em conformidade com as normas técnicas específicas

Fonte: Adaptado do CONAMA nº 307/2002, 348/2004, 431/2011, 448/2012, 469/2015.

Andrade (2019), relata que cerca de 70% dos RCC's gerados são provenientes de geradores informais e de pequeno porte, oriundos de reformas e pequenas obras, sendo coletados principalmente pelos serviços de limpeza urbana, o que enseja uma atenção especial.

No contexto geral, esses materiais são de baixa periculosidade, não sendo nocivos à saúde e o principal impacto é devido ao volume gerado, porém costumam ser descartados concomitantemente com outros materiais que geram impactos ambientais.

Os resíduos são compostos por uma grande variedade de materiais, classificados em: Solos; Materiais “cerâmicos” – rochas naturais, argamassa a base de cimento e cal, concreto, resíduos de cerâmica vermelha como tijolos e telhas, cerâmica branca (principalmente revestimento), vidro, cimento-amianto e gesso (pasta e placa); Materiais metálicos – chapas de aço galvanizado, latões, aço para concreto armado, etc.; Materiais Orgânicos – plásticos diversos, madeira natural ou industrializada, materiais betuminosos, tintas e adesivos, papeis de embalagem, restos de vegetais e outros materiais utilizados na limpeza de terrenos (AGOPYAN; JOHN, 2000, p. 113).

Conforme Art.4º § 1º “Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos sólidos urbanos, em áreas de "bota fora", em encostas, corpos d'água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei.” (Redação dada ao parágrafo pela Resolução CONAMA nº 448, de 18.01.2012, DOU 19.01.2012)

Diante disso, uma gestão eficaz desses resíduos é necessária e o Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), deve ser executado de forma ativa pelo município, conforme a Resolução CONAMA nº 307 (BRASIL, 2002).

2.2.2 Geração de RCC

Segundo a ABELPRE (2022), a quantidade de RCC coletado em 2022 no Brasil, foi de 48 milhões de ton/ano, correspondendo de 40 a 70% dos resíduos gerados nas cidades (PINTO, 1999; SILVA; FERNANDES, 2012). Grande parte dos RCC são passíveis de tratamento, não havendo necessidade de disposição final, porém, no Brasil, o reaproveitamento e reciclagem são quase nulos (MIRANDA et al., 2016; BRASILEIRO; MATOS, 2015).

2.3 LEGISLAÇÃO SOBRE O TEMA NO BRASIL

Em sua grande maioria, as leis e normas técnicas são voltados para uma abrangência bem ampla no quesito de resíduos sólidos em geral, porém como o nosso foco será o RCC, iremos segregar dentro dos mesmos, o que contribuirá com a nossa linha de pesquisa, seguir se tentará destacá-los em meio aos documentos mais abrangentes.

2.3.1 Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS)

Em 2010, foi promulgada no Brasil a Lei nº 12.305, regulamentada pelo decreto nº 7.404/10, que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), e apesar dos seus 12 anos de promulgação, contém instrumentos importantes para o avanço do enfrentamento de problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

A PRNS aponta para a prevenção e a redução na geração de resíduos, tendo como proposta a mudança de hábitos para um consumo sustentável, instrumentos de incentivo do aumento da reciclagem e da reutilização dos resíduos sólidos, e a destinação ambientalmente adequada dos mesmos (BRASIL, 2010).

A Política inseriu o contexto de responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos: dos fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, o cidadão e titulares de serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos na Logística Reversa dos resíduos e embalagens pós-consumo, onde todos têm responsabilidades (BRASIL, 2010).

Ademais, criou metas para a eliminação dos lixões e ofereceu instrumentos de planejamento nos níveis nacional, estadual, microrregional, intermunicipal, metropolitano e municipal; além de impor que os particulares elaborem seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (BRASIL, 2010).

Também inseriu o Brasil em patamar de igualdade aos principais países desenvolvidos com a inclusão de catadoras e catadores de materiais recicláveis e reutilizáveis, tanto na Logística Reversa quando na Coleta Seletiva (BRASIL, 2010).

2.3.2 Resolução CONAMA nº 307

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) criou a Resolução nº307, publicada em 2002, que estabelece as diretrizes, os critérios e os procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil no Brasil, ou seja, o CONAMA, do Ministério do Meio Ambiente, é o órgão que regulamenta toda a gestão de resíduos no Brasil em parcerias com órgãos estaduais e municipais. Para que ocorra a gestão de resíduos da construção civil, ele estipula que os municípios elaborem o Programa Municipal de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (RCC) e Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC). A legislação em vigor determina a responsabilidade do gerador pelo gerenciamento desses resíduos.

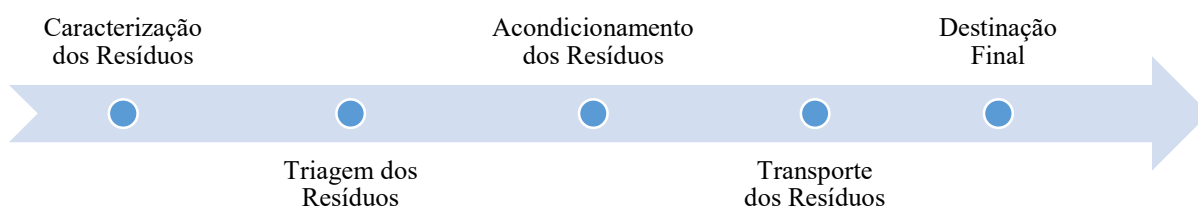
Conforme Figura 4 abaixo, o PGRCC da Resolução do CONAMA nº 307, estabelece as seguintes etapas:

- I. **CARACTERIZAÇÃO DOS RESÍDUOS** - Neste item deve ser estimado o volume de RCC em m³ (metros cúbicos) por classe e tipo, conforme Quadro 1 - Classificação e destinação dos resíduos da construção civil (RCC);
- II. **TRIAGEM DOS RESÍDUOS** - O gerador descreverá os procedimentos adotados quanto à segregação na origem do RCC, facilitando sua remoção e destinação adequada final.
- III. **ACONDICIONAMENTO DOS RESÍDUOS** - O Gerador informará o sistema adotado para acondicionamento de RCC para cada classe de resíduo, identificando as características (dimensões e volume), sendo acondicionados conforme sua classificação.
- IV. **TRANSPORTE DOS RESÍDUOS** - A transportadora deverá ser identificada por classe de resíduo, bem como deverá constar o volume estimado a ser transportado por cada empresa. O transporte do RCC deverá ser realizado em conformidade com a legislação municipal vigente, por empresa de transporte devidamente cadastrada e licenciada pelo órgão ambiental competente e no momento da contratação do transporte, o Gerador deverá assinar o Certificado de Destinação dos resíduos (CDR).

- V. DESTINAÇÃO FINAL - Deverão ser indicadas as áreas de destinação para cada classe ou tipo de resíduo, devidamente autorizadas e licenciadas pelo órgão ambiental competente, e o responsável pela destinação dos resíduos.

Além dos itens citados anteriormente, o gerador deverá ter um Plano de Capacitação, visando à sensibilização e educação ambiental aos seus colaboradores, minimizando, reutilizando, separando e acondicionando os resíduos em sua origem, contribuindo com as todas as etapas do PGRCC.

Figura 4 - Etapas do PGRCC



Fonte: Adaptado do CONAMA nº 307/2002.

Mesmo sendo do gerador a responsabilidade pelos seus RCC, o poder público municipal tem um papel fundamental e a obrigação da normalização dos agentes geradores, transportadores, viabilização de locais próprios para o recebimento desses materiais, triá-los e encaminhá-los para o beneficiamento ou para uma correta destinação. Cabe ainda disciplinar a gestão dos RCC através de instrumentos específicos, tanto para os pequenos quanto para os grandes geradores (PNRS, 2010). Portanto, na construção civil a logística reversa vem atender à necessidade do equilíbrio da eficiência operacional e à preservação do meio ambiente.

Desta forma, o produto tem um vínculo com o fabricante até o final da cadeia produtiva, contudo, todos os integrantes da cadeia deste produto têm uma parcela de participação para a destinação final (BRASILEIRO; MATOS, 2015).

2.3.3 Política Estadual de Resíduos Sólidos em Goiás

A Lei nº 14.248, de 29 de julho de 2002, que institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define diretrizes e normas de prevenção da poluição,

Em seu Art. 6º, os RCC são classificados como:

I - Resíduos urbanos: provenientes de residências, estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, da varrição e da limpeza de vias, logradouros públicos e sistemas de drenagem urbana e os entulhos da construção civil e similar (Goiás, 2002, s/p).

No Art. 61º a Lei estabelece critérios de incentivos fiscais e financeiros para que as instituições públicas e privadas (Goiás, 2002, s/p):

I - Promovam a minimização dos resíduos a serem dispostos e, preferencialmente, adotem métodos de prevenção, eliminação, ou, pelo menos, redução, reutilização e reciclagem de resíduos;

II - Estimulem, mediante programas específicos, a implantação de unidades de coleta, triagem, beneficiamento e reciclagem;

III - Estimulem a produção de produtos com alto rendimento, duráveis, recicláveis, reutilizáveis, retornáveis, passíveis de conserto, reaproveitáveis, que não sejam perigosos e/ou tóxicos;

IV - Incentivem a pesquisa e implementação de processos que utilizem as chamadas tecnologias limpas;

V - Implantem Sistema de Gestão Ambiental de Resíduos Sólidos.

Ainda de acordo com o artigo, os incentivos fiscais e financeiros serão concedidos sob a forma de créditos especiais, deduções, isenções, total ou parcial de impostos, tarifas diferenciadas, prêmios, empréstimos e demais modalidades especificamente estabelecidas.

2.3.4 Política Municipal de Resíduos Sólidos em Jataí (GO)

A Lei Ordinária nº 3.622, de 06 de novembro de 2014, estabelece diretrizes para a Política Municipal de Resíduos Sólidos.

No Art. 3º, os RCC são classificados:

I - Quanto à origem: h) – Resíduos da construção civil: os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis;

No Art. 4º, o serviço público de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos urbanos do Município de Jataí é composto pelas seguintes atividades:

II - Recebimento nos Pontos de Entrega Voluntária (Ecopontos) de resíduos recicláveis, resíduos de construção civil (até 1m³), pilhas, lâmpadas fluorescentes, baterias e demais resíduos, com exceção dos resíduos biodegradáveis, os quais são coletados porta a porta pelo serviço público de limpeza urbana (JATAÍ, 2014, s/p);

São objetivos da Política Municipal de Jataí de Resíduos Sólidos, de acordo com o Art. 6º:

I - Proteção da saúde pública e da qualidade ambiental;

II - Não-geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;

III - Estímulo à adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços;

IV - Adoção, desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias limpas como forma de minimizar impactos ambientais;

V - Redução do volume e da periculosidade dos resíduos perigosos;

VI - Incentivo à indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados;

VII - Gestão integrada de resíduos sólidos;

VIII - Articulação entre as diferentes esferas do Poder Público, e destas com o setor empresarial, com vistas à cooperação técnica e financeira para a gestão integrada de resíduos sólidos;

IX - Capacitação técnica continuada na área de resíduos sólidos;

X - Regularidade, continuidade, funcionalidade e universalização da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, com adoção de mecanismos gerenciais e econômicos que assegurem a recuperação dos custos dos serviços prestados, com forma de garantir sua sustentabilidade operacional e financeira, observada a Lei Federal nº 11.445, de 2007;

XII - Prioridade, nas aquisições e contratações do Município, para:

a) - Produtos reciclados e recicláveis;

b) - Bens, serviços e obras que considerem critérios compatíveis com padrões de consumo social e ambientalmente sustentáveis;

XIII - Integração dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis nas ações que envolvam a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

XIV - Estímulo à implementação da avaliação do ciclo de vida do produto;

XVI - Incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados à melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluída a recuperação e a aproveitamento energético;

XVIII - Estímulo à rotulagem ambiental e ao consumo sustentável.

São instrumentos da Política Municipal de Resíduos Sólidos, de acordo com o Art. 7º:

V - A cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos;

VII - Os incentivos fiscais, financeiros e creditícios.

2.3.5 Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) do Município de Jataí (GO)

O PMGIRS (2021) foi desenvolvido pela Diretoria de Regulação e Fiscalização dos Serviços de Saneamento Básico (DRFSSB), órgão interno da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (SMMA), objetivando a elaboração de um instrumento de planejamento, voltado à gestão integrada dos resíduos sólidos gerados na zona urbana de Jataí e desenvolvido em conformidade com os pressupostos estabelecidos pela Lei Nacional de Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2007 e Decreto Federal nº 7.217/2010), bem como pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010 e Decreto Federal nº 7.404/2010).

O intuito do PMGIRS (2021) é proporcionar a melhoria em todas as etapas que envolvem os resíduos sólidos, desde a geração até a disposição final dos mesmos, reduzindo os impactos ambientais causados no processo. Ressalta-se que a gestão integrada dos resíduos sólidos empenna papel fundamental para o desenvolvimento sustentável do município. Adicionalmente, têm-se que quando o referido gerenciamento é desenvolvido prevendo mecanismos democráticos de participação social, pode presumir que há subsídios suficientes para a melhoria da qualidade de vida da população.

Dessa forma, “[...] destaca-se como alternativa a criação de uma usina de reciclagem destinada a esses resíduos” (PMGIRS, 2021, p. 257).

2.3.6 As Normas Brasileiras de Referência (NBR da ABNT)

As Normas Brasileiras de Referência (NBR) são instrumentos importantes que orientam e estabelecem parâmetros e métodos sobre a gestão de resíduos sólidos e da construção civil, sendo previstas como normas técnicas regulamentadoras, viabilizando o exercício da responsabilidade sobre o manejo e gestão destes resíduos, conforme Quadro 2.

Quadro 2 - Normas Brasileiras de Referência (NBR) aplicáveis aos resíduos sólidos.

NBR 10004	Resíduos sólidos - Classificação: Principal norma, que trata da classificação dos tipos de resíduos da construção civil através da sua periculosidade e seus respectivos danos ao meio ambiente e à saúde pública bem como seu encaminhamento conforme tal classificação.
NBR 15112	Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes: Áreas de Transbordo e Triagem de Resíduos de Construção e Demolição (RCD): Esta norma tem como objetivo definir requisitos básicos para elaboração do projeto, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos e resíduos volumosos, além de descrever os sistemas de proteção ambiental que deverão ser utilizados em uma área de transbordo, contemplando controle de poeira, ruído, sistema de drenagem e revestimento para o piso.
NBR 15113	Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes: Aterros - Diretrizes para projeto, implantação e operação: Esta norma tem como objetivo definir requisitos básicos para elaboração do projeto, implantação e operação de aterros de resíduos sólidos "classe A" e inertes, assim como visa orientar sobre a disposição dos resíduos e a futura utilização da área do aterro, bem como a proteção do meio ambiente e saúde da população vizinha e aos trabalhadores de tais instalações.
NBR 15114	Resíduos sólidos da construção civil: Área de Reciclagem - Diretrizes para projeto, implantação e operação: Assim como a NBR 15113, esta norma possui os mesmos objetivos, mas têm como foco os aspectos diretamente ligados à reciclagem dos resíduos sólidos da construção "classe A".
NBR 15115	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil: Execução de camadas de pavimentação -Procedimentos: Estabelece critérios e procedimentos para o uso de RCD em camadas de pavimentação.
NBR 15116	Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil: Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural; estabelece requisitos mínimos para o emprego de agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil.

Fonte: Adaptado da ABNT (2004a; 2004b; 2004c; 2004d; 2004e; 2004f)

Portanto, conforme supracitado, o Brasil tem legislações, normativas e normas técnicas suficientes para traçar um caminho adequado, oferecendo incentivos fiscais e linhas de financiamento para o beneficiamento desses materiais.

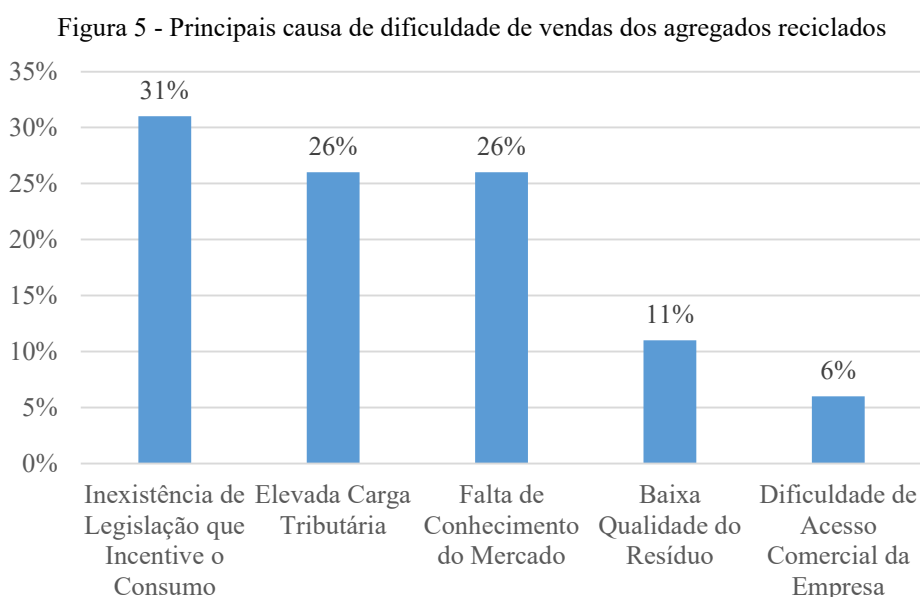
2.4 A INDÚSTRIA DA RECICLAGEM E OPERAÇÃO DE USINAS DE BENEFICIAMENTO DE RCC

2.4.1 Reciclagem dos RCC

Resolução CONAMA nº 307 em seu Art. 2º, define a reciclagem como “O processo de reaproveitamento de um resíduo, após ter sido submetido à transformação”.

Segundo Andrade (2019), a maior parte dos resíduos gerados nas construções e demolições de uma casa podem ser reutilizados, reciclados ou até mesmo utilizados para outro fim, excluindo os materiais perigosos, Classe D.

Miranda *et al.* (2016), detalha aspectos que dificultam a reciclagem de RCC no Brasil, devido à falta de conhecimento do mercado sobre a durabilidade e qualidade dos materiais reciclados, publicidade sobre o assunto e outros fatores relacionados na Figura 5.



Fonte: Adaptado de Miranda et al. (2016)

Miranda *et al.* (2016), salientam que a maior parte das empresas de reciclagem está instalada nos grandes centros urbanos e somente 12% das empresas estão atuando em cidades com menos de 100 mil habitantes, demonstrando a viabilidade e espaço para a entrada desses empreendimentos em cidades de pequeno porte.

O RCC pode ser processado em uma planta industrial ou no próprio canteiro de obras, utilizando usinas móveis, cujo volume tem aumentado no Brasil devido à baixa demanda de mão de obra para o processo e à eliminação de responsabilidade do transporte e destinação correta desses resíduos (MIRANDA *et al.*, 2016).

Na cidade de Jataí, a legislação municipal, seguindo a federal e estadual, oferece incentivos fiscais para os agentes geradores de resíduos que reciclam os RCC no próprio local

de origem, portanto a baixa existência da atividade é mais um exemplo da falta de diálogo entre os agentes envolvidos.

2.4.2 Processo de beneficiamento e reciclagem

As usinas de reciclagem classificam os resíduos em duas classes, de acordo com sua cor: cinza, que é identificado visualmente pelos materiais cimentícios, e vermelho, que é identificado pelos materiais cerâmicos. Não há critérios tecnológicos para esta categorização, mas a tendência residual de usar agregado cinza pode teoricamente ser utilizada em componentes pré-fabricados à base de cimento como blocos, pavimentos e instituições de pavimentos, enquanto o vermelho é restringido apenas para pavimentação (ÂNGULO *et al.*, 2010).

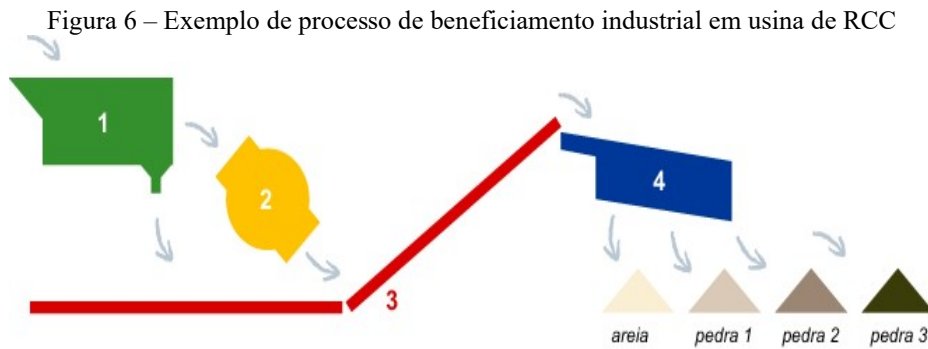
A categorização do material para as diferentes granulometrias dos agregados reciclados é de extrema importância, bem como a eliminação de contaminantes que possam vir do trabalho. As NBR 15.115 e 15.116 regulamentam a qualidade dos produtos reciclados para a realização do preparo de camadas não estruturadas de pavimentação e concreto (ABNT, 2004).

YLS (2022) detalhou uma usina de reciclagem de RCC como:

1. Alimentador Vibratório: introduz pouco a pouco o entulho até a entrada do britador.
2. Britador de Entulho: é o coração da usina porque tritura o entulho.
3. Esteiras: levam o entulho já triturado até uma peneira ou para formar pilhas de reciclados.
4. Peneira Vibratória: classifica os grãos triturados por tamanho (granulometria)

Para melhorar as condições e a eficiência do trabalho recomenda-se a instalação de um sistema de tratamento de pó por vaporização de água e de um separador magnético para extração de peças metálicas pós trituração, enviando-os para a indústria de reciclagem metálica (YLS, 2022).

A Figura 6, a seguir, apresenta uma ilustração básica do processo de beneficiamento industrial gerando diferentes produtos.



2.4.3 Equipamentos para beneficiamento

O Beneficiamento de RCC envolve várias etapas, iniciando na coleta até o processo de estocagem, sendo que o núcleo da reciclagem envolve os processos de triagem, britagem, peneiramento e estocagem (LEITE, 2001). Para ser implantada uma usina, é necessário conhecer alguns pré-requisitos básicos: o volume de geração de resíduos aptos para o processo, o tipo de material e aplicação pretendida e a localização da unidade de reciclagem (LEITE, 2001).

Os RCC são encaminhados para o alimentador vibratório, que é utilizado na alimentação dos britadores primários, assim como dos transportadores de correia (JADOVSKI, 2005). Portanto, o alimentador vibratório, apresentado na Figura 7, é o equipamento utilizados para o envio do RCC aos britadores primários de forma uniforme e contínua (YLS, 2022).

Figura 7 - Alimentador vibratório



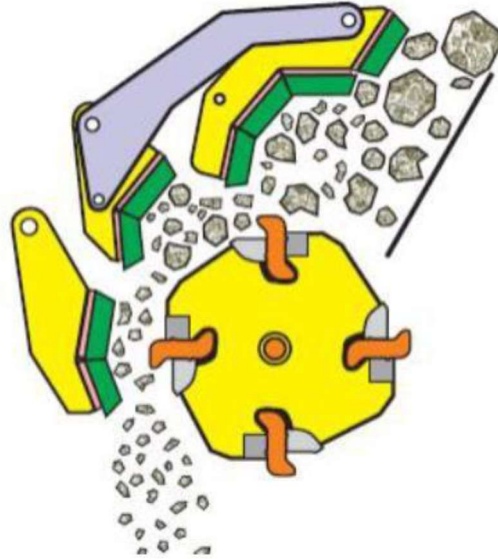
Fonte: YLS (2022)

Ao passar pelo alimentador vibratório, os materiais são triturados no britador, que possui as seguintes vantagens: alta segurança operacional, separação dos finos, manutenção simples, fácil controle operacional e baixo custo de aquisição (METSO, 2005).

Existem vários modelos e tipos de britadores, mas dois são comumente usados em usinas de reciclagem RCC, o britador de impacto e o britador de mandíbula. Segundo Leite (2001), eles determinam em grande parte as propriedades dos agregados reciclados e o tipo de moinho utilizado merece atenção especial, não apenas do ponto de vista técnico e operacional, mas também do ponto de vista econômico.

Em um britador de impacto, retratado da Figura 8, o material é triturado por choque mecânico, que sucede quando o material entra na câmara de impacto estacionária com um enorme martelo preso ao rotor, por esse motivo ele tem a vantagem de usar madeira e metal sem permanecer presos no sistema de britagem, reduzindo a granulometria dos agregados, evitando a rebitagem, produzindo agregados cúbicos com baixo ruído e boas propriedades mecânicas, ideais para pavimentos asfálticos.

Figura 8 - Britador de impacto

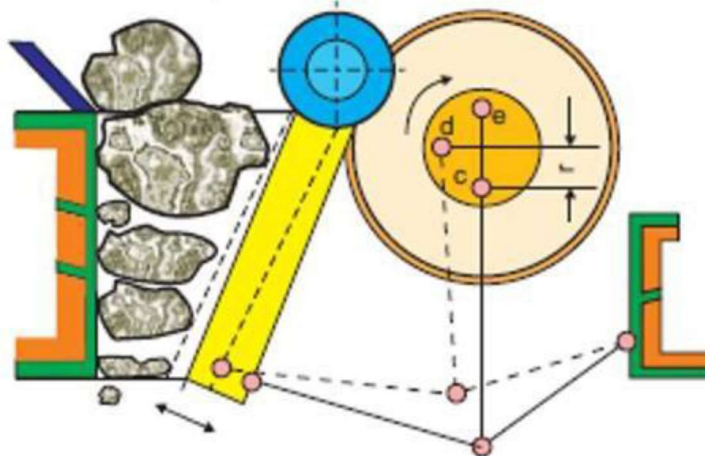


Fonte: METSO (2005)

Os britadores de mandíbulas possuem uma placa fixa e uma placa móvel que realizam movimentos de compressão, rompendo o resíduo. É utilizado como britador primário, pois não apresenta grande redução no tamanho dos agregados, sendo ideal para aplicação em concreto de 20% de finos abaixo de 4,8 mm e operação simples (LEITE, 2001).

Devido ao alto percentual de agregados graúdos gerados, os britadores de mandíbulas geralmente operam junto a um rebritador, aumentando, dessa forma, o seu custo de operação. A Figura 9 apresenta de forma esquemática o mesmo.

Figura 9 - Britador de mandíbula

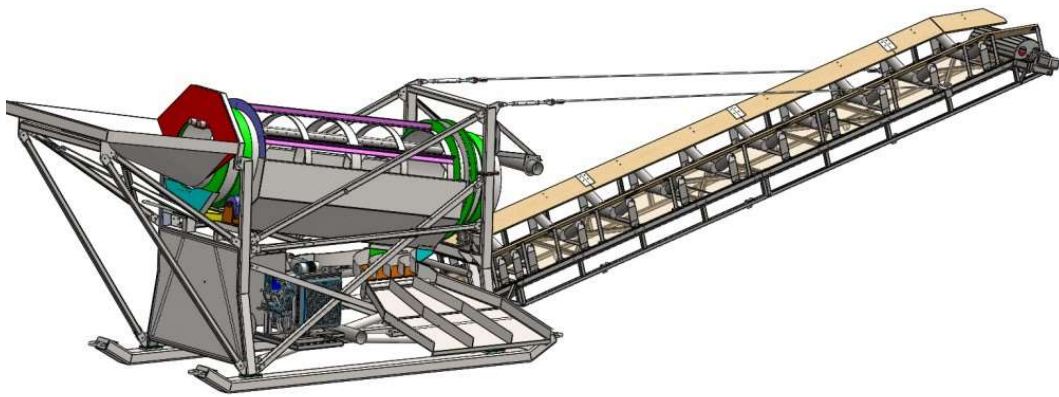


Fonte: METSO (2005)

Pelo fato, de o britador de mandíbula não britar de forma adequada madeira e nem metais, o ideal é instalar uma esteira de seleção para a retirada de resíduos remanescentes que não sejam classe A, e de uma esteira magnética, retirando os materiais metálicos, que ficariam presos aos agregados após o processo.

Segundo Jadovski (2005), o processo de estratificação e separação ocorre na peneira rotativa através do sistema de peneiramento e de filtragem para a categorização dos agregados. A estratificação ocorre durante as vibrações, onde partículas maiores tendem a ir para o topo da camada agregada e partículas menores tendem a ir para a camada inferior.

Figura 10 - Peneira rotativa



Fonte: ZL Equipamentos (2022)

No processamento de estratificação e separação, as partículas são introduzidas nas aberturas das peneiras, realizando o processo de triagem dos agregados, se forem menores que elas são descartadas, se forem maiores passam pela triagem final, os agregados são embarcados por esteira transportadora até o ponto de empilhamento, de acordo com sua classificação granulométrica. Nessa etapa os lavadores: tem por objetivo a remoção de materiais indesejáveis, como argila (SIQUEIRA, 2018).

Figura 11 – Esteiras transportadoras (Separação dos agregados após processo de peneiramento)



Fonte: Revista News (2020)

2.4.4 Agregados reciclados

A utilização de agregados como fonte de insumos para a construção civil tornou-se viável em diversas cidades, devido ao fato de a maioria delas não possuírem sistemas adequados de coleta de entulhos, o que se traduz em descartes clandestinos que causam danos ambientais. Além disso, diversos estudos demonstraram a eficácia dos agregados em determinadas situações, como a utilização desses agregados na faixa de 50% em relação aos aditivos naturais em estruturas, que se demonstraram eficientes quando a resistência exigida foi de 30 MPa. (LINTZ, 2012).

Na década de 80 iniciaram os estudos sobre a utilização de agregados reciclados em argamassas e Brasileiro e Matos (2015) concluíram que a indústria da construção civil é uma das que apresenta maior potencial para absorver resíduos sólidos, gerando possibilidades de negócios e redução de custos na atividade.

São extensas as possibilidades, tais como: camadas de base e sub-base para pavimentação, coberturas primárias de vias, fabricação de argamassas de assentamento e revestimento, fabricação de concretos, fabricação de pré-moldados, camadas drenantes, etc. (MACARI, 2019, p. 20)

Segundo Ângulo (2000), a composição do resíduo sólido reciclável, afeta na utilização do agregado gerado, porém pesquisas apontam aplicações bem-sucedidas do agregado de cerâmica vermelha na fabricação de novos tijolos e argamassas (SILVA, 2013).

A NBR 15.116 (2004) sobre o uso dos agregados reciclados, também classifica os agregados conforme a presença de concreto (>90%) na sua fração gráuda sendo: agregado reciclado de concreto (ARC) e agregado reciclado misto (ARM), fator que influencia na porosidade do agregado reciclado e assim sua resistência a esforços mecânicos ou de abrasão. Os ARC's são mais semelhantes aos agregados naturais devido à sua menor porosidade. (ÂNGULO, 2000)

Segundo a ABRECON (2015), os agregados reciclados tem as suas características e uso recomendado conforme apresentado no Quadro 3.

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

Fonte: ABRECON (2015)

Segundo Leite (2001), o concreto leve é um concreto com densidade quando seca em estufa entre 0,8 e 2,0 g / cm³ e que pode atingir resistência média alta, dependendo do tipo de aditivo utilizado na mistura. Os materiais recicláveis agregados possuem alta porosidade e

menor densidade, como a argila expandida, sendo mais heterogêneos, irregulares e menos resistentes.

Gomes (2015) destaca que a utilização de agregados graúdos reciclados em concreto leve foi bem-sucedida, pois eram compostos por resíduos de alvenaria cerâmica e blocos de concreto com EPS, com baixa resistência e boa aderência à argamassa / pasta, devendo ser aplicados apenas em concreto sem resistência estrutural ou de isolamento.

2.4.5 Dimensionamento da usina de reciclagem

A NBR 15.114 (2004) define que os projetos para área de reciclagem de resíduos da construção civil devem constar o Projeto Básico com a sua devida responsabilidade e autoria, detalhando as condições de operação, recebimento, triagem e processamento de resíduos, controle de poluição ambiental no processamento de resíduos e procedimentos para controle e registro da operação, além do detalhamento das edificações, equipamentos e instalações necessárias para a boa execução e segurança operacional.

Segundo Jadovski (2005), para avaliar a capacidade operacional de uma usina de reciclagem deve-se analisar os seguintes fatores:

- a. Local de instalação da unidade recicladora, devendo ser o mais próximo possível das fontes geradoras e dos locais de uso e o mais distante de áreas residenciais e centrais, para não sobrecarregar o tráfego circunvizinho;
- b. Custos de transporte entre: o local de geração e a usina, o local de consumo e usina, o local de geração e o aterro sanitário;
- c. Quantidade e qualidade do RCD possível de ser reciclado e a aplicação que se pretende para o mesmo;
- d. Projeto, layout e eficiência da unidade recicladora;
- e. Mão-de-obra especializada necessária;
- f. Custos de equipamentos e despesas gerais.

CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA

Nessa etapa, serão apresentados os métodos necessários para analisar a viabilidade econômica da implantação de uma Usina de Reciclagem de RCC em Jataí (GO).

3.1 ESTRATÉGIA E CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa é exploratória que, segundo Gil (2010), visa proporcionar maior familiaridade com o problema, tornando-o explícito ou construir hipóteses. Quanto à classificação sobre a sua natureza da pesquisa, ela será aplicada e objetiva, gerando conhecimentos práticos para a sua aplicação num problema específico, que tem por base procedimentos racionais e sistemáticos (SILVA; MENEZES, 2005).

Portanto, do ponto de vista da caracterização da pesquisa e da abordagem do problema, definimos ser qualitativa e quantitativa.

- Qualitativa, visando buscar fundamentos para a compreensão dos fenômenos estudados, nas ações dos indivíduos e organizações em que aplica o estudo.
- Quantitativa, que segundo Gonçalves e Meirelles (2004) “os dados são representados por métricas quantitativas, tendo como elemento de apoio principal a linguagem matemática”.

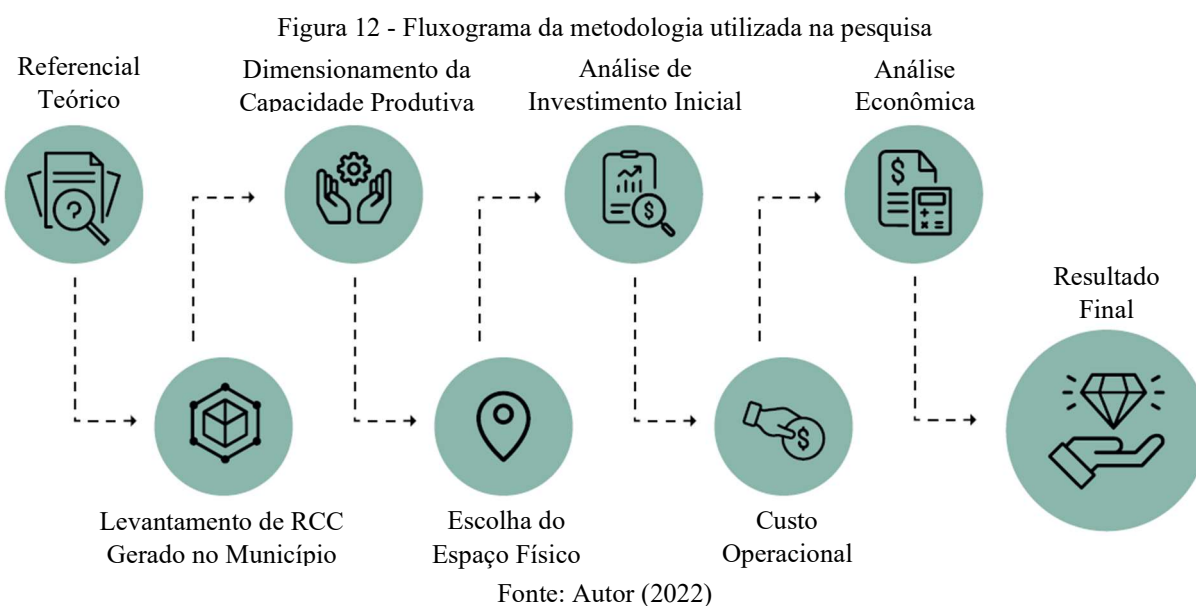
3.2 ETAPAS DA PESQUISA

A partir da definição metodológica escolhida, foi possível delinear as etapas da pesquisa, descritas a seguir.

A estratégia para a realização do trabalho foi partir do levantamento bibliográfico e documental sobre o tema em livros, artigos, dissertações, normas técnicas e legislação, para fundamentar o arcabouço teórico de sustentação do tema. Na sequência, foi realizado o levantamento de dados secundários, em órgãos como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Instituto Mauro Borges (IMB), e dados primários, com vendedores e

fabricantes de equipamentos de britagem, como o volume de RCC do município de Jataí por meio de seu plano Municipal de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos (PMGIRS).

As informações relevantes sobre o quantitativo dos RCC's coletados no município, foram embasadas com dados oficiais do PMGIRS (2021), servindo de parâmetros para o dimensionamento da capacidade produtiva da usina em ton/h, escolha de local adequado para a instalação, os custos de investimento e operação, e posteriormente a elaboração viabilidade de econômica.



3.2.1 Ambiente da pesquisa

3.2.1.1 Aspectos gerais do município

O município de Jataí faz parte do sudoeste goiano, com forte presença econômica no agronegócio, tendo como municípios limítrofes: Rio Verde, Mineiros, Caiapônia, Itarumã, Serranópolis, Aparecida do Rio Doce, Caçu, Cachoeira Alta e Perolândia. Ainda, este encontra-se a aproximadamente 305 km de Goiânia e 535 km de Brasília, podendo ser acessada pelas rodovias federais BR 364 e BR 060 e rodovias estaduais GO 184 e GO 020, conforme disposto na Figura 13 (SMMA, 2021).

Outro método aplicável é o do movimento de cargas por coletores, conhecido como método direto, que quantifica os resíduos por meio das caçambas dos prestadores de serviço, obtendo um volume total de resíduo em um período de tempo (PINTO, 2016).

Seguindo o PMGIRS (2021), optou-se pela quantificação do RCC por meio de dados das empresas responsáveis pelo serviço de coleta e transporte. Conforme dados obtidos na DRFSSB, no município de Jataí existem aproximadamente 12 empresas responsáveis pelo serviço de coleta e transporte de RCC e outros, como mostra a Tabela 1.

De acordo com a Secretaria de Meio Ambiente e Urbanismo (SMMA), as informações foram solicitadas das empresas abaixo, entre janeiro de 2019 a outubro de 2019, realizando a amostragem de um ano, referentes à quantidade de caçambas locadas por mês e à capacidade em metros cúbicos das mesmas, fornecendo uma previsão de volume dos resíduos gerados no município (PMGIRS, 2021).

Tabela 1 - Empresas responsáveis pelo serviço de coleta e transporte de RCC

Empresas responsáveis pelo serviço de coleta e transporte do RCC
Tirentulho 4rodas 3636-8094
Confiança Tirentulho 3631-2647
Cabral Tirentulho (1)
Jataí Tirentulho 3632-1627
Ecotudo
Braz Tirentulho 3636-8670
Fernandes Tirentulho
Ideal Tirentulho
Tirentulho Papatudo 3631-7535
ABC Autosocorro e Tirentulho 99216-2156
Limpa Tudo 3631-0038
Cabral Tirentulho (2)

Fonte: SMMA (2021)

Para o cálculo do volume acima, a SMMA baseou-se no parâmetro de massa específica de entulho, sendo obtidos com base em literaturas acadêmicas e dados oficiais do município de Jataí.

Tanto Pinto e Gonzáles (2005) quanto Zordan (1997), estabeleceram uma massa específica de RCC igual a 1,2 ton/m³, apresentadas na Tabela 2.

No PMGIRS (2021), a Secretaria de Meio Ambiente e Urbanismo (SMMA) apresentou outras fontes na literatura de valores para massa específica do RCC e apesar de divergentes, adotou-se 1,2 ton/m³, estabelecido por Zordan (1997), por ser o valor mais próximo da média entre as massas específicas apresentadas.

Tabela 2 - Massas específicas de entulho, de acordo com a literatura

Massa específica (ton/m ³)	Literatura
0,6	Souza e Kunkel (2012)
1,2	Pinto e Gonzáles (2005); Zordan (1997)
2,52	Silva, Souza e Silva (1996)

Fonte: SMMA (2021)

Para a obtenção da estimativa de geração de RCC no município, o PMGIRS utilizou o seguinte cálculo:

$$Peso\ Total\ \left(\frac{ton}{mês}\right) = Vol.Total\ de\ RCC\ Coletado\ \left(\frac{m^3}{mês}\right) * 1,2\ (M.\ Específica)\ \left(\frac{ton}{m^3}\right) \quad (1)$$

3.2.3 Dimensionamento da capacidade produtiva

Para o dimensionamento da capacidade produtiva da usina, conforme a literatura, necessita-se:

- A. Projeção populacional para o ano de 2022, utilizando taxa de crescimento para a cidade de Jataí (IMB, 2021)

$$(A) = Est.\ da\ população\ (2021) * \% (Taxa\ de\ Crescimento) \quad (2)$$

- B. A estimativa geração de RCC projetada em toneladas/ano, partindo dos dados obtidos na Tabela 2 para o ano de 2021;

$$(B) = \text{Geração Estimada de RCC} \frac{\text{ton}}{\text{mês}} (2021) * \% (\text{Taxa de Cresc.}) \quad (3)$$

C. Geração projetada em toneladas/ano, partindo dos dados obtidos na Tabela 3 para o ano de 2021;

$$(C) = \text{Geração Est. de RCC} \frac{\text{ton}}{\text{mês}} (2021) * \% (T. de Cresc.) * 12 (\text{meses}) \quad (4)$$

D. Geração projetada em toneladas/dia útil, adotado 252 dias úteis anuais conforme convenção do Banco Central do Brasil (1997);

$$(D) = \frac{(C)}{252 (\text{Dias Úteis})} \quad (5)$$

E. Toneladas passíveis de reciclagem em toneladas/dia útil, com uma taxa de perda de 10%;

$$(E) = (D) - 10\% (\text{Taxa de Perda}) \quad (6)$$

3.2.4 Escolha do espaço físico

Segundo Jadovski (2005) e Sobral (2012), a área do terreno da usina é dimensionada através da capacidade produtiva de usina e deve estar localizada próxima das áreas urbanas, que são as grandes geradoras de RCC e dos locais de uso dos agregados reciclados, reduzindo os custos de transporte entre o local de geração e destino final, porém distante o suficiente de áreas residenciais e centrais, para não sobrecarregar o tráfego circunvizinho e causar impactos ambientais, tais como geração de poeira e ruídos.

Nas tabelas 3 e 4, observam-se as recomendações de alguns autores sobre o tamanho da área para a instalação de uma usina recicladora de RCC.

Tabela 3 - Área requerida para usina de reciclagem em função da capacidade de produção

Capacidade de Produção	Capacidade de Produção	Área Requerida
ton/h	ton/ano	m ²
10	21.000	5.000
20	42.000	6.500
30	63.000	8.000
40	84.000	10.000
50	105.000	12.000
75	158.000	16.000
100	210.000	20.000

Fonte: Jadovski (2005)

Pinto e Gonzáles (2005), destacam, para uma atenção especial ao projeto dos acessos dos veículos à usina, reduzindo impactos negativos nas vias públicas adjacentes. Além disso, os espaços necessários à movimentação interna de veículos e o volume de material a ser recebido e processado, estimando de forma aproximada as áreas necessárias para as atividades descritas, conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Área básica demandada para o manejo dos resíduos

Fase do processo	Capacidade (m ³ /dia)	Área demandada (m ²)
Triagem geral de resíduos	70	1.100
Triagem geral de resíduos	135	1.400
Triagem geral de resíduos	270	2.300
Triagem geral de resíduos	540	4.800
Reciclagem de RCC classe A	40	3.000
Reciclagem de RCC classe A	80	3.500
Reciclagem de RCC classe A	160	7.500
Reciclagem de RCC classe A	320	9.000
Reciclagem de madeira	100	1.000
Reciclagem de madeira	240	1.800
Recuperação de solo *	240	2.250

* Os solos são também considerados, na Resolução CONAMA, como RCC classe A.

Fonte: Adaptado de Pinto e Gonzáles (2005)

3.3 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

Na realização do estudo de viabilidade do projeto foi determinada uma relação entre os custos e benefícios do investimento, definindo a vida útil do projeto. O alcance e o tempo de durabilidade dos seus equipamentos, volumes de entrada de RCC e venda de agregados reciclados, para ter o retorno dos aportes financeiros iniciais e a partir de um momento obter lucratividade (SOBRAL, 2012).

Os dados disponibilizados no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS, 2021) facilitaram o dimensionamento da usina e a análise de viabilidade econômica, proporcionando a identificação dos custos e benefícios esperados do empreendimento, oferecendo indicadores que auxiliarão no processo decisório de investimentos.

3.3.1 Levantamento de custos

Para estimar o investimento inicial de implantação, é necessário o levantamento das despesas relacionadas diretamente com o processo de instalação da usina, tais como: terreno industrial, elaboração de projetos, licenças ambientais, obras civis, equipamentos e etc., tais custos foram cotados em empresas locais de construção civil, empresas especializadas e outros.

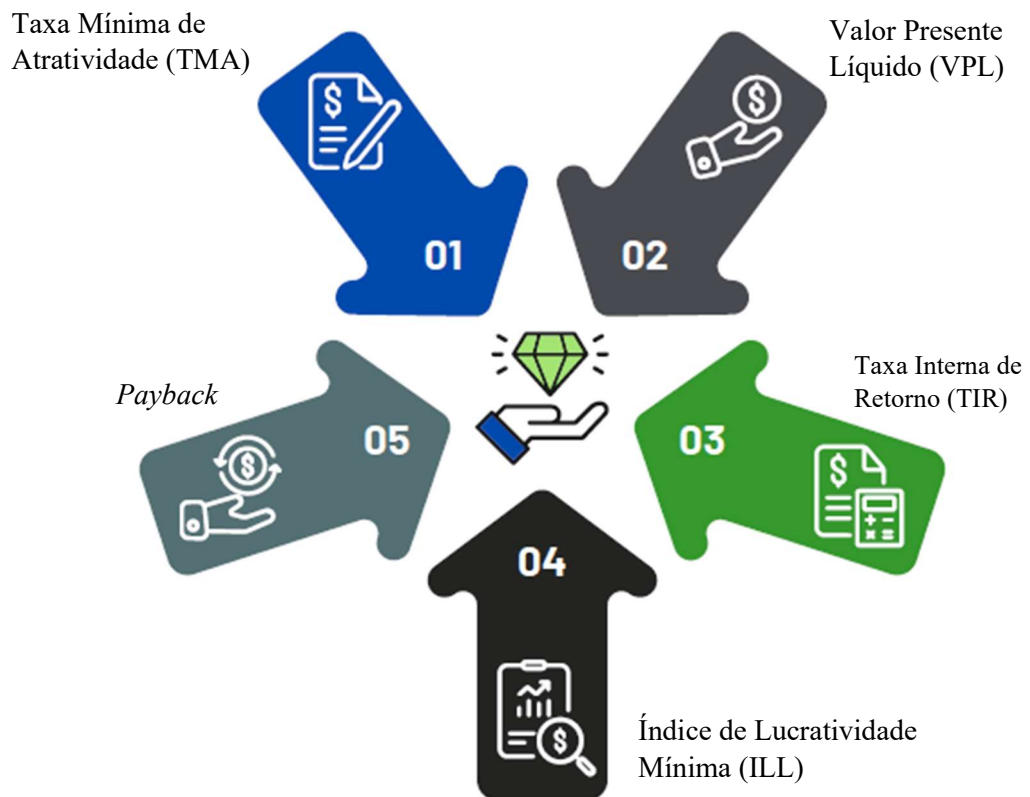
Além do investimento inicial, deve-se considerar os custos operacionais de mão de obra diretamente atribuíveis ao processo produtivo e relacionados à operação de máquinas e equipamentos, administrativa, publicidade, vendas e demais (SOBRAL, 2012).

3.3.2 Indicadores financeiros

Os indicadores financeiros demonstram informações relevantes referentes a análise de um investimento em um período de tempo, que permitem avaliar a capacidade financeira e o potencial do empreendimento (CASAROTTO; KOPITTKE, 2010).

Conforme figura 14, neste trabalho foram utilizados indicadores de engenharia econômica e informações sobre o investimento inicial e as entradas e saídas de caixa, resultando no diagnóstico de viabilidade da proposta.

Figura 14 – Indicadores financeiros



Fonte: Autor (2022)

3.3.2.1 O Valor Presente Líquido (VPL)

Segundo Casarotto e Kopittke (2010), o Valor Presente Líquido (VPL) é o método que calcula o valor presente dos termos do fluxo de caixa, somando-os ao investimento inicial de cada alternativa, indicando em termos monetários o valor real, gerado das receitas líquidas da empresa, conforme a equação a seguir:

$$VPL = \sum_{t=1}^n \frac{ECt}{(1 + TMA)^t} - SCt \quad (7)$$

Sendo que:

Σ : somatório dos fluxos de todos os períodos;

ECt = Representa a entrada de caixa (Retorno Esperado);

SCt = Representa a saídas de caixa (Investimento Inicial);

n = Quantidade total de períodos na linha de tempo do fluxo de caixa

TMA = Taxa mínima de atratividade (Taxa de juros a ser utilizada para descontar o fluxo de caixa);

t = Quantidade total de períodos na linha de tempo do fluxo de caixa.

3.3.2.2 A Taxa Interna de Retorno (TIR)

Conforme Abensur (2012), a Taxa Interna de Retorno (TIR) é o desconto que iguala o valor presente das entradas líquidas de caixa, ao valor presente dos desembolsos relativos ao investimento, sendo exclusivamente, o valor calculado em função dos fluxos de caixa do projeto, independente da taxa de juros de mercado, conforme fórmula a seguir:

$$\sum_{t=1}^n \frac{EC_t}{(1 + TIR)^t} - SC_t \quad (8)$$

Sendo que:

Σ : somatório dos fluxos de todos os períodos;

EC_t = Representa a entrada de caixa (Retorno Esperado);

SC_t = Representa a saídas de caixa (Investimento Inicial);

n = quantidade total de períodos na linha de tempo do fluxo de caixa;

TIR = Taxa interna de retorno (taxa de juros);

t = Quantidade total de períodos na linha de tempo do fluxo de caixa.

A TIR deve ser comparada a uma taxa mínima estipulada:

$TIR > TMA$: Significa que o investimento é economicamente viável;

$TIR = TMA$: O investimento está em uma situação econômica de indiferença;

$TIR < TMA$: O investimento não é economicamente atrativo.

3.3.2.3 O Payback (PB)

O PB, é um cálculo que permite determinar, quanto tempo um investimento trará um retorno, logo, quanto mais o valor se aproximar de 0, melhor será o valor obtido para a recuperação total do valor investido inicialmente. Marshall Junior *et al.* (2014) citam que o PB

indica o tempo que é preciso para recuperar o investimento inicial, porém não consideram o custo financeiro de capital investido, conforme equação a seguir:

$$PB = \frac{\sum \frac{SCt}{ECt}}{(1 + TIR)^t} \quad (9)$$

Sendo que:

PB = *Payback*

ECt = Representa a entrada de caixa (Retorno Esperado);

SCt = Representa a saídas de caixa (Investimento Inicial);

TIR = Taxa interna de retorno (taxa de juros);

t = Quantidade total de períodos na linha de tempo do fluxo de caixa.

3.3.2.4 Índice de Lucratividade Líquida (ILL)

Segundo Abreu Filho (2008), o Índice de Lucratividade Líquida mede a relação entre o valor recebido e o custo do investimento, sendo a medida relativa de benefício/custo. Conforme o índice de rentabilidade e o Valor Presente Líquido, que não pode ser negativo, define-se que o ILL terá de ser maior ou igual a 1 para que o VPL não seja negativo.

$$ILL = VPL - Io \quad (10)$$

Sendo que:

ILL = Índice de Lucratividade Líquida;

VPL= Valor Presente líquido

Io= Investimento Inicial

CAPÍTULO 4 RESULTADOS

4.1 QUANTIFICAÇÃO DE RCC GERADO EM JATAÍ

No município de Jataí, os dados estimados referentes ao volume dos resíduos domiciliares e RCC estão disponibilizados no Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS, 2021).

Na formulação do plano, a Secretaria de Meio Ambiente e Urbanismo de Jataí levantou a quantidade de caçambas locadas por cada empresa que presta esse serviço no município, através de seus relatórios de locações anuais, fornecendo a quantidade e capacidade das mesmas, sendo possível a estimativa do volume total (m³/mês) e com base na expressão abaixo, estimou-se em 4.513,20 (ton/mês) de RCC, conforme Tabela 5 (PMGIRS, 2021).

$$Peso\ Total\ \left(\frac{ton}{mês}\right) = 3.761\ (Volume\ Total\ RCC)\ \left(\frac{m^3}{mês}\right) * 1,2\ (M.\ Específica)\ \left(\frac{ton}{m^3}\right) \quad (11)$$

Tabela 5 - Quantificação de RCC gerado em Jataí

Empresa	Quantidade de caçambas			
	3m ³	4m ³	5m ³	6m ³
Tirentulho 4rodas	14	-	88	-
Cabral Tirentulho 1	15	-	-	-
Jataí Tirentulho	-	-	150	-
Ecotudo	-	-	200	-
Braz Tirentulho	10		40	-
Confiança Tirentulho	-	71	-	-
Fernandes Tirentulho	-	-	-	-
Ideal Tirentulho	-	-	-	-
Tirentulho Papatudo	14	-	30	-
ABC Autosocorro e Tirentulho	15	-	105	-
Limpa Tudo		-	20	-
Cabral Tirentulho 2	4	-	-	16
Total de caçambas	72	71	633	16
Volume (m ³)	216	284	3165	96
Volume total (m ³)				3761
Massa específica adotada (ton/m ³)				1,2
Peso total (ton/mês)				4513,2

Fonte: SMMA (2021)

4.2 DIMENSIONAMENTO DA CAPACIDADE PRODUTIVA DA USINA

Segundo dados do IBGE (2021), a estimativa populacional de Jataí para o ano de 2021 foi de 103.221 habitantes e, de acordo com o IMB (2021), o valor médio de crescimento populacional no município é de 1,61% ao ano, estimando a população no ano de 2022 em 104.885 habitantes. Tal informação se faz necessária para o dimensionamento da usina, em virtude de sua correlação com o aumento da geração de resíduos, conforme Tabela 6.

Tabela 6 - Evolução da taxa de crescimento populacional no município de Jataí

Série Histórica	Taxa de Crescimento Geométrico Populacional (%)
1991	1,94
1996	0,96
2000	1,51
2005	2,04
2006	1,99
2007	1,19
2008	1,57
2009	1,52
2010	1,55
2011	1,51
2012	1,41
2013	2,13
2014	1,9
2015	1,75
2016	1,65
2017	1,57
2018	1,57
2019	1,53
2020	1,49
2021	1,46
Média Aritmética (%)	1,61

Fonte: Adaptado do IMB (2021)

Cruzando os dados da Tabela 5 com os da Tabela 6, obteve-se, na Tabela 7 a seguir, um valor absoluto anual de RCC e como forma de adequar a geração anual com a capacidade de processamento da usina, o resultado anual foi convertido para o período em dias úteis no ano, seguindo a convenção do Banco Central do Brasil (1997), de 252 dias úteis anuais.

Conforme Macari (2019), há uma perda em torno de 10% dos RCC recebidos na usina, devido ao processo de caracterização e segregação dos materiais não recicláveis ou recicláveis

enquadrados em classes diferentes da “A” da Resolução 307 do CONAMA (2002) (IPEA, 2012), prevendo um valor em toneladas dos resíduos passíveis de serem processados.

Exemplificando a Tabela 7, temos:

- A. Crescimento populacional de 2022 a 2032, para uma taxa crescimento de 1,61% aa conforme Tabela 6;

$$(A) = \text{Estimativa da população (2021)} * 1,61\% (T. de Crescimento) \quad (12)$$

- B. Geração projetada em toneladas/mês;

$$(B) = 4.513,20 \frac{\text{ton}}{\text{mês}} (2021) * 1,61\% (Taxa de Cresc.) \quad (13)$$

- C. Geração projetada em toneladas/ano;

$$(C) = 4.513,20 \frac{\text{ton}}{\text{mês}} (2021) * 1,61\% (Taxa de Cresc.) * 12 (meses) \quad (14)$$

- D. Geração projetada em toneladas/dia útil, adotado 252 dias úteis anuais;

$$(D) = \frac{(C)}{252 (Dias \acute{U}teis)} \quad (15)$$

- E. Toneladas passíveis de reciclagem em toneladas/dia útil, com uma taxa de perda de 10%;

$$(E) = (D) - 10\% (Taxa de Perda) \quad (16)$$

Tabela 7 - Projeção de geração de RCC no município nos próximos 10 anos

Ano	População estimada (hab.) (A)	Geração Projetada (ton. mês) (B)	Geração Projetada (ton. ano) (C)	Geração Projetada (ton. dia útil) (D)	Toneladas passíveis de reciclagem (dia útil) (E)
2022	104.885	4.585,95	55.031,43	218,38	185,62
2023	106.576	4.659,88	55.918,54	221,90	199,71
2024	108.294	4.735,00	56.819,95	225,48	202,93
2025	110.039	4.811,32	57.735,88	229,11	206,20
2026	111.813	4.888,88	58.666,59	232,80	209,52
2027	113.616	4.967,69	59.612,29	236,56	212,90
2028	115.447	5.047,77	60.573,24	240,37	216,33
2029	117.308	5.129,14	61.549,68	244,24	219,82
2030	119.199	5.211,82	62.541,86	248,18	223,36
2031	121.121	5.295,84	63.550,04	252,18	226,96

Fonte: Adaptado de Macari (2019)

Estimada a quantidade de materiais passíveis para a reciclagem, adotou-se um fator de recebimento na usina de reciclagem do total produzido no município, variando de 50% (2022) a 85% (2032), chegando-se, à projeção em toneladas a serem processadas em um dia útil. Esse fator coloca em perspectiva a eficácia do sistema de coleta de RCC (transportadores particulares, coletor municipal e agentes informais) direcionando os resíduos de forma correta para tratamento na usina, supondo um ganho de conscientização e excelência nos serviços de coleta (MACARI, 2019).

Conforme indicações de Macari (2019), na Tabela 8 foram estimados os resultados para o dimensionamento da necessidade da capacidade produtiva da usina (ton/h. dia útil), em função das premissas acima adotadas, num horizonte de projeto para os próximos onze anos, estipulando a demanda de processamento necessária para o município de Jataí em 25 ton/h de RCC.

Tabela 8 - Estimativa da demanda de processamento pela usina.

Ano	Toneladas passíveis de reciclagem (dia útil)	Fator de recebimento (%)	Projeção de toneladas processadas (dia útil)	Projeção de Toneladas processadas (ton/h)
2022	185,62	50%	92,81	11,60
2023	199,71	50%	99,85	12,48
2024	202,93	60%	121,76	15,22
2025	206,20	60%	123,72	15,46

2026	209,52	70%	146,67	18,33
2027	212,90	70%	149,03	18,63
2028	216,33	75%	162,25	20,28
2029	219,82	75%	164,87	20,61
2030	223,36	80%	178,69	22,34
2031	226,96	80%	181,57	22,70
2032	230,62	85%	196,03	24,50

Fonte: Adaptado de Macari (2019)

4.3 CUSTO DE IMPLANTAÇÃO

Determinada a demanda produtiva da usina, foram dimensionados os equipamentos necessários, terreno para a usina e seus custos para a implantação.

4.3.1 Terreno industrial

Jadovski (2005) e Pinto e Gonzáles (2005), estimam que para uma demanda produtiva de até 30t/h, a usina deverá ter uma área de 8.000m² e 11.300m² respectivamente.

Divergindo de Jadovski (2005), a empresa YLS (2022) fabricante de equipamentos para a reciclagem de RCC, recomenda para uma usina com capacidade de até 30t/h, ter no mínimo uma área de 10.000m², distribuídas entre a área administrativa, produção, pátio de triagem e estoque, assemelhando-se com a recomendação de Pinto e Gonzáles (2005).

Desta forma, foi escolhido um terreno no Distrito Agroindustrial de Jataí, apresentando na Figura 15, a partir de imagens disponíveis no Google Maps (2022), com uma área de 22.336,86 m², condizente com a operação a ser desenvolvida e possibilidade de futuras expansões, cujo valor de venda é de R\$ 2.650.000,00¹.

Em pesquisa realizada também realizada no Google Maps, percebe-se que outro aspecto positivo é a curta distância de 10km entre o terreno industrial e o centro da cidade, apresentado na Figura 16, reduzindo os custos de transportes dos resíduos e contribuindo com as empresas de empresas de caçambas.

¹ Cotação realizada em 23 de novembro de 2022, via telefone, com corretora de imóveis de Jataí.

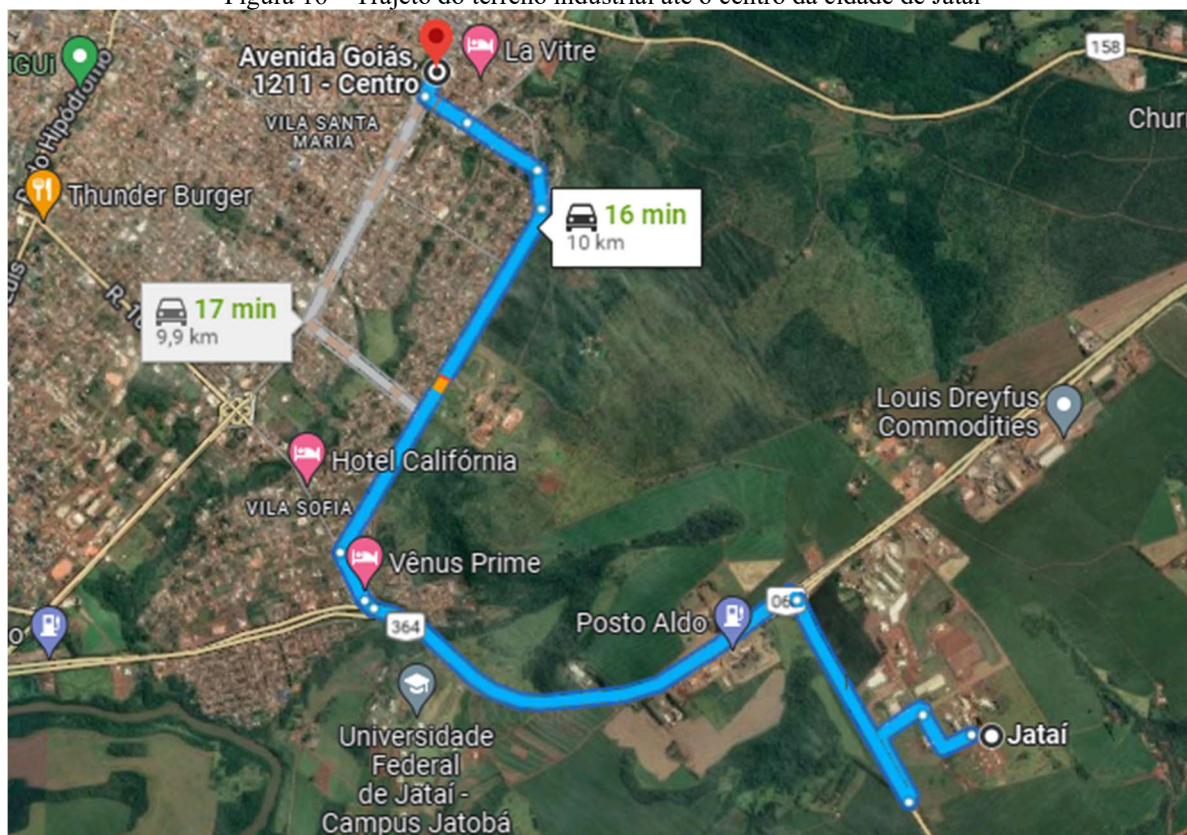
Figura 15 – Indicação do terreno no Distrito Agroindustrial de Jataí – Área Rua 02, nº 0 - Qd 06 Mod 01



Fonte: Google Maps (2012)

Disponível em: <https://www.google.com/maps/@-17.9226763,-51.685254,968m/data=!3m1!1e3>

Figura 16 – Trajeto do terreno industrial até o centro da cidade de Jataí



Fonte: Google Maps (2022)

Disponível em: <https://www.google.com/maps/@-17.9226763,-51.685254,968m/data=!3m1!1e3>

4.3.2 Equipamentos

Conforme Siqueira (2018), foram levantados os custos com aquisição de equipamentos, tanto para a planta fixa da usina, tais como: alimentadores, britadores, máquina de impactos, peneiras, lavadores e transportadores de correias, quanto para o apoio operacional, como uma balança rodoviária e uma pá carregadeira.

A cotação referente à compra e à instalação mecânica dos equipamentos para a implantação da usina foi realizada com a empresa YLS (2022), que forneceu uma proposta detalhada para processamento entre 20t/h e 30t/h de RCC, com um valor total de R\$ 912.000,00, atendendo à necessidade projetada no modelo de negócio, detalhada na Tabela 9 a seguir.

Tabela 9 – Cotação para conjunto de RCC 20-30t/h (YLS)

ESCOPO DE FORNECIMENTO:				
Fornecimento os materiais e/ou serviços descritos abaixo:				
1. CONJUNTO RCC 20-30 TON.H				
Item	Qtd	Especificação	R\$ (Unit.)	R\$ (Total)
1.1	1	Alimentador Vibratório Mod. 200x50	48.000,00	48.000,00
1.2	1	Chute de saída com válvula desviadora;	8.000,00	8.000,00
1.3	1	Transportador de Correia; (Finos)	52.000,00	52.000,00
1.4	1	Chute de entrada -Britador;	6.000,00	6.000,00
1.5	1	Britador de impacto Mod. TI-KM 07x03;	265.000,00	265.000,00
1.6	1	Chute de saída - Britador;	5.000,00	5.000,00
1.7	1	Separador magnético 24” - Limpeza Manual;	48.000,00	48.000,00
1.8	1	Transportador de Correia;	36.000,00	36.000,00
1.9	1	Transportador de correia radial;	135.000,00	135.000,00
1.10	1	Peneira Vibratória Mod. PN2500100	73.000,00	73.000,00
1.11	1	Chute de saída -Peneira;	24.000,00	24.000,00
1.12	1	Sistema anti-pó;	31.000,00	31.000,00
1.13	1	Painel elétrico e seus componentes (CCM)	95.000,00	95.000,00
1.14	1	Montagem no campo	65.000,00	65.000,00
1.15	1	Frete com seguro	21.000,00	21.000,00
Valor Total Grupo 1 (R\$)			912.000,00	

Fonte: YLS (2022)

A balança rodoviária, foi cotada na empresa Agri Balanças de Rio Verde (GO) que recomendou um equipamento com capacidade de carga de até 40 toneladas, montagem mecânica e obra civil inclusas, num valor total de R\$ 289.000,00².

Em pesquisa realizada na internet, o custo médio para a pá carregadeira seminova, fabricante Caterpillar ano 2004, foi de R\$ 380.000,00³.

4.3.3 Obras civis

Segundo Lopes, Amaral e Soares (2019), para a usina com características similares, foi dimensionada a construção de uma guarita, de um escritório, de uma área de vivência, fechamento com alambrado, barracão, pátio para triagem e manobras, e a plantação de mudas no entorno da área da usina.

Para a precificação das obras civis, os custos por m² foram obtidos através da planilha de Custos Unitários Básicos de Construção (CUB) do Sindicato da Indústria da Construção no Estado de Goiás (Sinduscon-GO). Para obras com “Padrão Galpão Industrial (GI)”, correspondente ao mês de referência 10/2022, o valor é de R\$ 1.011,79 por m² de construção, inclusos materiais e mão de obra.

Portanto, conforme detalhado na Tabela 10, o custo total previsto para obras civis é de R\$ 571.691,03.

Tabela 10 – Custos de implantação - obras civis

Obras Civis	Un	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Guarita	m ²	6,00	1.011,79	6.070,74
Escritório	m ²	36,00	1.011,79	36.424,44
Area de vivência	m ²	30,00	1.011,79	30.353,70
Alambrado	ml	650,00	250,00	162.500,00
Limpeza e regularização de terreno	m ²	22.336,86	2,50	55.842,15

² Cotação realizada em 23 de novembro de 2022, via telefone, com o representante comercial da empresa.

³ Cotação realizada em 23 de novembro de 2022, via internet. Disponível em:

https://veiculo.mercadolivre.com.br/MLB-2661981624-pa-carregadeira-caterpillar-938-g2-JM#position=1&search_layout=grid&type=item&tracking_id=569f7ef3-8c07-4a35-8a9b-1f08f9d0fd36.

Acesso em: 23/11/2022

Barracão	m ²	600,00	305,00	183.000,00
Pátio	m ²	1.500,00	65,00	97.500,00
Arborização *	un	400,00	0,00	0,00
Total (R\$)				571.691,03

* Foi considerado a doação de mudas por parte da Prefeitura Municipal de Jataí

Fonte: Adaptado de Lopes, Amaral e Soares (2019)

4.3.4 Custos para a abertura da empresa

Para abrir um Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica (CNPJ), o custo, conforme cotação com contador de Jataí⁴ ficou em R\$ 1.500,00 e foi considerado um valor de R\$ 4.200,00, conforme os valores das taxas de Licença Prévia, Licença de Instalação e Licença de Operação ano base 2022 da Secretária do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Estado do Goiás, totalizando R\$ 5.700,00.

4.3.5 Custos com ferramentais básicos e equipamentos administrativos

Segundo Hosni e Macedo (2019), as ferramentas básicas para a implantação da usina são: martelos, catraca, adaptador, alicate, bico, chaves, carrinho de mão e soquetes. Para a área administrativa, foram cotados em lojas no município de Jataí dois computadores e uma impressora, com um total de R\$ 4.150,00. Já a mobília em R\$ 7.600,00 de mesas, cadeiras, sofá e arquivos, totalizando R\$ 11.750,00.

4.3.6 Capital de giro inicial

Por fim, segundo Jadovski (2005), o capital de giro inicial é estimado em 15% dos custos variáveis de operação, chegando à projeção para o investimento inicial da usina de beneficiamento de RCC.

Na Tabela 11 foram compilados todos os custos para a implantação, totalizando R\$ 4.929.782,17.

⁴ Cotação realizada em 24 de novembro de 2022, via telefone, com o contador da cidade de Jataí.

Tabela 11 - Projeção de Investimento inicial

1. Custos de Implantação	Valor (R\$)	Fonte
Terreno industrial	2.650.000,00	Corretora de Imóveis
Usina de até 30 t/h	912.000,00	YLS
Balança Rodoviária 40t	289.000,00	Agri Balanças
Pá Carregadeira	380.000,00	Busca web
Obras civis	571.691,03	Lopes, Amaral e Soares (2019)
Custos de abertura	5.700,00	Autor
Ferramentas básicas	5.000,00	Autor
Computador	2.000,00	Lopes, Amaral e Soares (2019)
Móveis de escritório	1.200,00	Lopes, Amaral e Soares (2019)
Subtotal (1)	4.816.591,03	
2. Capital de Giro Inicial	Valor (R\$)	Fonte
Estoque de material de escritório	1.500,00	Lopes, Amaral e Soares (2019)
Custo Operacional	109.191,14	Jadovski (2005)
Reserva para despesas diversas	2.500,00	Lopes, Amaral e Soares (2019)
Subtotal (2)	113.191,14	
Total (1) + (2)	4.929.782,17	

Fonte: Adaptado de Macari (2019)

4.4 CUSTOS DE OPERAÇÃO

Segundo Siqueira (2018), os custos de operação englobam os recursos financeiros necessários à execução do processo produtivo, ou seja, estão relacionados com a planta fabril, sendo composto por despesas com insumos, tais como: quadro de pessoal, manutenção dos equipamentos, energia e despesas administrativa.

4.4.1 Custos de mão de obra

Jadovski (2005), prevê que, para uma usina com capacidade produtiva de até 30t/h, serão necessários nove funcionários, conforme detalhado na Tabela 12. Deste modo, os salários e cargos variam entre coordenador e auxiliar de serviços gerais, totalizando um custo anual de R\$ 275.267,83.

Tabela 12 - Custo mensal com mão de obra

Funcionários	Quantidade	Salário Mensal (R\$) *	Encargos e benefícios sociais (139,52%)	Valor total mensal (R\$)	Valor total anual (R\$)
Encarregado	1	2.739,00	3.821,45	3.821,45	45.857,43
Operador - equipamentos de britagem	1	2.335,00	3.257,79	3.257,79	39.093,50
Operador - Pá carregadeira	1	1.759,00	2.454,16	2.454,16	29.449,88
Auxiliar - Triagem	4	1.229,00	1.714,70	6.858,80	82.305,64
Operador de balança	1	1.470,00	2.050,94	2.050,94	24.611,33
Vigilantes	2	1.611,18	2.247,91	4.495,83	53.950,04
Total				22.938,98	275.267,83

* Os salários médios mensais, foram obtidos em pesquisa da internet, disponível em:

<https://www.glassdoor.com.br/Salários/index.htm>. Acesso em: 23/11/2022

Fonte: Adaptado de Lopes, Amaral e Soares (2019)

4.4.2 Custos com equipamentos de proteção individual (EPI)

Jadovski (2005) sugere que os custos com EPI têm uma relação de periodicidade conforme o número de funcionários da usina, detalhados na Tabela 13, totalizando um custo anual de R\$ 5.676,00.

Tabela 13 – Custo anual com equipamentos de proteção individual (EPI)

EPI's	Valor unitário (R\$) *	Quantidade anual	Valor total anual (R\$)
Calça	36,00	20	720,00
Camiseta Refletiva	67,00	40	2.680,00
Botina	65,00	20	1.300,00
Luvas	4,90	40	196,00
Capacete	21,00	10	210,00
Óculos	7,50	20	150,00
Protetor auricular	3,50	120	420,00
Total			5.676,00

* Os preços unitários, foram obtidos em pesquisa de preços em lojas especializadas em EPI no dia 23/11/2022

Fonte: Adaptado de Lopes, Amaral e Soares (2019)

4.4.3 Custos de manutenção de equipamentos da usina

Segundo Lopes, Amaral e Soares (2019), os custos com manutenção de equipamentos de britagem, correspondem a 3% do custo de aquisição e considerando o valor do investimento inicial dos equipamentos de R\$ 912.000,00, haverá um custo anual de manutenção no valor de R\$ 27.360,00.

4.4.4 Custos com água e energia elétrica

Segundo Jadovski (2005), para o dimensionamento e levantamento dos custos de fornecimento de água e energia elétrica, são utilizadas as seguintes expressões abaixo.

$$\text{Custo mensal de água} = \text{Capacidade de produção} * \text{Coef.} * \text{tarifa} \quad (17)$$

$$\text{Custo mensal de energia elétrica} = \text{Potência Instalada} * \text{horas dia} * \text{tarifa} \quad (18)$$

Utilizando o método acima, em que o cálculo de consumo de água (m³) é feito em função da capacidade de produção mensal da usina em ton/mês, a um coeficiente de 0,08, e a uma tarifa industrial de água do município de R\$ 11,79/m³, aplicando a fórmula (17) obtém-se um valor total mensal será de R\$ 5.075,00 e R\$ 60.900,00 anual.

Já para o cálculo do custo mensal de energia elétrica, temos a tarifa da energia elétrica em R\$ 0,671/kWh, valor cobrado pela concessionária de energia elétrica em Jataí. Jadovski (2005) estimou para uma usina de processamento em 30 t/h a sua potência instalada será de 75kW, com 8 horas de operação ao dia, 21 dias/mês. Portanto aplicando a fórmula (18), temos um custo mensal de R\$ 8.454,6,00 e R\$ 101.455,20 anual.

4.4.5 Custos com combustível

Para os custos com combustível, adotou-se um consumo de 16l/h para a pá carregadeira a um custo de R\$ 7,09/l de diesel, operando por 8 horas diárias e 21 dias mensais, totalizando um custo mensal de R\$ 21.440,16 e anual de R\$ 257.281,92.

Na Tabela 14, os custos relacionados à operação foram compilados, chegando numa estimativa anual de R\$ 727.940,95.

Tabela 14 – Custos operacionais projetados.

2. Custos Operacionais	Valor (Anual)	Fonte
Mão de obra	R\$ 275.267,83	Jadovski (2005)
EPI	R\$ 5.676,00	Lopes, Amaral e Soares (2019)
Manutenção de equip. da usina	R\$ 27.360,00	Lopes, Amaral e Soares (2019)
Água	R\$ 60.900,00	Jadovski (2005)
Energia elétrica	R\$ 101.455,20	Jadovski (2005)
Combustível	R\$ 257.281,92	Autor (2022)
Total	R\$ 727.940,95	

Fonte: Adaptado de Macari (2019)

4.5 PROJEÇÃO DE RECEITAS

Macari (2019), define que o modelo de negócio da usina proporciona receitas pelo recebimento e tratamento do resíduo, como também pela venda dos produtos desse processo.

4.5.1 Projeção de receita bruta anual

Para a venda do agregado reciclado optou-se pelo valor de venda para o ano de 2022 em R\$ 37,39/m³ de agregado reciclado e como taxa de recebimento o valor de R\$ 12,17/m³. Ambos valores, receitas e custos recorrentes, estão ajustados conforme a projeção da inflação média para os últimos 12 meses de 6,47%⁵(BCB, 2022). Portanto para o resultado da receita bruta, foram multiplicados os valores de venda do agregado reciclado e recebimento do entulho, pela produção projetada em m³/ano, chegando à receita bruta total de R\$ 4.992.101,57 ao final de 2032 (MACARI, 2009).

No dia 24/11/2022 foi realizada uma cotação de preços junto a uma pedreira instalada no município de Jataí, observando-se que o valor do agregado natural é de R\$ 65,10/m³. Portanto, o agregado reciclado tem uma taxa de atratividade⁶ de 57,43%.

⁵ Dado obtido pela internet. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/inflacao.php>. Acesso em 24/11/2022

⁶ O agregado reciclado apresentou uma vantagem competitiva, sendo 57,43% mais barato que o agregado natural

Tabela 15 - Projeção de receita pela venda de agregado reciclado

Ano	Produção projetada (ton/ano)	Produção projetada (m³/ano)	Valor de venda do agregado (R\$/m³)	Valor cobrado pelo recebimento (R\$/m³)	Receita bruta Total (R\$)
2022	55.031,43	45.859,53	37,39	12,17	2.272.798,20
2023	55.918,54	46.598,78	39,81	12,96	2.458.856,20
2024	56.819,95	47.349,96	42,38	13,80	2.660.145,45
2025	57.735,88	48.113,24	45,13	14,69	2.877.912,84
2026	58.666,59	48.888,82	48,05	15,64	3.113.507,32
2027	59.612,29	49.676,91	51,16	16,65	3.368.388,26
2028	60.573,24	50.477,70	54,47	17,73	3.644.134,50
2029	61.549,68	51.291,40	57,99	18,87	3.942.454,16
2030	62.541,86	52.118,22	61,74	20,10	4.265.195,14
2031	63.550,04	52.958,37	65,74	21,40	4.614.356,66
2032	64.574,47	53.812,05	69,99	22,78	4.992.101,57

Fonte: Adaptado de Macari (2019)

Lopes, Amaral e Soares (2019), estimam que a aceitação do mercado para os agregados reciclados, inicia-se em 85%, tendo uma evolução gradual até a sua total aceitação a partir do 6º ano, resultando em receitas diferentes nos primeiros anos. Conforme aplicação desses coeficientes, obteve-se a projeção de receita bruta ajustada, chegando a uma receita total de R\$ 4.992.101,57 conforme Tabela 16.

Tabela 16 - Projeção de receita ajustada pela venda de agregado reciclado

Ano	Receita bruta total (R\$)	Porcentagem de vendas de agregado reciclado (%)	Receita bruta ajustada (R\$)
2022	2.272.798,20	85	1.931.878,47
2023	2.458.856,20	88	2.163.793,45
2024	2.660.145,45	90	2.394.130,91
2025	2.877.912,84	93	2.676.458,95
2026	3.113.507,32	95	2.957.831,95
2027	3.368.388,26	100	3.368.388,26
2028	3.644.134,50	100	3.644.134,50
2029	3.942.454,16	100	3.942.454,16
2030	4.265.195,14	100	4.265.195,14
2031	4.614.356,66	100	4.614.356,66
2032	4.992.101,57	100	4.992.101,57

Fonte: Adaptado de Lopes, Amaral e Soares (2019)

4.5.2 Projeção de receita líquida anual

Em decorrência de dois cenários distintos, para a projeção da receita líquida ajustada, a análise de viabilidade foi dividida em dois estudos, sendo, uma usina pública e afins, e uma usina privada, em virtude do Supremo Tribunal Federal (STF), no dia 07 de janeiro de 2021, reafirmar a jurisprudência⁷ de que as empresas públicas e as sociedades de economia mista, delegatárias de serviços públicos essenciais, são beneficiárias de imunidade tributária recíproca, independentemente de cobrança de tarifa como contraprestação do serviço, tornando o empreendimento vantajoso para a criação de uma empresa municipal e afins.

Siqueira (2018), define que o cálculo da receita líquida anual é o resultado dos valores da receita bruta anual e dos valores correspondentes aos custos de operação com o acréscimo da projeção da inflação média, para os últimos doze meses, de 6,47% (BCB, 2022). Portanto, a diferença gerou os fluxos de caixa no horizonte a seguir.

4.5.2.1 Cenário 1 - Empresa pública e afins.

Na tabela 17, conforme citado anteriormente, para o cálculo da receita líquida ajustada não foram considerados impostos, chegando a uma receita líquida projetada para o ano de 2032 em R\$ 3.629.500,60.

Tabela 17 - Receita líquida ajustada anual – Empresa Pública e afins

Ano	Receita bruta ajustada (R\$)	Custo operacional (R\$)	Receita líquida ajustada (R\$)
2022	1.931.878,47	727.940,95	1.203.937,52
2023	2.163.793,45	775.038,73	1.388.754,72
2024	2.394.130,91	825.183,74	1.568.947,17
2025	2.676.458,95	878.573,12	1.797.885,82
2026	2.957.831,95	935.416,80	2.022.415,15
2027	3.368.388,26	995.938,27	2.372.449,99
2028	3.644.134,50	1.060.375,48	2.583.759,03
2029	3.942.454,16	1.128.981,77	2.813.472,39
2030	4.265.195,14	1.202.026,89	3.063.168,25
2031	4.614.356,66	1.279.798,03	3.334.558,62
2032	4.992.101,57	1.362.600,96	3.629.500,60

Fonte: Adaptado de Siqueira (2019)

⁷ Disponível em: <https://portal.stf.jus.br/processos/detalhe.asp?incidente=6146137>

4.5.2.2 Cenário 2 - Empresa privada.

Para o cálculo da receita líquida ajustada, foi considerada a tributação pelo regime do Simples Nacional⁸, com faixas de impostos variando com o faturamento, conforme Tabela 18.

Tabela 18 – Alíquota Simples Nacional 2018 – Anexo II - Indústria

Receita Bruta Total em 12 meses	Alíquota
Até R\$ 180.000,00	4,50%
De R\$ 180.000,01a R\$360.000,00	7,8%
De R\$ 360.000,01a R\$ 720.000,00	10%
De R\$ 720.000,01a R\$ 1.800.000,00	11,2%
De R\$ 1.800.000,01a R\$ 3.600.000,00	14,7%
De R\$ 3.600.000,01a R\$ 4.800.000,00	30%

Fonte: Receita Federal do Brasil (2018)

Utilizando como embasamento para o cálculo da alíquota de impostos a tabela acima, foram utilizadas as duas últimas faixas em virtude da previsão de faturamento entre R\$1.800.000,01 e R\$ 4.800.000,00, obtendo-se 14,7% e 30% respectivamente, chegando a uma receita líquida projetada para o ano de 2032 em R\$ 2.131.870,13, conforme Tabela 19.

Tabela 19 - Receita líquida ajustada anual – Empresa privada

Ano	Receita bruta ajustada (R\$)	Custo operacional (R\$)	Percentual do imposto Simples Nacional (%)	Custo com impostos Simples Nacional (R\$)	Receita líquida ajustada (R\$)
2021	0,00	0,00	0%	0,00	0,00
2022	1.931.878,47	727.940,95	14,7%	283.986,14	919.951,38
2023	2.163.793,45	775.038,73	14,7%	318.077,64	1.070.677,09
2024	2.394.130,91	825.183,74	14,7%	351.937,24	1.217.009,93
2025	2.676.458,95	878.573,12	14,7%	393.439,47	1.404.446,36
2026	2.957.831,95	935.416,80	14,7%	434.801,30	1.587.613,85
2027	3.368.388,26	995.938,27	14,7%	495.153,07	1.877.296,91
2028	3.644.134,50	1.060.375,48	30%	1.093.240,35	1.490.518,68
2029	3.942.454,16	1.128.981,77	30%	1.182.736,25	1.630.736,14
2030	4.265.195,14	1.202.026,89	30%	1.279.558,54	1.783.609,71

⁸ O Simples Nacional é um regime tributário criado em 2006 pela Lei Complementar 123, voltado para as micro e pequenas empresas. Disponível em: <http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/anexoOutros.action?idArquivoBinario=48431>. Acesso em 24 de novembro de 2022.

2031	4.614.356,66	1.279.798,03	30%	1.384.307,00	1.950.251,63
2032	4.992.101,57	1.362.600,96	30%	1.497.630,47	2.131.870,13

Fonte: Adaptado de Siqueira (2019)

4.5.2.3 Comparativo entre cenários.

Para a projeção de receitas, na tabela 20, foi realizando um comparativo entre cenários, que demonstrou uma discrepância na receita líquida ajustada de 23,59% (2022) e 41,26% (2032) entre a empresa pública e privada, em decorrência dos impostos incidentes na empresa privada.

Tabela 20 – Comparativo de receita líquida entre cenários

Cenários	2022		2032	
	Empresa Pública	Empresa Privada	Empresa Pública	Empresa Privada
Receita bruta (R\$)	2.272.798,20	2.272.798,20	4.992.101,57	4.992.101,57
Rec. bruta ajustada (R\$)	1.931.878,47	1.931.878,47	4.992.101,57	4.992.101,57
Custos operacionais (R\$)	727.940,95	727.940,95	1.362.600,96	1.362.600,96
Impostos (R\$)	-	283.986,14	-	1.497.630,47
Rec. líquida ajustada (R\$)	1.203.937,52	919.951,39	3.629.500,61	2.131.870,14
Dif. entre cenários (%)	23,59		41,26	

Fonte: Autor (2022)

4.6 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA

4.6.1 Índice utilizados para avaliação do projeto

A análise de viabilidade financeira, conforme adaptada de Cavaignac, Hosni e Macedo (2019), serão utilizados os seguintes parâmetros atualizados para ano de 2022.

- O Valor Presente Líquido (VPL) para cada ano, no período de 11 anos utilizando o fluxo de caixa;
- A Taxa Mínima de Atratividade (TMA) utilizada no projeto, foi de 11,25% referente a mediana das últimas 38 revisões da taxa básica de juros do Sistema Especial de Liquidação e de Custódia (SELIC), pelo Comitê de Política Monetária (COPOM) - Banco Central do Brasil (2022);

- c. A Taxa Interna de Retorno (TIR) foi utilizada os valores dos fluxos de caixa no período considerado juntamente com o investimento inicial. Assim a TIR foi comparada com a TMA de 11,25% que se analisou o retorno mínimo esperado no empreendimento;
- d. O *Payback* (Tempo de Retorno de Capital) foi utilizado para encontrar o prazo de recuperação do investimento;
- e. O Índice de Lucratividade Líquida (ILL), foi calculado conforme o indicador, apresentando em forma percentual a eficiência operacional do empreendimento.

4.6.2 Cálculo do VPL, TIR, ILL e *Payback*

Conforme supramencionado, serão apresentados os cálculos para os dois cenários propostos, considerando a empresa pública e afins, e a empresa privada, viabilizando uma comparação entre as mesmas.

Com a receita líquida anual e o fluxo de caixa, tornou-se possível calcular o Valor Presente Líquido (VPL) para cada ano, no período de onze anos do projeto, aplicando a Equação 7, descrita anteriormente, utilizando uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 11,25%. A seguir, na Tabela 20, foram obtidos os valores para o fluxo de caixa e para o fluxo de caixa acumulando, através do método do VPL.

4.6.2.1 Cenário 1 - Empresa pública e afins.

No período de 2022 a 2032, o VPL acumulado foi de R\$ 7.895.134,42, sendo positivo o resultado encontrado, portanto, é considerado um investimento economicamente viável, ou seja, o empreendimento oferecerá retorno financeiro ao longo do quarto ano de funcionamento.

De acordo com o Fluxo de Caixa, a Taxa Interna de Retorno (TIR) encontrada, foi de 33,86% aa, superior ao TMA de 11,25% desejado. Portanto, $TIR > TMA$: representa que o investimento é economicamente viável e apresenta retornos acima do mínimo esperado.

O Índice de Lucratividade Líquido (ILL) calculado foi de 2,60, ou seja, para cada R\$ 1,00 investidos inicialmente, se obtém em valores presentes R\$ 2,60.

O tempo de *Payback* (PB), foi calculado para um retorno de 4,35 anos.

Tabela 21 – Cálculo do VPL, TIR, ILL e *Payback* – Empresa pública e afins.

Ano	Fluxo de Caixa (R\$)	VPL (R\$)	VPL Acumulado (R\$)
0	-4.929.782,17	-4.929.782,17	-4.929.782,17
1	1.203.937,52	1.082.191,03	-3.847.591,14
2	1.388.754,73	1.122.084,37	-2.725.506,77
3	1.568.947,18	1.139.484,08	-1.586.022,69
4	1.797.885,83	1.173.713,31	-412.309,38
5	2.022.415,16	1.186.779,98	774.470,61
6	2.372.449,99	1.251.402,30	2.025.872,91
7	2.583.759,03	1.225.044,52	3.250.917,42
8	2.813.472,39	1.199.064,38	4.449.981,80
9	3.063.168,26	1.173.466,45	5.623.448,25
10	3.334.558,63	1.148.254,51	6.771.702,76
11	3.629.500,61	1.123.431,66	7.895.134,42
Somatório Valor Presente Líquido (VPL) (Ano 1 ao 11)			R\$ 12.824.916,59
Valor Presente Líquido (VPL) do Projeto			R\$ 7.895.134,42
Taxa Interna de Retorno (TIR)			33,86%
Índice de Lucratividade Líquida (ILL)			2,60
Tempo de <i>Payback</i> (PB) em anos			4,35

Fonte: Autor (2022)

4.6.2.2 Cenário 2 - Empresa privada

No período de 2022 a 2032, o VPL acumulado para a empresa privada foi de R\$3.901.251,15 sendo positivo o resultado encontrado, portanto é considerado um investimento economicamente viável, ou seja, o empreendimento oferecerá retorno financeiro ao longo do quinto ano de funcionamento.

De acordo com o Fluxo de Caixa, a Taxa Interna de Retorno (TIR) encontrada foi de 24,56% aa, superior ao TMA de 11,25% desejado. Portanto, $TIR > TMA$: representa que o investimento é economicamente viável e apresenta retornos acima do mínimo esperado.

O Índice de Lucratividade Líquido (ILL) calculado foi de 1,79, ou seja, para cada R\$1,00 investidos inicialmente, se obtém em valores presentes R\$ 1,79.

O tempo de *Payback* (PB), foi calculado para um retorno de 5,51 anos.

Tabela 22 - Cálculo do VPL, TIR, ILL e *Payback* – Empresa privada

Ano	Fluxo de Caixa (R\$)	VPL (R\$)	VPL Acumulado (R\$)
0	-4.929.782,17	-4.929.782,17	-4.929.782,17
1	919.951,39	826.922,60	-4.102.859,57
2	1.070.677,09	865.084,38	-3.237.775,19
3	1.217.009,93	883.881,54	-2.353.893,65
4	1.404.446,36	916.864,33	-1.437.029,32
5	1.587.613,86	931.632,83	-505.396,49
6	1.877.296,92	990.222,64	484.826,14
7	1.490.518,68	706.703,57	1.191.529,72
8	1.630.736,15	694.997,98	1.886.527,69
9	1.783.609,71	683.281,48	2.569.809,18
10	1.950.251,64	671.568,71	3.241.377,89
11	2.131.870,14	659.873,26	3.901.251,15
Somatório Valor Presente Líquido (VPL) (Ano 1 ao 11)			R\$ 8.831.033,32
Valor Presente Líquido (VPL) do Projeto			R\$ 3.901.251,15
Taxa Interna de Retorno (TIR)			24,56%
Índice de Lucratividade Líquida (ILL)			1,79
Tempo de <i>Payback</i> (PB) em anos			5,51

Fonte: Autor (2022)

CAPÍTULO 5 CONCLUSÃO

O presente trabalho de conclusão de curso teve por objetivo avaliar a viabilidade financeira para a instalação de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil no município de Jataí, buscando dados coletados junto aos órgãos, trabalhos acadêmicos e informações pertinentes com fabricantes de equipamentos para a usina.

Foi constatado que a cidade de Jataí dispõe de um modelo precário de gestão de resíduos da construção civil, não se adequando às resoluções e leis vigentes sobre o tema. Por esse motivo, recomenda-se o início dos estudos para a implantação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC), que visa orientar e determinar diretrizes aos geradores de resíduos, o correto manejo e destinação ambientalmente adequada de seus RCC, conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS (2010) e a Resolução do CONAMA 307 (2002).

Segundo dados oficiais do PMGIRS (2021), o município de Jataí gera cerca de 3.761m³/dia de RCC de Classe A, materiais passíveis de reciclagem. Através do volume levantado, obteve-se 4.513,20 ton. de RCC/mês, ou cerca de 214,91 ton. de RCC/dia útil, sendo cotados equipamentos industriais de britagem, para uma capacidade de processamento de 25 t/hora, produzindo na usina agregados reciclados como areia, pedrisco, brita e rachão, com um preço de venda de 57,43% mais barato que o agregado natural, comercializado por uma pedreira da cidade, tornando viável o agregado reciclado ao consumidor final.

Desse modo, em decorrência dos impostos incidentes sobre a receita líquida, foram necessários criar dois cenários, visando uma distinção de entre a implantação de uma usina gerida por empresa pública ou privada,

Para o custo de implantação será necessário um investimento inicial de R\$ 4.929.782,17 e custo operacional anual estimado em R\$ 727.940,95 para ambos os cenários. A previsão de faturamento ajustado inicial foi de R\$ 1.931.878,47 para empresa pública (Cenário 1) e de R\$ 919.951,39 para a empresa privada (Cenário 2), em seu primeiro ano, sendo ajustada anualmente por uma taxa de 6,47% aa.

A partir do cálculo dos indicadores de viabilidade financeira, obteve-se que:

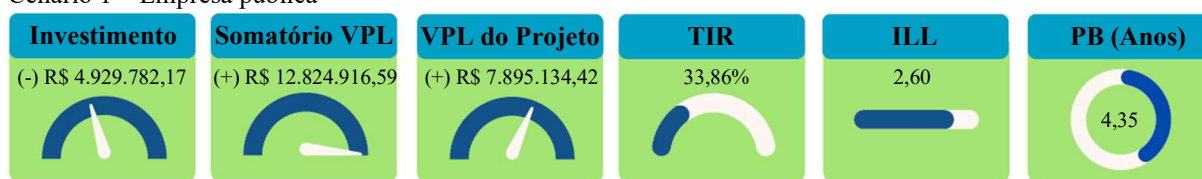
Para a empresa pública foi obtido um Valor Presente Líquido do Projeto (VPL) de + R\$ 7.895.134,42, uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 33,86%, um Índice de Lucratividade Líquido (ILL) de 2,60 e um *Payback* (PB) de 4,35 anos.

Para a empresa privada foi obtido um Valor Presente Líquido do Projeto (VPL) de + R\$ 3.901.251,15, uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 24,56%, um Índice de Lucratividade Líquido (ILL) de 1,79 e um *Payback* (PB) de 5,51 anos.

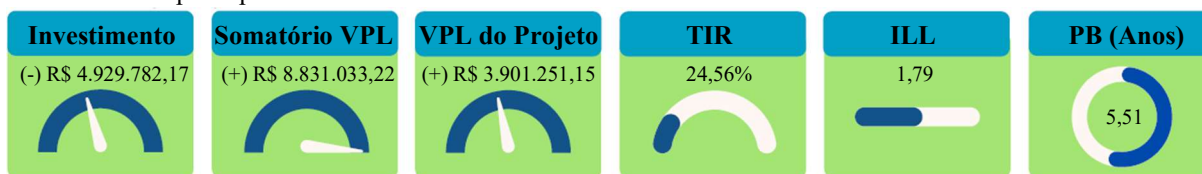
Conforme figura 17, a empresa pública demonstrou um ganho financeiro em relação a empresa privada, em virtude das isenções fiscais que a torna economicamente mais vantajosa.

Figura 17 – Comparativo de estudos – Cenário 1 e 2

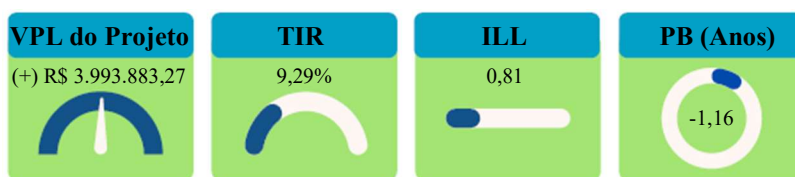
Cenário 1 – Empresa pública



Cenário 2 – Empresa privada



Comparativo entre cenários 1 e 2



Fonte: Autor (2022)

Portanto, ambos os cenários se mostram positivos quanto à implantação de uma usina de reciclagem de RCC na cidade, sendo economicamente viáveis, adequando às legislações vigentes e contribuindo com a redução dos impactos socioambientais no município de Jataí.

REFERÊNCIAS

- ABELPRE (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**. São Paulo, 2022.
- ABENSUR, E. O. (2012). **Um modelo multiobjetivo de otimização aplicado ao processo de orçamento de capital**. *Gestão & Produção*, n. 19. V 4, p. 747-758.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 10.004: **Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 15.112: **Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem** – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 15.113: **Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Aterros – Diretrizes para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro, 2004.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 15.114: **Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes – Áreas de reciclagem** – Diretrizes para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro, 2004.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 15.115: **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos**. Rio de Janeiro, 2004.
- ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). NBR 15.116: **Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação e prepare de concreto sem função estrutural – Requisitos**. Rio de Janeiro, 2004.
- ABRECON (Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição). **Encontro Nacional das Usinas de Reciclagem de RCD apresenta dados inéditos sobre a reciclagem de entulho no Brasil**. Disponível em: <https://abrecon.org.br/encontro-nacional-das-usinas-de-reciclagem-de-rcd-apresenta-dados-ineditos-sobre-a-reciclagem-de-entulho-no-brasil/>. Acesso em: 11 março de 2022.
- ABRECON (Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição). **Reciclagem de entulho e resíduos da construção e demolição RCD**. Disponível em: <https://abrecon.org.br/reciclagem-de-entulho-residuos-da-construcao-e-demolicao-rcd/mercado/>. Acesso em: 11 de março de 2022.
- ABRECON (Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição). Relatório Pesquisa Setorial 2014/2015: A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil. Paraná, 2015.
- ABREU FILHO, J. C. F. de. **Finanças Corporativas**. 10ª edição. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2008.
- ANDRADE, B.S.T. **Análise da sustentabilidade econômica do plano municipal de gerenciamento de resíduos da construção civil para o Município de Conceição do Almeida – BA**. Trabalho de conclusão de curso (graduação em engenharia civil) - universidade federal do recôncavo da Bahia centro de ciências exatas e tecnológicas bacharelado em ciências exatas e tecnológicas, 2019.

ÂNGULO, S. C. **Variabilidade de agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados**. 2000. 155 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2000.

BATTISTELLE, R. A. G.; FREITAS, P. N. P.; SANTOS, M. F. N.; MIYAZATO, T.; RIBEIRO, S. Estudo de Caso: Quantificação dos Resíduos de Construção e Demolição Gerados na Cidade de Bauru/SP. In: XIII SIMPEP, 2006, Bauru. Anais [...].

BCB (Banco Central do Brasil). **Boletim do Banco Central do Brasil - Relatório 1997, Capítulo II Mercados financeiros, p. 45**. Disponível em: < <https://www.bcb.gov.br/pec/boletim/banual97/rel97-p.pdf>>. Acesso em: 14 de novembro de 2022.

BRASIL. CONAMA nº 307. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2002.

BRASIL. Lei n. 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm >. Acesso em: 11 março de 2022.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. **Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção civil na indústria da construção civil**. Cerâmica, v. 61, n. 358, p. 178-189, 2015.

CASAROTTO FILHO, N.; KOPITKE, B.H. **Análise de Investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial**. São Paulo: Atlas, 2010.

CBIC (Câmara Brasileira da Indústria Da Construção). **A importância da construção civil para a economia nacional**. Agência CBIC. 2021. Disponível em: <https://cbic.org.br/a-importancia-da-construcao-civil-para-a-economia-nacional/#:~:text=A%20economia%20brasileira%20crescer%C3%A1%205,emprego%20e%20renda%20no%20Pa%C3%ADs>. Acesso em: 11 julho de 2022.

CBIC (Câmara Brasileira da Indústria Da Construção). **Informativo Econômico**. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2022/06/informativo-economico-pib-1-tri-2022-final-1.pdf>. Acesso em: 25 de maio de 2022.

CUB (CUSTOS UNITÁRIOS BÁSICOS DE CONSTRUÇÃO). **Tabela do CUB de Outubro/2022**. Disponível em: <https://www.sinduscongoias.com.br/arquivos/download/cub/cub-outubro-2022.pdf>. Acesso em: 23 de novembro de 2022.

DE SOUZA, M. M.; KUNKEL, N. **Quantificação dos resíduos da construção civil (RCC), pneus e embalagens longa vida no município de Santa Maria - RS**. Disciplinarum Scientia| Naturais e Tecnológicas, v. 13, n. 1, p. 27-42, 2012.

ESPINELLI, U. 2005. **A gestão do consumo de materiais como instrumento para a redução da geração de resíduos nos canteiros de obras**. In: SEMINÁRIO DE GESTÃO E RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO – Avanços e Desafios. Anais [...]. São Paulo, PCC USP. CD-ROM.

FAGUNDES, L. R. M.; CIRELLI, S. A.; DUDUCHI, E. C. **A reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil: 1986 – 2008**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 57-71, jan./mar. 2009.

GEHLEN, J. **Construção da sustentabilidade no canteiro de obras: Um estudo no DF.** Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU, Universidade de Brasília. Brasília, 2008. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/1531>. Acesso em: 08 março de 2022.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** São Paulo: Atlas, 2010.

GOIÁS. Lei n. 14.248, de 29 de julho de 2002. **Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos.** Disponível em: <https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/81810/pdf>. Acesso em 25 de junho de 2022.

GOMES, P. C. C. et. al. **Obtenção de concreto leve utilizando agregados reciclados.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 15, n. 3, p. 31-46, jul./set. 2015.

GONÇALVES, C. A.; MEIRELLES, A. de M. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração.** São Paulo: Atlas, 2004.

HOSNI, A.S., CAVAGNAC, A. L. de O; MACEDO, A. N. (2019). **Análise de viabilidade da implantação de uma usina de reciclagem de resíduos de construção civil (RCC) em um município de médio porte.** Brazilian Journal of Production Engineering, n. 5, v. 4, p. 122-134.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Estimativa da população residente no município de Jataí.** 01 de julho de 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/go/jatai/panorama>. Acesso em: 11 novembro de 2022.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Projeção da população do Brasil e das Unidades da Federação.** 08 de janeiro de 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html>. Acesso em: 08 janeiro de 2023.

INOJOSA, F. C. P. **Gestão de Resíduos de Construção e Demolição: a Resolução CONAMA307/2002 no Distrito Federal.** Dissertação. Universidade de Brasília- UNB. Brasília – DF, 2010. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/7943>. Acesso em: 09 março de 2022.

IMB (Instituto Mauro Borges de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos). **Perfil Socioeconômico – Jataí:** aspectos demográficos - taxa geométrica de crescimento, 2021.

IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada). **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos da Construção Civil:** relatório de pesquisa. Brasília, 2012.

JADOVSKI, I. **Diretrizes técnicas e econômicas para usinas de reciclagem de resíduos de construção e demolição.** 2005. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia na modalidade Profissionalizante) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande Do Sul, Porto Alegre, 2005.

JATAÍ. Lei Ordinária n. 3622 de 06 de novembro de 2014. **Institui da Política Municipal de Resíduos Sólidos.** Disponível em: <https://www.jatai.go.leg.br/ta/4544/text>. Acesso em: 22 de junho de 2022.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. **Reciclagem de resíduos da construção.** In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS DOMICILIARES. Anais [...]. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente / Cetesb, 2000.

LEITE, M. B. **Avaliação de propriedades mecânicas de concretos produzidos com agregados reciclados de resíduos de construção e demolição.** (tese de doutorado). Programa

de Pós-graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001.

LINTZ, R. C. C. et al. **Estudo do reaproveitamento de resíduos de construção em concretos empregados na fabricação de blocos**. Rev. IBRACON Estrut. Mater., São Paulo, v. 5, n. 2, p. 166-181, abr. 2012. Disponível em: http://old.scielo.br/scielo.php?pid=S1983-41952012000200004&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 25 maio de 2022. p. 166-181.

MACARI, G. B. **Estudo de viabilidade de usina para reciclagem de resíduos de construção civil em um município do interior paulista**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2019.

MARSHALL JUNIOR, I. M. **Plano de negócios integrado: guia prático de elaboração**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2015.

METSO, M. **Manual de britagem. 6ª Edição**. Sorocaba: Grafilínea. 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE e ICLEI – BRASIL. **Planos de gestão de resíduos sólidos: manual de orientação apoiando a implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos: do Nacional ao Local**. Brasília, 2012.

MIRANDA, L. F. R.; TORRES, L.; VOGT, V.; BROCARD, F. L. M.; BARTOLI, H. **Panorama atual do setor de reciclagem de resíduos de construção civil no Brasil**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente). **Extração e uso de recursos naturais aumentam mais do que crescimento populacional, alerta novo relatório da ONU**. Notícia Eficiência de Recursos. 2019. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/press-release/extracao-e-uso-de-recursos-naturais-aumenta-mais-do-que>. Acesso em: 28 de junho de 2022.

ONU NEWS. **População mundial atingiu 7,6 bilhões de habitantes**. Perspectiva Global Reportagens Humanas. 2017. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2017/06/1589091-populacao-mundial-atingiu-76-bilhoes-de-habitantes>. Acesso em: 26 de junho de 2022.

PAIXÃO, S. L.; ALBERTO, J. F.; RITTER, E. **Avaliação da implantação da resolução n. 307/2002 do CONAMA sobre gerenciamento dos resíduos de construção civil**. Estudos tecnológicos em engenharia, Rio de Janeiro, n. 3, p. 176-194, 2007.

PINTO, G. J. F. et al. **Geração de Resíduos Sólidos da Construção Civil – Métodos de Cálculo**. In: VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2016, Campina Grande. Anais [...].

PINTO, T. P. **Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana**. 1999. 189 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia da Construção Civil. São Paulo, 1999.

PINTO, T.P.; GONZÁLEZ, J.L.R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Brasília, 2005. Disponível em: https://www.cuiaba.mt.gov.br/upload/arquivo/Manual_RCD_Vol1.pdf. Acesso em: 27 junho 2022.

REVISTA NEWS. **Maior Usina de Reciclagem de RCC muda a realidade de Canoas e gera empregos**. 2020. Disponível em: <https://revistanews.com.br/2020/07/10/maior-usina-de-reciclagem-de-rcc-muda-a-realidade-de-canoas-e-gera-empregos/>. Acesso em: 28 de junho de 2022.

SMMA (Secretaria de Meio Ambiente e Urbanismo de Jataí). **Plano Municipal de Gerenciamento Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS)**. 2021 Disponível em: <https://www.jatai.go.gov.br/wp-content/uploads/2021/08/plano-municipal-de-gestao-integrada-de-residuos-solidos.pdf>. Acesso em: 18 de junho de 2022.

SMMA (Secretaria De Meio Ambiente E Urbanismo De Jataí). **Secretaria do Meio Ambiente e Urbanismo realiza limpeza de lotes as margens da GO 184**. 2021. Disponível em: <https://www.jatai.go.gov.br/secretaria-do-meio-ambiente-e-urbanismo-realiza-limpeza-de-lotes-as-margens-da-go-406/>. Acesso em: 09 de março de 2022.

SILVA, B. C., **Aspectos Relevantes da Política Nacional de Resíduos Sólidos – Lei nº 12.305/2010**. São Paulo: Atlas, 2013.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis, 2005.

SILVA, V. A.; FERNANDES, A. L. T. **Cenário do gerenciamento dos resíduos da construção civil (RCC) em Uberaba-MG**. Revista Sociedade & Natureza, ano 24, n.2, p. 333-344, maio/ago. 2012.

SIQUEIRA, R. R. (2018). **Análise para implementação de usina para reciclagem de resíduos da construção civil em Tucuruí-PA**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Pará. Instituto de Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Belém (PA), 2018.

SOBRAL V, R. F. C., **Viabilidade econômica de usina de reciclagem de resíduos da construção civil: estudo de caso da USIBEN – João Pessoa/PB**. 2012. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal da Paraíba, 2012.

YLS. **Usina de reciclagem de entulho (RCC)**. Disponível em: <https://www.yls.net.br/trituradores2.html>. Acesso em 29 de junho de 2022.

ZORDAN, S. E. **A utilização do entulho como agregado na confecção do concreto**. 1997. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Departamento de Saneamento e Meio Ambiente da Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 1997.

APÊNDICE A – ORÇAMENTO DETALHADO EQUIP. USINA

ESCOPO DE FORNECIMENTO:

Será de nosso fornecimento os materiais e/ou serviços descritos abaixo:

1. CONJUNTO RCC 20-30 TON.H

Item	Qty	Especificação	R\$ Unit.	R\$ total
1.1	1	Alimentador Vibratório Mod. 200x50	48.000,00	48.000,00
		✓ Acionamento composto de eixo cardam; ✓ Potência Instalada: 5,5 kW; ✓ Motor com grau de proteção IPW55; ✓ Mancais e rolamentos de primeira linha; ✓ Mesa vibratórias com grelhas para finos apoiadas sobre molas de alta resistência mecânica; ✓ Tremonha de carga com capacidade de 5m3; ✓ Totalmente Construído em Aço Carbono ASTM -A36; ✓ Acabamento em Esmalte Sintético; ✓ Acabamento em 01 demão de fundo primer e 02 demãos de esmalte sintético.		
1.2	1	Chute de saída com válvula desviadora;	8.000,00	8.000,00
		✓ Fabricação em aço carbono ASTM -A36; ✓ Acabamento em 01 demão de fundo primer e 02 demãos de esmalte sintético.		
1.3	1	Transportador de Correia; (Finos)	52.000,00	52.000,00
		✓ TC 16" x 12.000 mm; ✓ Côncavo – Inclinado; ✓ Chassis Autoportante do tipo treliçado; ✓ Lona 16" x 2 lonas x 3/16" x 1/16"; ✓ Totalmente construído em Aço Carbono; ✓ Acionamento Moto-Redutor SEW – Potência: 3,7 kW; ✓ Velocidade Linear: 1,3 m/s; ✓ Cavaletes de Carga com 3 Roletes Ø 4" a cada 1.200 mm; ✓ Roletes de Retorno Ø 4" a cada 3.500 mm; ✓ Rolo de Tração Emborrachado; ✓ Eixo de Tração e Esticador dispondo de Chaveta para Rolo; ✓ Mancais Autocompensadores de Rolos – NSK (SN); ✓ Pés de Sustentação em Perfil Tubular Redondo; ✓ Bica de Descarga do Transportador de Correia; ✓ Coifa de Despoeiramento; ✓ Raspador de Correia Mecânico; ✓ Passadiço lateral em todo o comprimento, com largura de 700 mm, dispondo de fechamento do piso em chapa expandida e guarda corpo em todo o perímetro; ✓ Acabamento em 01 demão de fundo primer e 02 demãos de esmalte sintético.		
1.4	1	Chute de entrada -Britador;	6.000,00	6.000,00
		✓ Fabricação em aço carbono ASTM -A36; ✓ Revestimento em Hardox-450; ✓ Acabamento em 01 demão de fundo primer e 02 demãos de esmalte sintético.		

1.5	1	Britador de impacto Mod. TI-KM 07x03;	265.000,00	265.000,00
		✓ Fabricação em aço carbono ASTM -A36; ✓ Revestimento interno em Hardox-450; ✓ Acionamento composto de polias, motor e proteções; ✓ Articulação da carcaça composto de sistema hidráulico; ✓ Barras de impacto perfil K – fabricada em aço manganês ASTM A128 – GR C; ✓ Mancais e rolamento de primeira linha; ✓ Eixo principal fabricado em SAE 8640; ✓ Sistema antirruído composta de borrachas de 1/4”; ✓ Pista de moagem para melhor desempenho na redução dos materiais; ✓ Tamanho máximo de alimentação: 10” ✓ Peso total aproximado; 3,1 ton ✓ Potência instalada; 22,2 kW ✓ Consumo de potência por / tonelada; 1,17 a 1,76 kW		
1.6	1	Chute de saída - Britador;	5.000,00	5.000,00
		✓ Fabricação em aço carbono ASTM -A36; ✓ Revestimento em Hardox-450;		
1.7	1	Separador magnético 24” - Limpeza Manual;	48.000,00	48.000,00
		✓ Acabamento em 01 demão de fundo primer e 02 demãos de esmalte sintético.		
1.8	1	Transportador de Correia;	36.000,00	36.000,00
		✓ TC 20” x 5.000 mm; ✓ Côncavo – Inclinado; ✓ Chassis Autoportante do tipo treliçado; ✓ Lona 20” x 2 lonas x 3/16” x 1/16”; ✓ Totalmente construído em Aço Carbono; ✓ Acionamento Moto-Redutor SEW – Potência: 3,7 kW; ✓ Velocidade Linear: 1,0 m/s; ✓ Cavaletes de Carga com 3 Roletes Ø 4” a cada 1.200 mm; ✓ Roletes de Retorno Ø 4” a cada 3.500 mm; ✓ Rolo de Tração Emborrachado; ✓ Eixo de Tração e Esticador dispondo de Chaveta para Rolo; ✓ Mancais Autocompensadores de Rolos – NSK (SN); ✓ Pés de Sustentação em Perfil Tubular Redondo; ✓ Bica de Descarga do Transportador de Correia; ✓ Coifa de Despoeiramento; ✓ Raspador de Correia Mecânico; ✓ Passadiço lateral em todo o comprimento, com largura de 700 mm, dispondo de fechamento do piso em chapa expandida e guarda corpo em todo o perímetro; ✓ Acabamento em 01 demão de fundo primer e 02 demãos de esmalte sintético.		
1.9	1	Transportador de correia radial;	135.000,00	135.000,00
		✓ TC 16” x 17.500 mm; ✓ Côncavo – Inclinado; ✓ Chassis Autoportante do tipo treliçado; ✓ Lona 16” x 2 lonas x 3/16” x 1/16”;		

- ✓ Totalmente construído em Aço Carbono;
- ✓ Acionamento Moto-Redutor SEW – Potência: 9,2 kW;
- ✓ Velocidade Linear: 1,3 m/s;
- ✓ Cavaletes de Carga com 3 Roletes Ø 4” a cada 1.200 mm; Roletes de Retorno Ø 4” a cada 3.500 mm;
- ✓ Rolo de Tração Emborrachado;
- ✓ Eixo de Tração e Esticador dispoendo de Chaveta para Rolo; Mancais Autocompensadores de Rolos – NSK (SN);
- ✓ Pés de Sustentação em Perfil Tubular Redondo; Bica de Descarga do Transportador de Correia; Coifa de Despoeiramento;
- ✓ Raspador de Correia Mecânico;
- ✓ Passadiço lateral em todo o comprimento, com largura de 700 mm, dispoendo de fechamento do piso em chapa expandida e guarda corpo em todo o perímetro;

1.10	1	Peneira Vibratória Mod. PN2500100	73.000,00	73.000,00
-------------	----------	--	------------------	------------------

- ✓ Acionamento composto de eixo cardam;
- ✓ Quantidade de decks; 03 (três)
- ✓ Potência Instalada: 5,5 kW;
- ✓ Motor com grau de proteção IPW55;
- ✓ Quadro de classificação composto de chapas perfuradas;
- ✓ Mancais e rolamentos de primeira linha;
- ✓ Mesa vibratórias com grelhas para finos apoiadas sobre molas de alta resistência mecânica;
- ✓ Totalmente Construído em Aço Carbono ASTM -A36;
- ✓ Acabamento em 01 demão de fundo primer e 02 demãos de esmalte sintético.

1.11	1	Chute de saída - Peneira;	24.000,00	24.000,00
-------------	----------	----------------------------------	------------------	------------------

- ✓ Fabricação em aço carbono ASTM -A36;
- ✓ Flanges composto de cantoneiras e parafusos;
- ✓ Acabamento em 01 demão de fundo primer e 02 demãos de esmalte sintético.

1.12	1	Sistema anti-pó;	31.000,00	31.000,00
-------------	----------	-------------------------	------------------	------------------

- ✓ Composto de tubulações, Motor e bomba, Bico spray nevoa;
- ✓ Potência instalada; 2,2kW

1.13	1	Painel elétrico e seus componentes (CCM)	95.000,00	95.000,00
-------------	----------	---	------------------	------------------

- ✓ Armário modular, em chapa de aço, com porta frontal inteiriça e fecho universal, pintura eletrostática a pó poliéster,
- ✓ cor cinza Ral 7032, soleira, argolas, proteção IP-54 – (05 pés)
- ✓ Teto ventilado c/ 02 ventiladores e Grelha 255 x 255 mm c/ filtro - (03 Cg) – Carthom's / Tasco.
- ✓ Disjuntor tripolar aberto 2000A, ABW20ES3 c/ bob. disp. 220V (Acion. interno) - (01 pç) - Weg.
- ✓ Contator auxiliar) - (01 pç) - Weg.
- ✓ Chave Seccionadora rotativa tripolar c/ fusível tipo RFW160 c/ acion. interno do painel - (01 pç) - Weg.
- ✓ Fusível Ultra Rápido (aR) 250A (Proteção da Softstarter) - (03 pç) - Weg.
- ✓ Softstarter SSW07.85 (c/ IHM remota na porta e contator auxiliar) - (01 pç) - Weg.
- ✓ Chave Seccionadora rotativa tripolar c/ fusível tipo RFW160 c/ acion. interno do painel - (01 pç) - Weg.

- ✓ Fusível Ultra Rápido (aR) 63A (Proteção do Inversor) - (03 pç) - Weg.
- ✓ Inversor Frequência CFW700C.38A (c/ IHM remota na porta e contator auxiliar) - (01 pç) - Weg.
- ✓ RFW160 c/ acion. interno do painel - (02 pç) - Weg.
- ✓ Fusível Ultra Rápido (aR) 50A (Proteção do Inversor) - (06 pç) - Weg.
- ✓ Inversor Frequência CFW700B.31A (c/ IHM remota na porta e contator auxiliar) - (02pç) - Weg.
- ✓ Disjuntor motor MPW40.32A e contator tripolar CWB32.
- ✓ Sinaleiro 22 mm c/ bloco iluminação Led 220 V - (Geral) - (01 pç) - Weg.
- ✓ Cabos de comando flexíveis, terminais pré-isolados, anilhas, bornes de comando, calhas plásticas;
- ✓ Materiais miúdos: parafusos bicromatizados, blocos contatos, conectores, etiquetas, etc.
- ✓ Barramento cobre eletrolítico, pintado cores padrão, conexões prateadas; fixados em Isoladores de epóxi
- ✓ Placas de montagem e perfis verticais, pintados nas cores padrão.

1.14	1	Montagem no campo	65.000,00	65.000,00
1.15	1	Frete com seguro	21.000,00	21.000,00

Valor Total Grupo 1 (R\$)			912.000,00
----------------------------------	--	--	-------------------
