



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

VILBERTY DOS ANJOS VASCONCELOS

**PROPOSTA DE UM CENTRO DE BENEFICIAMENTO DE
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO COMO
GERADOR DE RENDA EM COMUNIDADES COM
VULNERABILIDADE SOCIAL**

RECIFE - PE

JUNHO/2023

VILBERTY DOS ANJOS VASCONCELOS

**PROPOSTA DE UM CENTRO DE BENEFICIAMENTO DE
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO COMO
GERADOR DE RENDA EM COMUNIDADES COM
VULNERABILIDADE SOCIAL**

Dissertação submetido ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco, para obtenção do título de mestre em Engenharia Ambiental.

Área de Concentração: Tecnologia e Gestão do Meio Ambiente – Linha de Pesquisa: Tecnologia e Gestão do Meio Ambiente

Orientador: Dr. Romildo Morant de Holanda
Coorientadora: Dra. Fernanda Wanderley Corrêa de Araújo.

RECIFE - PE

JUNHO/2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- V331p Vasconcelos, Vilberty
Proposta de um centro de beneficiamento de resíduos da construção e demolição como gerador de renda em comunidades com vulnerabilidade social.: Dissertação / Vilberty Vasconcelos. - 2023.
164 f. : il.
- Orientador: Romildo Morant de Holanda.
Coorientador: Fernanda Wandeley Correa de Araujo.
Inclui referências e apêndice(s).
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Recife, 2023.
1. Vulnerabilidade social. 2. Geração de renda. 3. Beneficiamento de resíduos. 4. RCD. I. Holanda, Romildo Morant de, orient. II. Araujo, Fernanda Wandeley Correa de, coorient. III. Título

VILBERTY DOS ANJOS VASCONCELOS

**PROPOSTA DE UM CENTRO DE BENEFICIAMENTO DE
RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO COMO
GERADOR DE RENDA EM COMUNIDADES COM
VULNERABILIDADE SOCIAL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental,
Área de Concentração: Tecnologia e Gestão do Meio Ambiente

Aprovado em 29 de junho de 2023

Prof. Dr. Romildo Morant de Holanda
BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Cecília Maria Mota Silva Lins
Departamento de Tecnologia/ UFRPE

Prof. Dr. Alex Souza Moraes
Departamento de Química/ UFRPE

Dedico este trabalho a minha esposa Suellen Bastos,
meus pais, Maria das Graças e Vilbert Vasconcelos, e a
minha tia Maria de Lourdes.

AGRADECIMENTOS

Entendo que este espaço é reservado para agradecer a todos aqueles que contribuíram para elaboração deste documento. Porém, acredito que somos a soma de todos que nos circundam, seja do mais alto letrado ao mais humilde zelador. Por isso, todos aqueles que fizeram parte da minha vida contribuíram para eu chegar até aqui, seja de forma direta ou indireta, contribuindo para este momento.

Reservo um espaço especial para os meus parentes, dos mais próximos aos mais distantes, que de alguma forma contribuíram na minha criação e educação, além de me passarem valores como respeito, honestidade, amor ao próximo, compaixão e dedicação.

Sou grato aos meus amigos de infância, que moldaram o meu caráter, minha personalidade e me mostraram, de forma empírica, como é viver em sociedade. Dos primeiros amigos como Geison, Loy, Will, Bruno e Geisiane, assim como aqueles que estudaram comigo, como Bruno Henrique, Serjão, Augusto, Alberto, Ricardo (in memoriam), Shirley, Tatiana e Taciana.

Também agradeço a todos os professores e professoras que deixaram um pouco do seu conhecimento comigo, me trazendo até este momento. Das tias Josi, Bete e Beta, que puseram em minha cabeça a ideia de que eu seria engenheiro, quando eu tinha apenas 6 anos. Até os professores Enéas Pinheiro, Zeno Ivo, Nylo Barros, Sérgio Priori e José Miranda, que fizeram a diferença na minha adolescência e vida adulta.

De forma alguma poderia deixar de agradecer aos meus orientadores, Dr. Romildo Morant e Dra. Fernanda Wanderley, que com dedicação e paciência me conduziram até aqui. Como disse Isaac Newton, “se vi mais longe, foi por estar sobre os ombros de gigantes”.

Agradeço ao meu pai Vilbert Vasconcelos, minha Mãe, Maria das Graças, minha Tia, Maria das Lourdes e a minha amada esposa, Suellen Bastos. Eles são a minha alegria de viver e a motivação que eu preciso para me levantar todos os dias e enfrentar o mundo atribulado em que vivemos.

Por fim, o meu agradecimento especial ao ser todo poderoso, que sempre estive e sempre estará comigo até o final da minha jornada: Deus!

VACONCELOS, Vilberty dos Anjos. **Proposta de um centro de beneficiamento de resíduos da construção e demolição como gerador de renda em comunidades com vulnerabilidade social**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2023.

RESUMO

O número de habitantes em nosso planeta está aumentando gradativamente e, como consequência deste aumento, faz-se necessária a construção de novas edificações habitacionais, comerciais, públicas e a ampliação da infraestrutura existente. Para abastecer a indústria da construção, exige-se cada vez mais do meio ambiente, seja extraíndo mais recursos naturais, seja depositando os seus resíduos. Em regiões com vulnerabilidade social, parte dos Resíduos de Construção e Demolição – RCD, são depositados em vias, terrenos e canais de forma irregular. Diante do problema exposto, esta pesquisa visa a propor a criação de um Centro de Beneficiamento de Resíduos da Construção e Demolição – CBRCD, que produza insumos para construção civil a partir dos resíduos gerados pela população de cinco bairros com vulnerabilidade social, localizados na região norte do município da cidade do Recife, no estado de Pernambuco. Para isso, a metodologia foi baseada na investigação da legislação existente sobre o tema, realização de visitas aos bairros estudados, análise da rota tecnológica atual, entrevista com o órgão municipal responsável pela coleta, assim com a análise da viabilidade técnico-financeira do CBRCD e dos produtos a serem fabricados. O estudo mostrou que o uso do RCD para fabricação de produtos da construção é economicamente viável e competitivo quando comparado ao mercado. Além disso, a implantação do CBRCD, proporcionaria ao município do Recife a redução a médio e longo prazo, no custo com transporte e coleta de resíduos, bem como beneficiaria a população local com a geração de renda para até sete famílias por unidade de beneficiamento.

Palavras-chave: vulnerabilidade social; geração de renda; beneficiamento de resíduos; RCD.

VACONCELOS, Vilberty dos Anjos. **Proposal for a construction and demolition waste processing center as an income generator in socially vulnerable communities.** Master Thesis (Master in Environmental Engineering) – Federal Rural University of Pernambuco, Recife, 2023.

ABSTRACT

The number of inhabitants on our planet is gradually increasing and, as a result of this increase, it is necessary to build new residential, commercial and public buildings and to expand the existing infrastructure. To supply the construction industry, demands are increasingly being made on the environment, whether by extracting more natural resources or by depositing waste. In regions with social vulnerability, part of the Construction and Demolition Waste - RCD, is deposited in roads, land and channels in an irregular manner. Faced with the above problem, this research aims to propose the creation of a Center for the Improvement of Construction and Demolition Waste - CBRCD, which produces inputs for civil construction from the waste generated by the population of five neighborhoods with social vulnerability, located in the northern region from the city of Recife, in the state of Pernambuco. For this, the methodology was based on the investigation of the existing legislation on the subject, carrying out visits to the studied neighborhoods, analysis of the current technological route, interview with the municipal body responsible for the collection, as well as the analysis of the technical-financial viability of the CBRCD and of the products to be manufactured. The study showed that the use of RCD for the manufacture of construction products is economically viable and competitive when compared to the market. In addition, the implementation of the CBRCD would provide the municipality of Recife with a medium and long-term reduction in the cost of transport and waste collection, as well as benefiting the local population with the generation of income for up to seven families per processing unit.

Keywords: social vulnerability; income generation; waste processing; RCD

LISTA DE FIGURAS

Figura 1– Modelo de Economia Circular	42
Figura 2 - Mapa de localização dos bairros Alto José do Pinho, Alto José Bonifácio, Vasco da Gama, Nova Descoberta e Mangabeira	48
Figura 3 - Sequência da metodologia aplicada	50
Figura 4 - Placa confeccionada pela população no	71
Figura 5 – Econúcleo Nova Descoberta.....	71
Figura 6 – Ponto de deposição – Alto José do Pinho	72
Figura 7 – RCD e RSU misturados	73
Figura 8– coleta dos RCD e RSU na via publica.....	73
Figura 9 – Deposição do RCD e RSU na via pública – Alto José Bonifácio e Mangabeira	74
Figura 10 – Deposição irregular de RCD nos bairros de Nova Descoberta, Vasco da Gama, Alto José Bonifácio e Mangabeira	74
Figura 11 - RCD classe A e B segundo CONAMA	75
Figura 12 – Distribuição geográfica dos pontos de deposição irregular	76
Figura 13 - Análise SWOT.....	81
Figura 14 - Rota tecnológica atual.....	85
Figura 15 – Proposta de nova rota tecnológica	85
Figura 16 – Possíveis locais para instalação do CBRCD	86
Figura 17 – Opção 1: Provável local para instalação do CBRCD.....	87
Figura 18 – Opção 2: Provável local para instalação do CBRCD.....	88
Figura 19 – Opção 3: Provável local para instalação do CBRCD.....	89
Figura 20 - Fluxo de trabalho no CBRCD.....	93
Figura 21 - Layout e Fluxo de trabalho.....	94
Figura 22 - Planta de Coberta do CBRCD.	96
Figura 23 - Planta Baixa do CBRCD.	96
Figura 24 - Layout do Container (térreo e 1º pavimento).	97
Figura 25 - Corte AA.	97
Figura 26 - Corte BB.	97

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Geração de RCD por país.....	22
Tabela 2– Pontos de deposição irregular	76
Tabela 3 – DMT entre os bairros do estudo CRT Ciclo Ambiental.....	84
Tabela 4 - Opção 1: terreno em frente ao COMPAZ Eduardo Campos.	87
Tabela 5 - Opção 2: ETA Alto do Céu.	89
Tabela 6 - Opção 3:E.E.R. Profe. Mardônio de Andrade Lima.....	90
Tabela 7 - Comparativo entre as rotas tecnológicas	90
Tabela 8 - Custo de Depreciação Horária dos equipamentos de produção.	100
Tabela 9 - Custo horário de Investimento e juros.....	100
Tabela 10 – Custo horário de Energia Elétrica.....	101
Tabela 11 – Custo horário de Manutenção.	101
Tabela 12 – Custo horário Produtivo e improdutivo.	102
Tabela 13 – Custo horário Produtivo e improdutivo.	102
Tabela 14 – Quantidade de produção horária.....	103
Tabela 15 – Quantidade de produção horária.	104
Tabela 16 – Quantidade de produção horária.....	105
Tabela 17 – Capacidade máxima de produção versus Concreto disponível.....	106
Tabela 18 – Capacidade produtiva do equipamento por produto.....	107
Tabela 19 – Custo da prensa semiautomática por hora e por bloco produzido.....	108
Tabela 20 – Custo de produção dos equipamentos por unidade produzida.	108
Tabela 21 – Custo de aquisição de cimento por unidade produzida.	109
Tabela 22 - Custo com fardamento e EPI.	110
Tabela 23 – Custo horário de mão de obra.....	110
Tabela 24 – Custo horário de mão de obra.....	111
Tabela 25 – Custo mensal operacionais.	112
Tabela 26 - Despesas operacionais por unidade.	113
Tabela 27 – Faixa de faturamento.....	114
Tabela 28 - Custo total por unidade de produto.	115
Tabela 29 - Preço de venda.	115
Tabela 30 - Preço de venda ajustado.....	116
Tabela 31 - Preço de venda x Preço SINAPI.	117

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação baseada na resolução do CONAMA nº 307	37
Quadro 2 – resumos das alterações da resolução do CONAMA nº 307	37
Quadro 3 – Normas ABNT relacionadas aos RCD.....	38
Quadro 4 – Itens e dimensões do IVS.....	39
Quadro 5 - Cálculo de horas úteis por mês	65
Quadro 6 - Anexos da Lei complementar nº. 123.....	67
Quadro 7 - Fluxo das possíveis rotas do RCD.	91
Quadro 8 – Áreas e dimensões dos ambientes do CBRCD.....	95
Quadro 9 - Produtos gerados no CBRCD.	98
Quadro 10 - Equipamentos relacionados aos produtos.	99
Quadro 11 - Anexo II - SIMPLES NACIONAL.	113
Quadro 12 - Análise do retorno do Investimento	118

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Custo Horário Total	60
Equação 2 - Custo Horário Total ajustada	60
Equação 3 - Custo Horário Improdutivo	61
Equação 4 - Depreciação Horária	62
Equação 5 - Investimento médio	62
Equação 6 - Juros horário	63
Equação 7 - Custo horário de energia elétrica	63
Equação 8 - Manutenção horária	64
Equação 9 - Preço de Venda	68
Equação 10 - Volume de Concreto Possível	105

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Urbana e Resíduos Especiais
ADH	Atlas do Desenvolvimento Humano
AIA	Avaliação de Impacto Ambiental
APP	Área de Preservação Ambiental
BIM	Building Information Modeling
CBIC	Câmara Brasileira da Indústria da Construção
CBRCD	Centro de Beneficiamento de Resíduos de Construção e Demolição
CDW	Construction and Demolition Waste
CMMAD	Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
COMPESA	Companhia Pernambucana de Saneamento
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CSLL	Contribuição Social Sobre Lucro Líquido
CTR	Central de Tratamento de Resíduos
DIRCON	Diretoria Geral de Coordenação e Controle Urbana e Ambiental
EC	Economia Circular
EE	Economia Espiral
EMF	Ellen MacArthur Foundation
EMLURB	Empresa de Limpeza Urbana da cidade do Recife
EPA	Environmental Protection Agency US EPA
EPI	Equipamento de Proteção Individual
ETA	Estação de Tratamento de Água
EU	Europe Union
EUR-LEX	Jornal Oficial da União Europeia
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH-M	Índice de Desenvolvimento Humano
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
IRPJ	Imposto de Renda sobre Pessoa Jurídica
ISS	Imposto Sobre Serviço

IVS	Índice de Vulnerabilidade Social
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PCR	Prefeitura da Cidade do Recife
PGRCC	Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PIB	Produto Interno Bruto
PIGRCC	Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil
PIS	Programa de Integração Social
PLHIS	Plano Local de Habitação de Interesse Social
PMGRCC	Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil
PNMA	Política Nacional de Meio Ambiente
PNRS	Plano Nacional de Resíduos Sólidos
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNUMA	Programa das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente
RCC	Resíduos da Construção Civil
RCD	Resíduos de Construção e Demolição
RMR	Região Metropolitana do Recife
RPA	Região Político Administrativa
RSU	Resíduo Sólido Urbano
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats
UBRCD	Unidades de Beneficiamento de Resíduos da Construção e Demolição
UC	Utilização em Cascata
WEF	World Economic Forum

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	17
2.	OBJETIVOS	19
	2.1. OBJETIVO GERAL	19
	2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO	19
3.	REVISÃO DA LITERATURA.....	20
	3.1. RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – RCD	20
	3.1.1. Definição de RCD.....	21
	3.1.2. RCD pelo mundo.....	21
	3.1.3. Deposição irregular de resíduos da construção civil.....	26
	3.2. LEGISLAÇÃO PERTINENTE.....	28
	3.2.1. Acordos Internacionais.....	28
	3.2.2. Legislação Nacional	30
	3.2.3. Legislação Estadual.....	32
	3.2.4. Legislação Municipal	33
	3.2.5. Resoluções e Normas ABNT	36
	3.3. VULNERABILIDADE SOCIAL.....	38
	3.4. ECONOMIA CIRCULAR	40
	3.5. ANÁLISE SWOT	44
	3.6. ROTA TECNOLÓGICA	45
4.	MATERIAL E MÉTODOS.....	47
	4.1. ÁREA DE ESTUDO	47
	4.2. PROCESSO METODOLÓGICO	50
	4.2.1. Revisão Bibliográfica	50
	4.2.2. Pesquisa Documental.....	51
	4.2.3. Dados Coletados na região.....	52
	4.2.4. Tratamento, análise e interpretação dos dados	53
	4.2.4.1. Análise dos dados gerados	54
	4.2.4.2. Análise SWOT	54
	4.2.4.3. Rota tecnológica.....	55
	4.3. PROPOSTA DO CENTRO DE BENEFICIAMENTO DE RCD	55
	4.3.1. Determinação do fluxo de produção	56
	4.3.2. Programa de necessidades.....	57

4.3.3.	Custo de implantação do CBRCD.....	57
4.4.	PRODUTOS GERADOS A PARTIR DO RCD	59
4.4.1.	Custo dos equipamentos.....	59
4.4.2.	Custo com matéria prima.....	64
4.4.3.	Custo com mão de obra	65
4.4.4.	Custo com embalagem e despesas acessórias.....	66
4.4.5.	Rateio das despesas operacionais.....	66
4.4.6.	Impostos e despesas legais	66
4.4.7.	Margem de lucro e despesas acessórias	67
4.4.8.	Preço final do produto	68
4.5.	RETORNO DO INVESTIMENTO.....	69
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	70
5.1.	DADOS COLETADOS NA REGIÃO	70
5.2.	ECONOMIA CIRCULAR E ANÁLISE SWOT.....	77
5.2.1.	Oportunidades	77
5.2.2.	Ameaças	79
5.2.3.	Pontos fortes	80
5.2.4.	Pontos fracos.....	81
5.3.	ROTA TECNOLÓGICA ATUAL.....	82
5.4.	PROPOSTA DE NOVA ROTA TECNOLÓGICA.....	85
5.5.	CENTRO DE BENEFICIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO - CBRCD..	91
5.5.1.	Determinação do fluxo de produção do CBRCD	91
5.5.2.	Programa de necessidades.....	93
5.6.	PRODUTOS GERADOS A PARTIR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO	98
5.6.1.	Custo dos equipamentos.....	99
5.6.2.	Custo com matéria prima e produção.....	103
5.6.3.	Custo com mão de obra	109
5.6.4.	Custo com embalagem e despesas acessórias.....	111
5.6.5.	Rateio das despesas operacionais.....	112
5.6.6.	Impostos e despesas legais	113
5.6.7.	Margem de lucro	114
5.6.8.	Preço final do produto	115
5.7.	RETORNO DO INVESTIMENTO.....	117

6. CONCLUSÕES.....	120
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122
APÊNDICES	131

1. INTRODUÇÃO

A população mundial vem aumentando de forma gradativa e em números absolutos. Segundo a Organização das Nações Unidas – ONU, a população mundial atingiu, em 2020, cerca de 7,79 bilhões de habitantes, com a perspectiva de atingir os 8 bilhões até 2023 (ALVES, 2019). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, a população brasileira atingirá em 2050, o número de 232,9 milhões, contra os 203,1 milhões de 2022 (IBGE, 2023a).

Por causa do incremento populacional observado nos últimos anos, a World Economic Forum (2016) indica a necessidade do aumento do número de habitações, bem como infraestrutura social, transporte e serviços públicos. Segundo a Prefeitura da Cidade do Recife – PCR (2019), no relatório do Plano Local de Habitação de Interesse Social – PLHIS, o déficit habitacional da cidade do Recife é 71.160 unidades habitacionais, no ano de 2017.

O relatório do PLHIS (PCR,2019) destaca que 43% das famílias estão em situação de coabitação e 41% encontram-se com parte da renda comprometida com o pagamento do aluguel dos imóveis habitados, evidenciando ainda mais a necessidade de novas edificações para reduzir o déficit habitacional.

O aumento no número de habitações faz com que a construção ganhe mais destaque dentro da sociedade, pois ela será responsável por esta expansão. Entretanto, apesar de bastante importante para sociedade moderna, a construção civil é uma das maiores consumidoras de recursos naturais e grande geradora de resíduos da construção, como afirmado por Lederer *et al.* (2020).

A indústria da construção consome de materiais primários cerca de 1,2 a 1,8 milhão de toneladas por ano na Europa. Além do consumo de matéria prima, o meio ambiente é impactado pelos resíduos resultantes das construções e demolições. No Brasil, estima-se que o volume de Resíduos da Construção e Demolição - RCD seja em torno de 47 milhões de toneladas por ano (ABRELPE, 2021).

Diante deste cenário, as nações preocupadas com os impactos que o ser humano vem causando ao meio ambiente, tanto por ação da indústria da construção, quanto ao modo de vida contemporâneo, iniciaram debates sobre a preservação do meio ambiente (PASSOS, 2009). Motivado por estes encontros, as nações

começaram a desenvolver leis que visaram a preservação do meio ambiente bem como regulamentar o uso consciente dos recursos naturais (DIAS, 2017).

Uma das alternativas para minimizar os danos ambientais causados por estes resíduos, está ligada a necessidade repensar o seu modelo econômico linear, baseado na ideia de extrair, utilizar e descartar (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2015). Na busca de evolução desta indústria e de um modelo econômico mais adequado para a nova realidade do setor, a Economia Circular – EC – é uma possível solução para parte deste problema.

Apesar das legislações criadas e modelos econômicos propostos, é importante entender o fluxo do RCD dentro da construção civil, levando em consideração dos geradores dos resíduos e onde são depositados. Nas regiões de vulnerabilidade social da Prefeitura da Cidade do Recife - PCR, Albuquerque (2015) e Vieira et al (2019) verificaram que haviam uma grande concentração de RCD dispostos irregularmente nas calçadas e vias públicas dos bairros. Já Paz, Lafayetter e Sobral (2017) verificaram que também está estabelecida a cultura de depositar tais materiais em terrenos baldios e nas margens dos canais, sendo que em estudo realizado na cidade vizinha, Olinda.

Por tudo que foi exposto, esta pesquisa tratou dos aspectos legais econômicos do uso do RCD, considerando a implantação da economia circular na sociedade geradora do resíduo, que por sua vez, dispõe os seus resíduos de forma regular e de outras vezes, de forma irregular. No caso, de deposição irregular, este estudo verificou que nas comunidades com vulnerabilidade social, esta deposição é maior e mais frequente, gerando para prefeitura custos adicionais de recolhimento, transporte e tratamento.

A partir destes dados, este estudo vem propor a criação de um Centro de Beneficiamento de Resíduos da Construção e Demolição – CBRCD, como uma alternativa para tratamento dos resíduos gerados, aplicando os conceitos da economia circular, de forma gerar renda para algumas famílias destas comunidades e reduzir os custos no gerenciamento destes resíduos, por parte dos entes públicos.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Desenvolver a proposta de implantação de um centro de beneficiamento de RCD em comunidade com vulnerabilidade social para fins de geração de renda para população local e reduzir os impactos ambientais causados pelas construções informais na cidade do Recife.

2.2. OBJETIVO ESPECÍFICO

De forma a atender o objetivo geral desta dissertação, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Propor a criação de centro de beneficiamento a partir da implantação da economia circular aplicada aos RCD;
- Determinar o custo dos produtos a serem produzidos no centro de beneficiamento, analisando a sua viabilidade de comercialização;
- Estabelecer o número de beneficiários atendidos pelo centro nas comunidades com vulnerabilidade social;
- Propor uma nova rota tecnológica para a coleta do RCD dispostos de forma irregular, visando a redução dos custos por parte da prefeitura municipal;
- Determinar o retorno o investimento inicial a ser realizado pelo setor público na implantação do centro de beneficiamentos dos resíduos da construção e demolição.

3. REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura deste documento tem por finalidade apresentar, de forma teórica e sob a ótica de diversos autores, os temas relacionados a geração de resíduos da construção e demolição sob o aspecto legal, econômico e social, buscando relacioná-los a fim de entender melhor o problema e propor, ao menos, uma das possíveis soluções para o problema.

Durante a revisão, fez-se necessário entender a definição do RCD e como a sua geração impacta nos diversos países do mundo. Também, foram analisadas as legislações existentes e como elas interferem na sociedade. Além, da legislação, também foram abordados os aspectos normativos sobre os resíduos da construção e demolição.

Quanto a sua geração e deposição do RCD, este trabalho deu destaque a deposição irregular dos resíduos nas vias e locais públicos, e principalmente, em comunidades com vulnerabilidade social.

Por fim, foram analisados os aspectos relacionados a um dos caminhos alternativos para gestão de renda realizando a economia circular dos resíduos, em consonância com a forma de tratamento dada aos resíduos da construção.

3.1. RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL – RCD

A indústria da construção civil, assim como as demais indústrias, é responsável pelo consumo de matéria prima e pela produção de resíduos durante o processo de fabricação dos seus produtos. No Brasil, estima-se que o volume de resíduos gerados por esta indústria seja em torno de 47 milhões de toneladas por ano (ABRELPE, 2021). Por causa da quantidade de resíduos gerados e da importância da indústria da construção civil para sociedade moderna, é que se faz necessário categorizar, normatizar e legislar sobre o assunto, com abordado nos tópicos a seguir.

3.1.1. Definição de RCD

Segundo o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, na resolução nº. 307/2002 (CONAMA, 2002), os Resíduos de Construção Civil – RCC – são oriundos dos processos construtivos de uma obra civil, podendo ser ela de uma nova construção, reparo, reforma ou a partir da sua demolição parcial ou total, resultando materiais comumente denominados de entulhos, metralhas ou caliças. Ainda segundo o CONAMA (2002), a composição deste material é heterogênea e poderá conter solos, rochas, tijolos e blocos cerâmicos, concreto, argamassa, gesso, metais, madeiras, vidros, plásticos, resinas, tintas, plásticos, entre outros materiais.

A partir da definição da resolução do CONAMA, é possível estabelecer que os resíduos são gerados a partir de três estágios distintos do ciclo de vida de uma edificação, começando pela sua construção, depois pela sua adaptação e manutenção e, por fim, a demolição (CONAMA, 2002). Quanto aos resíduos provenientes do primeiro estágio, segundo Janani e Kaveri (2020), parte destes resíduos são gerados pelo desperdício relacionados ao processo construtivo e que podem ser caracterizados por três tipos: mau uso dos materiais, emprego em ações desnecessárias ou o mau uso dos equipamentos. Nos demais estágios, os resíduos são gerados naturalmente pela própria atividade realizada.

Quanto à denominação RCC, alguns autores preferem tratar os resíduos da construção como RCD, ou em inglês, Construction and Demolition Waste – CDW – como mais adequado para este material (CRISTIAN et al, 2021; Foster, 2020; (BENACHIO; FREITAS; TAVARES, 2020). Isto se deve ao fato do termo RCD englobar não apenas os resíduos da construção, mas também os entulhos e metralhas oriundos do trabalho de demolição.

3.1.2. RCD pelo mundo

Niu *et al.* (2021) afirmou que a necessidade de buscar um futuro mais sustentável é amplamente reconhecida dentro do setor da construção civil, não apenas por causa da falta de recursos materiais e energéticos, mas também por causa das preocupações com as rápidas mudanças climáticas.

De acordo com Ghaffar, Burman e Braimah, (2020), políticas em todo o mundo reconhece que o setor da construção precisa de ações imediatas de mitigação para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, mudanças climáticas e esgotamento de recursos. Estas políticas devem ter o foco na adoção de uma abordagem de economia circular para garantir o uso sustentável destes resíduos.

Segundo Bao e Lu (2020), a gestão adequada do RCD é um grande desafio, principalmente em países emergentes, onde o desenvolvimento econômico induz o aumento do consumo de materiais e o aumento na geração de resíduos. Ainda segundo os autores, grandes atividades de construção geram enormes quantidades de resíduos, mas essas economias carecem de capacidade de gestão de RCD para atingir objetivos de desenvolvimento sustentável.

Por serem processos onerosos, alinhados a uma logística diferenciada, muitos poluidores optam por descartar os resíduos sem qualquer tipo de tratamento. Como afirmou Su (2020) a reciclagem dos resíduos da construção é uma engenharia complicada pois, inclui produção, transporte, processamento, reciclagem e assim por diante. Portanto, a ação de realizar a destinação correta é, por vezes, negligenciada por parte dos geradores destes resíduos.

Menegaki e Damigos (2018) apresenta em seu estudo a relação dos principais geradores mundiais de RCD e correlaciona os dados com a população, a área territorial e com o PIB de cada nação, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Geração de RCD por país

ID	PAÍS	RCD GERADO (milhões de ton)	ÁREA (km²)	POPULAÇÃO 2018 (Milhões)	PIB 2018 (USD)
1	Hong Kong	20,0	1.050	7,4	363,0
2	Austrália	20,4	7.692.020	25,0	1.464
3	Holanda	22,0	33.690	17,2	914
4	Itália	39,0	294.140	60,5	2.084
5	Reino Unido	58,0	241.930	66,5	2.855
6	França	65,0	547.557	67	2.778
7	Alemanha	86,0	349.360	83	3.948
8	Estados Unidos	534,0	9.147.420	327	20.544
9	China	1130,0	9.388.210	1393	13.608

Fonte: (MENEGAKI; DAMIGOS, 2018)

Apesar de ser um problema comum para todo o mundo, as formas de encarar-lo é bem diversificado e está ligada diretamente as questões culturais e o nível de desenvolvimento econômico de cada país ou região. A seguir, alguns exemplos de como estas regiões e países se comportam frente a questão do RCD.

3.1.2.1. União Europeia

Como apresentado por Menegaki e Damigos (2018), os países membros da União Europeia – EU - produziram cerca de 333 milhões de toneladas de RCD em 2014, dos quais 90% são de materiais inertes, 7% de materiais não inertes e 3% de materiais perigosos, sem considerar os materiais provenientes da escavação de solos. Destes países, os maiores geradores foram a Alemanha, com cerca de 86 milhões de toneladas, seguido da França com 65 milhões de toneladas e logo após, o Reino Unido com 58 milhões de toneladas.

Apesar disso, os países da União Europeia estão dentre aqueles que mais reciclam em comparação com as demais nações. Segundo Ruiz, Ramón e Domingo (2020), este fato se deve as inúmeras estratégias que visaram o desenvolvimento econômico do bloco, além das reduções dos impactos ambientais, e redução dos gases de efeito estufa. Os autores concluem que estas estratégias presentes em sua legislação criaram mecanismos voltados para recirculação destes resíduos e na redução da extração de recursos.

A Diretiva 2008/98/CE é considerada um documento inicial sobre a implementação das melhores práticas de gestão de resíduos. Suas diretrizes são reduzir a quantidade de resíduos, reutilizar e reciclar o máximo, limitar a incineração de materiais não recicláveis, eliminar gradualmente a deposição em aterros dos materiais não recicláveis ou não recuperáveis e assegurar a implementação destas políticas nos países membros (EUROSAT, 2018).

Apesar da Diretiva, cada país abordar o tema de forma particular, levado pelos seus métodos construtivos e sua legislação interna. Os holandeses, por exemplo, desejam implantar a economia circular até 2050, porém esta ação gera uma enorme pressão sobre o setor industrial da construção (YUA *et al.*, 2021). Este setor, por sua vez, já vem reduzindo o descarte irresponsável reciclando mais de 95% do RCD, apesar de que apenas 3 % retorna ao setor, sendo o restante destinado a obras de infraestrutura rodoviária.

Em países da Europa Setentrional, o volume do RCD é bastante impactado pela grande quantidade de madeira, seja ela estrutural ou apenas para acabamentos e divisórias. Segundo Niu *et al.* (2021), devido ao grande volume deste material, estes países buscam implantar o que é conhecido como Utilização em Cascata (UC), que

por definição é a reutilização dos resíduos gerados pelo fim da vida útil das edificações que utilizam, na sua maioria, madeira como matéria prima para construção de novas edificações.

Ainda sobre o uso de elementos de madeira, Niu *et al.* (2021) estabelece que, quando a peça de madeira demolida tinha função estrutural, avalia-se a possibilidade desta realizar o mesmo trabalho novamente. Não sendo possível, esta peça estrutural poderá ser encaminhada para outro fim, podendo ser beneficiada e utilizada como elemento de fechamento ou acabamento. Niu *et al.* (2021) continua afirmando que a função da madeira demolida estava ligada a divisão e fechamento dos ambientes, bem como acabamento, avalia-se a possibilidade de também serem utilizadas para o mesmo fim. E no caso em que as peças estruturais ou de acabamento não possam mais ser utilizadas no processo construtivo, este material é destinado para o seu uso energético

Apesar deste grande volume de madeira, a Finlândia não consegue pôr em prática a UC, pois além as próprias barreiras mercadológicas e legislativas, a forma de demolição da parte estrutural das edificações é de forma destrutiva, ao invés da desmontagem focada no reaproveitamento. Segundo Niu *et al.* (2021), a escolha por esta forma de demolição está ligada a eficiência, sob o aspecto da velocidade de realização da atividade, e o custo.

3.1.2.2. Estados Unidos

Figurando com segundo maior gerador de RCD do planeta, o Estados Unidos gerou em 2018, cerca de 543 milhões toneladas de resíduos, ficando apenas atrás da China (MENEGAKI; DAMIGOS, 2018). Porém, a taxa de geração de RCD por habitante é uma das mais altas, perdendo apenas para Hong Kong. O país gerou cerca de 1,63 toneladas por habitante em 2018, enquanto Hong Kong gerou 2,70 toneladas per capita.

Kabirifar *et al.* (2020) afirma que em 2014, 534 milhões de toneladas foram gerados, onde das quais 28,9 milhões de toneladas foram provenientes da construção de edifícios, estradas, pontes e outras atividades da construção e 505,1 milhões de toneladas foram provenientes das demolições. Este volume de demolição é composto

por concreto, aço, produtos de madeira, telhas de barro e asfáltica e massa para acabamento. Assim como na Holanda, a maior reutilização dos resíduos está ligada ao uso de agregado para infraestrutura.

3.2.1.3. Países asiáticos

Segundo Menegaki e Damigos (2018) a China é um dos países que mais produz RCD, produzindo cerca de 1153 milhões de toneladas em 2018. Porém, quando comparado a sua extensão territorial, sua população e ao PIB, o país apresenta números dentro dos países pesquisados. O país gerou cerca de 810 kg de RCD, números similares a Austrália e ao Reino Unido.

O governo da China incorporou a Economia Circular – EC – como pilar central de seus planos nacionais de desenvolvimento econômico e social. Em 2009, por exemplo, estabeleceu a Lei de Promoção da Economia Circular do Representante do Povo da China (MERLI et al., 2018). Yua *et al.* (2021) expõe que o governo do país não espera que o setor industrial tome a frente do processo de reciclagem e insere o tema RCD e Economia Circular na agenda governamental.

Bao e Lu (2020) informam que o governo chinês, visando aumentar o mercado da indústria de reciclagem de RCD, vem estipulando desde janeiro de 2020, cotas para o transporte de resíduos para fora do canteiro que, a depender do tipo do projeto, se é uma nova construção, reforma ou demolição, estes valores podem variar. Por exemplo, mais que 10% dos resíduos de demolição gerados não podem ser transportados para fora de uma local.

No caso do Japão, o governo desenvolveu a Lei Básica de Criação de uma sociedade baseada em reciclagem, construída sobre o princípio 3R's (Reduzir, Reutilizar, Reciclar) (GEISSDOERFER et al., 2016). Desta forma, não só a ideia de reciclagem está enraizada nas ações do dia a dia, como também estão dentro do pensamento da construção civil.

Quanto à Hong Kong, de acordo com a tabela apresentada por Menegaki e Damigos (2018), este é um dos países que possui a maior relação PIB x RCD gerado, assim como o maior volume de RCD em comparação com a sua área territorial e

população. De acordo com Esa, Halog e Rigamonti (2017), 26 mil toneladas de RCD foram geradas diariamente na Malásia.

Quanto à Índia, cerca de 14,5 milhões de toneladas de RCD são geradas anualmente, colocando muita pressão sobre os espaços já severamente limitados nos aterros. O grande volume gerado está ligado diretamente ao fato de a Índia ser um país de economia emergente (ESA; HALOG; RIGAMONTI, 2017). No entanto, o não reaproveitamento dos resíduos gerados causa impactos ambientais, econômicos e sociais, representando um grave problema em várias cidades do mundo (SOUZA et al, 2021).

3.1.3. Deposição irregular de resíduos da construção civil

A deposição irregular de RCD é uma prática comum em diversas regiões do país, tornando-se objeto de estudo na área acadêmica, gerando artigos, teses e dissertações a respeito do assunto. Em Pernambuco, estado onde está sendo realizado esta pesquisa, foram identificados diversos documentos que tratam do RCD na Região Metropolitana do Recife, assim como na própria capital.

A capital pernambucana, Recife, foi estudada por vários autores que trouxeram o mesmo cenário encontrado nas visitas realizadas nos locais de estudo, bem como os demais documentos analisados. Os autores Vieira *et al.* (2019) identificaram diversos pontos de deposição irregular nas vias públicas e calçadas, prejudicando o deslocamento de veículos e transeuntes, degradando a paisagem urbana. Vieira *et al.* (2019) também constatou a presença de depósitos irregulares em terrenos baldios, encostas, córregos e canais.

Em Camaragibe, Holanda *et al.*, (2022) mapeou 124 pontos de deposição irregular de RCD no município, dos quais 64 foram localizados na Região Político Administrativa 1 – RPA 1, que possui cerca de 20,2% do território, composta por treze dos vinte e nove bairros do município, tornando-a região mais populosa da cidade. Os autores ressaltam a importância de correlacionar a deposição irregular com a faixa de renda da população do local. Por fim, o artigo demonstra que 79,8% dos pontos cadastrados se encontram em áreas de baixa renda e, que maior parte das deposições irregulares são provenientes de pequenos geradores da região.

Silva (2017) identificou, no município do Cabo de Santo Agostinho, o total de 85 pontos de deposição irregular distribuídos em seis das nove regiões político-administrativa da cidade. Ainda neste estudo, foi verificado que os resíduos não apresentam uma homogeneidade com relação ao seu conteúdo, seguindo a classificação da resolução do CONAMA nº. 307. Na maioria das áreas estudadas e dos pontos identificados, as classes A, B e C encontram-se misturadas.

Silva (2017) ressalta que parte destes descartes ocorreram em terrenos baldios, as margens de logradouros públicos e próximo a cursos d'água, em locais em que a população possui um menor poder aquisitivo. Por fim, o autor conclui que o RCD identificado em muitos pontos mapeados são oriundos de pequenas obras, que em sua maioria são informais, e que falta de fiscalização por parte do município faz com que não haja uma preocupação da população em obedecer a legislação vigente.

Em seu artigo, Paz *et al.* (2019) analisaram os pontos de deposição irregular no município de Paulista/PE, também pertencente a RMR. Neste estudo, foram mapeados e analisados 148 pontos, onde a maioria estavam localizadas em vias públicas e em locais de movimentação de veículos e pedestres. Os autores afirmam que em diversos pontos, foi verificado o RCD estava misturado a resíduos orgânicos, dificultando a sua reciclagem e atraindo vetores causadores de doenças.

Segundo Paz *et al.* (2019), a predominância do RCD encontrado era da classe A, seguido pela classe B e C. Neste estudo, dos 148 pontos, 82 continuam predominantemente resíduos como concreto, argamassas, tijolos e materiais cerâmicos. Já em 31 destes pontos, a predominância era por materiais recicláveis como madeira, metal, papel e plásticos.

O artigo de Falcão *et al.* (2012) abordou a cidade de Olinda, mapeando 34 pontos, onde 30 foram classificados como deposição ilegal e 4 como pontos irregulares de maior volume. Infelizmente, o estudo não se aprofundou nas causas e nem nas características socioambientais destas deposições. Apesar disso, o estudo confirma a informação trazida pelos demais estudos, que a maior parte da composição do RCD é formada por produtos da classe A, ou seja, concreto, argamassa e materiais cerâmicos.

No agreste de Pernambuco, na cidade de Caruaru, Júnior (2022) realizou o mapeamento de 410 pontos de deposição irregular. Assim como em outras cidades foi verificado a predominância dos resíduos de classe A, segundo a resolução do

CONAMA, seguidos pela classe B e C. Porém, na maioria dos pontos estudados, a quantidade de várias classes misturadas foi bem maior do que o material segregado. Neste estudo, Júnior (2022) mostrou que 185 era resíduos da classe A ou B, enquanto 183 pontos continham A e B misturados, 29 contendo A, B e C, e 12 pontos composto por todas as classes.

Constatou-se que 79,27% dos pontos mapeados encontravam-se em locais de classe baixa, evidenciando a falta de recursos para o correto descarte do RCD produzidos em suas obras. Além disso, a densidade de pontos está ligada diretamente a renda média familiar das famílias residentes. Júnior (2022) também constatou que a grande maioria dos pontos identificados estão as margens das vias públicas, depositados nas calçadas e em parte das vias, causando transtorno para o trânsito de veículos e pedestres.

3.2. LEGISLAÇÃO PERTINENTE

3.2.1. Acordos Internacionais

Durante muitos séculos, as ações do homem sobre o planeta passaram despercebidas quanto ao tema proteção ambiental. Apenas no século XX foi que o assunto começou a ser tratado pelos governos.

“Ao recuar no tempo, em busca das primeiras tentativas de se estabelecer um acordo de abrangência internacional, com o propósito de regular a ação humana sobre o ambiente, destaca-se a realizada pela Coroa Inglesa, no ano de 1900, quando promoveu em Londres uma reunião com as principais potências europeias colonizadoras com o objetivo de conter a caça indiscriminada nas colônias africanas (DIAS, 2017, p.8).”

Esta reunião foi intitulada “Convenção para a Preservação de Animais, Pássaros e Peixes da África” (DIAS, 2017) e visava apenas o estabelecimento de calendário para realização de caça nas colônias dos países participantes. Após esta reunião, várias outras se formaram com foco nos recursos ambientais, porém sem relevância para a discussão ambiental.

Em 1972, a Organização das Nações Unidas – ONU realiza a conferência de Estocolmo, que foi considerado por muitos como o início do debate ambiental em todo

o mundo. Como abordado por Passos (2009), a motivação da conferência se deve a crise ambiental que já era evidente na década de 1960, só veio a agravar-se ao longo das décadas, em função de uma série de desastres e desequilíbrios ambientais, passando a constituir fator de maior preocupação dos Estados e da comunidade científica, levando-a a repensar novas estratégias para o trato desta problemática de ordem mundial.

Após a conclusão da Conferência de Estocolmo, teve início a construção de mecanismos de proteção ambiental afim de buscar meios para reduzir os danos causados pela ação antropomórfica no planeta. Dentre estes mecanismos, foi constituído o Programa das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente – PNUMA, que por sua vez ficou responsável pelas ações ambientais por parte da ONU.

A Conferência de Nairobi, em 1982, de acordo com DIAS (2017, p.11), teve como proposta fazer:

“[...] um balanço do programa proposto em Estocolmo, assim como uma avaliação geral das condições ambientais em nível mundial, chegando-se a um quadro pouco otimista quanto à implementação de ações concretas que tivessem alterado de forma positiva a situação.”

Em 1983, foi criada na Assembleia Geral da ONU, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – CMMAD, também conhecida como Comissão Brundtland, teve um papel importante após a conferência de Nairobi visto que, através do seu relatório “Nosso Futuro Comum” influenciou diretamente as demais conferências e documentos por vir (DIAS, 2017).

Em 1992, foi realizada Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento – CNUMAD – realizada no Brasil, na cidade do Rio de Janeiro, ou como é comumente conhecida Conferência Rio 92 (PASSOS, 2009). Nesta conferência “[...] foi aprovada pelos participantes uma série de intenções, voltadas para uma melhoria das condições ambientais no planeta” (DIAS, 2017; BRASIL, 1988). Além disso, também foram analisados os progressos obtidos desde 1978 até então.

Em 2002 em Joanesburgo, na África do Sul, mais uma CNUMAD, que ficou conhecida com RIO+10. Nesta conferência, o secretário geral da ONU, Kofi Annan, reconheceu a dificuldade em viabilizar os projetos determinados nas conferências anteriores (DIAS, 2017). Dias (2017) continua afirmando que, outro fator negativo foi

a abordarem social dada a conferência, que a fez perder o foco das questões ambientais.

Após a Rio+10 foi elaborada a Agenda 21 global, que por sua vez, ensejou a elaboração das Agendas 21 nacionais e locais. Segundo Junior (2019), em setembro de 2002, na chamada “Cúpula do Milênio das Nações Unidas”, na sede da ONU, em Nova Iorque, 191 países participantes adotaram de forma unânime a resolução nº 55/2, conhecida como “Declaração do Milênio das Nações Unidas”, que tratava dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio – ODM. Em 2015, durante a “Cúpula de Desenvolvimento Sustentável na Assembleia Geral da Organização das Nações Unidas (ONU)”, mais uma vez, vendo a importância de traçar metas para proteção do meio ambiente e desenvolvimento sustentável, traçaram os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Visando manter a regularidade das grandes conferências, a ONU retornou ao Rio de Janeiro, 10 anos após a Rio+10, para realizar a CNUMAD 2012, conhecida também como RIO+20 (DIAS, 2017). O diferencial deste evento foi a sua abordagem com o cunho econômico e do desenvolvimento sustentável.

Por fim, em setembro de 2015, a ONU ratificou a Agenda 2030 como sendo a substituta da Agenda 21, citada anteriormente (JUNIOR, 2019). A Agenda 2030 é composta por 17 objetivos e 169 metas, que devem ser cumpridas até 2030.

3.2.2. Legislação Nacional

Entendendo a importância da preservação do meio ambiente, o governo federal, no ano de 1981, promulgou a Lei federal nº. 6.938/81, que instituiu a Política Nacional de Meio Ambiente – PNMA que teve por objetivo “[...] a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana [...]” (BRASIL, 1981), Art. 2). Em seguida, na Constituição Federal, este compromisso foi reforçado, no Art. 225, em que estado brasileiro assegura a preservação, proteção e regulamentação do uso consciente dos recursos naturais (BRASIL, 1988).

Com o passar dos anos, várias outras leis vieram a alterar os termos da PNMA. Todavia, não apresentaram ações efetivas quanto à redução, reutilização, reciclagem e destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos – RSU gerados. Apenas 29 anos depois é que, efetivamente, o assunto voltou a ser tratado de forma específica, com a promulgação do Plano Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, por meio da Lei nº. 12.305, (BRASIL, 2010). Na citada lei, o governo federal estabelece regras quanto às ações a serem tomadas em todos os níveis governamentais (federal, estadual, distrital e municipal) sobre o assunto.

O PNRS possui vários objetivos importantes como a determinação do fim dos lixões, a obrigatoriedade por parte dos entes da federação em manter locais apropriados para armazenamento e tratamentos dos resíduos sólidos, da necessidade dos planos de gerenciamento de resíduos estadual, municipal e distrital, assim como a estimular padrões de consumo, produção sustentáveis e logística reversa. (BRASIL, 2010).

Para os principais objetivos do Plano Nacional foram estabelecidos prazos para o seu cumprimento. Com relação ao prazo para elaboração dos planos estaduais, intermunicipais, municipais e distrital de resíduos sólidos, foi estabelecido o prazo de 2 anos após a publicação da lei, conforme o artigo 55, da lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010).

Com relação ao prazo para instalação de aterros sanitários e a deposição final ambientalmente adequada, que inicialmente foi determinado para 4 anos após a data de publicação da lei (art. 54 da lei 12.305/2010), este foi adiado para 2015, em seguida para 2019 e, por fim chegando até julho 2024, conforme a lei 14.206, de 2020, que estabeleceu que o prazo final de 2024 para municípios com população inferior a 50.000 habitantes no Censo de 2010.

Apesar de não ser destinada para este fim, a Lei nº. 11.445 (BRASIL, 2007), trata das ações relacionadas aos resíduos domiciliares, limpeza urbana e aos resíduos sólidos gerados a partir das suas ações. Voltando a Lei específica, o PNRS estabelece que o governo federal, os estados, distrito federal e municípios elaborem os seus respectivos planos de resíduos sólidos. Para cada ente, foi estabelecido o conteúdo mínimo a ser tratado em cada plano, apresentados nas seções II, III e IV, da referida Lei.

3.2.3. Legislação Estadual

O estado de Pernambuco, local do objeto deste estudo, através da lei estadual nº. 12.008, de 1º de junho de 2001, estabeleceu a Política estadual de Resíduos Sólidos, antes mesmo da PNRS (PERNAMBUCO, 2001). A lei trouxe como objetivo a proteção do meio ambiente, como o uso racional dos recursos naturais, buscando evitar o agravamento dos problemas gerados antes da lei pelos resíduos sólidos, assim como estimular a recuperação de áreas degradadas.

Ficou sobre a responsabilidade do CPRH – Companhia Pernambucana do Meio Ambiente – o trabalho de licenciar e fiscalizar as atividades relacionadas a gestão dos RSU no estado de Pernambuco, assim como as demais ações relacionadas aos resíduos. Em parte, as ações de fiscalização foram compartilhadas com a Vigilância Sanitária e os Municípios, que também possuíam suas próprias leis (PERNAMBUCO, 2001).

Em 13 de dezembro de 2010, motivado pela PNRS, a lei estadual nº 12.008 foi revogada, cedendo lugar a lei estadual nº 14.236, que instituiu a Política Estadual de Resíduos Sólidos do Estado de Pernambuco – PERS, que estabelece as diretrizes gerais, princípios, objetivos, instrumentos, gestão e gerenciamento, responsabilidades e instrumentos econômicos aplicáveis aos resíduos sólidos do estado de Pernambuco (PERNAMBUCO, 2010).

A PERS estabelece no Art. 8º o Programa Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos – PEGRS, que define as responsabilidades e os procedimentos institucionais para implementação da política de forma local e regional dentro do estado, e o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PGIRS, que devem ser estabelecidos por cada município, através de leis específicas (PERNAMBUCO, 2010).

Quanto à fiscalização, licenciamento e orientação da política estadual, a lei subdividiu a responsabilidade entre a CONSEMA – Conselho Estadual do Meio Ambiente, a SECTMA – Secretaria de Ciência Tecnologia e Meio Ambiente, o CPRH e as agências municipais, como órgãos complementares.

Em julho de 2012, o governo do estado de Pernambuco publicou a primeira versão do seu Plano Estadual de Resíduos Sólidos, através da Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMAS, em parceria com outros órgãos estaduais, entes federais, concessionárias e demais setores da sociedade (PERNAMBUCO,

2012). O PERS utilizou a divisão do estado em Regiões de Desenvolvimento – RD - com o intuito de facilitar a implantação dos planos intermunicipais, gestão do orçamento, participação da sociedade, bem como atender as particularidades de cada região.

Para maior parte das RD, foram elaborados os Planos Intermunicipais de Resíduos Sólidos - PIRS cuja finalidade é realizar o diagnóstico de cada região, levando em consideração as suas características socioeconômicas e ambientais, assim como a legislação vigente em cada município e sua relação com os planos nacional e estadual de resíduos sólidos. Nestes planos, também foram estabelecidas projeções quanto ao crescimento populacional, geração de resíduos e demais indicadores que visavam facilitar a gestão (PERNAMBUCO, 2012).

Em paralelo, o Tribunal de Contas do Estado de Pernambuco – TCE/PE divulga desde de 2014, o levantamento das cidades que destinam os seus resíduos de acordo com a Lei Estadual 14.236/2010 e a Lei Federal nº. 12.305/2010. Neste levantamento, é possível identificar a evolução do número de cidades que estão deixando de destinar os seus resíduos urbanos para lixões e estão destinando para aterros sanitários (TCP/PE, 2019).

O TCE/PE (2020) informou, no site da instituição, o balanço do ano de 2020 que, dos 184 municípios pernambucanos, 113 destinaram os seus resíduos para aterros sanitários enquanto 71 municípios ainda destinam os RSU para lixões. No relatório emitido em 2019, o TCP/PE (2019) apontou que a responsabilização pelo não cumprimento da Lei Federal nº. 12.305/2010, está na Lei Federal nº. 9.602/1998, no art. 68, que a pena é de detenção de um a três anos, e multa, daquele que tiver o dever legal ou contratual de fazer cumprir a obrigação de relevante interesse social.

3.2.4. Legislação Municipal

No município do Recife, a primeira lei que trata dos resíduos sólidos, foi a Lei Municipal nº. 14.091, promulgada em 12 de dezembro de 1979. Nesta lei, não havia ainda a definição de resíduo de construção e demolição, sendo o mais próximo dessa definição o termo Resíduos sólidos especiais, definido no art. 3, inciso III (RECIFE, 1979) “os que, por sua composição qualitativa e ou quantitativa, requeiram cuidados

especiais em qualquer das seguintes fases: acondicionamento, coleta, transporte e destinação final”

Em 1986, com a Lei Municipal nº. 14.903, a prefeitura estabeleceu sanções aos atos ofensivos a limpeza urbana, são tratados os resíduos sólidos gerados pela construção civil (RECIFE, 1986). No art. 13, traz as penalidades relacionadas aos RCD provenientes de construções, demolições, terraplenagens e desteros. No mesmo artigo, esta lei estabelece que os materiais provenientes da podaço, jardinagem ou similar também fazem parte do mesmo grupo. Foram definidas também, as seguintes penalidades:

I - Deportá-lo para coleta especial em local não previamente indicado pelo órgão municipal encarregado da limpeza urbana multa - 3,00 a 6,00 UFR; Ver tópico

II - Depositá-lo para coleta especial sem obediência às exigências de condicionamento previstos nos regulamentos municipais e nas regras técnicas do órgão municipal encarregado da limpeza urbana - multa de 3,00 a 6,00 UFR. Ver tópico

Parágrafo Único - Ultrapassando o volume de 1m³, o usuário deverá solicitar ao órgão municipal encarregado da limpeza urbana a remoção do lixo e pagar pelo serviço especial, ou promover-lhe o transporte por sua conta a responsabilidade, em conformidade com as exigência do órgão municipal encarregado da limpeza urbana, não procedendo regularmente a nenhuma destas alternativas, aplicar-se-lhe-à multa de 5,00 a 10,00 UFR, sem prejuízos do pagamento dos serviços realizados pelo órgão municipal encarregado da limpeza urbana. Ver tópico (RECIFE, 1986)

Apesar de ter um item específico para RCD, outros artigos que estão relacionados ao transporte e deposição irregular também impactaram neste grupo de resíduos (art. 14, 17, 19).

Na Lei Municipal nº. 16.377, de 16 de janeiro de 1998, altera a lei de 14.903/86 no que tange o artigo 13, relacionado os ao volume dos resíduos depositados em via pública, estabelecendo a quantidade mínima para a sanção. O volume é de 0,30m³ ou 300 litros (RECIFE, 1998a). No art. 3º, estabelece que será de responsabilidade por aplicar as devidas sanções a Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana – EMLURB, a secretaria de Serviços Públicos e Secretaria de Planejamento, através da Diretoria Geral de Coordenação e Controle Urbana e Ambiental - DIRCON e a guarda Civil. No art. 4, tem-se:

Art. 4º - Toda construção, demolição, reforma ou similar, licenciada a partir de publicação desta Lei, seja qual for a sua destinação, deverá

ser dotada de contenedores, caçambas metálicas ou outros recipientes apropriados, como receptáculos de lixo e demais resíduos, segundo modelo, localização e especificações a serem previstos em regulamento, sob pena das sanções estabelecidas nesta Lei. (Multa Aplicável - Pessoa Física R\$ 40,00 à 80,00 – Pessoa Jurídica R\$ 140 à 280,00)

...

Art.11º-Fica delegada a Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana-EMLURB, competência para celebrar Termo de Cessão de Uso de materiais recicláveis de lixo urbano, com pessoas físicas e jurídicas, em estrita observância às normas municipais pertinentes do qual deverá constar, que o cessionário fica obrigado a:

Parágrafo Único - A Empresa de Manutenção e Limpeza Urbana – EMLURB observará, no exercício da delegação definida no caput deste artigo, bem como em todas as suas relações com terceiros privados que executem os serviços de coleta de entulhos e podaço, o princípio da igualdade de oportunidades, evitando privilegiar quaisquer empresas em detrimento de outras.

I - Coletar materiais recicláveis somente em locais e horários previamente designados pela EMLURB;

II- Usar equipamento de coleta padronizados;

III - Usar normas de identificação e utilizar equipamentos de segurança, conservação e limpeza;

IV - Utilizar a área municipal exclusivamente para o atendimento das finalidades estabelecidas no caput deste artigo. (RECIFE, 1998a)

Em novembro de 1998, é promulgado o decreto 18.802, que “Regulamenta a Lei nº 16.377/98 no que tange ao transporte e deposição de resíduos de construção civil e outros resíduos não abrangidos pela coleta regular e dá outras providências.” Em seu art. 1º, é estabelecido que a prestação dos serviços de coleta, transporte e destinação final de resíduos sólidos oriundos da construção civil e outros em aterros sanitários administrados pelo município e estações de transbordo, não abrangida pela coleta regular, será disciplinada pelo presente decreto (RECIFE, 1998b).

No art. 2º desta lei, fica estabelecido que a EMLURB limitar-se-á a recolher o volume máximo de 0,30m³, equivalente à 300 litros de resíduos, inclusive para obras e/ou reformas (RECIFE, 1998b). O volume citado no art. 2º visava atender o que posteriormente seria denominado “pequeno gerador”. Além disso, caso a comunidade quisesse determinar um local para destinar os resíduos sólidos, deveria seguir o art. 6º que informa: “A utilização de áreas de particulares para o destino final dos resíduos oriundos da construção civil e outros, dependerá de prévia autorização da EMLURB, mediante estudo detalhado das implicações do uso de imóvel para tal finalidade”. Esta lei também estabelece, no art. 14, os valores que deveriam ser cobrados pela

EMLURB relativo à deposição final dos resíduos, por parte das empresas credenciadas, que por sua vez repassam este custo aos contratantes.

Por fim, a prefeitura promulga em 04 de janeiro de 2005, a Lei Municipal nº. 17.072, que “estabelece as diretrizes e critério para o Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil”. Nesta lei, é verificado que há uma distinção entre o pequeno gerador, que produz até 1,0 m³/dia, e o grande gerador, que produz mais de 1,0 m³/dia de RCD. E por haver esta distinção, fica claro que maior parte dos artigos são voltados para os grandes geradores, deixando de lado as ações que devem ser tomadas pelos pequenos geradores. Por fim, a citada lei também regulamenta as questões relacionadas ao transporte, deposição e penalidades, caso haja o descumprimento da lei (RECIFE, 2005).

3.2.5. Resoluções e Normas ABNT

Além das leis e decretos sancionados pelo governo federal, o mercado da construção civil e gestores ambientais devem atentar para as normas e resoluções vigentes acerca do assunto. Quanto às resoluções voltadas para o RCD, o governo federal, através da já citada Lei federal nº. 6.938/81, criou o Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA, que tem por finalidade deliberar sobre temas relacionados ao meio ambiente, através do debate com representantes governamentais, ONGs e demais integrantes da sociedade.

No ano de 2002, o CONAMA emitiu a resolução nº. 307, que estabeleceu procedimentos para gestão de resíduos da construção civil. Neste documento, além das definições e classificações sobre o RCD, trouxe o conceito de responsabilidade compartilhada que envolve todos os integrantes da cadeia, iniciando com o gerador dos resíduos, passando pelos transportadores e gestores públicos e, por fim os destinatários deste produto (CONAMA, 2002). Esta resolução trouxe a classificação dos resíduos conforme Quadro 1, a seguir:

Quadro 1 - Classificação baseada na resolução do CONAMA nº 307

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

Fonte: autor, 2023

Após a emissão desta, outras resoluções alteraram parte do texto original da resolução 307, alterando os seus artigos a fim de melhorar o entendimento relacionados ao assunto, como listado no Quadro 2.

Quadro 2– resumos das alterações da resolução do CONAMA nº 307

RESOLUÇÃO	ALTERAÇÕES
Resolução nº 348	Altera a Resolução CONAMA no 307, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos
Resolução nº 431	Altera o art. 3º da Resolução nº 307, estabelecendo nova classificação para o gesso
Resolução nº 448	Altera os arts. 2º , 4º , 5º , 6º , 8º , 9º , 10, 11 da Resolução nº 307
Resolução nº 469	Altera a Resolução CONAMA n 307, no seu art. 3º. incluindo embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso na classe de resíduos recicláveis para outras destinações

Fonte: o autor (2023)

Quanto às normas e padronizações, o país conta com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, que é uma entidade privada sem fins lucrativos que tem por finalidade padronizar as técnicas de produção no Brasil. No tocante aos RCD, a ABNT possui em seu catálogo 5 normas específicas como apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 – Normas ABNT relacionadas aos RCD.

NORMAS	ASSUNTO
NBR 15.112	Resíduos da construção civil e resíduos volumosos – Áreas de transbordo e triagem – Diretrizes para projeto, implantação e operação
NBR 15.113	Resíduos sólidos da construção civil e resíduos inertes. Aterros. Diretrizes para projeto, implantação e operação
NBR 15.114	Resíduos sólidos da construção civil. Áreas de Reciclagem. Diretrizes para projeto, implantação e operação
NBR 15.115	Agregados reciclados de resíduos sólidos na construção civil- Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos
NBR 15.116	Agregados reciclados de resíduos sólidos na construção civil – Utilização em pavimentação e preparo de concreto sem função estrutural - Requisitos.

Fonte: o autor (2023)

Além destas normas específicas, a ABNT também possui uma norma relacionada a classificação dos resíduos que auxilia na classificação e distinção dos resíduos. A norma que trata desta classificação é a norma NBR 10.004/2004 (ABNT, 2004f).

3.3. VULNERABILIDADE SOCIAL

De acordo com Julião e Lima (2020) o conceito de pobreza vem sendo substituído pelo conceito de vulnerabilidade social, pois o conceito de pobreza se limita a dimensão estritamente monetária, enquanto a vulnerabilidade social leva em consideração diversos outros aspectos da vida do indivíduo. O conceito de vulnerabilidade social também leva em consideração fatores relacionados à infraestrutura que atende o cidadão em sua região, renda e emprego, mortalidade infantil entre outros (IPEA, 2021).

Segundo Righetto, Vitorino e Torrado (2018), com o crescimento o volume de informação, a partir do século XX, motivado pelo modelo econômico e produtivo, e pela evolução nos meios de comunicação, houve a ascensão da sociedade da informação. Esta sociedade, inundada de dados gera informações de cunho sociocultural que deve ser levado em consideração no momento de classificar a situação de um indivíduo dentro desta sociedade. Os autores concluem informando

que desta forma, discutir a pobreza simplesmente pela renda não é o suficiente nos dias de hoje.

Por esta razão, o IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – construiu o Índice de Vulnerabilidade Social – IVS, que com os dados do Atlas do Desenvolvimento Humano – ADH – buscar destacar as diferentes situações indicativas de exclusão e vulnerabilidade social em todo Brasil. O IVS apresenta dezesseis itens dividido em três dimensões que abrange os principais aspectos relacionados ao cidadão. O Quadro 4 apresenta um resumo destas dimensões e indicadores:

Quadro 4 – Itens e dimensões do IVS

DIMENSÃO	INDICADOR
IVS* Infraestrutura Urbana	Percentual de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados
	Percentual da população que vive em domicílios urbanos sem serviço de coleta de lixo
	Percentual de pessoas que vivem em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo e que gastam mais de uma hora até o trabalho no total de pessoas ocupadas, vulneráveis e que retornam diariamente do trabalho
IVS* Capital Humano	Mortalidade até um ano de idade
	Percentual de crianças de 0 a 5 anos que não frequentam a escola
	Percentual de pessoas de 6 a 14 anos que não frequentam a escola
	Percentual de mulheres de 10 a 17 anos de idade que tiveram filhos
	Percentual de mães chefes de família, sem fundamental completo e com pelo menos um filho menor de 15 anos de idade, no total de mães chefes de família
	Taxa de analfabetismo da população de 15 anos ou mais de idade
	Percentual de crianças que vivem em domicílios em que nenhum dos moradores tem o ensino fundamental completo
	Percentual de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e possuem renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário mínimo (2010), na população total dessa faixa etária
IVS* Renda e Trabalho	Proporção de pessoas com renda domiciliar per capita igual ou inferior a meio salário mínimo (2010)
	Taxa de desocupação da população de 18 anos ou mais de idade
	Percentual de pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo e em ocupação informal
	Percentual de pessoas em domicílios com renda per capita inferior a meio salário mínimo (de 2010) e dependentes de idosos
	Taxa de atividade das pessoas de 10 a 14 anos de idade

Fonte: o autor/ dados do IPEA, 2015

* IVS – Índice de Vulnerabilidade Social

O Índice de Vulnerabilidade Social – IVS é um índice que é representado por uma escala que varia de 0 a 1, onde os valores próximos a 1 representam uma região

com maior vulnerabilidade social, enquanto os valores mais próximos de 0 representam regiões com baixa vulnerabilidade social (IPEA, 2021).

Segundo o IPEA (2021), os valores entre 0 e 0,2 representam as regiões que são bem desenvolvidas nas três dimensões do IVS. A faixa entre 0,2 e 0,3 representa IVS baixo e entre 0,3 e 0,4, representa o IVS médio. Entre 0,4 e 0,5, estão as regiões com vulnerabilidade social alta. A partir de 0,5, a vulnerabilidade da população é muito alta (IPEA, 2021).

3.4. ECONOMIA CIRCULAR

Segundo o WEF (2016), a necessidade de residências é irrefutavelmente crítica ao bem-estar humano. A posterior fabricação, uso e destinação de edifícios para moradia é realizada em larga escala, causando um consumo significativo de recursos naturais extraídos do meio ambiente e resíduos devolvidos ao meio ambiente. Essa demanda faz da indústria da construção a maior consumidora de recursos e matérias-primas globalmente.

A economia tradicional, ou como definida por alguns autores, ou Economia Linear, é definida pela linearidade das etapas que compõe um determinado processo industrial. Esta linearidade, segundo a EMF (2015) é representada pelas fases extrair, utilizar e descartar. Já Foster (2020) vai além e detalha esta cadeia, em que o primeiro estágio é o processamento dos recursos naturais em produtos que apoiam o bem estar humano. Estes consumidores usam esses produtos e, posteriormente, descartam como lixo. Neste caso, considerando a indústria da construção, o produto seria o próprio bem construído (edificação, estradas, adutora, etc.).

Nas duas definições para economia linear, é possível verificar que não há qualquer etapa de retorno destes resíduos para cadeia produtiva, sendo um novo ciclo linear começando a cada nova demanda. Desta forma, o RCD produzido no final da vida útil deste produto tem apenas o destino final, gerando impactos ambientais na sua deposição. E estes impactos não ficam restritos apenas aos resíduos sólidos. O World Economic Forum (2016) alerta que as emissões de gases de efeito estufa da indústria da construção está intimamente ligada às mudanças climáticas globais.

O aumento na geração dos gases de efeito estufa ocorre em toda cadeia, iniciando na etapa de extração dos recursos minerais do meio ambiente, em seguida, no transporte destes materiais até a indústria de beneficiamento ou diretamente para obra (GHAFAR; BURMAN; BRAIMAH, 2020). Para ser beneficiado, esta matéria prima, que se torna um novo produto também consome energia e gera ainda mais gases. E por fim, o seu transporte final até ser utilizado na obra (RUIZ; RAMÓN; DOMINGO, 2020)

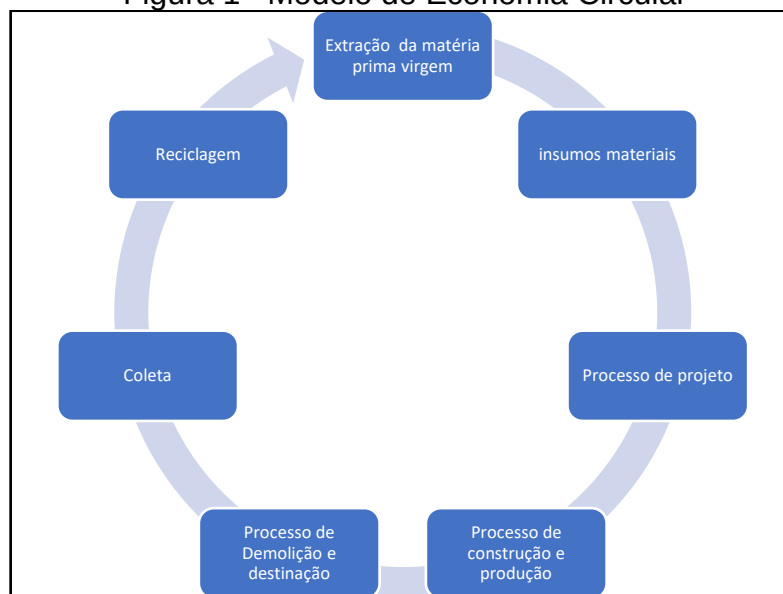
Por esta razão, vários autores aqui citados definiram que a Economia Circular (EC) seja um dos modelos mais promissores para solucionar os problemas causados pela indústria da construção civil. Porém, é importante definir o conceito de Economia Circular e seu papel na indústria da construção civil. Segundo Ruiz, Ramón e Domingo (2020), não existe um único conceito para EC, mas ele pode ser definido como um modelo no qual o valor dos materiais, produtos e componentes permaneçam no ciclo de produção pelo maior tempo possível. A EMF (2015) conclui esta definição afirmando que no final do produto, ele pode ser usado repetidamente como um recurso secundário, evitando e reduzindo a entrada de matérias primas e energia, minimizando a geração de resíduos.

De acordo com Geissdoerfer *et al.* (2016), a EC funciona como um sistema econômico regenerativo, no qual recursos, energia, emissões e vazamentos de resíduos são minimizados pela desaceleração, fechamento e estreitamento de material e laços energéticos, obtidos a partir dos “R’s” da gestão ambiental, que no caso seriam a redução, reutilização, reciclagem e remanufatura. Desta forma, há a recuperação de energia em todo o processo.

Segundo Foster (2020), a EC deve enfatizar o uso de materiais renováveis, não tóxicos e biodegradáveis com menores impactos possíveis na vida útil. Ainda de acordo com o autor, este modelo econômico deve ser incorporado a estrutura social a fim de promover o bem-estar humano dentro dos limites biofísicos do planeta.

Em seu artigo, Ruiz, Ramón e Domingo (2020) fazem um compilado de vários autores sobre o tema e determina que o modelo de EC na indústria da construção é formado por sete etapas, conforme Figura 1.

Figura 1– Modelo de Economia Circular



Fonte: autor (2023)

Este ciclo, ilustrado na Figura 1, se inicia pela extração da matéria prima virgem, em que os materiais são extraídos do meio ambiente. Ele pode ter caráter mineral (areia, pedras, ferro, cobre, calcita entre outros) ou de origem vegetal (madeira, palha, sisal, etc.) (RUIZ; RAMÓN; DOMINGO, 2020). Após a sua extração, tais produtos passam ou não pelo beneficiamento para se tornarem insumos *in natura* ou um produto industrializado. Na próxima etapa do modelo, estes insumos e produtos precisam ser requeridos através dos conjuntos de necessidades especificados pelo projeto, finalizando assim, a fase de pré-construção (RUIZ; RAMÓN; DOMINGO, 2020),

Até esta fase, sob o ponto de vista simplista, não há qualquer diferença com relação ao modelo linear de construção. Porém, na Economia Circular, os agentes responsáveis pela mudança do modelo econômico podem iniciar o processo já na fase do projeto, no qual de acordo com Kabirifar *et al.* (2020) e Ruiz, Ramón e Domingo (2020), os projetos podem ser elaborados adotando novas tecnologias, como por exemplo o Building Information Modeling – BIM – em que é possível especificar materiais alternativos oriundos do RCD, bem como é possível estimar o tipo e volume dos resíduos gerados no final da vida útil das construções.

Durante a etapa de construção e produção, faz-se necessária a revisão e melhoria dos processos construtivos para que seja possível reduzir os resíduos gerados durante a construção. Além da redução, devem fazer parte do processo a

segregação dos resíduos, reutilização na própria construção, reciclagem quando possível e, por fim, a correta destinação para retornar a cadeia.

Após o fim da vida útil das construções, inicia-se a próxima etapa da Economia Circular referente a demolição e destinação dos resíduos. Nesta fase, algo importante que deve ser levado em consideração é como esta demolição se dará e como é possível extrair o máximo para retroalimentar a cadeia. Cristiano *et al.* (2021) dizem que a alta parcela de RCD mista é resultado de uma baixa taxa de coleta diferenciada nos canteiros e uma baixa aplicação da técnica de demolição seletiva, também conhecida como demolição ao contrário.

Na demolição seletiva, ou como denominado por Desconstrução seletiva é o processo em que há a separação dos produtos que podem ser reutilizados, dentro ou fora da obra, ou reciclados, ao invés de ser demolido como um único material. Niu *et al.* (2021), em seu artigo, diz que o fato de ser realizada a demolição ao invés da desconstrução está ligada a redução do custo e ao ganho de tempo que as construtoras obtêm ao optar por não selecionar os materiais.

Após a demolição, inicia-se o processo de coleta e materiais que não serão reutilizados ou reciclados na obra. Esta não utilização pode estar relacionadas a vários fatores como a não previsão de reutilização na construção, excedente de material, falta de tecnologia no canteiro entre outros fatores. Arora *et al.* (2020) estabelecem que um dos maiores desafios para que o RCD gerado e coletado retorne a cadeia é o baixo conhecimento do setor com relação ao estoque de material existente, aliado a falta de organização e controle dos resíduos gerados.

Por fim, o retorno os resíduos gerados ao início da cadeia produtiva, quer seja como matéria prima substitutiva, quer seja como um insumo que possam ser reutilizados ou reciclado, conforme a resolução nº. 307 do CONAMA apresentada anteriormente.

Com relação aos resíduos que se tornaram matéria prima, presentes nas classes A e B, da referida resolução, muitos são obtidos a partir do processo de Mineração Urbana. A Mineração Urbana é apresentada por Arora *et al.* (2020) como sendo o processo de obtenção de matéria prima e produtos reutilizáveis a partir da disponibilidade e acúmulo contínuo dos materiais provenientes das demolições, com potencial para ser reutilizado na cadeia produtiva.

Segundo Arora *et al.* (2020), este processo nada mais é que o trabalho de análise e avaliação do fluxo dos resíduos gerados que possam ser reutilizados e reciclados pela cadeia produtiva. Desta forma, não haveria a necessidade de uma nova extração de material virgem ou o beneficiamento de novos materiais, visto que eles já estariam disponíveis para uso.

Apesar de haver uma grande possibilidade de reaproveitamento, o ciclo não é totalmente fechado como apontam alguns autores. Isto se deve ao fato de que, alguns materiais são exauridos ao máximo e não é mais possível reintegrá-lo a cadeia produtiva, tendo apenas o destino final de deposição ou seu uso como fonte energética para fornos, nos casos de alguns materiais, como por exemplo alguns artefatos de madeira (YUA *et al.*, 2021).

Além do fato de produtos saírem do ciclo produtivo como resíduo, faz-se necessário o acréscimo de energia para que o sistema se mantenha, pois ele não é autossuficiente. Por esta razão, alguns autores apresentam cadeia similares, donde crescem ou retiram elementos que não foram contemplados inicialmente.

Dentre elas, temos surge o conceito de Economia Espiral (EE) de Delgado (2019). Neste conceito, o círculo não é hermeticamente fechado, de forma que parte da energia de processamento dos materiais é perdida, assim como há a geração de resíduos dentro do próprio processo (DELGADO, 2019). Como isso, faz-se necessário a incorporação de energia e matéria prima complementar para completar o círculo. Sob este ponto de vista, o incremento de energia faria com que o círculo fosse para outro patamar tornando-o uma espiral.

3.5. ANÁLISE SWOT

Na análise SWOT, as oportunidades são condições favoráveis identificadas que se apresentam como positivas para o tipo de negócio e servem de base para o planejamento estratégico, considerando o ambiente em que o tipo de negócio está inserido. Apesar de Oliveira (2010) limitar apenas ao ambiente corporativo, o tema pode ser extrapolado para outras áreas.

Além das oportunidades, todo tipo de negócio possui barreiras que precisam ser transpostas para o sucesso do empreendimento. Estas barreiras, que também

transitam no ambiente externo do setor da construção é conhecido na análise SWOT como ameaças. Estas ameaças impactam de forma negativa no planejamento estratégico e impedem o sucesso dos presentes e futuras ações, a partir do entendimento de Oliveira (2010).

Quando se volta para o ambiente interno do objeto analisado, é possível encontrar forças e fraquezas inerentes ao tipo de negócio ou setor econômico em que se está inserido. Para Oliveira (2010) os pontos fortes são fatores internos que caracterizam a vantagem competitiva no cenário estudado.

De forma antagônica aos pontos fortes, os pontos fracos apontam as fragilidades do tipo de negócio proposto. De acordo com Oliveira (2010) estes pontos devem ser tratados ou mitigados com a finalidade de que eles não inviabilizem o planejamento estratégico e as suas ações.

3.6. ROTA TECNOLÓGICA

De acordo com Pimentel *et al.* (2020), durante o processo de gestão dos resíduos existe um conjunto de tecnologias, fluxos e processos que se iniciam no momento da geração dos resíduos até a sua deposição e tratamento. Ainda segundo os autores, os municípios têm a responsabilidade de gerir todo este conjunto de informações que é denominado Rota Tecnológica.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS determina que os resíduos gerados devem receber o devido tratamento para que evite que os mesmos se tornem agentes causadores de impactos ambientais. Por esta razão, é importante que os municípios adotem um sistema de gestão eficaz que contemple todas as fases que vão da coleta, transporte, transbordo, destinação final e deposição adequada (BRASIL, 2010)

Ferreira e Jucá (2017) afirmam que é possível avaliar a Rota Tecnológica de um município a partir do levantamento dos dados de todas as etapas percorridas pelos resíduos, aliados ao levantamento de dados no local, assim como a análise das normas e legislações pertinentes sobre o assunto.

O RCD, assim como os demais resíduos, deve ser um assunto levado a sério pelos gestores públicos, pois mesmo com a PNRS em vigor a mais de 10 anos, muitos

municípios ainda descartam os seus resíduos sem qualquer tipo de tratamento, conforme Pimentel *et al.* (2020). Ainda segundo os autores, há vários entraves para a aplicação da lei nos municípios, impedindo-os de atingir as metas estabelecidas na lei federal 12.305/2010.

Além do PNRS, a resolução do CONAMA nº. 307 (CONAMA, 2002) e suas alterações, reforça a importância da gestão integrada do RCD através do estabelecimento de diretrizes, critérios e procedimentos, considerando que esta gestão beneficia toda a sociedade e o meio ambiente. Nesta, também foi instituído o Plano Integrado de Gestão de Resíduos da Construção Civil – PIGRCC – e o Plano Municipal de Gestão de Resíduos da Construção Civil – PMGRCC – que deveria ser elaborado por todos os municípios e distrito federal.

Segundo Brasil (2013), o cidadão que gerar até 1 m³/dia (um metro cúbico por dia) de resíduos é denominado de pequeno gerador. A gestão deste volume é de responsabilidade da prefeitura. Já o pequeno gerador é responsável por segregar e acondicionar os resíduos de forma adequada em sua origem. Porém, o que se vê é a deposição irregular e em locais inapropriados pela população (ALBERICI, 2017).

Com relação aos grandes geradores, faz-se necessário a definição de áreas adequadas e licenciadas para o manejo do RCD, em conformidade com as diretrizes estabelecidas pela resolução nº. 307. Além disso, em município como Recife, os grandes geradores devem elaborar um Plano de Gestão de Resíduos da construção Civil – PGRCC (RECIFE, 2005).

Voltando ao pequeno gerador, que deposita irregularmente nas vias, calçadas e terrenos baldios, segundo à PNRS (BRASIL, 2010), cabendo ao município realizar o transporte do RCD, este terá também que custeá-lo, uma vez que, por meios próprios ou através de empresas terceirizadas, o município deverá realizar a coleta e o transporte destes resíduos.

Ainda com relação aos custos relacionados ao RCD, a PNRS também determina que o município seja responsável pelo tratamento dos resíduos, em local adequado, buscando aplicar os 3R's, segundo a própria lei (BRASIL, 2010). Diante destes custos, cabe ao município, segundo Alberici (2017), encontrar a rota tecnológica ideal para reduzir os seus custos na gestão dos resíduos gerados pelos munícipes.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo, é apresentada a área de estudo em que se debruçará a pesquisa, assim como o estabelecimento da metodologia que foi adotada para elaboração deste trabalho como será visto nos itens a seguir.

4.1. ÁREA DE ESTUDO

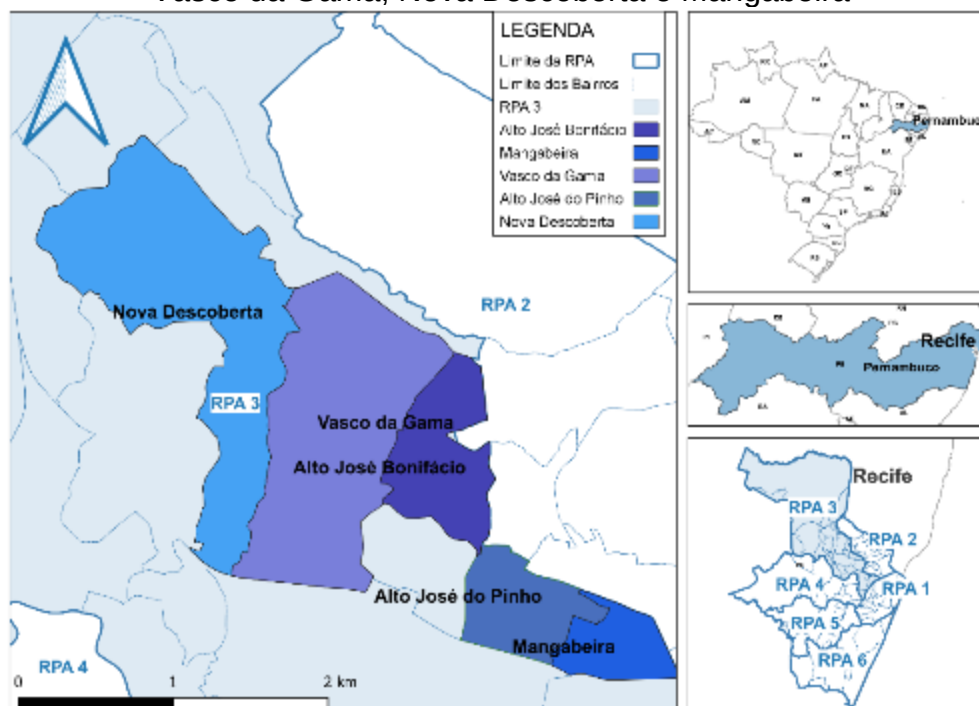
A pesquisa tem como área de estudo o município de Recife, localizado no estado de Pernambuco, região nordeste do Brasil. O município está situado no litoral do estado, onde é limitado pelos municípios de Olinda e Paulista, ao norte, Jaboatão dos Guararapes, ao sul, a oeste por São Lourenço da Mata e Camaragibe e, ao leste, pelo oceano Atlântico (RECIFE, 2021). Quanto à geografia do município, o atual território é composto por 67,43% de morros, 23,26% de planícies, 9,31% de zona aquática e 5,58% de Zonas Especiais de Preservação Ambiental – ZEPA (RECIFE, 2021).

A cidade do Recife é a capital do estado de Pernambuco que, segundo o último censo demográfico realizado no ano de 2022, possui a população de 1.488.920 habitantes (IBGE, 2022b). Estes habitantes estão distribuídos em 218,843 km² de área territorial, resultando na densidade demográfica de 7.039,64 habitantes por km². Segundo o portal da prefeitura na internet, a taxa de urbanização da cidade é de 100%

O município de Recife é formado por 94 bairros, divididos em 6 Regiões Político-Administrativas – RPAs (RECIFE, 2021). Estas regiões são subdivididas em microrregiões compostas por números variáveis de bairros. O objeto deste estudo serão os bairros do Alto José do Pinho, Alto José Bonifácio, Vasco da Gama, Nova descoberta e Mangabeira, localizados nas microrregiões 3.2 e 3.3, da RPA 3, distribuídos geograficamente como o mapa da Figura 2.

A renda média per capita do recifense é de R\$ 30.427,69 por ano, ou R\$ 2.535,64 per capita por mês (IBGE, 2023). Já os bairros estudados, tem a renda mensal média em R\$ 1.078,27 per capita, ou seja, apenas 42,52% da média da cidade (IBGE, 2023; RECIFE, 2021)

Figura 2 - Mapa de localização dos bairros Alto José do Pinho, Alto José Bonifácio, Vasco da Gama, Nova Descoberta e Mangabeira



Fonte: o autor (2021)

Estes bairros foram escolhidos devido ao alto índice de vulnerabilidade social conforme dados apresentados a seguir:

- Alto José do Pinho – A região possui 3.510 domicílios, distribuídos em 41 hectares quadrados. Com a população de 12.334 habitantes, apresenta a densidade demográfica de 298,40 habitantes/hectare. O valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios é de R\$ 1.101,22 (RECIFE, 2021);
- Alto José Bonifácio – A região possui 3.570 domicílios, distribuídos em 57 hectares quadrados. Com a população de 12.462 habitantes, apresenta a densidade demográfica de 219,26 habitantes/hectare. O valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios é de R\$ 908,76 (RECIFE, 2021);
- Vasco da Gama – A região possui 9.113 domicílios, distribuídos em 160 hectares quadrados. Com a população de 31.025 habitantes, apresenta a densidade demográfica de 193,38 habitantes/hectare. O valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios é de R\$ 1.165,90 (RECIFE, 2021);
- Nova Descoberta – A região possui 9.958 domicílios, distribuídos em 180 hectares quadrados. Com a população de 34.212 habitantes, apresenta a

densidade demográfica de 189,91 habitantes/hectare. O valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios é de R\$ 898,39 (RECIFE, 2021);

- Mangabeira – A região possui 2.116 domicílios, distribuídos em 29 hectares quadrados. Com a população de 6.950 habitantes, apresenta a densidade demográfica de 240,43 habitantes/hectare. O valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios é de R\$ 1.317,08 (RECIFE, 2021).

Segundo o Atlas do desenvolvimento Humano do Recife – 2005, emitido pela prefeitura do Recife em parceria com a PNUD, informa que a região da RPA-3 é a que possui menor Índice de Desenvolvimento Humano – IDH-M – entre as demais áreas do município (RECIFE, 2005). O Atlas ainda apresenta que a taxa de crescimento populacional nesta área também está acima da média dos bairros do município. Apesar de ser um relatório obsoleto, os dados servem de ponto de partida para uma análise mais profunda e comparativa com outros relatórios.

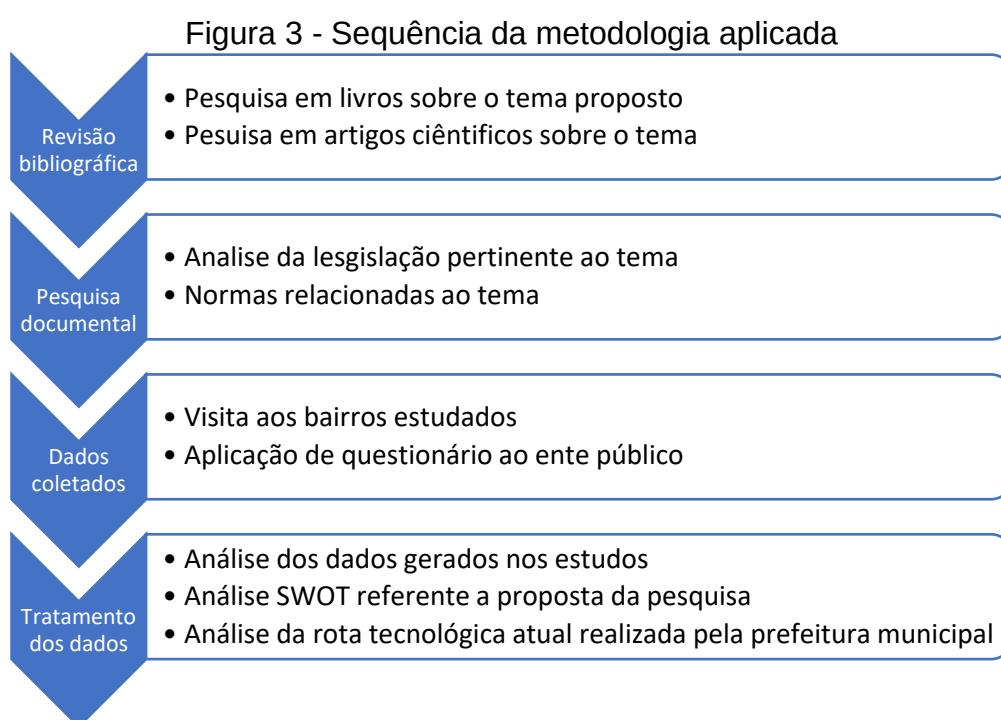
Em 2015, o IPEA emitiu o relatório denominado Atlas da vulnerabilidade social nas regiões metropolitanas brasileiras, apresentando dados atualizados e comparativos aos dados apresentados no atlas emitido pela prefeitura do Recife (COSTA; MARGUTI, 2015). Neste documento, que trata não apenas da cidade do Recife, como também da Região Metropolitana do Recife – RMR, mostrou que houve redução nos Índices de Vulnerabilidade Social – IVS – o que demonstra a melhorias em alguns aspectos na vida da população.

No mesmo relatório, em números gerais, a RMR melhorou as condições de vida dos seus cidadãos, tanto quando a infraestrutura urbana, renda e trabalho e capital humano, porém os mapas apresentados pelo relatório apontam que várias regiões da RPA-3 continuaram com IVS alto ou muito alto, caracterizando-os como bairros com alta vulnerabilidade social (COSTA; MARGUTI, 2015).

Como informado no tópico 3.3 deste documento, o IVS é formado por dezesseis itens agrupados em três dimensões, que levam em consideração os aspectos como renda e trabalho, infraestrutura e capital humano (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA), 2015). Dos 16 itens, este trabalho irá focar na dimensão do IVS Renda e Trabalho, pois irá propor a criação de vagas de ocupação para um número limitado de pessoas moradoras nesta região.

4.2. PROCESSO METODOLÓGICO

O processo metodológico adotado na elaboração desta dissertação foi uma pesquisa-ação. De acordo com Gil (2002, p. 143), “[...] além dos aspectos referentes à pesquisa propriamente dita, envolve também a ação dos pesquisadores e dos grupos interessados, o que ocorre nos mais diversos momentos da pesquisa.” Diante do exposto, será apresentada a seguir a metodologia adotada para elaboração desta pesquisa. A figura 3 a seguir representará o processo metodológico adotado.



Fonte: autor (2023)

4.2.1. Revisão Bibliográfica

O primeiro passo adotado no desenvolvimento deste documento, foi a pesquisa bibliográfica de artigos, livros e dissertações relacionadas aos objetivos geral e específicos propostos. De acordo com Gil (2002, p. 44) “a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos.”

A pesquisa foi realizada nos anos de 2021, 2022 e 2023, nos repositórios de produções científicas disponíveis na internet, com prazo de publicação, preferencialmente, de 5 anos, podendo ser estendido até 10 anos a depender da escassez de produções sobre os temas “economia circular”, “rota tecnológica”, “vulnerabilidade social” e “produtos produzidos a partir do RCD” e “centro de beneficiamento de resíduos”.

Os repositórios priorizados na pesquisa foram o “ScienceDirect”, “Scielo”, “Web of Science”, “Periódicos Capes” e o “Google Scholar”. Além destes, foram consultados livros, dissertações, teses, revistas e sites especializados no assunto, como descreveu Prodanov (2013). Os documentos coletados na pesquisa realizada serviram de base para o desenvolvimento do corpo deste documento.

4.2.2. Pesquisa Documental

Alinhada à revisão bibliográfica, foram realizadas diversas pesquisas documentais, onde foram analisadas Leis, Decretos, Normas, Instruções Normativas, Resoluções e demais documentos acerca dos temas, nos âmbitos internacional, nacional, estadual e municipal. Como descrito por Gil (2002), a pesquisa documental pode ser confundida com a revisão bibliográfica. Porém, Prodanov (2013) classifica que a categoria de documentos oficiais faz parte da pesquisa documental.

Marconi e Lakatos (2003) informaram que fazem parte da pesquisa documental os documentos oficiais, tais como ordens régias, leis, ofícios, projetos de leis, publicações parlamentares, atas, debates, documentos, projetos leis, documentos jurídicos e iconografias.

A partir da análise documental foi possível estabelecer uma relação entre o tema proposto e a legislação vigente, nos vários níveis governamentais brasileiro e fora do território nacional. Publicações como a Directiva 2008/98/CE, do parlamento europeu (COMUNIDADE EUROPÉIA, 2008), o relatório *Shaping the Future of Construction: A Breakthrough in Mindset and Technology* (WORLD ECONOMIC FORUM, 2016) e diversos outros documentos foram essenciais para o estudo do problema.

4.2.3. Dados Coletados na região

Após a análise bibliográfica e documental a respeito do tema, foi realizada a elaboração de um questionário (APENDICE A) que buscou conhecer os detalhes operacionais da empresa de limpeza urbana do município além de complementar as informações que não foram obtidas durante a fase de análise documental.

O questionário foi aplicado ao assessor da Gerência Geral de Fiscalização de Limpeza Urbana, da Empresa de Limpeza Urbana da cidade do Recife – EMLURB, que é a autarquia responsável pela coleta, transporte e tratamento dos resíduos sólidos do município. Esta gerência faz parte da Diretoria Executiva de Operações de Limpeza Urbana e está ligada a Diretoria de limpeza urbana.

A entrevista foi estruturada nos seguintes tópicos:

- a) Quanto ao serviço de coleta pública dos resíduos da construção e demolição;
- b) Quanto ao transporte dos resíduos coletados;
- c) Quanto a destinação final do RCD;
- d) Quanto a caracterização do RCD, segundo a resolução do CONAMA nº 307, e demais alterações;
- e) Quanto aos pequenos geradores, e
- f) Quanto a educação ambiental.

No primeiro tópico, buscou-se identificar quais as ações realizadas pelo município da cidade do Recife quanto a coleta dos RCD gerados pela população, em geral. O segundo tópico, referente ao transporte, teve o intuito de examinar e determinar qual a rota tecnológica adotada pelos resíduos coletados pela prefeitura, desde sua coleta até o seu destino final. No tópico sobre a caracterização, foi questionado sobre a segregação e classificação dos resíduos coletados.

No que tange aos pequenos geradores, tema principal deste trabalho, o questionário investigou as informações gerenciadas pela prefeitura e quais as soluções para resolver o problema da deposição irregular. Quanto a educação ambiental, o tópico abordou o entrevistado sobre quais ações governamentais estão sendo tomadas quanto ao descarte correto dos resíduos.

De acordo com Gil (2002), o questionário deve traduzir os objetivos específicos da pesquisa em itens bem redigidos. Além disso, as questões devem ser preferencialmente fechadas, e que as perguntas devem estar relacionadas ao problema proposto, mas não a ponto de entrar na intimidade do entrevistado. Neste momento, Prodanov (2013) classifica esta fase do trabalho como pesquisa qualitativa. É o momento em que o pesquisador realiza a coleta de dados sobre o tema.

Além da elaboração e aplicação do questionário, foram realizadas as coletas de dados na área do estudo delimitada anteriormente. Esta coleta de dados foi realizada nos meses de outubro e novembro do ano de 2020 e nos meses de janeiro, fevereiro, março, maio de 2021, visitando os bairros objeto deste estudo. Tais visitas tiveram o intuito de evidenciar o que Paz *et al.* (2019), Silva (2017), Falcão *et al.* (2012), e posteriormente Júnior (2022), apresentaram em seus estudos e que mostraram o grave problema da deposição irregular de RCD nos centros urbanos.

Durante as visitas realizadas aos pontos de deposição irregular, foram realizadas as seguintes atividades.

- Identificação do local de deposição do RCD, situando-o identificando o logradouro e das coordenadas geodésicas através de um aplicativo de celular;
- Identificação do volume de RCD em cada ponto identificado, considerando as medidas médias nas três dimensões;
- Categorização dos pontos de deposição irregular de acordo com o volume depositado. Os resíduos com o volume de até 1 m³ foram classificados como pequeno porte. Até este volume, o Recife (2005) classifica-o como pequeno gerador. Entre 1m³ e 6m³, os pontos foram denominados como médio porte e, além deste volume, grande porte (PAZ *et al.*, 2019);
- De posse destes dados, os pontos foram cadastrados em um software livre com código-fonte aberto, multiplataforma de sistema de informação geográfica que permite a visualização, edição e análise de dados georreferenciados.

4.2.4. Tratamento, análise e interpretação dos dados

Após a realização da análise documental, aplicação do questionário e coleta de dados nos bairros estudados, as informações geradas foram estudadas e interpretadas

adequadamente. Nesta fase do trabalho, como descreve Marconi e Lakatos (2003, p. 166), “[...] os dados devem seguir os seguintes passos: seleção, codificação, tabulação.” Para Marconi e Lakatos (2003, p. 167) “uma vez manipulados os dados e obtidos os resultados, o passo seguinte é a análise e interpretação dos mesmos, constituindo-se ambas no núcleo central da pesquisa”.

4.2.4.1. Análise dos dados gerados

Um destes caminhos foi a análise dos dados gerados através do questionário e das informações coletadas na visita realizada a EMLURB, que provocou a necessidade de serem realizadas novas pesquisas documentais, onde o foco foram as licitações de coleta de resíduos e tratamento do RCD por empresas especializadas. Os dados relacionados aos custos serviram de base para definição dos custos da atual rota tecnológica e da nova rota tecnológica.

Os dados coletados na atividade de campo, onde foram relacionados e identificados os pontos de deposição irregular, classificados de forma quantitativa e qualitativa, serviram para estabelecer uma relação direta entre o objeto deste estudo e os diversos autores que estudaram o tema anteriormente, justificando a realização desta pesquisa.

4.2.4.2. Análise SWOT

A análise SWOT, ou como é conhecida em português, análise FOFA, é uma técnica utilizada para instituições, setores da economia e por pessoas para identificar as oportunidades, ameaças, pontos fortes e fracos relacionados aos ambientes de negócios e em ambientes onde haja a necessidade da realização de um planejamento estratégico, conforme Oliveira (2010). Esta metodologia foi utilizada com o intuito de analisar o cenário do reaproveitamento do RCD sob a luz da legislação, normas, resoluções e também baseado na experiência vivida por diversos autores pelo mundo.

4.2.4.3. Rota tecnológica

Quanto à determinação da rota tecnológica, foram analisados a origem e destino do RCD gerados nos bairros estudos para determinação da distância média a ser percorrida pela coleta da prefeitura, que leva os resíduos do ponto de deposição até a Central de Tratamento de Resíduos - CTR. A distância média percorrida determinou o custo de transporte que, alinhado ao custo de tratamento, gerou o custo total da rota tecnológica dos resíduos da construção e demolição gerados e depositados de forma irregular, pela comunidade (PIMENTEL *et al.*, 2020).

Os custos determinados no estudo, para a rota atual e para nova rota, foram obtidos a partir da pesquisa documental, através das buscas realizadas no site da EMLURB, onde foram identificadas as licitações realizadas pelo município no ano de 2022 (RECIFE, 2022). Para este estudo, a rota tecnológica foi calculada tomando como base os valores pagos pela PCR, no ano de 2022.

4.3. PROPOSTA DO CENTRO DE BENEFICIAMENTO DE RCD

O Centro de Beneficiamento de Resíduos da Construção e Demolição – CBRCD é uma unidade fabril que tem a finalidade de produzir insumos para construção civil a partir do uso dos resíduos da construção e demolição recolhidos pela prefeitura do Recife nas áreas públicas, dispostos de forma irregular.

O plano de ação adotado nesta pesquisa teve a função de determinar o fluxo de produção dentro da unidade fabril, apresentando o caminho a ser percorrido pelo RCD, desde sua entrada no CBRCD, até a sua transformação e, posterior, comercialização. A partir deste fluxo, foi possível estabelecer o programa de necessidades do centro, estabelecendo as áreas mínimas de cada ambiente. Por fim, foram estabelecidos os custos para implantação do CBRCD.

Nesta etapa, foi definido o plano de ação desta pesquisa. Segundo Gil (2002, p. 147), esta etapa “[...] concretiza-se com o planejamento de uma ação destinada a enfrentar o problema que foi objeto de investigação.” Dentre as ações que fizeram parte do plano de ação seguiram a indicação de Gil (2002), adaptado aos objetivos específicos.

4.3.1. Determinação do fluxo de produção

Para determinar o fluxo de produção, é importante entender o caminho percorrido pelo RCD, desde de sua coleta a até a criação do seu subproduto. Para este documento, foi proposto o fluxo a seguir dividido em 7 etapas distintas:

- Coleta – nesta etapa, o RCD é coletado pela empresa pública de limpeza urbana é depositada no centro de beneficiamento. Este RCD também pode ser obtido através da entrega espontânea de pequenos geradores ou de empresas conveniadas;
- Armazenamento – após a fase de coleta, os resíduos adentram o centro de beneficiamento e são depositados em local específicos para que possam ficar à disposição dos operadores;
- Seleção e descarte – do armazenamento, os resíduos são encaminhados para serem selecionados e classificados de acordo com a Resolução nº 307 do CONAMA, onde se determina se farão parte da linha de produção ou serão descartados. Este descarte se dará pelo o encaminhamento ao Centro de Tratamento de Resíduos – CTR ou irá para uma unidade de reciclagem propícia para o tipo de resíduo da classe B;
- Beneficiamento – os resíduos que foram selecionados como aptos e que pertencem a classe A, são triturados e peneirados para atingir a granulometria necessária para fabricação dos blocos e elementos pré-moldados. Aqueles que são classificados com classe B e que podem ser reutilizados com o mínimo de beneficiamento, seguem um fluxo alternativo, onde serão beneficiados caso a caso;
- Produção – nesta etapa, o RCD de classe A é transformado em agregado miúdo e grúdo e são misturados com os materiais cimentícios para fabricação dos blocos e *pavers*. Os produtos fabricados são postos para secagem e cura. Ainda na fase de produção, são produzidos agregados grúdos que podem ser utilizados em aterro, enchimento de piso e para concreto não estrutural;
- Qualidade e armazenamento – após a fabricação, os produtos gerados são armazenados no pátio do CBRCDD (Centro de Beneficiamento de Resíduos de Construção e Demolição), para futura comercialização e transporte. Porém,

alguns elementos serão retirados para que seja analisada a sua qualidade e também ensaiados;

- Comercialização e Logística – Após comercializados, os produtos são despachados para o endereço dos compradores, que ficarão responsáveis pelo frete e descarga do veículo de transporte e despesas adicionais.

4.3.2. Programa de necessidades

O programa de necessidade é um documento elaborado por arquitetos e engenheiros voltados para o correto dimensionamento dos ambientes de uma determinada edificação residencial, comercial ou equipamento público com a finalidade de definir os ambientes, relacionando os seus usos e suas respectivas áreas.

No programa de necessidade do CBRCD, foram definidas as áreas mínimas para cada ambiente, relacionado a produção, armazenamento, comercialização e gestão do CBRCD. Para determinação de algumas das áreas, foram levados em consideração o conforto do usuário, a livre circulação de pessoas e equipamentos, e atendimento as normas de segurança do trabalho.

4.3.3. Custo de implantação do CBRCD

Após o estabelecimento do programa de necessidades e da elaboração do projeto arquitetônico, apresentado de forma sugestiva no **apêndice B**, é necessário estabelecer o custo de implantação da edificação em questão, onde são considerados os custos com a construção do centro de beneficiamento, aquisição dos equipamentos, mobiliários, ferramentas e equipamentos.

Este estudo é feito de forma estimativa, uma vez que no momento da implantação poderão surgir outras demandas que gerem custos adicionais, ou até mesmo, reduções. Apesar disso, os custos estabelecidos neste documento irão apresentar a ordem de grandeza de um empreendimento como este, conforme

apresentado no apêndice E. Para facilitar o entendimento, os custos foram separados em quatro grupos:

- Grupo 1: construção do CBRCD;
- Grupo 2: aquisição e instalação dos equipamentos e ferramentas;
- Grupo 3: aquisição do mobiliário;
- Grupo 4: equipamentos e eletrodomésticos.

Para determinação do custo de construção do CBRCD, composta pelo Grupo 1, foram utilizadas técnicas de orçamentação de obras de edificações. Além disso, foram utilizados parâmetros usuais na orçamentação de obras públicas, visto que esta unidade poderá ser objeto de uma licitação. Por esta razão, foram adotados como documentos balizadores o Decreto Federal nº 7.983/2013, acórdão do TCU nº 2622/2013 e lei federal nº. 8.666/93.

Para elaboração do orçamento, foram seguidos os seguintes passos:

- 1º passo: realizou-se a leitura do projeto (apêndice B) e as condições da obra. Segundo Dias (2001), cabe ao engenheiro analisar profundamente todos os dados disponíveis como plantas, especificações, editais e contratos;
- 2º passo: em seguida, estruturou-se a planilha orçamentária, onde foram relacionados os serviços observados na análise do projeto. De acordo com Dias (2001), cabe ao orçamentista, de posse dos projetos, efetuar o levantamento dos serviços a serem realizados;
- 3º passo: após o estabelecimento dos serviços, foi realizado o levantamento de quantitativos. De acordo com Mattos (2006), não basta saber quais os serviços serão executados. É preciso saber o quanto será feito na obra;
- 4º passo: de posse da lista de serviços e quantidades, os serviços foram precificados. Os preços foram extraídos da tabela do SINAPI – Sistema Nacional de Preço e Índices da Construção Civil – com a data base de janeiro de 2023, tabela da COMPESA – Companhia Pernambucana de Saneamento – com a data base de outubro de 2022 e a tabela privada do Informativo SBC, com data base de janeiro de 2023;
- 5º passo: neste passo, foi aplicado a Bonificação e Despesas Indiretas – BDI da obra, visto que a mesma poderá ser executada por uma empresa contratada, que terá os seus custos administrativos, impostos e lucratividade.

Quanto aos custos de aquisição dos equipamentos, mobiliário e eletrodomésticos, compostos pelos grupos 2, 3 e 4, os mesmos foram obtidos a partir da pesquisa realizada em sites especializados durante o período de janeiro de 2023, seguindo a mesma legislação vigente.

4.4. PRODUTOS GERADOS A PARTIR DO RCD

O CBRCD deve ser uma unidade de negócio sustentável, onde pela comercialização dos seus produtos e serviços gerem renda suficiente para custear a produção, operação do centro e remuneração dos profissionais encarregados do seu funcionamento. Para se tornar sustentável, faz-se necessário encontrar o equilíbrio entre o custo mensal e de produção e o valor do faturamento da empresa, de forma que haja um saldo financeiro positivo no final de um período.

O custo relacionado a fabricação de cada produto é o resultado da soma dos custos de aquisição e fabricação da matéria prima, custo de operação dos equipamentos, custo atrelado a sua manutenção e custeio da mão de obra envolvida na transformação desta matéria prima em um produto comercial.

Após se obter o custo de fabricação, este valor é acrescido aos custos rateados de operação do centro de beneficiamento, além das despesas acessórias como embalagens, impostos, margem de lucros, entre outras despesas. Para facilitar a determinação dos custos e preços dos insumos, este tópico será subdividido em oito partes conforme apresentado a seguir.

4.4.1. Custo dos equipamentos

Para o cálculo do custo dos equipamentos que são utilizados na fabricação dos blocos, *pavers* e agregados, é necessário estabelecer o custo horário de cada equipamento envolvido na produção. Segundo Dias (2001), o custo de um equipamento é o gasto decorrente da sua posse e utilização. A posse está ligada à aquisição do equipamento, podendo ser novo ou usado. No caso da utilização,

continua Dias (2001), existem vários métodos e procedimentos teóricos para definir o custo horário do equipamento.

Mattos (2006) define que o custo horário total é a soma dos custos de propriedade, do custo de operação e de manutenção. Estes custos ainda possuem parcelas menores em sua composição. De acordo com Mattos (2006), estas parcelas se dividem da seguinte forma (equação 1).

Equação 1 - Custo Horário Total

$$C_h = \underbrace{D_h + J_h}_{\text{Custo de Propriedade}} + \underbrace{P_h + G_h + L_h + MO_h}_{\text{Custo de operação}} + \underbrace{M_h}_{\text{Custo de manutenção}}$$

Fonte: Mattos (2006)

Onde:

C_h = Custo horário total (R\$/h)

D_h = Custo horário de depreciação (R\$/h)

J_h = Custo horário de juros (R\$/h)

P_h = Custo horário de pneus (R\$/h)

G_h = Custo horário de combustível (R\$/h)

L_h = Custo horário de lubrificação (R\$/h)

MO_h = Custo horário de mão de obra de operador (R\$/h)

M_h = Custo horário de manutenção (R\$/h)

No caso do CBRCD, os equipamentos são estacionários, ou seja, não terão custo com elementos de rodagem, que neste caso, é desconsiderada a parcela referente ao custo horário de pneus (P_h). Também é desconsiderado o custo com a mão de obra de operador (MO_h), pois para operar os equipamentos utilizados na fabricação, não necessita da presença de operadores exclusivos. No caso do combustível, como são equipamentos elétricos, o custo está relacionado ao consumo de energia durante o funcionamento. Logo, a equação 2 corrigida para determinação do custo horário total é.

Equação 2 - Custo Horário Total ajustada

$$C_h = \underbrace{D_h + J_h}_{\text{Custo de Propriedade}} + \underbrace{G_h}_{\text{Custo de operação}} + \underbrace{M_h}_{\text{Custo de manutenção}}$$

Fonte: Mattos (2006)

Quanto ao custo horário de cada equipamento, ele ainda pode ser subdividido em duas outras parcelas denominadas Custo Horário Produtivo (CHP) e Custo Horário Improdutivo (CHI). A equação do CHP é igual a equação do custo horário total, que segundo Mattos (2006) corresponde as horas de trabalho efetivo, ou seja, é o custo do equipamento em funcionamento. Já o CHI é o custo em que o equipamento fica à disposição, mas sem ser empregado efetivamente. Neste caso, a equação do CHI é.

Equação 3 - Custo Horário Improdutivo

$$\text{CHI} = \boxed{D_h + J_h}$$

Custo de Propriedade

Fonte: Mattos (2006)

Conforme exposto por Dias (2001), o custo horário de Depreciação (D_h) é referente a perda do valor do equipamento causado pelo uso ou por sua obsolescência. No caso do custo horário dos juros (J_h), o mesmo está relacionado aos juros do capital investido no equipamento. O custo horário de combustível (G_h) está relacionado à fonte de alimentação que faz com que o equipamento funcione, que pode ser combustível fóssil, vegetal ou energia elétrica. Por fim, o custo horário de manutenção (M_h) é a parcela ou custo responsável por manter o equipamento em perfeitas condições de uso.

Este documento se limitará a calcular apenas os custos com os equipamentos envolvidos diretamente na produção, ou seja, do CHP e CHI durante a produção considerando o uso do triturador, da peneira de areia, da betoneira e da fábrica de pré-moldados. Os dados de entrada para o cálculo de cada equipamento são oriundos dos catálogos técnicos, dos exemplos extraídos das referências utilizadas e de premissas adotadas neste documento.

O custo de depreciação do equipamento, segundo Mattos (2006) poderá ser calculado de três formas distintas, sendo eles, o método linear, o método do saldo devedor e o método da soma dos anos. De acordo com Dias (2001), existe ainda mais um método conhecido por fundo de reserva (*sinking fund*). Por ser o mais comum, de acordo com o autor, será adotado o método linear para realização deste cálculo. Para o cálculo da depreciação pelo método linear, é definido pela equação 4 a seguir.

Equação 4 - Depreciação Horária

$$D_h = \frac{(V_0 - V_r)}{(n \times a)}$$

Fonte: Dias (2001)/ Mattos (2006)

Onde:

D_h = Custo horário de depreciação (R\$/h)

V_0 = Valor de aquisição do equipamento (R\$)

V_r = Valor de residual do equipamento (R\$)

n = vida útil (ano)

a = horas de utilização por ano (h/ano)

Como o objetivo de simplificar os cálculos, adotou-se o valor de $n = 4$ anos, $a = 1250$ h/ano, seguindo o exemplo de Dias (2001) para o vibrador de imersão e de Mattos (2006) para betoneira. Mattos (2006) define que valor residual é definido pelo valor do equipamento após a sua vida útil, que neste caso será de 10% do valor de aquisição do equipamento. Como o próprio autor informa, não é que o equipamento seja inservível no final da sua vida útil. É apenas que o valor de aquisição do equipamento já foi pago ao longo do tempo e que o valor residual é o valor que custou o equipamento, no caso de uma revenda ou para sucata.

O cálculo dos juros foi baseado na metodologia apresentada por Mattos (2006) que a dividiu em duas equações. Os dados de entrada para estabelecer seus valores são os mesmos utilizados na equação da depreciação dos equipamentos, sendo acrescido da taxa de juros, que neste estudo foi adotado o valor de 12% ao ano. Conforme pode ser observado nas equações 5 (investimento médio) e 6 (juros horários).

Equação 5 - Investimento médio

$$I_m = (V_0 - V_r) \times \left[\frac{(n + 1)}{2n} \right] + V_r$$

Fonte: Mattos (2006)

e

Equação 6 - Juros horário

$$J_h = \frac{(I_m \times i)}{a}$$

Fonte: Mattos (2006)

Onde:

I_m = Investimento médio

J_h = Juros horários

i = taxa anual de juros (% a.a)

Com relação ao custo de energia elétrica, para o funcionamento dos equipamentos utilizados na produção, Dias (2001) e Mattos (2006) estabelecem a mesma relação direta entre a potência do motor e o seu consumo por hora de funcionamento. Para realização do cálculo, foi utilizada a seguinte equação 7

Equação 7 - Custo horário de energia elétrica

$$G_h = E_h = CV \times 0,986 \times 0,75 \text{ kW}$$

Fonte: Dias (2001)/ Mattos (2006)

E_h = Custo horário de energia elétrica (h)

CV = potência do motor em CV

0,986 = Conversão de CV para HP

0,75 = Equivalência de HP em KWh

Por fim, para definição do custo operacional, devem ser calculados os custos de manutenção dos equipamentos. Dias (2001) e Mattos (2006) apresentam dois métodos de cálculo de manutenção. O primeiro, que foi adotado nesta pesquisa, é uma simplificação do cálculo de manutenção. Também conhecido como coeficiente único, é a aplicação de um coeficiente sobre o valor de aquisição e dividido pela vida útil total do equipamento, em horas.

O segundo método, estabelece o coeficiente de multiplicação a partir das condições de uso do equipamento, onde são levados em consideração o ambiente,

temperatura, habilidade do operador, entre outros fatores. Quanto ao método a ser adotado neste documento, optou-se pelo método simplificado que é obtido pela equação 8 a seguir.

Equação 8 - Manutenção horária

$$M_h = \frac{V_0 \times k}{(n \times a)}$$

Fonte: Mattos (2006)

Onde:

k = coeficiente único de manutenção

O valor do coeficiente único de manutenção (k) adotado nesta pesquisa foi de 0,60, conforme informado por Mattos (2006). A partir dos dados adotados e calculados, o administrador de CBRCD, consegue determinar o custo relacionado aos equipamentos para cada produto produzido. Este cálculo é baseado na quantidade de produtos ou de matéria prima que o equipamento é capaz de produzir em uma hora de trabalho, segundo o fabricante de cada equipamento.

4.4.2. Custo com matéria prima

A determinação do custo da matéria prima utilizada na produção dos produtos do RCD será determinada a partir de duas fontes distintas. A primeira é baseada no custo horário dos equipamentos que produzirão os agregados graúdos e miúdos. A segunda fonte é a tabela do SINAPI, que apresenta o valor do único insumo que será adquirido para produção, que neste caso é o cimento.

4.4.3. Custo com mão de obra

Por se tratar de uma unidade de negócio comunitário, onde não há funcionários e sim associados, não haverá a contratação por carteira assinada. Os profissionais que autuarem na cooperativa serão remunerados pela sua produção. Apesar disso, será estabelecida a renda mínima de 1 salário mínimo por profissional na operação, acrescido das despesas com alimentação, fardamento, EPI e o com a seguridade social como autônomo.

A depender da rentabilidade deste trabalho, o profissional também poderá receber o valor referente ao 13º salário e 1/3 de férias, ambos diluídos nos meses em que trabalhar. A sua atividade laboral não irá gerar vínculo empregatício com a unidade, visto que o mesmo será um associado e não um funcionário.

Para determinar o custo horário de cada profissional, será necessário definir a quantidade de hora úteis por mês, de trabalho. Mattos (2006) define que a quantidade de dias efetivos trabalhados por ano é de 269,21, e não 365,25 dias. Esta redução de quase 100 dias se deve a retirada dos dias em que há feriados, domingos e outras deduções.

Considerando que cada mês tem em média 22,4 dias e que cada dia útil tem 7,33 horas, Matto (2006) determinar que a quantidade de horas efetivas por mês é de 164 horas. Dias (2001), por outro lado, informa que estas horas podem variar de 168 a 176 horas, a depender do número de feriados de cada região.

Para este estudo, foi adotado o cálculo simplificado descrito no Quadro 5.

Quadro 5 - Cálculo de horas úteis por mês

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	NUMERO DE DIAS	FÓRMULA
A	Dias Corridos	365,25	
B	Sábado	52	
C	Domingo	52	
D	Feriado Nacional	10	
E	Feriado Estadual	1	
F	Feriado Municipal	1	
G	Soma (B+C+D+E+F)	116	$G = B + C + D + E + F$
H	Dias úteis por ano	249,25	$H = A - G$
I	Dias úteis por mês	20,77	$I = H \div 12 \text{ meses}$
J	Horas úteis por mês	182,78	$J = I \times 8,8 \text{ horas}$ (44 h.semana ÷ 5 dias)

Fonte: o autor (2023)

4.4.4. Custo com embalagem e despesas acessórias

Para os produtos a granel, será considerado o ensacamento das embalagens, que poderão ser em sacos plásticos comportando até 60 kg ou big-bags. Para os blocos e *pavers*, será considerado a colocação dos produtos em paletes de madeira envolvidos com filme plástico. Estes custos deverão ser arcados pelo comprador uma vez que é necessário repassar este custo em busca da viabilidade do projeto

4.4.5. Rateio das despesas operacionais

Com relação as despesas operações, o centro de beneficiamento, terá despesas relacionadas a sua operação, como por exemplo, energia elétrica, água, telefonia, material de limpeza e consumo, além de outras despesas relacionadas a sua atividade comercial.

4.4.6. Impostos e despesas legais

De acordo com Mattos (2006), toda atividade produtiva é onerada por impostos, que são de vários tipos e relacionados as várias esferas governamentais. Como o CBRCD tem por finalidade a produção e comercialização dos produtos gerados a partir do RCD, também tem os preços dos seus produtos onerados pelos impostos. Com relação aos impostos, cada atividade econômica possui uma carga tributária diferente e que deve se adequar a legislação vigente no momento.

No Brasil, existem três regimes de tributação vigentes no momento: Lucro Real Lucro Presumido e Super Simples. Segundo Mattos (2006) no Lucro Real, os impostos são calculados sobre o lucro obtido pela empresa durante o período fiscal. No Lucro Presumido, o autor continua informando que os impostos são calculados com base em um percentual estabelecido previamente. Em ambos, o ramo de atividade é quem definirá o regime tributário mais adequado.

No caso do Super Simples, ou também conhecido como Simples Nacional, é o regime tributário criado na Lei Complementar nº. 123, de 14 de dezembro de 2006,

que institui o Estatuto Nacional da Micro e Pequena Empresa de Pequeno Porte, além de alterar leis relacionadas a contratação de mão de obra e outras disposições (BRASIL, 2006). Esta lei foi alterada posteriormente pela Lei Complementar nº. 147, de 2014 (BRASIL, 2014), nº. 155, de 2016 (BRASIL, 2016) e nº 188, de 2021 (BRASIL, 2021), e vem sendo revisada continuamente para realização de adaptações e melhorias.

A finalidade principal do Super Simples é simplificar e reduzir a cobrança de tributos relacionados as micro, pequenas empresas e empresas de pequeno porte com o faturamento anual de até R\$ 4.800.000,00. Este regime tributário apresenta cinco anexos, onde em cada um deles é apresentado as alíquotas estabelecidas por atividade econômica, conforme Quadro 6.

Quadro 6 - Anexos da Lei complementar nº. 123

ANEXO	TIPO DE ATIVIDADE	INTERVALO DA ALÍQUOTA
ANEXO I	Comercio	De 4,0 a 19,0%
ANEXO II	Indústria	De 4,5 a 30,0%
ANEXO III	Serviços	De 6,0 a 33,0%
ANEXO IV	Serviços	De 4,5 a 33,0%
ANEXO V	Serviços	De 15,5 a 30,5%

Fonte: o autor (2023)

O CBRCD é enquadrado como uma indústria, que neste caso utilizará o Anexo II para efeito de cálculo dos impostos.

4.4.7. Margem de lucro e despesas acessórias

A margem de lucro e as despesas acessórias fazem parte do cálculo dos Benefícios e Despesas Indiretas – BDI, que será aplicado sobre o custo para definição do valor de venda dos produtos fabricados pelo CBRCD. Como afirmado por Mattos (2006), o preço de venda é o valor ofertado ao mercado, que engloba todos os custos, o lucro e os impostos. O percentual de lucro, ou benefício, é definido pela direção da empresa e que define o resultado financeiro esperado em suas ações (DIAS, 2001). No caso de obra, este percentual é entre 5 e 12% dos custos totais.

Quanto às despesas acessórias, estas são representadas pelas despesas financeiras, riscos e eventualidades, que são inerentes a atividade comercial. Segundo Dias (2001), é aceitável que se adote um percentual de riscos e eventuais referente as incertezas relacionadas ao tipo de atividade a ser executada.

Também é necessário considerar o custo das despesas financeiras relacionadas as vendas e ao tempo de retorno entre o valor empregado e o recebimento do recurso. Como Dias (2001) afirma, o percentual deve estar ligado as condições de pagamento estabelecidas com o cliente.

4.4.8. Preço final do produto

A definição do preço final de cada produto é obtido a partir da apuração do custo de produção individual, com a adição das despesas operacionais do CBRCD, as despesas legais e impostos, bem como a margem de lucro a ser obtido pela unidade.

A partir das informações apresentadas nos itens 4.4.1 a 4.4.7, é possível estabelecer uma equação que defina o valor de venda de cada produto comercializado no CBRCD. Adaptado da equação de Mattos (2006), o preço de vendas dos produtos produzidos no centro é.

Equação 9 - Preço de Venda

$$PV = \frac{CD + CF + R}{1 - (ML + IMP)}$$

Fonte: Adaptado de (MATTOS, 2006)

Onde:

PV = Preço de venda (R\$)

CD = Custo Direto (R\$)

R = Risco (R\$) – Percentual aplicado sobre CD

CF = Custo financeiro (R\$) – Percentual aplicado sobre CD

ML = Margem de Lucro (%)

IMP = Impostos (%)

Após a definição do preço de venda, é importante que o gestor a unidade leve consideração que a produção poderá sofrer paralisações, programadas ou não, que resultam na redução da capacidade produtiva da unidade. As paralisações programadas deverão existir durante a operação da unidade com a finalidade de realizar a manutenção preventiva das máquinas e equipamentos. Já as paralisações não programadas são aquelas que fogem do controle do gestor, que pode estar relacionado a falta de energia, até o adoecimento de algum profissional da unidade.

Quanto ao tempo de paralisação da produção, esta deverá ser estimada pelo gestor, visto que apenas uma parte dela é programada. Para este estudo, a eficiência da equipe de produção será arbitrada em 80% da sua capacidade normal.

4.5. RETORNO DO INVESTIMENTO

O retorno do investimento deste empreendimento se dará através da economia que o município terá ao reduzir o custo com transporte dos resíduos e com o seu tratamento. A redução deste custo promovido pelo início da operação do CBRCD não cessará após o retorno do investimento, uma vez que a unidade irá continuar produzindo os produtos e evitando o gasto com o tratamento no CTR.

Quanto ao retorno possível com a operação do centro e o possível lucro obtido pela unidade, este não será considerado neste estudo, visto que a unidade deverá ser além de sustentável, sem dívidas a longo prazo, deverá ter capacidade financeira e fluxo de caixa para se manter operacional. Ainda com relação ao resultado financeiro da unidade, caso ele seja positivo, a administração do centro poderá realizar melhorias na unidade e no parque fabril, aumentando ainda mais a sua capacidade operacional.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico, esta pesquisa apresenta todos os resultados obtidos a partir da metodologia apresentada anteriormente, fazendo a correlação entre os dados coletados em campo, nas análises documentais, no questionário aplicado, bem como nas simulações e estudos que serão demonstrados a seguir.

Inicialmente, foram discutidos os dados coletados na região e como eles deram base a esta pesquisa. No item seguinte, foram realizadas as análises com o cunho econômico e empresarial para determinar a viabilidade da proposta do centro de beneficiamento sob o aspecto comercial. Além disso, realizou-se a proposta de alteração da rota tecnológica atual, apresentando os benefícios de se realizar a implantação do Centro de Beneficiamento de Resíduos da Construção e Demolição – CBRCD.

Após a apresentação dos resultados sobre a viabilidade da implantação do centro nos temas estudados anteriormente, a pesquisa foi focada em estabelecer um leiaute mínimo do CBRCD, baseado no fluxo de trabalho a ser adotado durante o processo de fabricação dos produtos que serão gerados a partir dos resíduos. Por fim, as discussões culminaram na determinação dos custos dos produtos fabricados pelo centro de beneficiamento, bem como na definição do retorno do investimento para construção da unidade fabril conforme será apresentado a seguir.

5.1. DADOS COLETADOS NA REGIÃO

A deposição irregular dos resíduos, segundo Silva (2017), causa diversos problemas a população local, desde problemas de locomoção até problemas ambientais e de saúde para população local. Por esta razão, a prefeitura da cidade do Recife, através da EMLURB, realiza frequentemente a coleta destes resíduos, como foi informado em entrevista realizada com o seu gestor. A própria população tenta conscientizar os moradores através de placa confeccionadas pela própria comunidade, como pode ser visto na Figura 4.

Figura 4 - Placa confeccionada pela população no Vasco da Gama e Alto José do Pinho



Fonte: o autor (2021)

No site da EMLURB, a prefeitura informa que recolhe na coleta de RCD periódica, o volume de até 300 litros, desde de que esteja devidamente acondicionado. Com isso, a empresa recolhe cerca de 20.000 toneladas/mês, gerando a quantidade de 240.000 toneladas/ano.

Apesar disso, como a coleta é feita em intervalos de tempo, haverá momentos em que o material depositado ficará sem qualquer tipo de guarda ou tratamento. Neste caso, a região é dotada de um ponto de coleta, mantido pela prefeitura e que recebe até 1 m³ de entulho por gerador por dia. Este posto se localiza na av. Nova Descoberta, 1066 – Nova Descoberta, como mostrado na Figura 5.

Figura 5 – Econúcleo Nova Descoberta



Fonte: o autor (2023)

Além do Econúcleo localizado em nova descoberta, a EMLURB disponibiliza em algumas comunidades uma caixa de coleta, conhecida como caixa brook ou estacionária, ou ainda vulgarmente conhecida como “caçamba de lixo” ou “papa-metralha”, onde a população pode realizar a deposição correta dos entulhos produzidos nas pequenas obras. Porém, em alguns momentos, a caixa não tem capacidade suficiente para absorver a quantidade de resíduos gerada, onde neste caso o entulho é depositado ao lado da caixa, em plena via, conforme identificado na Figura 6 a seguir, no bairro do Alto José do Pinho.

Figura 6 – Ponto de deposição – Alto José do Pinho



Fonte: o autor (2021)

Apesar dos diversos avisos, no corpo da caixa estacionária e no muro ao lado do ponto de deposição e coleta, a população faz a deposição de lixo comum e doméstico (RSU) junto com o RCD, como mostrado na Figura 7 e 8, a seguir. A mistura dos tipos de resíduos inviabiliza a reciclagem do RCD, pois o contamina. Segundo, Júnior (2022) a mistura com o resíduo orgânico dificulta o seu futuro tratamento ou até mesmo o inviabiliza.

Figura 7 – RCD e RSU misturados



Fonte: o autor (2021)

Figura 8– coleta dos RCD e RSU na via publica



Fonte: o autor (2021)

Em entrevista realizada com o gestor responsável pela gestão dos contratos de limpeza urbana, da EMLURB, o profissional informou que, em casos de contaminação por material orgânico ou lixo doméstico, não se realiza a segregação do material, sendo o mesmo enviado para o CTR Candeias, onde é tratado o lixo comum. Esta mistura dos RCD e RSU acontece também nas vias públicas onde há a deposição irregular, conforme ilustrado na Figura 9, a seguir.

Figura 9 – Deposição do RCD e RSU na via pública – Alto José Bonifácio e Mangabeira



Fonte: o autor (fev/2021)

Na figura 9, mostrada anteriormente, é possível identificar sacolas com lixo doméstico e folhas de árvores juntos ao entulho depositado em um terreno baldio. Este resíduo, quando não é minimamente segregado, irá ser enviado para o aterro sanitário, ao invés do CTR contratado pela prefeitura. Porém, foram identificados vários pontos de deposição onde o RCD não estava contaminado e estava apto para reciclagem ou reuso. Em outros pontos, a realização da segregação manual deixou o resíduo apto para sua reciclagem, como demonstrado na Figura 10.

Figura 10 – Deposição irregular de RCD nos bairros de Nova Descoberta, Vasco da Gama, Alto José Bonifácio e Mangabeira



Fonte: o autor (2020)

Ainda referente ao material depositado nas vias e terrenos baldios, foi possível identificar a diversidade de materiais que podem ser reutilizados e reciclados em um centro de beneficiamento de resíduos. Na Figura 11 a seguir, é possível identificar a presença de materiais, segundo a classificação da resolução nº 307, do CONAMA, como produtos de classe A e B.

Figura 11 - RCD classe A e B segundo CONAMA



Fonte: o autor (2021)

A depender do estado de conservação de alguns objetos descartados junto ao RCD, é possível recuperá-los e revende-los a preços populares gerando renda ao próprio centro. Insumos como portas, janelas, espelhos, vidros, louças e metais, entre outros podem ser reutilizados com o mínimo de investimento possível. Caso, não seja possível revende-los, os mesmos podem ser destinados a outros centros de reciclagem, para serem revendidos por peso de resíduo reciclável.

No caso de materiais como madeiras, tábuas, ripas, caibros e compensados usados, eles podem ser utilizados dentro da próprio CBRCD como bandeja de secagem para os artefatos de cimento e RCD produzido no centro. Muitas vezes, madeiras provenientes de resto de cama, guarda-roupas e armários também podem servir de suporte para secagem dos blocos produzidos.

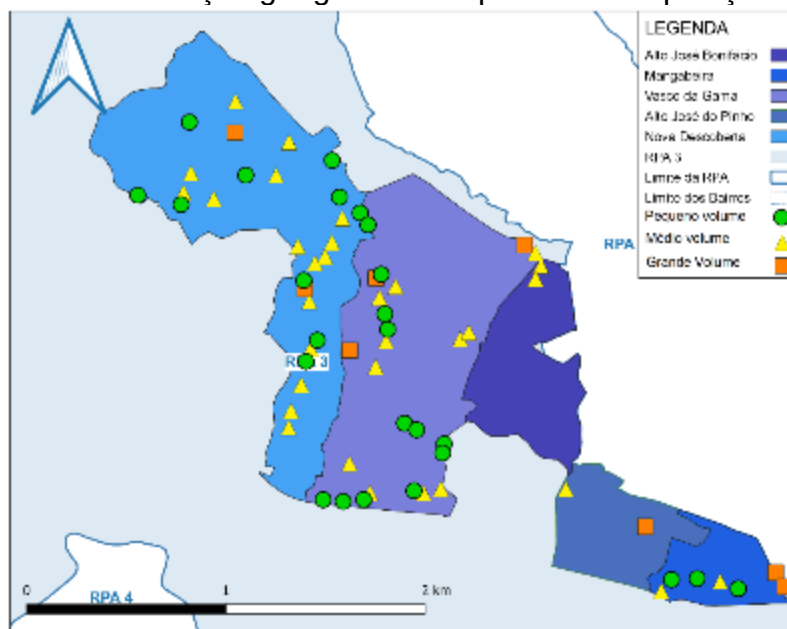
Diante do exposto neste tópico, segue a Tabela 2 com os pontos de deposição irregular identificados, separados por bairro e porte, assim com o mapa com a localização dos pontos mapeados (Figura 12).

Tabela 2– Pontos de deposição irregular identificados nos bairros do estudo

BAIRRO	PEQUENO	MÉDIO	GRANDE	TOTAL
Vasco da Gama	11	11	3	25
Alto José do Pinho	0	1	1	2
Alto José Bonifácio	0	2	0	2
Nova Descoberta	11	16	2	29
Mangabeira	3	2	2	7
Total	25	32	8	65

Fonte: o autor (2023)

Figura 12 – Distribuição geográfica dos pontos de deposição irregular



Fonte: o autor (2023)

Em uma análise comparativa, os dois locais que apresentaram mais pontos de deposição irregular são os dois bairros com a maior população entre aqueles estudados. Por outro lado, não há uma proporcionalidade entre estes dados, visto que o número de pontos identificados é 10 vezes maior que os demais bairros, que possuem um terço de sua área.

Porém, um fator que pode ser levado em consideração nesta análise é a relação de pontos de deposição e a densidade demográfica dos bairros. Neste caso, o bairro que apresentou mais pontos de deposição irregular é aquele que apresenta menor densidade demográfica, levando ao entendimento que há uma relação direta entre estes dois fatores, ou seja, área disponível para construção *versus* número de

deposição. Outro fato que também pode ser relacionado ao maior número de pontos de deposição é o que o bairro de Nova Descoberta é aquele que possui o menor valor do rendimento nominal médio mensal dos domicílios, que é de R\$ 898,39.

Apesar destes dados corroborarem com os trabalhos elaborados por VIEIRA *et al.* (2019), Holanda *et al.* (2022) e Paz *et al.* (2019), que faziam uma relação direta entre deposição irregular e renda, verificou-se que no bairro da Magabeira, cuja renda por domicílio é superior aos demais bairros, cerca de R\$ 1.317,08, apresentou mais pontos de deposição do que o bairro do Alto José Bonifácio. Com isso, não existe uma relação direta entre valor de rendimento médio e pontos de deposição.

5.2. ECONOMIA CIRCULAR E ANÁLISE SWOT

A Economia Circular mostrou-se em diversos países uma solução viável para o problema do extrativismo mineral e vegetal, bem como o problema dos Resíduos da Construção e Demolição. Apesar de apresentar vários pontos favoráveis à sua implantação, também é percebido que há vários entraves que podem inviabilizar a sua implantação. Por esta razão, esta pesquisa realizou uma análise SWOT dos principais pontos da EC aplicados na construção civil.

Neste estudo, análise SOWT terá a finalidade trazer à tona as principais questões relacionadas a implantação da Economia Circular na indústria da construção civil. Buscando uma melhor clareza com relação ao tema, este tópico será subdividido em quatro partes.

5.2.1. Oportunidades

No caso da implantação da Economia Circular na construção civil, vários autores apontaram diversas oportunidades para sua implantação e desenvolvimento. Dentre as oportunidades verificadas, a que mais se destaca é a redução do consumo de insumos provenientes do extrativismo mineral, que poderá ser substituído pelos resíduos reciclados, principalmente no que se refere ao RCD de classe A. Segundo Cristiano *et al.* (2021) a substituição de agregados primários, em obras de

terraplenagem, por agregados secundários, provenientes da trituração do RCD já é um exemplo de substituição deste insumo.

O material de classe A também pode compor outros produtos da construção civil, como por exemplo, agregados graúdos e miúdos para concreto estrutural e não estrutural, fabricação de tijolos e artefatos de concreto, entre outros. Lederer *et al.* (2020) afirmam que mesmo materiais asfálticos podem fazer parte desta substituição, gerando novos revestimentos asfálticos a partir o asfalto demolido.

Esta mesma oportunidade pode ser identificada no extrativismo vegetal, pois diversos produtos são gerados a partir da madeira que é descartada pelas construções, seja pelo processo de fabricação de outros elementos, pelas embalagens ou pelo fim do ciclo de vida de algumas edificações, como ocorre nos países do norte da Europa, de acordo com Niu *et al* (2020). De acordo com Hamidreza, Burman e Braimarh (2020), o Reino Unido vem fomentando o setor de inovação voltando para o uso do RCD nas construções mudando o cenário daquele país.

A partir da redução do extrativismo e do aumento da utilização dos resíduos como insumos, parte do CO₂ gerado nestas iniciativas deixaram de fazer parte do processo produtivo. Desta forma, a construção civil consegue através destas ações reduzir as contribuições de gases de efeito estufa na atmosfera.

Outra oportunidade enxergada pelos autores é a possibilidade de reaproveitar e adaptar edificações existentes, principalmente as que fazem parte do patrimônio cultural das cidades, evitando assim a construção de novas edificações. Segundo Foster (2020), abordagens engenhosas e inovadoras para o ambiente construído, em geral, e edifícios existentes, em particular, são fundamentais para realizar futuras sustentações. O autor completa dizendo que as características histórias e culturais únicas destes edifícios são sua “herança”.

A geração de novos empregos e de novos modelos de negócio também são oportunidades geradas pela implantação da economia circular. Tanto no que tange ao transporte de resíduos, ao processo de gestão, controle e rastreamento do RCD e na criação de novos Centro de Tratamento de Resíduos – CTR – assim como Centro de Beneficiamento de Resíduos da Construção e Demolição – CBRCD. Bao e Lu (2020) afirmam que a EC é responsável na redução da pressão sobre o meio ambiente, a melhoria da segurança da oferta de matérias-primas, aumento da

competitividade, estimulando a inovação, impulsionando o crescimento econômico e criando empregos.

Setores que muitas vezes são desvinculados da construção civil podem se beneficiar na mudança do modelo econômico atual. Um deles é o setor de tecnologia da informação que ficará responsável pela criação de softwares de gestão de dados relacionados ao estoque de material nas cidades, gestão dos transportes de insumos, gestão de pessoas e processos ligados a este fim.

5.2.2. Ameaças

A principal ameaça identificada pelos autores consultados é a ausência de incentivo por parte de alguns governos, nos diversos níveis estatais. Este fato faz com que as empresas não vislumbrem as vantagens da implantação da EC no setor da construção. Na falta de incentivos, o mercado tende a se acomodar na situação atual, que acaba sendo mais confortável e rentável para o tipo de negócio. Segundo Cristiano et al (2021), as políticas de incentivos sob a forma de subsídios ou outros incentivos econômicos, regulamentos e controles rigorosos são necessárias para melhorar este setor da construção.

A falta de legislação própria para o setor, em que haja de regulamentação das ações do setor da construção com ações incentivadoras, regulatórias e, por vezes, punitivas fariam com que a indústria da construção civil se adaptasse e colocasse em práticas todas as ações sustentáveis com relação aos seus processos construtivos. Há diversos exemplos onde o papel do estado foi preponderante para o sucesso da implantação destas ações.

Um exemplo da intervenção do estado no setor, com foco na gestão dos RCD ocorreu na cidade de Shenzhen, na China. Bao e Lu (2020) apresentaram em seu artigo que a prefeitura apenas emite a licença de construção após a apresentação do plano de gestão de resíduo. Neste plano, a prefeitura do município chinês estipula o montante máximo de resíduo que pode ser transportado para fora da obra, de acordo com as características do empreendimento.

Apesar de legislar em prol do meio ambiente e da EC, o poder público fica limitado a ações regulatórias e incentivadoras, que por si só não resolvem o problema. Neste momento é que a participação da academia faz com que soluções sejam

estudadas para que haja um destino útil para o RCD gerado nos processos construtivos. Apesar de inúmeros estudos, o número de soluções que se mostrem viáveis técnica e economicamente são insuficientes para que o mercado se interesse por elas.

Outra ameaça, está relacionada a falta de rastreamento do estoque de material disponível para reutilização. De acordo com Arora *et al.* (2020), não há interesse por parte do setor produtivo em cadastrar os estoques de RCD e materiais reutilizáveis para que voltem a cadeia produtiva. Como se trata de uma ação dispendiosa com baixo retorno financeiro, o mercado não investe neste tipo de ação.

5.2.3. Pontos fortes

No caso da indústria da construção civil, este cenário é a implantação da Economia Circular no sistema de gestão de RCD. Dentre os pontos fortes encontrados neste cenário está a abundância de matéria prima para implantação do sistema de gestão. Como abordado anteriormente, a crescente necessidade por obras de infraestrutura e de edificações residências e comerciais, aliada a renovação do estoque de edificações por já estarem no final da sua vida útil ou por não atenderem os anseios da população fazem com que haja um estoque de RCD bastante considerável na maioria dos centros urbanos pelo mundo.

Kabirifar *et al.* (2020) expõem os dados que reforçam este ponto forte do setor em diversos países. Estima-se que a União Europeia gerou em 2014, cerca de 333 milhões de toneladas de RCD, sem considerar a presença de solos provenientes de corte. A China foi considerada em 2014 a maior geradora de RCD no mundo com a produção de 1,13 bilhão de toneladas, seguida pelos Estados Unidos que gerou cerca de 534 milhões de tonelada.

Outro ponto forte é o fato de já existir casos reais e de sucesso, que comprovam a sustentabilidade técnica e econômica do tipo de negócio. O uso destes resíduos na construção de rodovias, em que o material de sub-base era extraído do meio ambiente e passou a ser utilizado o agregado em larga escala pelos países europeus é um sinal que há mercado para este tipo de produto, segundo Cristiano *et al.* (2021). Apesar de afirmar que este uso não explora o potencial econômico do produto, é inegável que já existe um benefício atrelado a este uso.

5.2.4. Pontos fracos

Dentre os pontos fracos, um dos que mais trazem impacto a implantação do CBRCD é a falta de segregação dos materiais demolidos por parte da população, devido à sua falta de conscientização. Isto porque, os resíduos misturados prejudicam a homogeneidade dos resíduos, tornando-o muitas vezes inviável para o seu reuso ou reciclagem, tendo como destino final o seu descarte em algum aterro sanitário, sem qualquer possibilidade de reutilização.

Além deste ponto, os produtos industrializados a partir dos RCD não se mostraram competitivos no mercado. Isto se deve à falta de cultura do mercado consumidor local, custo de aquisição pouco atrativo e falta de normatização por parte do mercado produtor.

A falta de rastreabilidade dos resíduos gerados nos canteiros de obra também pode ser considerada como ponto fraco do processo, pois isso evidencia que há necessidade de melhorar a rastreabilidade da etapa de reciclagem que também seria útil para compreender a qualidade técnica dos agregados de resíduos utilizados em sub-bases e nos concretos, bem como o cálculo da taxa de reciclagem efetiva de RCD, segundo Cristiano et al (2021).

Sem mencionar que a falta de rastreabilidade “após o portão das plantas de reciclagem” não promove uma gestão virtuosa e transparente dos agregados de resíduos, completa o autor. O mercado atualmente se mostra desinteressado sobre o assunto e quando há uma análise, ela é abordada de forma parcial e sob apenas o ponto de vista do produtor e não do consumidor, como descrito por Arora *et al.* (2020).

De posse das oportunidades, ameaças, pontos fortes e fracos, é possível criar o quadro resumo conforme figura 13 a seguir.

Figura 13 - Análise SWOT

	FATORES POSITIVOS	FATORES NEGATIVOS
FATORES INTERNOS	S Strengths/ Pontos Fortes • Grande estoque de material prima • Casos existentes	W Weaknesses/ Pontos Fracos • Resíduos não segregados • Falta de rastreabilidade • Desconhecimento do estoque existente
FATORES EXTERNOS	O Opportunities/ Oportunidades • Redução no extrativismo • Geração de empregos • Novos modelos de negócio • Redução da geração do CO2	T Threats/ Ameaças • Falta de incentivo governamental • Ausência de legislação • Desorganização e falta de treinamento do RCD

Fonte: o autor (2023)

5.3. ROTA TECNOLÓGICA ATUAL

O processo de construção de uma edificação tem relação direta com a geração de resíduos, que podem estar ligados ao processo construtivo ou a demolição da edificação existente, seja de forma parcial ou total. Tais resíduos, após gerados, precisam ser segregados, acondicionados, transportados e tratados corretamente, quando possível, ou depositados em local propício para o seu descarte (PIMENTEL *et al.*, 2020).

Todo este trajeto percorrido pelo resíduo, de sua geração até a reutilização ou deposição é denominado de rota tecnológica (PIMENTEL *et al.*, 2020). Atrelada a este caminho, continua os autores, estão os custos relacionados a cada etapa, que por sua vez podem onerar bastante o valor de uma obra. Por esta razão, muitos geradores destes resíduos se furtam de fazer com que os resíduos percorram esta rota, realizando a deposição irregular sem o devido tratamento.

Entender esta rota e o conteúdo dos resíduos é de grande importância no momento de propor soluções que visem a reutilização, reciclagem, tratamento ou até mesmo a deposição destes materiais. Como, para cada etapa da rota tecnológica, tem-se um custo atrelado, reduzir esta rota também traz uma redução no seu custo.

Em entrevista com a EMLURB (Apêndice A), foram avaliados vários pontos com relação a coleta do RCD pela Prefeitura da Cidade do Recife (PCR) a respeito do RCD coletado nas ruas, avenidas e terrenos baldios da cidade.

Referente à coleta pública, o gestor informou que há em toda a cidade, rotas pré-definidas para realização da coleta de resíduos, sejam eles RSU, RCD, assim como galhos de árvores e lodo das galerias limpadadas periodicamente. Em algumas regiões da cidade, há um reforço no número de viagens por semana.

As regiões mais carentes são aquelas que apresentam o maior volume de deposição irregular de RCD nas vias, córregos e terrenos baldios, visto que é mais econômico para o morador deixar os resíduos na rua ou terreno mais próximo do que pagar pelo transporte regular, através de empresas especializadas e conveniadas com a prefeitura para este fim.

A prefeitura, por meio da EMLURB, realiza a fiscalização para identificação dos geradores de RCD e sua devida autuação, porém é difícil identificar os geradores que depositam os seus resíduos, após tendo feito tal ação. A única forma de se obter esta

informação é através da denúncia dos próprios moradores e comerciantes da região, seja durante a deposição ou após a sua realização.

Quanto ao recolhimento do material, a prefeitura dispõe de três alternativas para realizar a coleta e transporte do material até o destino final deste material. O primeiro é através dos Econúcleos e Ecoestações criadas para este fim. As Ecoestações são ponto de recebimento de resíduos entregues pela população recifense até o volume de 1 m³/dia, excetuando-se os resíduos industriais, hospitalares e eletrônicos. Segundo a PCR, por meio do site RECIFE LIMPA, a cidade possui 8 unidades localizado nos bairros do Arruda, Campo Grande, Cohab, Ibura, Imbiribeira, Torre, Torreões e Totó, que funcionam de segunda a sábado, das 8 às 16h. Os Econúcleos têm a mesma função das Ecoestações, porém possuem uma estrutura menor. A terceira alternativa é a coleta realizada nos locais

A partir das informações fornecidas pela EMLURB, foram realizadas diligências ao portal <http://portaldecompras.recife.pe.gov.br/app/ConsLicitacoesConcluidas.php>, em que foi identificada a licitação inscrita sob o número 001/2021, do tipo Concorrência presencial, realizada em 31 de agosto de 2021, responsável pela contratação de empresa especializadas em engenharia sanitária para a execução dos serviços de coleta e limpeza urbana no município do Recife.

Esta licitação foi dividida em dois lotes, onde cada lote traz as informações voltadas para cada trecho da cidade conforme apresentado parcialmente no apêndice C e D deste documento. No item 27 da planilha, referente ao “Transporte ao destino final da coleta de resíduos diferenciados”, foi verificado que no lote 01 o valor por tonelada de material transportado é de R\$ 24,91/ton, enquanto no lote 02 é R\$ 38,12/tonelada.

Esta diferença se deve ao fato de cada lote está a uma Distância Média de Transporte – DMT – diferente entre o ponto médio de coleta e o ponto de deposição do material. Para o lote 1, a DMT considerada no cálculo é de 14,70km, enquanto a DMT do lote 2 é de 22,50km. Dividindo o valor do custo de transporte, em cada lote pela DMT, obtém-se o valor de R\$ 1,6945 ton x km, conforme demonstrado a seguir:

- Lote 1 – Custo ton x km = R\$ 24,91/ton ÷ 14,70 km = R\$ 1,6945 / ton x km
- Lote 2 - Custo ton x km = R\$ 38,12/ton ÷ 22,50 km = R\$ 1,6945 / ton x km

A partir dos dados coletados na licitação é possível definir o custo de transporte dos resíduos coletados dispostos de forma irregular, nos bairros estudados até o local do tratamento destes resíduos. A DMT média entre os bairros de Vasco da Gama, Alto José do Pinho, Alto José Bonifácio, Nova Descoberta e Mangabeira e até o CTR Ciclo Ambiental, local definido pela PCR para o tratamento do RCD coletado nas vias e núcleos foi obtida simulando o trajeto realizado pelos veículos coletores utilizando o Google Maps (maps.google.com.br), considerando o ponto médio dos citados bairros até o local de tratamento, conforme Tabela 3.

Tabela 3 – DMT entre os bairros do estudo CRT Ciclo Ambiental	
BAIRRO	DMT
Vasco da Gama	10,00 km
Alto José do Pinho	11,20 km
Alto José Bonifácio	11,90 km
Nova Descoberta	9,40 km
Mangabeira	11,90 km
DMT média dos Bairros estudados	10,88 km

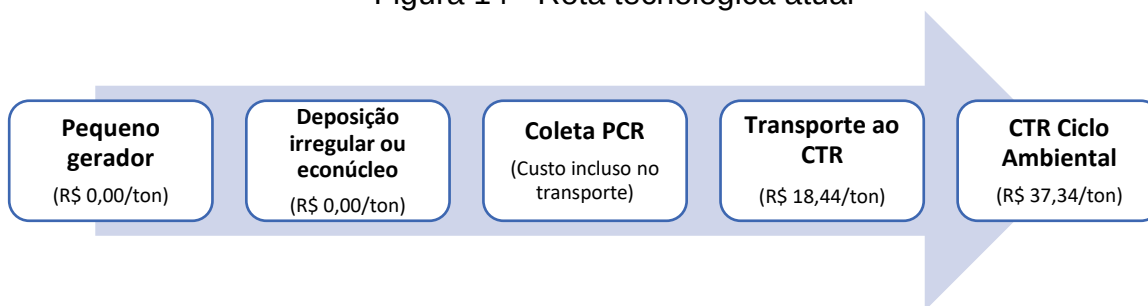
Fonte: o autor (2023)

De posse da DMT média, no valor de 10,88 km, calcula-se o custo do transporte por tonelada, conforme demonstrado a seguir:

- Custo de Transporte (R\$ / ton) = DMT (km) x Custo ton x km (R\$ / ton x km)
- Custo de Transporte = 10,88 km x R\$ 1,6945 / ton x km = R\$ 18,44 /ton

De volta ao portal de licitações, também foi identificado a licitação relacionada ao recebimento e tratamento do RCD oriundos de todas as regiões da cidade do Recife, cobertas pelos lotes 01 e 02 do processo de coleta e transporte. A licitação no formato Pregão Eletrônico registrado sob o número 02/2022, realizado no dia 11 de fevereiro de 2022, estabeleceu que o custo de recebimento, tratamento e deposição do RCD é de R\$ 37,34/ ton. O custo do tratamento no CTR somado ao custo do transporte é de R\$ 55,78/ton, sendo este o custo total da rota tecnológica para o RCD nos bairros estudados, conforme Figura 14.

Figura 14 - Rota tecnológica atual



Fonte: o autor (2023)

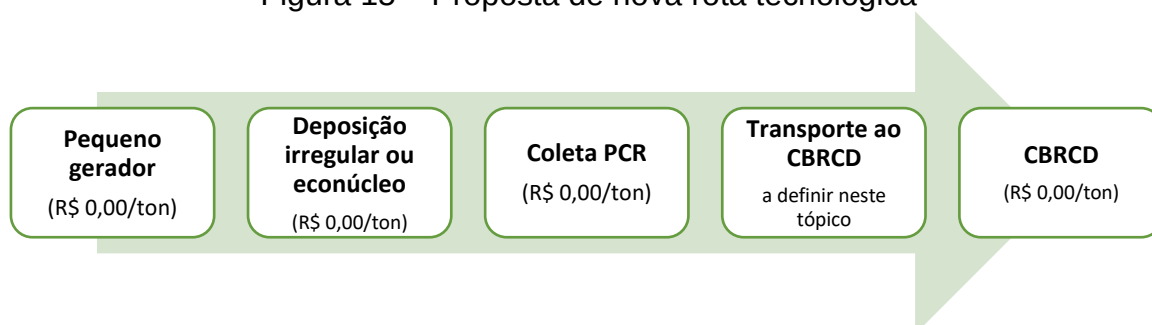
5.4. PROPOSTA DE NOVA ROTA TECNOLÓGICA

De posse dos dados coletados nas licitações públicas e na entrevista à gestão da EMLURB, foi possível estabelecer a rota tecnológica atual do RCD. Esta rota, como descrito anteriormente, gera o custo médio para prefeitura de R\$ 55,78/ton a PCR.

Apesar de não ter sido possível estabelecer a quantidade de resíduos dispostos irregularmente e coletados nos bairros estudados, é possível estabelecer, através da estimativa publicada pela EMLURB, que a cidade do Recife gera o volume de 20.000 tonelada/mês, que multiplicado pelo custo de tratamento, no valor de R\$ 37,34/ton, obtêm-se o custo mensal de R\$ 746.800,00/mês. Por ano, este valor atinge quase 9 milhões de reais.

Este documento, como um dos seus objetivos, propõe uma rota tecnológica alternativa para parte dos resíduos gerados, transportados e tratados no município. Esta rota altera os dois últimos elementos da rota atual, transportando parte do material recolhido para o CBRCD conforme Figura 15.

Figura 15 – Proposta de nova rota tecnológica

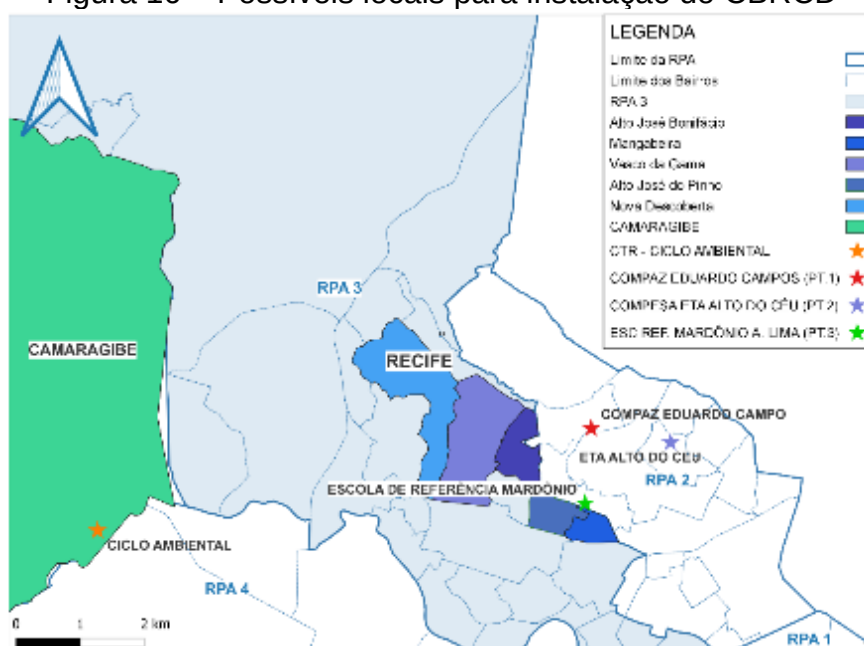


Fonte: o autor (2023)

Quanto à localização do centro de beneficiamento, destino final da nova rota, este deverá ser o mais próximo das comunidades com vulnerabilidade social, a fim de beneficia-las com um local que possa gerar renda e reduzir os custos de transporte pagos pela prefeitura. Quanto à construção do CBRCD, como será abordado no tópico 5.7, é necessária a área mínima de 300m², nas dimensões de 20 metros de frente e 15m de comprimento.

Ao investigar os bairros estudados, não foram identificados espaços públicos que oferecessem condições mínimas para comportar um centro de beneficiamento como o que será proposto no estudo. Por esta razão, foram realizadas visitas nos bairros vizinhos, em que foram identificados três possíveis pontos de instalação do CBRCD. Estes pontos também se encontram na zona norte da cidade, localizados em comunidades com vulnerabilidade social, mas não fazem parte da RPA 3, onde está ocorrendo o estudo, e sim na RPA 2 conforme imagem da Figura 16.

Figura 16 – Possíveis locais para instalação do CBRCD



Fonte: o autor (2023)

O primeiro ponto está localizado no bairro da Linha do Tiro, no endereço Av. Anibal Benévolo, s/n, em frente ao Centro Comunitário da Paz - COMPAZ Governador Eduardo Campos. O provável local para sua instalação está localizado no terreno desocupado em frente ao equipamento público, que possui as dimensões mínimas

necessárias para instalação do CBRCD, identificados pelo retângulo vermelho, conforme Figura 17.

Figura 17 – Opção 1: Provável local para instalação do CBRCD.



Fonte: Google Earth/ autor (2023)

A proximidade com o COMPAZ se torna estratégica, pois o equipamento público presta serviços sociais as comunidades com vulnerabilidade social. O terreno com potencial para instalação do centro está dentro das dimensões necessárias para a possível instalação, porém o local não comporta ampliações futuras devido às limitações laterais, gerado pelas edificações vizinhas e pelos fundos do terreno, que se torna íngreme depois da área necessária para instalação.

Para esta primeira opção, a DMT média reduz em 65% da rota atual conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Opção 1: terreno em frente ao COMPAZ Eduardo Campos.

BAIRRO/ OPÇÃO 1	DMT (km)
Vasco da Gama	3,50 km
Alto José do Pinho	3,50 km
Alto José Bonifácio	2,20 km
Nova Descoberta	3,80 km
Mangabeira	3,90 km
DMT média dos Bairros estudados	3,38 km

Fonte: o autor (2023)

O segundo ponto está localizado no terreno ocupado pela Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA, onde funciona atualmente a Estação de Tratamento de Água – ETA Alto do Céu, localizado na rua Major Davino, 50 no bairro do Fundão. Caso o CBRCD seja instalado neste local, o acesso poderá ser feito internamente, pela guarita de acesso a ETA ou por um acesso independente criado para o centro de beneficiamento, na rua lateral.

O local possui área suficiente para futuras expansões da unidade de reciclagem assim como da própria ETA e também está localizado em uma região com vulnerabilidade social. A localização desta possível área é representada pelo retângulo roxo, conforme Figura 18.

Figura 18 – Opção 2: Provável local para instalação do CBRCD.



Fonte: Google Earth/ autor (2023)

Optando por este local, assim como na primeira opção, haverá uma redução considerável na DMT média, que passará de 10,88km para 4,60km, reduzindo o custo de transporte em 57,7%, conforme Tabela 5.

Tabela 5 - Opção 2: ETA Alto do Céu.

BAIRRO/ OPÇÃO 2	DMT (km)
Vasco da Gama	5,30 km
Alto José do Pinho	3,70 km
Alto José Bonifácio	4,40 km
Nova Descoberta	5,60 km
Mangabeira	4,00 km
DMT média dos Bairros estudados	4,60 km

Fonte: o autor (2023)

A terceira opção da possível instalação do CBRCD é também a mais propícia para sua instalação. Atualmente, o terreno é ocupado pela Escola Estadual de Referência Professor Mardônio de Andrade Lima, localizado na rua Chã de Alegria, 117 – Água Fria. O local da sua possível instalação está situado nos fundos do terreno, representado pelo retângulo verde na Figura 19.

Figura 19 – Opção 3: Provável local para instalação do CBRCD.



Fonte: o autor (2023)

O local já possui um portão de acesso para veículos de grande porte como caminhões poliguindastes e basculantes. Também possui área para futuras ampliações. Além disso, também é o ponto mais próximo dos bairros estudados e que facilmente poderá atender a população da RPA 2 e RPA 3. Quanto à DMT média para

os bairros estudados, esta opção é a aquela que apresenta a menor distância, reduzindo o custo de transporte em 82%, conforme Tabela 6.

Tabela 6 - Opção 3:E.E.R. Profe. Mardônio de Andrade Lima	
BAIRRO/ OPÇÃO 3	DMT (km)
Vasco da Gama	2,10 km
Alto José do Pinho	0,70 km
Alto José Bonifácio	1,60 km
Nova Descoberta	4,40 km
Mangabeira	1,00 km
DMT média dos Bairros estudados	1,96 km

Fonte: o autor (2023)

Com a rota tecnológica proposta neste estudo e as alternativas de localização dos futuros CBRCD, haverá a redução dos custos de transporte, entre o ponto de coleta e o destino final, visto que a proposta dos centros de beneficiamento reduz a DMT média de 10,88km para 1,96 km, no caso da terceira alternativa e 4,6 km para segunda alternativa, conforme Tabela 7.

Tabela 7 - Comparativo entre as rotas tecnológicas				
BAIRRO	DMT (km)	CUSTO UNITÁRIO (R\$/ton)	CUSTO TOTAL (R\$/ton)	% de redução
Rota tecnológica atual	10,88	1,695	18,44	-
Opção 1: COMPAZ Eduardo Campos	3,38	1,695	5,73	65,0%
Opção 2: ETA Alto do Céu	4,60	1,695	7,80	57,7%
Opção 3: Escola de Referência Prof. Mardônio A. L. Coelho	1,96	1,695	3,32	82,0%

Fonte: o autor (2023)

Além da redução da DMT média, em cerca de 82% dos pontos de coleta e o ponto de beneficiamento, houve também a redução do custo de tratamento, tornando esta rota mais atrativa para o município.

5.5. CENTRO DE BENEFICIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO - CBRCD

A fabricação dos subprodutos gerados a partir do RCD necessita de um local propício para sua fabricação. Este local deve ser dotado de áreas, edificações e equipamentos que serão utilizados na fabricação destes produtos com conforto e segurança para os seus usuários. Para o desenvolvimento das áreas e requisitos mínimos para estas instalações, faz-se necessário realizar as seguintes ações:

1. Determinação do fluxo de trabalho do CBRCD;
2. Determinar as áreas mínimas para cada etapa de fabricação dos subprodutos;
3. Dimensionar as edificações mínimas para atendimento ao Centro de Beneficiamento;
4. Definir os equipamentos mínimos para fabricação dos produtos;
5. Definir as áreas voltadas para comercialização e administração do CBRCD.

5.5.1. Determinação do fluxo de produção do CBRCD

Após a seleção realizada no interior do centro de beneficiamento, o RCD poderá seguir um dos quatro fluxos internos, conforme Quadro 7.

Quadro 7 - Fluxo das possíveis rotas do RCD.

ROTA	CARACTERÍSTICA	AÇÃO
FLUXO 1	Produtos classificados como classe A, sem contaminantes	Encaminhar para fabricação dos subprodutos
FLUXO 2	Produtos classificados como classe B, sem contaminantes	Encaminhar para usina de reciclagem (venda ou doação)
FLUXO 3	Produtos não classificados ou com contaminantes	Encaminhar para o CTR
FLUXO 4	Produtos usados que podem ser reutilizados após intervenção	Encaminhar para a recuperação e beneficiamento

Fonte: o autor (2023)

Os resíduos que forem descartados ficarão acondicionados em baias específicas para que sejam levadas até o CTR conveniado com o município. Quanto ao RCD selecionado, este continuará o fluxo de trabalho e entrará na área de beneficiamento.

Este estudo se debruçará apenas no fluxo 1 e suas partes, conforme apresentado na Figura 20 a seguir, que está diretamente relacionada a fabricação dos produtos a partir do RCD. As demais, apesar de serem uma fonte de recurso para os operadores, serão consideradas como renda extra para a unidade

- Beneficiamento – os resíduos selecionados, que entrarão no fluxo 1 serão triturados e peneirados para atingir a granulometria necessária para fabricação dos blocos e elementos pré-moldados. Os resíduos do fluxo 2, seguirá um fluxo paralelo, onde serão beneficiados caso a caso.
- Produção – na etapa de produção, o RCD transformado em agregado miúdo e graúdo será misturado com os materiais cimentícios para fabricação dos blocos e *pavers*. Nesta fase, os produtos são fabricados e passam pelo processo de cura do concreto. Quanto aos resíduos da produção, os mesmos irão retornar ao processo novamente. Aqueles que não puderem ser reutilizados serão encaminhados para o CTR.
- Qualidade e armazenamento – após a fabricação, os produtos gerados serão armazenados no pátio do CBRCD, para futura comercialização e transporte. Porém, alguns elementos serão retirados para que seja analisada a sua qualidade e também ensaiados;
- Comercialização e Logística – Após comercializado, os produtos serão despachados para o endereço dos compradores, que ficarão responsáveis pela embalagem, frete, carga e descarga do veículo de transporte, além das despesas adicionais.

Figura 20 - Fluxo de trabalho no CBRCD.

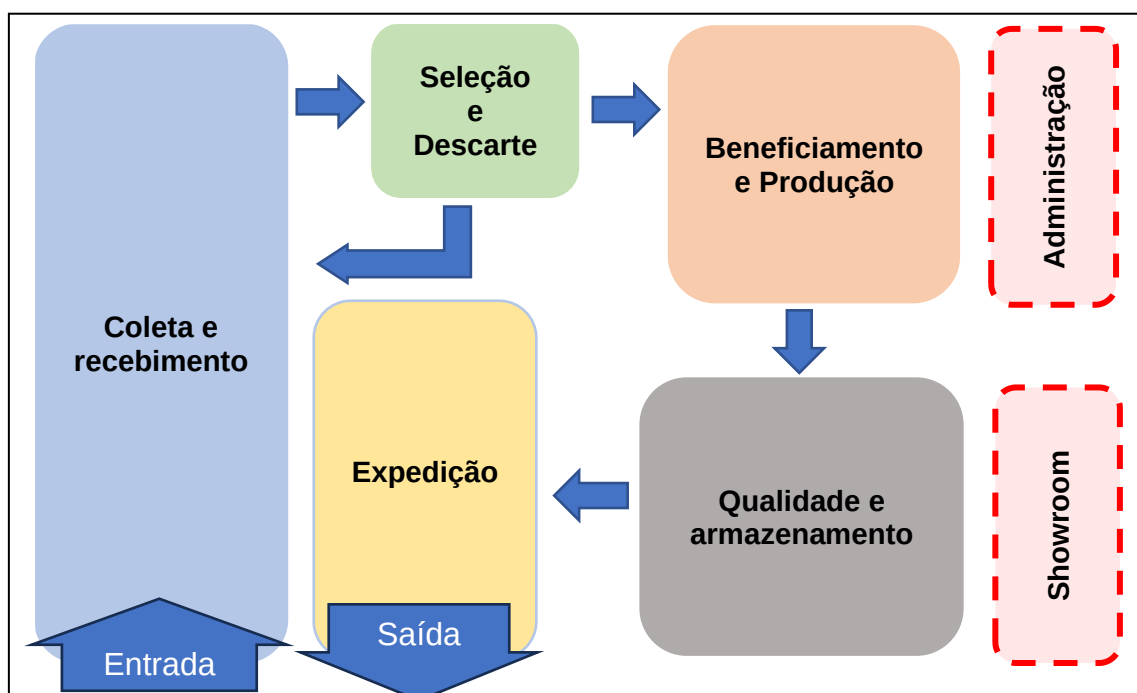


Fonte: o autor (2023)

5.5.2. Programa de necessidades

A determinação do programa de necessidade está baseada no fluxo 1 de trabalho estabelecido no tópico anterior. No caso do CBRCD, o fluxo exposto no item anterior determina os principais espaços para manejo dos resíduos de forma facilitar a seleção, descarte e ou beneficiamento. Neste documento, foi sugerido um *layout* que vise facilitar o fluxo de trabalho, desde a entrada dos resíduos até a sua saída como produto final, conforme Figura 21, a seguir.

Figura 21 - Layout e Fluxo de trabalho.



Fonte: o autor (2023)

Os setores apresentados na figura 19 foram detalhados considerando cada área macro e subdivido na sugestão de layout que será apresentada neste tópico. A seguir será detalhado cada setor do CBRCD

- **Coleta e Recebimento** – esta área será responsável pelo recebimento, triagem e acondicionamento dos resíduos recebidos, seja por caminhão poliguindaste, por caminhão basculante, caminhão carroceria, picapes, VUC, carros do tipo passeio e carroças. Este setor é dotado de duas baias para veículos, onde uma delas poderá ser utilizada como expedição. Além destas baias, foram designados três locais para armazenamento do RCD, sendo dois em contêineres estacionários e uma com espaço aberto;
- **Seleção e descarte** – área de seleção dos materiais recebido será utilizado pelos funcionários para realizar a seleção dos resíduos que serão aproveitados durante o processo de fabricação. Aqueles que não forem utilizados serão destinados ao descarte e enviados para o CTR Ciclo Ambiental;
- **Beneficiamento e produção** – espaço destinado para trituração, preparação da argamassa e concreto, produção dos blocos e *pavers* com o uso da prensa semiautomática. No local, há também um espaço para secagem dos elementos

fabricados. A área da produção também é composta pelo container inferior, composto por almoxarifado, laboratório e ferramentaria;

- Qualidade e armazenamento – o espaço compartilha até 21 paletes na horizontal e três paletes na vertical, totalizando 63 paletes. Cada paleta comporta até 192 blocos de concreto, podendo armazenar até 12.000, em seu uso máximo
- Showroom – espaço reservado para o atendimento ao cliente, onde serão expostos parte dos produtos produzidos na Rota 1 e 4;
- Administração – Área destinada para o escritório, arquivo, copa e banheiro com dois espaços para bacia sanitária e um espaço para o banho.

No Quadro 8, a seguir, serão detalhadas todas as áreas, com as suas respectivas dimensões.

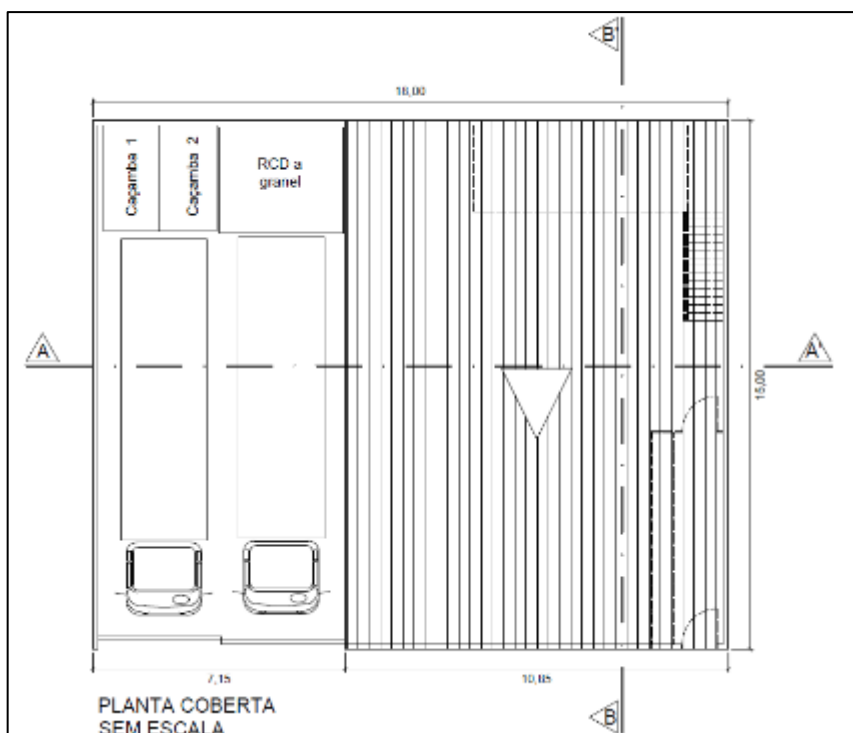
Quadro 8 – Áreas e dimensões dos ambientes do CBRCD.

ESPAÇO	CARACTERÍSTICA	DIMENSÕES	ÁREA TOTAL
Coleta e armazenamento de RCD	Baia 1 e 2	1,60 x 3,00 (X 2)	9,60
	Caçamba 1 e 2	11,00 x 3,50 (X 2)	77,00
	RCD a granel	3,50 x 3,00	10,50
Seleção e descarte	Área de Triagem	3,50 x 3,00	10,50
Beneficiamento e produção	Trituração	2,00 x 2,50	5,00
	Argamassa/ Concreto	2,00 x 2,50	5,00
	Fabricação	2,00 x 2,50	5,00
	Almoxarifado	3,65 x 2,44	8,78
	Laboratório	2,44 x 1,20	2,88
	Deposito	2,44 x 1,03	2,47
Qualidade e armazenamento	Secagem	2,00 x 7,00	14,00
	Estocagem	3,00 x 7,00	21,00
Vendas	Showroom	6,00 x 2,03	12,18
Escritório	WC 1	0,63 x 1,002	0,60
	WC 2	0,60 x 1,02	0,61
	Banho	1,23 x 0,70	0,84
	Banheiro	1,23 x 0,64	0,77
	Copa	1,20 x 2,44	2,93
	Deposito	1,26 x 1,64	1,97
	Circulação	1,26 x 0,80	0,96
	Escritório	2,21 x 2,44	5,37

Fonte: o autor (2023)

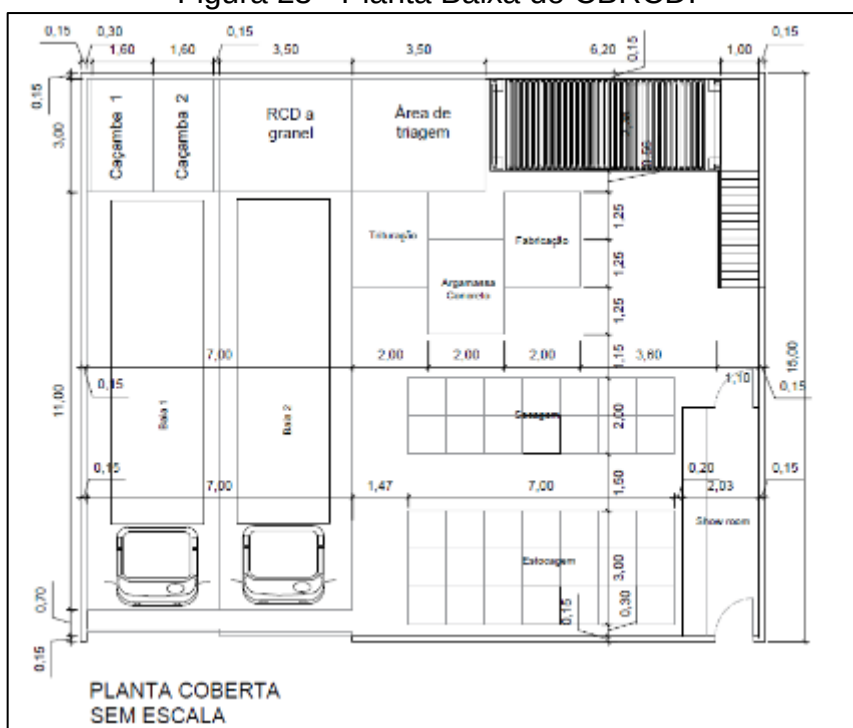
A seguir, será apresentando o layout sugestivo (Figuras 22 a 26) para implantação do CBRCD, de forma atender o fluxo 1 e as necessidades operacionais, comerciais e administrativas.

Figura 22 - Planta de Coberta do CBRCD.



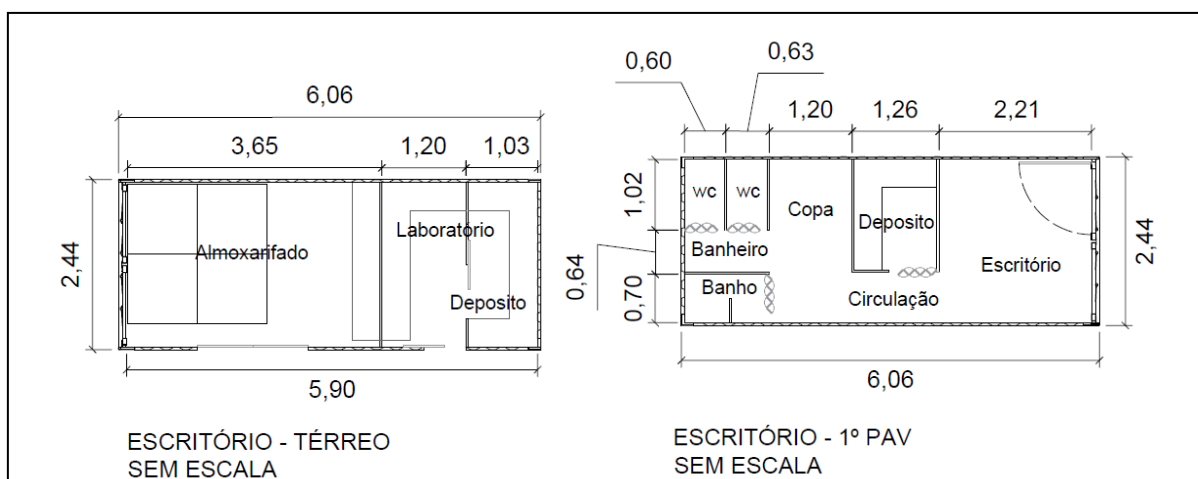
Fonte: o autor (2023)

Figura 23 - Planta Baixa do CBRCD.



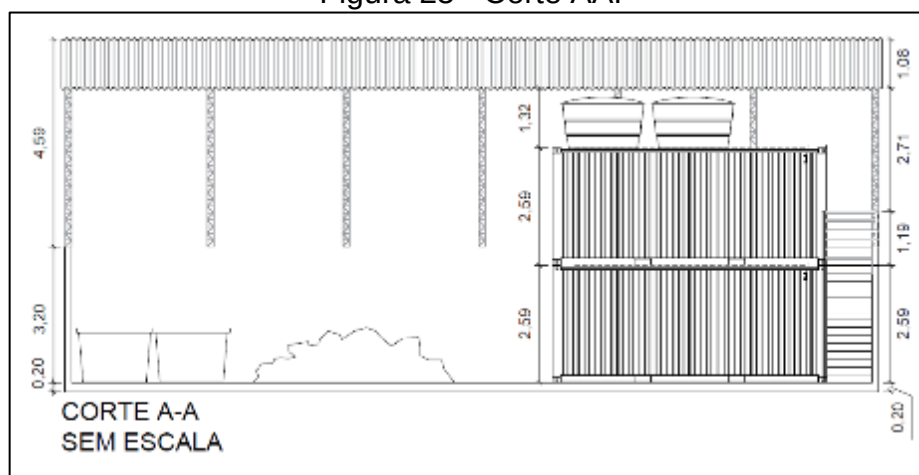
Fonte: o autor (2023)

Figura 24 - Layout do Container (térreo e 1º pavimento).



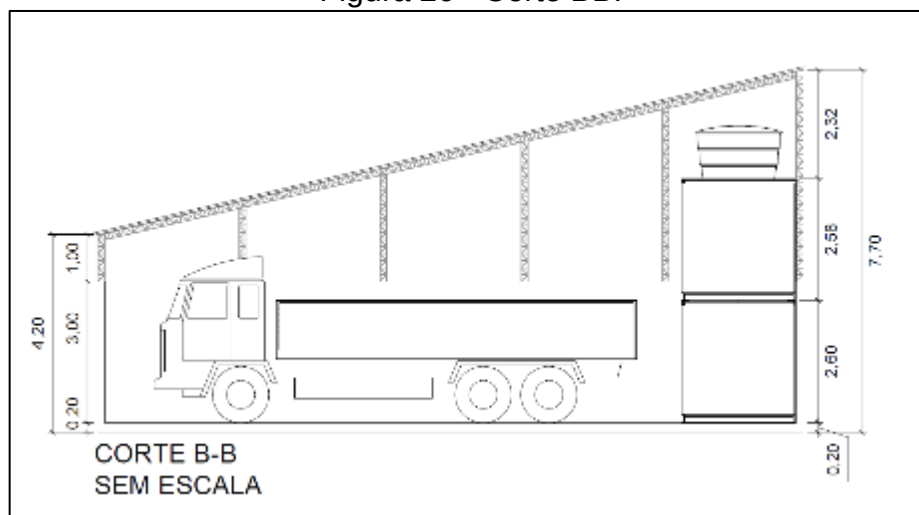
Fonte: o autor (2023)

Figura 25 - Corte AA.



Fonte: o autor (2023)

Figura 26 - Corte BB.



Fonte: o autor (2023)

Por se tratar de um projeto sugestivo, o mesmo poderá ser alterado e adaptado de acordo com o terreno em que for implantado, assim como pode sofrer ajustes de acordo com a necessidade da comunidade. O local, quando não estiver produzindo, poderá ser utilizado pela comunidade em ações pontuais de educação ambiental, treinamento profissionalizante, entre outros.

5.6. PRODUTOS GERADOS A PARTIR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

Como descrito no item acima 4.4, deste documento, o CBRCD será capaz de produzir, quando estiver em pleno funcionamento, três grupos de produtos distintos, que poderão ser comercializados na própria comunidade local. O primeiro grupo é formado pelos blocos de concreto para alvenaria de vedação, o segundo é pelos blocos de piso intertravado e o terceiro de agregados de RCD, conforme Quadro 9.

Quadro 9 - Produtos gerados no CBRCD.

PRODUTOS	DESCRIÇÃO	MEDIDAS
BC.01	Bloco de concreto para alvenaria de vedação com espessura de 9 cm	9x19x39 cm
BC.02	Meio-bloco de concreto para alvenaria de vedação com espessura de 9 cm	9x19x19 cm
BC.03	Bloco de concreto para alvenaria de vedação com espessura de 14 cm	14x19x39 cm
BC.04	Meio-bloco de concreto para alvenaria de vedação com espessura de 14 cm	14x19x19 cm
PV.01	Piso intertravado para passeios – esp. 6cm	20x10x6cm
PV.02	Piso intertravado para passeios – esp. 8cm	20x10x8cm

Fonte: o autor (2023)

Os dois primeiros grupos utilizam na sua fabricação, todo o parque fabril do centro de beneficiamento, utilizando todos os equipamentos e ocupando maior espaço de interno do centro, que será voltado para cura dos blocos e armazenamento. O último grupo ficará responsável pelo acondicionamento do excesso de RCD contido no CBRCD e utilizará apenas o triturador e a área de estoque como no Quadro 10.

Quadro 10 - Equipamentos relacionados aos produtos.

GRUPO	PRODUTOS	TRITURAÇÃO	PENEIRAMENTO	BETONEIRA	PRENSA	CURA	ARMAZENAMENTO
1	BC.01	X	X	X	X	X	X
	BC.02	X	X	X	X	X	X
	BC.03	X	X	X	X	X	X
	BC.04	X	X	X	X	X	X
2	PV.01	X	X	X	X	X	X
	PV.02	X	X	X	X	X	X

Fonte: o autor (2023)

A determinação do custo de fabricação de cada um dos produtos relacionados no tópico anterior foi obtida a partir da metodologia apresentada no tópico 4.4 deste documento.

5.6.1. Custo dos equipamentos

Os custos dos equipamentos foram obtidos em sites especializados da internet e em lojas de equipamentos para construção, como demonstrado no apêndice F. O custo de R\$ 0,88/kWh para o custo de kWh de energia para unidades consumidoras do tipo industrial, foi extraído da tabela do SINAPI/CEF, do mês de dezembro de 2022, cujo código é o número 2705.

O custo de depreciação foi calculado a partir do valor de aquisição pesquisado e aplicado na equação 4 conforme Tabela 8:

Tabela 8 - Custo de Depreciação Horária dos equipamentos de produção.

DESCRIÇÃO	UND	VALOR AQUISIÇÃO (V0) (em reais)	VALOR AQUISIÇÃO (Vr) – 10% (em reais)	VIDA ÚTIL (n)	HORAS POR ANO (a)	Dh (em reais)
FABRICA DE BLOCOS DE CONCRETO E PAVERS – MÁQUINA QM-4 SEMI AUTOMÁTICA – QUALYMAQUIINAS	UN	2.080,00	2.208,00	4,00	1.250,00	3,97
BETONEIRA DE 400LITROS, MONOFÁSICA 220V – CSM MAX 1	UN	4.489,00	448,90	4,00	1.250,00	0,81
TRITURADOR DE ENTULHO TE2 – TRIFÁSICO 380V -CM TE2	UN	20.269,90	2.026,99	4,00	1.250,00	3,65
PENEIRA ELÉTRICA PARA AREIA		3.950,00	395,00	4,00	1.250,00	0,71

Fonte: o autor (2023)

Os dados de entrada são os mesmos utilizados no cálculo da depreciação, sendo acrescido a taxa de juros, que neste estudo foi adotado o valor de 12% ao ano. A Tabela 9 apresenta a utilização das equações 5 e 6.

Tabela 9 - Custo horário de Investimento e juros.

DESCRIÇÃO	UN	VALOR AQUISIÇÃO (V0) (Em Reais)	VALOR AQUISIÇÃO (Vr) - 10% (Em Reais)	VIDA ÚTIL (n)	HORAS POR ANO (a)	i (%a.a)	I _m (Em Reais)	J _n (Em Reais)
FABRICA DE BLOCOS DE CONCRETO E PAVERS - MÁQUINA QM-4 SEMI AUTOMÁTICA - QUALYMAQUIINAS	UN	22.080,00	2.208,00	4,00	1.250,00	12,00	14.628,00	1,40
BETONEIRA DE 400LITROS, MONOFÁSICA 220V - CSM MAX 1	UN	4.489,00	448,90	4,00	1.250,00	12,00	2.973,96	0,29
TRITURADOR DE ENTULHO TE2 –	UN	20.269,90	2.026,99	4,00	1.250,00	12,00	13.428,81	1,29
TRIFÁSICO 380V -CM TE2 PENEIRA ELÉTRICA PARA AREIA	UN	3.950,00	395,00	4,00	1.250,00	12,00	2.616,88	0,25

Fonte: o autor (2023)

Com relação ao custo de energia elétrica, responsável pelo funcionamento dos equipamentos, foi utilizada a equação 7, obtendo-se os valores descritos na Tabela 10.

Tabela 10 – Custo horário de Energia Elétrica.

DESCRIÇÃO	UN	CUSTO KW/H INDUSTRIAL (SINAPI 2705)	CV	HP	CONVERSÃO 1HP=0,75KW/H	Eh (Em reais)
FABRICA DE BLOCOS DE CONCRETO E PAVERS - MÁQUINA QM-4 SEMI AUTOMÁTICA - QUALYMAQUIINAS	UN	0,88	1,00	0,99	0,74	0,65
BETONEIRA DE 400LITROS, MONOFÁSICA 220V - CSM MAX 1	UN	0,88	2,00	1,97	1,48	1,30
TRITURADOR DE ENTULHO TE2 - TRIFÁSICO 380V -CM TE2	UN	0,88	3,00	2,96	2,22	1,95
PENEIRA ELÉTRICA PARA AREIA	UN	0,88	0,50	0,49	0,37	0,33

Fonte: o autor (2023)

Por fim, para definição do custo operacional, foram calculados os custos de manutenção dos equipamentos. Para obtenção deste valor, foram utilizadas as premissas estabelecidas no item 4.4.1, em que a vida útil, em anos, é de 4 anos e a quantidade de horas de utilização por ano é de 1250 horas. Além deste, o fator k adotado foi de 0,60, conforme Tabela 11.

Tabela 11 – Custo horário de Manutenção.

DESCRIÇÃO	UN	VALOR AQUISIÇÃO (V0)	FATO K	VIDA ÚTIL (n)	HORAS POR ANO (a)	M _n em Reais
em Reais						
FABRICA DE BLOCOS DE CONCRETO E PAVERS - MÁQUINA QM-4 SEMI AUTOMÁTICA - QUALYMAQUIINAS	UN	R\$ 22.080,00	0,60	4,00	1.250,00	R\$ 2,65
BETONEIRA DE 400LITROS, MONOFÁSICA 220V - CSM MAX 1	UN	R\$ 4.489,00	0,60	4,00	1.250,00	R\$ 0,54
TRITURADOR DE ENTULHO TE2 - TRIFÁSICO 380V -CM TE2	UN	R\$ 20.269,90	0,60	4,00	1.250,00	R\$ 2,43
PENEIRA ELÉTRICA PARA AREIA	UN	R\$ 3.950,00	0,60	4,00	1.250,00	R\$ 0,47

Fonte: o autor (2023)

Após o cálculo de cada parcela do custo de operação, obteve-se o CHP e CHI conforme demonstrado a seguir na Tabela 12.

Tabela 12 – Custo horário Produtivo e improdutivo.

DESCRIÇÃO	UN	Dh (h) (em Reais)	Jh (h) (em Reais)	Eh (h) (em Reais)	Mh (h) (em Reais)	CHP (h) (em Reais)	CHI (h) (em Reais)
FABRICA DE BLOCOS DE CONCRETO E PAVERS - MÁQUINA QM-4 SEMI AUTOMÁTICA - QUALYMAQUIINAS	UN	3,97	1,40	0,65	2,65	8,68	5,38
BETONEIRA DE 400LITROS, MONOFÁSICA 220V - CSM MAX 1	UN	0,81	0,29	1,30	0,54	2,93	1,09
TRITURADOR DE ENTULHO TE2 - TRIFÁSICO 380V -CM TE2	UN	3,65	1,29	1,95	2,43	9,32	4,94
PENEIRA ELÉTRICA PARA AREIA	UN	0,71	0,25	0,33	0,47	1,76	0,96

Fonte: o autor (2023)

A partir dos custos horários de cada equipamento, é possível calcular o custo da utilização de equipamentos para fabricação dos produtos a serem comercializados. Porém, para estabelecer o quanto o consumo de horas por equipamento, é necessário calcular o tempo de produção de cada equipamento. A Tabela 13, a seguir, apresenta o quanto cada equipamento produz por hora de funcionamento, para cada tipo de produto.

Tabela 13 – Custo horário Produtivo e improdutivo.

PRODUTOS	DESCRIÇÃO	BLOCO POR HORA	QUANTIDADE DE ITENS PRODUZIDO	%	CHP	CHI
BC.01	BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 9 CM	500,00	363,0000	73%	0,73	0,27
BC.02	MEIO-BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 9 CM	375,00	500,0000	189%	1,00	-
BC.03	BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 14 CM	500,00	272,0000	54%	0,54	0,46
BC.04	MEIO-BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 14 CM	375,00	375,0000	145%	1,00	-
PV.01	PISO INTERTRAVADO) PARA PASSEIOS	562,00	562,0000	223%	1,00	-
PV.02	PISO INTERTRAVADO) PARA PASSEIOS	562,00	562,0000	161%	1,00	-

Fonte: o autor (2023)

5.6.2. Custo com matéria prima e produção

Com foi abordado no item 4.4.2, para fabricação dos blocos, piso intertravados e agregados, faz-se necessário estabelecer o custo para produção dos insumos a partir do RCD. Para estabelecer este número, os catálogos de cada equipamento foram consultados para obter o volume horário produzido (apêndice F). A Tabela 14 apresenta a quantidade de insumo e concreto produzido por hora.

Tabela 14 – Quantidade de produção horária.

EQUIPAMENTO	PRODUÇÃO (M3)		CHP	CUSTO POR M³
	DIA	HORA	Em Reais	Em Reais
TRITURADOR DE ENTULHO TE2 - TRIFÁSICO 380V -CM TE2	16,00	2,00	9,32	4,66
PENEIRA ELÉTRICA PARA AREIA	24,00	3,00	1,76	0,59
BETONEIRA DE 400LITROS, MONOFÁSICA 220V - CSM MAX 1	37,60	4,70	2,93	0,62

Fonte: o autor (2023)

A partir da tabela 14, é possível estabelecer que o triturador de entulho é o equipamento limitador da produção, devido a sua baixa produtividade. Por esta razão, os demais equipamentos ficam limitados a sua produção. Neste caso, toda a produção diária ficará limitada a 16 metros cúbicos por dia. Isto posto, é possível afirmar que durante a produção dos agregados, a peneira elétrica está ociosa em 1/3 do tempo, visto que ela produz 1/3 a mais.

O mesmo ocorre com a betoneira, que ficará ociosa por aproximadamente, 57,45% do tempo, visto que só poderá produzir efetivamente, 2,0m³ por hora, deixando de produzir a mais, 2,70m³ por hora. Por esta razão, é possível afirmar que a peneira e a betoneira estarão a disposição da fábrica mais não estarão produzindo. Logo, o custo de produção deverá ser ajustado conforme Tabela 15.

Tabela 15 – Quantidade de produção horária.

EQUIPAMENTO	QUANTIDADE		CHP	CHI	CUSTO HORÁRIO TOTAL	CUSTO POR M³
	CHP	CHI	Em Reais	Em Reais	Em Reais	Em Reais
TRITURADOR DE ENTULHO TE2 - TRIFÁSICO 380V -CM TE2	1,00	0,00	9,32	4,94	9,32	4,66
PENEIRA ELÉTRICA PARA AREIA	0,67	0,33	1,76	0,96	1,50	0,75
BETONEIRA DE 400LITROS, MONOFÁSICA 220V - CSM MAX	0,43	0,57	2,93	1,09	1,88	0,94

1

Fonte: o autor (2023)

No caso do custo horário total da betoneira, foi admitido que o acréscimo do cimento ao agregado, que produzirá o concreto para produção dos blocos não, influenciará no tempo de produção, sendo considerado 42,55% do tempo operativo. Seguindo o mesmo raciocínio dos equipamentos de produção do agregado, outro fator que poderá restringir a produção é o volume de RCD disponível para produção. Logo, a unidade de beneficiamento foi pensada para comportar até 4 caixas *brook* de 6 m³, que deverão conter um $\frac{3}{4}$ de sua ocupação com matéria prima por dia.

Para fabricação dos blocos de alvenaria e intertravados, o limitador de unidades produzidas será o quanto a prensa semiautomática consegue consumir de material por dia. Neste caso, a comparação foi realizada com o volume de agregado produzido pelo trituradora *versus* a capacidade de consumo de argamassa, metros cúbicos, da prensa. Para estabelecer este volume, fez-se necessário identificar o volume de material consumido pela máquina para fabricar cada tipo de bloco.

Segundo a empresa MGM MÁQUINAS LTDA, o consumo de concreto para fabricação do bloco de alvenaria nas dimensões 9x19x39cm é de 0,0045 m³ por bloco (4,5 m³ por milheiro de blocos), enquanto para o bloco de 14x19x39, são consumidos 0,006 m³ (6,0 m³ por milheiro de blocos). No caso dos blocos intertravados, a MGM MÁQUINAS estabeleceu o volume de 0,065 m³ para cada bloco nas dimensões de 6x10x20 cm. Para o bloco com 8cm de altura, o volume passou para 0,09 m³ por bloco.

A partir destes dados, é possível construir a Tabela 16 com a quantidade de produção horária.

Tabela 16 – Quantidade de produção horária.

PRODUTOS	DESCRIÇÃO	UNIDADES POR DIA	UNIDADE POR HORA	VOL. POR UNIDADE	CONSUMO DE CONCRETO POR HORA
BC.01	BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 9 CM	4.000,00	500,00	0,0045	2,2500
BC.02	MEIO-BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 9 CM	4.000,00	500,00	0,0023	1,1500
BC.03	BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 14 CM	3.000,00	375,00	0,0060	2,2500
BC.04	MEIO-BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 14 CM	3.000,00	375,00	0,0030	1,1250
PV.01	PISO INTERTRAVADO PARA PASSEIOS	4.500,00	562,00	0,0013	0,7306
PV.02	PISO INTERTRAVADO PARA PASSEIOS	4.500,00	562,00	0,0018	1,0116

Fonte: o autor (2023)

A Tabela 16 mostra o consumo de concreto necessário para que a máquina produza o máximo de bloco possível em uma hora, de cada um dos tipos selecionados. Porém, para estabelecer a produção máxima por hora da prensa por bloco, é necessário, definir o volume de agregado necessário para fabricação do concreto.

De acordo com Silvério (2019), o consumo de agregado graúdo e miúdo provenientes de RCD é de 871kg e 933 kg, respectivamente. Convertendo para metros cúbicos, donde o volume de agregado a base de entulho é 1500 kg/ m³ e de areia seca é de 1450 kg/m³ (DIAS, 2001), obtém-se 0,581 m³ de agregado graúdo e 0,643 de agregado miúdo. Sendo assim, o volume de agregado consumido por metro cúbico de concreto é de 1,224 m³.

A partir desta informação, é possível determinar qual o volume de concreto máximo que poderá ser produzido por hora (equação 10), considerando que o triturador funcione continuamente durante uma hora.

Equação 10 - Volume de Concreto Possível

$$VCP = \frac{VAP}{VAC} = \frac{2,00}{1,224} = 1,634 \text{ m}^3$$

Fonte: o autor (2023)

Onde:

VCP = Volume de Concreto Possível (m³/h)

VAP = Volume de Agregado Produzido (m³/h)

VAC = Volume de Agregado Consumido por metro cúbico de concreto (m³)

Com o valor do VCP, é possível estabelecer quantos blocos poderão ser fabricados a partir de 1,634 m³ de concreto disponível por hora, baseado na quantidade de agregado obtido com a trituração do RCD. A Tabela 17 apresenta a possível produção a partir do volume de concreto definido como disponível.

Tabela 17 – Capacidade máxima de produção versus Concreto disponível.

PRODUTOS	DESCRIÇÃO	BLOCO POR HORA	CONSUMO DE CONCRETO POR HORA	VOLUME DE CONCRETO DISPONÍVEL	%	POSSÍVEL PRODUÇÃO
BC.01	BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 9 CM	500,00	2,2500	1,63	73%	363,00
BC.02	MEIO-BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 9 CM	500,00	1,1500	1,63	142%	500,00
BC.03	BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 14 CM	375,00	2,2500	1,63	73%	272,00
BC.04	MEIO-BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 14 CM	375,00	1,1250	1,63	145%	375,00
PV.01	PISO INTERTRAVADO PARA PASSEIOS	562,00	0,7306	1,63	223%	562,00
PV.02	PISO INTERTRAVADO PARA PASSEIOS	562,00	1,0116	1,63	161%	562,00

Fonte: o autor (2023)

Para os produtos BC.01 e BC.02, que consomem mais concreto por unidade, a possível produção fica limitada a 73% da capacidade total da prensa. Para os produtos BC.02, BC.04, PV.01 e PV.02, haverá excesso de agregado e concreto fazendo com que a máquina produza o máximo da sua capacidade sem a necessidade de consumir toda matéria prima disponível.

Se houver a alternância na fabricação dos elementos que consomem mais e menos concreto, será possível produzir ainda mais, visto que para um dos produtos haverá a excesso de matéria prima, por causa da limitação da prensa. Para outro produto, haverá a ociosidade da prensa por falta de matéria prima. Realizando a

combinação destes dois produtos em um ciclo de duas horas, é possível produzir 3,26 m³ de concreto que pode, por exemplo, ser utilizado para produzir 526 unidades do PV.02 e 500 unidades do BC.01, que somados consomem 3,2616 m³.

Esta alternância de produção também poderá ocorrer entre outros produtos, que aumentaria ainda mais o estoque de agregado, tornando a prensa um equipamento ocupado 100% do tempo, não gerando CHI. Apesar disso, é necessário calcular o custo de cada produto levando em consideração esta escassez de material visto que o mercado poderá demandar apenas um tipo de produto, gerando obrigatoriamente a ociosidade do equipamento.

Sendo assim, o cálculo do custo horário do equipamento por produto e por unidade produzida conforme Tabela 18.

Tabela 18 – Capacidade produtiva do equipamento por produto.

PRODUTOS	DESCRIÇÃO	PRODUÇÃO POSSÍVEL BLOCO POR HORA	QUANTIDADE DE BLOCOS PRODUZIDOS POR HORA	%	CHP	CHI
BC.01	BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 9 CM	500,00	363,00	73%	0,73	0,27
BC.02	MEIO-BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 9 CM	375,00	500,00	189%	1,00	0,00
BC.03	BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 14 CM	500,00	272,00	54%	0,54	0,46
BC.04	MEIO-BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 14 CM	375,00	375,00	145%	1,00	0,00
PV.01	PISO INTERTRAVADO PARA PASSEIOS	562,00	562,00	223%	1,00	0,00
PV.02	PISO INTERTRAVADO PARA PASSEIOS	562,00	562,00	161%	1,00	0,00

Fonte: o autor (2023)

A partir do estabelecimento da quantidade de horas produtivas e improdutivas da fábrica de blocos (prensa semiautomática) é possível estabelecer o custo unitário de produção de cada elemento (Tabela 19).

Tabela 19 – Custo da prensa semiautomática por hora e por bloco produzido.

PRODUTOS	QUANTIDADE DE HORAS		CHP	CHI	CUSTO POR HORA	QUANTIDADE DE BLOCOS PRODUZIDOS POR HORA	CUSTO POR BLOCO
	CHP	CHI	Em Reais	Em Reais	Em Reais		Em Reais
BC.01	0,73	0,27	8,68	5,38	7,77	363,00	0,02
BC.02	1,00	0,00	8,68	5,38	8,68	500,00	0,02
BC.03	0,54	0,46	8,68	5,38	7,18	272,00	0,03
BC.04	1,00	0,00	8,68	5,38	8,68	375,00	0,02
PV.01	1,00	0,00	8,68	5,38	8,68	562,00	0,02
PV.02	1,00	0,00	8,68	5,38	8,68	562,00	0,02

Fonte: o autor (2023)

Após a definição do número de blocos que podem ser produzidos durante uma hora, foi possível estabelecer a mesma relação com os demais equipamentos. Além destes, também é possível definir o custo com equipamentos para produzir agregado graúdo e miúdo para comercialização, denominado na Tabela 20 de produto AG01.

Tabela 20 – Custo de produção dos equipamentos por unidade produzida.

PRODUTOS	QUANTIDADE DE ITENS PRODUZIDO	TRITURADOR (Em Reais)	PENEIRA (Em Reais)	BETONEIRA (Em Reais)	PRENSA (Em Reais)	TOTAL (Em Reais)
BC.01	363,0000	0,0257	0,0041	0,0052	0,0214	0,0564
BC.02	500,0000	0,0186	0,0030	0,0038	0,0174	0,0428
BC.03	272,0000	0,0343	0,0055	0,0069	0,0264	0,0731
BC.04	375,0000	0,0249	0,0040	0,0050	0,0231	0,0570
PV.01	562,0000	0,0166	0,0027	0,0033	0,0154	0,0380
PV.02	562,0000	0,0166	0,0027	0,0033	0,0154	0,0380
AG.01	2,0000	4,6600	0,7500	-	-	5,4100

Fonte: o autor (2023)

Como demonstrado anteriormente, na definição dos custos com equipamentos, o agregado necessário para produção dos blocos para alvenaria, bloco de pavimentação e agregado ensacado serão obtidos a partir do RCD classe A entregue pela prefeitura e pelos geradores da região. Com isso, o agregado graúdo e miúdo terão apenas o custo com o equipamento como foi demonstrado no tópico anterior. Porém, para produção dos elementos a base de concreto, faz-se necessário a aquisição do aglomerante, que neste caso, é o cimento Portland.

De acordo com Silvério (2019), a quantidade de cimento para produção de 1 m³ de concreto é de 274 kg. Logo, como serão utilizados aproximadamente 1,634 m³ por hora, serão necessário 447,72 kg de cimento, ou aproximadamente 9 sacos de cimento por hora. Quanto ao custo do cimento, foi utilizado o item 1379 da tabela do SINAPI, com data base de janeiro de 2023, em que o custo por kg é de R\$ 0,70/ kg. Com isso, o custo de cimento para 1 metro cúbico é de R\$ 191,80, enquanto que para 1,634 m³ será de R\$ 313,404.

De posse destes dados, o custo com o cimento pode ser obtido através da Tabela 21.

Tabela 21 – Custo de aquisição de cimento por unidade produzida.

PRODUTOS	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE DE BLOCOS PRODUZIDOS POR HORA	CIMENTO PORTLAND (Em Reais)	CIMENTO PORTLAND POR UNIDADE (Em Reais)
BC.01	BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 9 CM	363,00	313,404	0,86
BC.02	MEIO-BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 9 CM	500,00	313,404	0,63
BC.03	BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 14 CM	272,00	313,404	1,15
BC.04	MEIO-BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 14 CM	375,00	313,404	0,84
PV.01	PISO INTERTRAVADO PARA PASSEIOS	562,00	313,404	0,56
PV.02	PISO INTERTRAVADO PARA PASSEIOS	562,00	313,404	0,56

Fonte: o autor (2023)

5.6.3. Custo com mão de obra

Para realização do funcionamento da produção dos blocos, considerando toda as etapas, como descrito no fluxo 1 do tópico 5.5.1 deste documento, foram considerados 6 profissionais que se revezam nas funções de selecionar, triturar, peneirar, produzir o concreto, prensar os blocos e curá-los. O rodízio é importante para que cada um dos envolvidos domine todas as etapas do processo fabril.

Para o cálculo do custo de mão de obra, foi considerado o valor do salário mínimo, de acordo com a Medida Provisória nº 1143/22, que estabelece o valor mensal de R\$ 1.302,00. O cálculo do valor proporcional das férias e do 13º salário

foram baseados na Constituição Federal (BRASIL, 1988) e Decreto Federal n.º 10.854, de 10 de novembro de 2021 (BRASIL, 2021), respectivamente. Para o cálculo da contribuição do MEI, o valor a ser pago por cada profissional ao final do mês é de 5% sobre o valor do salário mínimo, ou seja, R\$ 65,10 por mês e por funcionário.

Quanto aos custos com alimentação, foram considerados 22 dias de trabalho, em média por mês, ao valor de R\$ 15,00 por cada refeição. Para os valores de fardamento e EPI, foram estimados a partir dos valores da Tabela 22.

Tabela 22 - Custo com fardamento e EPI.

DESCRIÇÃO	CUSTO UNITÁRIO (em Reais)	QUANT. POR PROFISSIONAL	CUSTO TOTAL (em Reais)	PRAZO DE VALIDADE	CUSTO MENSAL (em Reais)
CAMISA EM BRIM	50,00	2	100,00	6 meses	16,66
CALÇA EM BRIM	59,00	2	118,00	6 meses	19,66
CAPACETE	14,90	1	14,90	6 meses	2,48
BOTA (PAR)	69,00	1	69,90	6 meses	11,65
PROTETOR AURICULAR	69,90	1	69,90	6 meses	11,65
ÓCULOS DE PROTEÇÃO	7,90	3	23,70	6 meses	3,94
LUVA RASPA	16,90	3	50,70	6 meses	8,45
LUVA DE ALGODÃO	3,00	20	60,00	6 meses	10,00
TOTAL					84,50

Fonte: o autor (2023)

Para determinação do custo de mão de obra, foram considerados os custos com a remuneração do trabalhador, associado aos valores correspondentes a 1/3 de férias, 13º salário, custo mensal do imposto federal para Micro Empreendedor Individual, fardamento, EPI e alimentação conforme exposto na Tabela 23.

Tabela 23 – Custo horário de mão de obra.

	CUSTO MENSAL (em Reais)	QUANT. PROFISSIONAIS	CUSTO MENSAL (em Reais)	CUSTO HORÁRIO DE PRODUÇÃO (em Reais)
REMUNERAÇÃO	1.302,00	6	7.812,00	42,74
1/3 DE FÉRIAS	36,17	6	217,00	1,19
13º SALÁRIO	108,50	6	651,00	3,56
MEI	65,10	6	390,60	2,14
ALIMENTAÇÃO	330,00	6	1.980,00	10,83
FARDAMENTO	36,33	6	217,98	1,19
EPI	48,17	6	289,02	1,58
TOTAL =	1.926,27		11.557,60	63,23

Fonte: o autor (2023)

Após a definição do custo horário dos profissionais envolvidos na produção, foi calculado o custo de mão de obra para cada elemento produzido, conforme exposto na Tabela 24.

Tabela 24 – Custo horário de mão de obra.

PRODUTOS	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE DE BLOCOS PRODUZIDOS POR HORA	MÃO DE OBRA POR HORA (Em Reais)	MÃO DE OBRA POR UNIDADE (Em Reais)
BC.01	BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 9 CM	363,00	63,23	0,17
BC.02	MEIO-BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 9 CM	500,00	63,23	0,13
BC.03	BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 14 CM	272,00	63,23	0,23
BC.04	MEIO-BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 14 CM	375,00	63,23	0,17
PV.01	PISO INTERTRAVADO PARA PASSEIOS	562,00	63,23	0,11
PV.02	PISO INTERTRAVADO PARA PASSEIOS	562,00	63,23	0,11

Fonte: o autor (2023)

Por fazerem parte da comunidade que será beneficiada pela implantação do CBRCD, não foi considerada a despesa com deslocamentos do trabalhador, entre a sua residência e o local de trabalho. Além disso, por se tratar de uma unidade de negócio comunitário, onde não há funcionários e sim associados, não haverá a contratação por carteira assinada.

Os profissionais que autuarem na cooperativa serão remunerados pela sua produção. Apesar disso, será estabelecida a renda mínima de 1 salário mínimo por profissional na operação, acrescido das despesas com alimentação, fardamento, EPI e o com a seguridade social como autônomo. A depender da rentabilidade deste trabalho, o profissional também poderá receber o valor referente ao 13º salário e 1/3 de férias, ambos diluídos nos meses em que trabalhar.

5.6.4. Custo com embalagem e despesas acessórias

Para os agregados graúdos e miúdos que sobram e que possam ser comercializados, o CBRCD poderá ensacá-los em embalagens plásticas comportando

até 60 kg ou big-bags. Para os blocos e *pavers*, será considerado o a colocação dos produtos em paletes de madeira envolvidos com filme plástico. Este custo, porém, será de responsabilidade do comprador dos produtos.

5.6.5. Rateio das despesas operacionais

Além dos custos de produção, o CBRCD terá despesas com a sua operação e manutenção. Esta parcela de despesas é referente consumo de energia elétrica, água potável, telefonia, manutenção, materiais de limpeza e consumo, entre outros, que são necessários para o funcionamento do centro, entretanto não estão relacionados diretamente aos custos de produção. Além dos custos citados, também devem ser considerados os custos com a mão de obra que ficará responsável pela área administrativa, assim como os custos relacionados aos serviços contábeis.

As despesas operacionais foram relacionadas na Tabela 25.

Tabela 25 – Custo mensal operacionais.

DESCRIÇÃO	UNID	QUANTIDADE	CUSTO UNITÁRIO (em reais)	CUSTO TOTAL (em reais)
MATERIAL DE ESCRITÓRIO	MÊS	1,00	300,00	300,00
MATERIAL DE LIMPEZA	MÊS	1,00	200,00	200,00
MATERIAL DE CONSUMO (ÁGUA, COPO DESCARTÁVEL, PAPEL HIGIÊNICO, PAPEL TOALHA, OUTROS)	MÊS	1,00	300,00	300,00
CONSUMO DE ÁGUA - COMPESA	MES	1,00	200,00	200,00
CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA - EXTRA PRODUÇÃO	MES	1,00	400,00	400,00
PLANO DE TELEFONIA E INTERNET -	MES	1,00	300,00	300,00
SERVIÇO DE CONTABILIDADE	MES	1,00	600,00	600,00
DESPESAS COM MANUTENÇÃO PREVENTIVA/ CORRETIVA	MES	1,00	1.000,00	1.000,00
PROFISSIONAL ADMINISTRATIVO	MÊS	1,00	1.926,27	1.926,27
TOTAL				5.226,27

Fonte: o autor (2023)

Totalizando o valor de R\$ 5.226,27, por mês, este valor será dividido pela quantidade de horas de funcionamento do centro e que vão fazer parte do custo de

produção dos produtos. Para obtenção do custo horário do centro, dividiu-se o custo total pela quantidade de horas efetivas por mês de 182,78 horas, obtendo-se o valor de R\$ 28,59/h. Para estabelecer o custo por unidade produzida, foi elaborada a Tabela 26.

Tabela 26 - Despesas operacionais por unidade.

PRODUTOS	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE DE BLOCOS PRODUZIDOS POR HORA	DESPESAS OPERACIONAL POR HORA (Em Reais)	DESPESAS OPERACIONAL POR UNIDADE (Em Reais)
BC.01	BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 9 CM	363,00	28,59	0,08
BC.02	MEIO-BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 9 CM	500,00	28,59	0,06
BC.03	BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 14 CM	272,00	28,59	0,11
BC.04	MEIO-BLOCO DE CONCRETO PARA ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM ESPESSURA DE 14 CM	375,00	28,59	0,08
PV.01	PISO INTERTRAVADO) PARA PASSEIOS	562,00	28,59	0,05
PV.02	PISO INTERTRAVADO) PARA PASSEIOS	562,00	28,59	0,05

Fonte: o autor (2023)

5.6.6. Impostos e despesas legais

De acordo com a tributação nacional, a empresa poderá ser enquadrada no Simples Nacional. Neste caso, por ser uma atividade industrial, o CBRCO é enquadrado no Anexo 2, que apresenta as alíquotas por faixa de faturamento, conforme apresentado no Quadro 11.

Quadro 11 - Anexo II - SIMPLES NACIONAL.

FAIXA	ALÍQUOTA	RECEITA BRUTA EM 12 MESES (EM R\$)
1ª faixa	4,5%	Até 180.000,00
2ª faixa	7,8%	De 180.000,01 a 360.000,00
3ª faixa	10,0%	De 360.000,01 a 720.000,00
4ª faixa	11,2%	De 720.000,01 a 1.800.000,00
5ª faixa	14,7%	De 1.800.000,01 a 3.600.000,00
6ª faixa	30,0%	De 3.600.000,00 a 4.800.000,00

Fonte: o autor (2003) / (BRASIL, 2006)

A definição da faixa a ser adotada depende do faturamento mensal e anual do CBRCD, que está atrelado a capacidade de produção do centro associado as despesas e margem de lucro. Como ainda não foram calculadas todas as parcelas que definem o valor de venda dos produtos, é possível estimar um faturamento mensal a partir do volume máximo que pode ser produzido, associado ao custo de produção, como apresentado na Tabela 27.

Tabela 27 – Faixa de faturamento.

PRODUTO	QUANTIDADE PRODUZIDA POR HORA (un)	CUSTO POR PRODUTO (em reais)	CUSTO POR HORA (em reais)	QUANT. HORAS	CUSTO MENSAL (em reais)	CUSTO ANUAL (em reais)
BC.01	363	1,14	413,82	182,78	75.638,02	907.656,24
BC.02	500	0,84	420,00	182,78	76.767,60	921.211,20
BC.03	272	1,53	416,16	182,78	76.065,72	912.788,70
BC.04	375	1,11	416,25	182,78	76.082,18	912.986,10
PV.01	562	0,74	415,88	182,78	76.014,55	912.174,56
PV.02	562	0,74	415,88	182,78	76.014,55	912.174,56

Fonte: o autor (2023)

Como o custo total anual estimado encontra-se entre os valores da 4ª faixa, e mesmo com a aplicação dos impostos e margem de lucro, não irão ultrapassar o limite superior de R\$ 1.800.000,00/ano, logo foi adotada a alíquota de 11,20% sobre o valor do faturamento, com a dedução de R\$ 22.500,00.

5.6.7. Margem de lucro

Apesar de ser uma associação sem fins lucrativos, faz-se necessário estabelecer uma reserva para que seja coberto o retorno do investimento inicial, assim como os futuros investimento e ampliações. Para este estudo, foi adotado o valor de 10% a ser aplicado sobre o custo de produção e que será aplicado sobre os custos dos produtos.

5.6.8. Preço final do produto

Os itens 5.6.1 a 5.6.7 deste estudo estabeleceram todos os valores necessários a determinação do custo individual total de cada produto a ser comercializado pelo CBRCD. A Tabela 28 apresenta cada parcela que contribuiu para o custo total.

Tabela 28 - Custo total por unidade de produto.

PRODUTOS	CUSTO HORÁRIO EQUIPAMENTOS (Em Reais)	CUSTO COM INSUMO (Em Reais)	MÃO DE OBRA (Em Reais)	DESPESAS OPERACIONAL (Em Reais)	CUSTO TOTAL POR PRODUTO (Em Reais)
BC.01	0,02	0,86	0,18	0,08	1,14
BC.02	0,02	0,63	0,13	0,06	0,84
BC.03	0,03	1,15	0,24	0,11	1,53
BC.04	0,02	0,84	0,17	0,08	1,11
PV.01	0,02	0,56	0,11	0,05	0,74
PV.02	0,02	0,56	0,11	0,05	0,74

Fonte: o autor (2023)

De posse, do custo total individual de cada produto, é possível aplicar os percentuais referentes as despesas financeiras, riscos e custos eventuais, além da margem de lucro e impostos pertinentes a atividade industrial, como abordados nos itens 5.6.6 e 5.6.7, assim como a aplicação da equação 9. E desta maneira estabelecer o preço de venda de cada produto, conforme ilustra a Tabela 29.

Tabela 29 - Preço de venda.

PRODUTOS	CUSTO TOTAL POR PRODUTO (em reais)	DESPESAS FINANCEIRAS (%)	RISCO/ EVENTUAIS (%)	IMPOSTOS (%)	MARGEM DE LUCRO (%)	PREÇO DE VENDA (em reais)
BC.01	1,14	1,50	1,00	11,2	10,0	1,48
BC.02	0,84	1,50	1,00	11,2	10,0	1,09
BC.03	1,53	1,50	1,00	11,2	10,0	1,99
BC.04	1,11	1,50	1,00	11,2	10,0	1,44
PV.01	0,74	1,50	1,00	11,2	10,0	0,96
PV.02	0,74	1,50	1,00	11,2	10,0	0,96

Fonte: o autor (2023)

Estabelecido o preço de venda de cada produto, é importante levar em consideração que durante o funcionamento do Centro, será necessária a realização de pausas para manutenção preventiva e corretiva dos equipamentos, assim como problemas relacionados a logística do RCD, dos insumos e dos produtos fabricados.

De acordo com este panorama, este estudo arbitrou que o fator de eficiência desta unidade será de 80% da sua capacidade produtiva total, ou seja, das 182,78 horas de funcionamento da produção do CBRCD, apenas 146,22 horas será de produção efetiva.

Com a redução de horas efetivas trabalhadas, o custo operacional, de mão de obra e de produção sobem, pois são inversamente proporcionais. Em outras palavras, quer dizer que se a produção não usa 100% da sua capacidade operacional, mas parte dos custos continuam fixos, a diluição dos valores tende a diminuir onerando o valor do produto. Segue o cálculo do preço ajustado a partir do fator de eficiência na Tabela 30.

Tabela 30 - Preço de venda ajustado.

PRODUTOS	PREÇO DE VENDA (em reais)	Fator de eficiência	PREÇO DE VENDA CORRIGIDO
BC.01	1,48	0,80	1,85
BC.02	1,09	0,80	1,36
BC.03	1,99	0,80	2,49
BC.04	1,44	0,80	1,80
PV.01	0,96	0,80	1,20
PV.02	0,96	0,80	1,20

Fonte: o autor (2023)

De acordo com a Tabela 30, estes serão os valores dos produtos comercializados pelo CBRCD diretamente para população local, que necessite destes produtos para suas construções. Estes produtos também poderão ser vendidos para construtoras do Recife e região metropolitana, que visem utilizar produtos que reduzem os impactos ambientais causados pelo RCD, assim como pela extração de recursos minerais.

Por fim, é importante avaliar se os produtos produzidos pelo centro apresentam o valor competitivo quando comparado os valores dos produtos similares comercializados no mercado. Para esta comparação, foram extraídos da tabela do SINAPI (janeiro/2023) os valores comerciais dos produtos fabricados de forma convencional, conforme Tabela 31.

Tabela 31 - Preço de venda x Preço SINAPI.

PRODUTOS	PREÇO DE VENDA CORRIGIDO	CÓDIGO SINAPI (janeiro/2023)	PREÇO SINAPI (em reais)	DIFERENÇA	
BC.01	1,85	00000650	2,50	0,65	
BC.02	1,36	00034764	1,50	0,14	Valor abaixo do mercado
BC.03	2,49	00000651	3,12	0,63	
BC.04	1,80	00034774	1,90	0,10	
PV.01	1,20	00036155	0,81	- 0,31	Valor acima do mercado
PV.02	1,20	00036170	1,07	- 0,13	

Fonte: o autor (2023)

Os produtos BC.01 ao BC.04 se mostram competitivos quando comparados com os preços obtidos na tabela do SINAPI. Já os produtos PV.01 e PV.02 apresentaram valores acima do custo apresentado na mesma tabela. Portanto a sua fabricação não se torna financeiramente atrativa para o CBRCD, caso os produtos sejam tratados de forma independente.

Uma forma de reduzir os seus custos e aumentar o número de produtos fabricados é a realização da alternância na fabricação dos produtos, onde os produtos que consomem mais insumos sejam intercalados com aqueles que utilizam menos. Com isso, a ociosidade da prensa será revertido em hora produtivo, tornando a máquina mais produtiva e reduzindo os custo por unidade produzida, como já citado no item 5.6.2 desta pesquisa.

5.7. RETORNO DO INVESTIMENTO

A partir dos resultados apresentados no tópico 5.4 e 5.6, é possível analisar os impactos positivos e negativos, na criação do CBRCD e na produção dos produtos gerados.

Quanto à nova rota tecnológica, abordado no tópico 5.4, a PCR terá uma redução significativa nos valores aplicados ao recolhimento, transporte e tratamento do RCD depositados de forma irregular nestas comunidades. Entretanto, esta redução se dará após um investimento inicial estimado de R\$ 400.716,25 (apêndice E) e aguardar cerca de 4 meses para o início da operação.

De acordo com o Quadro 12, no momento em que o CBRCD entrar em operação, parte do RCD seguirá a nova rota tecnológica, economizando para prefeitura o valor de R\$ 52,46/ton referente ao tratamento dos resíduos realizado pelo CTR Ciclo Ambiental e a redução da DMT média. O tempo de retorno do investimento, baseado no valor da redução e a capacidade de produção do centro, será de aproximadamente de 29 meses, a partir do seu funcionamento.

Quadro 12 - Análise do retorno do Investimento

CÓDIGO	DESCRIÇÃO	UND	VALORES	FÓRMULA
A	Custo de construção	R\$	400.716,25	
B	Rota tecnológica atual	R\$/ton	55,78	
C	Nova rota tecnológica	R\$/ton	3,32	
D	Redução por tonelada	R\$/ton	52,46	
E	Quantidade toneladas processadas para retorno do investimento	Ton	7.638,51	$A \div D$
F	Estimativa mensal de RCD recolhido no Recife	ton	20.000,00	
G	Estimativa anual de RCD recolhido no Recife	ton	240.000,00	$F \times 12$
H	Capacidade máxima de consumo de RCD pelo CBRCD por mês	ton	332,32	$16m^3 \times 20,77 \text{ dias}^*$
I	Quantidade de meses para o retorno do investimento	mês	22,99	$A \div H$
J	Quantidade de meses para o retorno do investimento considerando o fator de eficiência	mês	28,73	$I \div 0,80^{**}$
K	Economia anual após o tempo de retorno	R\$	209.202,09	$H \times 12 \times R\$ 52,46/ \text{ ton}$

Fonte: o autor (2023)

* quantidade de RCD processado por dia (5.6.2) e quantidade de dias (Quadro 5)

** Fator de eficiência considerado no preço final (5.6.8)

Após o retorno do investimento, o centro irá gerar uma economia anual para o município de R\$ 209.202,09. Com esta economia, será possível financiar um novo CBRCD em cerca de dois anos de operação do primeiro centro. Com o início do funcionamento do segundo CBRCD, o prazo teórico para financiar uma nova unidade a partir da economia será de apenas um ano, que irá reduzindo a cada nova unidade construída.

Quanto ao retorno social, este será imediato, pois pelas projeções deste estudo mostram que, com o início das operações, o centro proverá renda direta para 7

moradores da região, além dos empregos indiretos na parte de logística e divulgação. Com a ampliação do número de unidades, o número de moradores beneficiados será ainda maior.

6. CONCLUSÕES

Como abordado neste documento, a gestão dos resíduos gerados pela construção civil é um assunto que carece de um maior debate por parte da sociedade como um todo (governos, população, empresas e academia). Porém, muitos países já saíram na frente elaborando legislações que coíbam a extração de matéria prima *in natura*, assim como a deposição sem tratamento dos resíduos.

No Brasil, a PNRS e as legislações estaduais e municipais abordam assuntos como RCD de forma branda e muitas vezes sem objetividade. Nas legislações analisadas, percebe-se que o foco está em gerir a deposição, sem dar soluções ao reuso. Como isso, os geradores não são incentivados a reinserir estes resíduos na cadeia produtiva, realizando apenas o que foi determinado por lei.

Quanto aos estudos analisados, eles apresentaram que a maior parte dos pontos de deposição irregular são originados de obras irregulares e não licenciadas. Que o RCD é produzido por pequenos geradores localizados nas regiões de classe de rendas mais baixas. Estes fatores alinhados a falta de fiscalização por parte dos municípios, fazem com que a população continue a depositar os seus resíduos em vias públicas e em meio as calçadas e passeios públicos que, além de dificultarem o trânsito de pessoas e veículos, são locais propícios para atração de vetores causadores de doenças.

Como citado por Arora *et al.* (2020), a falta de controle do estoque de resíduos e de gestão do RCD gerado faz com que o próprio setor produtivo não leve o reuso em consideração na hora de construir. Como o setor privado necessita vislumbrar os resultados financeiros positivos ao final do investimento, este tipo de ação se tornaria inviável sem o subsídio governamental.

Por esta razão, a solução do CBRCD apresentada neste estudo leva em consideração a contrapartida do setor público, subsidiando o investimento inicial com a construção do centro e investimento inicial com as máquinas e ferramentas. Após este investimento inicial, o próprio município se beneficiará da unidade fabril, com ganhos financeiros (redução da rota tecnológica), além de promover fonte de renda para alguns membros da comunidade onde a unidade for instalada.

Após a criação de várias unidades, a prefeitura poderá criar um programa de incentivo para que as empresas do setor da construção civil adquiram os produtos

produzidos por estas unidades. Neste caso, o município não estaria apenas promovendo um projeto social, mas também estaria realizado o reuso do RCD e promovendo a economia circular no município.

Quanto à comercialização e valor de mercado dos produtos, o estudo mostrou que os produtos fabricados no CBRCD têm valor aderente ao mercado, se comparado aos valores da tabela de referência utilizada na comparação. No caso dos blocos de concreto para alvenaria, estes se mostraram bastantes competitivos com relação à sua comercialização. Já os *pavers*, apresentaram o valor de venda acima da referência de mercado, mas que mesmo assim, podem ser vendidos sob o apelo de ser um produto ecologicamente sustentável.

Quanto à questão ambiental é possível afirmar que cada CBRCD proporciona a redução 1.840 toneladas por ano de agregados miúdos e 1.662 toneladas por ano de agregados miúdos extraídos do meio ambiente. Além disso, reduz a deposição de cerca de 3.988 toneladas por ano de entulho da classe A em aterro e centros de tratamento de resíduos. Com a criação de várias unidades, o impacto ambiental positivo é ainda maior.

No que tange ao benefício gerado para comunidade com vulnerabilidade social, cada unidade construída e em funcionamento irá gerar até 7 postos de trabalho população. Além disso, os produtos em que o custo se mostrou atrativo poderão ser comercializados para população local, reduzindo os custos das pequenas construções. O consumo destes produtos pela comunidade local aliado a um programa de educação socioambiental poderá trazer benefícios extras para sociedade.

Em suma, o estudo mostrou que a aplicação da economia circular quanto ao RCD é viável, mas que sua implantação depende de vários fatores alheios a fabricação dos produtos em si. Este assunto, por sua vez, ainda é incipiente e necessita de outros estudos complementares no que tange a viabilidade financeira do negócio a partir do investimento privado, mix de produtos comercializados e práticas mais modernas de fabricação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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, RJ, 2004a.

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, RJ, 2004b.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.114: Resíduos sólidos da construção civil. Áreas de reciclagem. Diretrizes para projeto, implantação e operação**, Rio de Janeiro, RJ, 2004c.

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, RJ, 2004d.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.116: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Utilização em pavimentação**, Rio de Janeiro, RJ, 2004e.

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

ABRELPE. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil – 2021**, São Paulo, SP, 2021.

AKHTAR, A ; SARMAH, A K. Construction and demolition waste generation and properties of recycled aggregate concrete: A global perspective. **Journal of Cleaner Production**, v. 186, p. 262-281, 2018.

ALBERICI, D F. Rota sustentável dos resíduos de construção e demolição oriundos das obras de pequenos geradores: uma proposta para o município de São Carlos - SC. **PB - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil**, Pato Branco, 2017.

ALVES, J E D. A revisão 2019 das projeções populacionais da ONU para o século XXI, artigo de José Eustáquio Diniz Alves. **EcoDebate**: Site de informações, artigos e notícias socioambientais, 2019. ISSN 2446-9394. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2019/06/17/a-revisao-2019-das-projecoes-populacionais-da-onu-para-o-seculo-xxi-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/>. Acesso em: 30 maio 2021.

ARORA, M *et al.* Buildings and the circular economy: Estimating urban mining, recovery and reuse potential of building components. **Resources, Conservation & Recycling**, 2020.

BAO, Z ; LU, W. Developing efficient circularity for construction and demolition waste management in fast emerging economies: Lessons learned from Shenzhen, China. **Science of the Total Environment**, 2020.

BENACHIO, G L F; FREITAS, M C D; TAVARES, S F. Circular economy strategies for adaptive reuse of cultural heritage buildings. **Journal of Cleaner Production**, 2020.

BRASIL. **Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências**, Brasília, DF, 1981. Acesso em: 30 maio 2021.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1988.

BRASIL. **Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006. Institui o Estatuto Nacional da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte**, Brasília, 14 dezembro 2006. Acesso em: 12 Janeiro 2023.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências**, Brasília, DF, 2007.

BRASIL. **Lei nº 12.305 de 02 de agosto de 2010, Política Nacional de Resíduos Sólidos. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**, Brasília, DF, 2010.

BRASIL. **Lei Complementar nº. 147, de 7 de agosto de 2014. Altera a lei Complementar no 123, de 14 de dezembro de 2006, e dá outra providências.**, Brasília, DF, 7 agosto 2014.

BRASIL. **Lei Complementar nº. 155, de 27 de outubro de 2016. Alteração a Lei Complementar no 123, de 14 de dezembro de 2006 e dá outras providências.**, Brasília, DF, 27 outubro 2016.

BRASIL. **Lei Complementar nº. 188, de 31 de dezembro de 2021. Altera a Lei Complementar nº. 123 de 14 de dezembro de 2006 e dá outras providências.**, Brasília, DF, 31 dezembro 2021.

BRASIL. **Decreto n.º 10.854, de 10 de novembro de 2021. Regulamenta disposições relativas à legislação trabalhista e institui o Programa Permanente de Consolidação, Simplificação e Desburocratização de Normas Trabalhistas Infralegais.**, Brasília/DF, 10 Novembro 2021.

CBIC, Câmara Brasileira da Industria da Construção. Informativo Econômico. **CBIC**, 14 jan. 2021. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2021/01/informativo-economico-14-de-janeiro-de-2021.pdf>. Acesso em: 10 Junho 2021.

CHEN, J ; HUA, C ; LIU, C. Considerations for better construction and demolition waste management: Identifying the decision behaviors of contractors and government departments through a game theory decision-making model. **Journal of Cleaner Production**, n. 212, p. 190-199, 2019.

COMUNIDADE EUROPÉIA. **Directiva 2008/98/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 19 de Novembro de 2008 relativa aos resíduos e que revoga certas directivas**. Comunidade Europeia. [S.l.]. 2008.

CONAMA. **Resolução nº 307. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**, Brasília, DF, 2002.

COSTA, M A; MARGUTI, B O. **Atlas da vulnerabilidade social nas regiões metropolitanas brasileiras**. IPEA. Brasília, DF, p. 157-160. 2015.

CRISTIANO, S *et al.* Construction and demolition waste in the Metropolitan City of Naples, Italy: State of the art, circular design, and sustainable planning opportunities. **Journal of Cleaner Production**, 2021.

DELGADO, A. V. Beyond exergy: thermodynamic rarity as a tool for resource efficiency and recyclability assessments. *In*: 5TH EDITION OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE WASTES, 2019. **Anais** [...]. Lisboa: [s.n.].

DIAS, E S. Os (Des) Encontros Internacionais sobre Meio Ambiente: da Conferência de Estocolmo à Rio+20 - Expectativas e Contradições. **Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente**, v. 1, n. 39, p. 06-33, 2017. ISSN 2176-5774.

DIAS, Paulo Roberto Vilela. **Engenharia de Custos**: metodologia de orçamentação para obras civis. 4ª. ed. Curitiba, PR: Copiare, 2001.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards a circular economy: business rationale for an accelerated transition**. Ellen MacArthur Foundation. [S.l.]. 2015.

ESA, M, R; HALOG, A ; RIGAMONTI, L. Developing strategies for managing construction and demolition wastes in Malaysia based on the concept of circular economy. **J Mater Cycles Waste Mang**, 2017.

FALCÃO, N C B *et al.* Diagnóstico da gestão de resíduos da construção civil no município de Olinda/PE - Estudo de caso. **Encontro Técnico Nacional de Auditoria de Obras Públicas - ENAOP**, Palmas/TO, 2012.

FERREIRA, C, F, A; JUCÁ, J, F, T. Metodologia para avaliação dos consórcios de resíduos sólidos urbanos em Minas Gerais. **Engenharia Sanitária Ambiental** 22, 2017.

FOSTER, G. Circular economy strategies for adaptive reuse of cultural heritage buildings to reduce environmental impacts. **Resources, Conservation & Recycling**, 2020.

GEISSDOERFER, M *et al.* The Circular Economy – A new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production**, 2016.

GHAFFAR, S H; BURMAN, M ; BRAIMAH, N. Pathways to circular construction: An integrated management of construction and demolition waste for resource recovery. **Journal of Cleaner Production**, 2020.

GIL, A C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4ª. ed. São Paulo, SP: Atlas S.A., 2002.

GONÇALVES, J ; CRAMER, L ; SOARES, I C S. Análise do Gerenciamento dos Resíduos Sólidos no município de Belém de Maria – Pernambuco. **Journal of Perspectives in Management – JPM**, Caruaru, p. 21-34, 2019.

GUEDES, F L *et al.* Análise da Rota Tecnológica de Resíduos sólidos Urbanos do Arquipélago de Fernando de Noronha - PE, Brasil. **XI Congresso BRASILEIRO DE gestão Ambiental**, Vitória, 2020.

HOLANDA, M J O *et al.* Impactos urbanos dos resíduos da construção civil: estudo de caso no município de Camaragibe/PE. **Revista Valore**, Volta Redonda, n. 7, 2022. ISSN e-7055.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Panorama. **IBGE**, 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/recife/panorama>. Acesso em: 15 de julho de 2023.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo - Séries históricas. **IBGE**, 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/recife/pesquisa/43/0?ano=2000>. Acesso em: 15 de julho de 2023.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo - Séries históricas. **IBGE**, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/index.html>. Acesso em: 18 de julho de 2023.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Relatório de pesquisa a nova plataforma da vulnerabilidade social: primeiros resultados do índice de vulnerabilidade social para a série histórica da Pnad (2011-2015)**. IPEA. Brasília. 2015.

JANANI, R ; KAVERI, V. A Critical Literature Review on reuse and Recycling of Construction Waste in Construction Industry. **Materials Today: Proceedings**, 2020.

JULIÃO, C C B; LIMA, J E. Índice de Vulnerabilidade Social: uma aplicação de análise fatorial para classificar os municípios pernambucanos. **Planejamento e políticas públicas**, v. 54, Jan/Jun 2020.

JÚNIOR, E G. Diagnóstico da gestão e impactos ambientais dos resíduos da construção e demolição, Caruaru, 2022.

KABIRIFAR, K *et al.* Construction and demolition waste management contributing factors coupled with reduce, reuse, and recycle strategies for effective waste management: A review. **Journal of Cleaner Production**, 2020.

LEDERER, J *et al.* Potentials for a circular economy of mineral construction materials and demolition waste in urban areas: a case study from Vienna. **Resources, Conservation & Recycling**, 2020.

MARCONI, M A; LAKATOS, E M. **Fundamentos da Metodologia Científica**. 5ª. ed. São Paulo, SP: Atlas S.A., 2003.

MARGUTI, B O *et al.* **A nova plataforma da vulnerabilidade social: primeiros resultados do índice de vulnerabilidade social para a série histórica da PNAD (2011-2015) e desagregações por sexo, cor e situação de domicílios**. IPEA. Brasília/DF. 2017.

MATTOS, Aldo Dórea. **Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas, estudos de caso, exemplos**. 1ª. ed. São Paulo, SP: Editora Pini, 2006.

MENEGAKI, M ; DAMIGOS, D. A review on current situation and challenges of construction and demolition waste management. **Green and Sustainable Chemistry**, 2018.

MGM MÁQUINAS. Traços de massa sugestivos para fabricação de blocos. **MGM Máquinas Agrícolas e Industriais**. Disponível em: <https://www.mgmmaquinas.com.br/tracos-de-massa-sugestivos-para-fabricacao-de-blocos/>. Acesso em: 6 janeiro 2023.

NIU, Y *et al.* Prolonging life cycles of construction materials and combating climate change by cascading: The case of reusing timber in Finland. **Resources, Conservation & Recycling**, 2021.

PASSOS, P N C. A Conferência de Estocolmo como Ponto de Partida para a Proteção Internacional do Meio Ambiente. **Direitos Fundamentais & Democracia**, v. 6, 2009. ISSN 1982-0496.

PAZ, D H F *et al.* Impactos ocasionados pela deposição irregular dos resíduos de construção e demolição no município de Paulista – PE. **Resíduos sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas**, Recife, 2019. 331-339.

PERNAMBUCO. **Lei nº 12008 de 01 de junho de 2001. Dispõe sobre Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências**, Recife, PE, 2001.

PERNAMBUCO. **Lei nº 14236 de 13 de dezembro de 2010. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos, e dá outras providências**, Recife, PE, 2010.

PERNAMBUCO. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Pernambuco - PERS**. Instituto de Tecnologia de Pernambuco - ITEP. Recife, PE. 2012.

PIMENTEL, C, H, L *et al.* A gestão das rotas tecnológicas de tratamento e destinação final dos resíduos sólidos urbanos no município de João Pessoa/PB. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, 2020.

POMPONI, F ; MONCASTER, A. Circular economy for the built environment: a research framework. **Journal of Cleaner Production**, v. 143, p. 710-718, 2016. ISSN 0959-6526.

PRODANOV, C C. **Metodologia do Trabalho Científico [recurso eletrônico]: Métodos e técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico/ Cleber Cristiano**

Prodanov, Ernani Cesar de Freitas. 2ª. ed. Novo Hamburgo, RS: Editora Feevale, 2013.

RECIFE. **Lei nº 14091 de 12 de dezembro de 1979. Estabelece diretrizes básicas para os serviços de limpeza urbana do município do Recife, e dá outras providências**, Recife, PE, 1979.

RECIFE. **Lei nº 14903 de 03 de outubro de 1986. Dispõe sobre as sanções aplicáveis aos atos ofensivos à limpeza urbana e dá outras providências**, Recife, PE, 1986.

RECIFE. **Lei nº 16.377 de 17 de janeiro de 1998. Introduz modificações na Lei 14.903 de 03 de outubro de 1986, e dá outras providências**, Recife, PE, 1998a.

RECIFE. **Decreto nº 18.082 de 13 de novembro de 1998. Regulamenta a Lei nº 16.377/98 no que tange ao transporte e disposição de resíduos de construção civil e outros resíduos não abrangidos pela coleta regular e dá outras providências.**, Recife, PE, 1998b.

RECIFE. **IDH-M DENTRO DO RECIFE VAI DA ÁFRICA À NORUEGA**. Prefeitura da cidade do Recife. Recife/PE. 2005.

RECIFE. **Lei nº 17.072 de 04 de janeiro de 2005. Estabelece as diretrizes e critérios para o Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil**, Recife, PE, 2005.

RECIFE. **Atlas das Infraestrutura Públicas em Comunidades de Interesse Social do Recife**. Prefeitura da Cidade do Recife. Recife. 2014.

RECIFE. **Plano Local de Habitação de Interesse Social -PLHIS**. Prefeitura da Cidade do Recife. Recife. 2019.

RECIFE. **Serviços ao cidadão. Sobre a RPA-3**, 2021. Disponível em: <http://www2.recife.pe.gov.br/servico/sobre-rpa-3?op=ODU=>. Acesso em: 30 Maio 2021.

RIGHETTO, G, G; VITORINO, E, V; TORRADO, E, M. Competência em informação no contexto da vulnerabilidade social: conexões possíveis. **Informação e Sociedade**, João Pessoa, 2018.

RUIZ, L, A, L; RAMÓN, X, R; DOMINGO, S, G. The circular economy in the construction and demolition waste sector - A review and an integrative model approach. **Journal of Cleaner Production**, 2020.

SILVA, A A. **Diagnóstico da gestão dos resíduos de construção e demolição no município do Cabo de Santo Agostinho-PE**. Recife: [s.n.], 2017.

SILVÉRIO, M J. **Desenvolvimento de blocos estruturais de concreto utilizando resíduos da construção civil nas modulações M10 e M15**. Ribeirão Preto. 2019.

SU, Y. Multi-agent Evolutionary Game in the Recycling Utilization of Construction Waste. **Science of the Total Environment**, v. 738, 2020.

TCE/PE. Tipo de Destinação Final por Município. **Estudos e Levantamentos**, 2020. Disponível em: <https://www.tce.pe.gov.br/internet/index.php/estudos-e-levantamentos-novo>. Acesso em: 06 Janeiro 2021.

TCP/PE. Diagnóstico: Destinação de resíduos sólidos em PE - 2019. **Estudos e Levantamentos**, Recife, PE, 2019. Disponível em: https://www.tce.pe.gov.br/internet/docs/tce/Apresentacao_Diagnostico_RS_2019.pdf. Acessado em 06 de janeiro de 2021. Acesso em: 06 Janeiro 2021.

VIEIRA, C, R *et al.* Avaliação da Deposição Irregular de Resíduos da Construção na Região Político Administrativa 2, Recife – PE. **Resíduos sólidos: Impactos ambientais e inovações tecnológicas**, Recife, 2019. 419-432.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Shaping the Future of Construction: A Breakthrough in Mindset and Technology**. World Economic Forum. Geneva. 2016.

YUA, Y *et al.* Towards Circular Economy through Industrial Symbiosis in the Dutch Construction industry: a case of recycled concrete aggregates. **Journal of Cleaner Production**, 2021.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO EMLURB

APÊNDICE B – PROPOSTA ARQUITETÔNICA DO CBRCD

APÊNDICE C – TRECHO DA LICITAÇÃO DE TRANSPORTE DE RSU

APÊNDICE D – TRECHO DA LICITAÇÃO SOBRE TRATAMENTO DE RCC

APÊNDICE E – ORÇAMENTO DA OBRA DE IMPLANTAÇÃO DO CENTRO DE BENEFICIAMENTO DE RCD

APÊNDICE F – CATÁLOGO DOS EQUIPAMENTOS

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO EMLURB

08/05/2023, 14:24

Consulta a Empresa de Manutenção Limpeza Urbana da Cidade do Recife - EMLURB

Consulta a Empresa de Manutenção Limpeza Urbana da Cidade do Recife - EMLURB

Esta pesquisa tem por finalidade coletar dados para elaboração da dissertação do mestrando Vilbert Vasconcelos, acerca dos temas Resíduos da Construção Civil - RCD, coleta pública de RCD e disposição irregular nos bairros com população em vulnerabilidade social na Região Político Administrativa - RPA, número 3, onde encontram-se os bairros de Alto José Pinho, Alto Santa Isabel, Mangabeira, Nova Descoberta e Vasco da Gama.

Observações: todos os dados coletados com este formulário serão utilizados, única e exclusivamente, para fins acadêmicos. Não será feito nem juízo de valor sobre qualquer resposta obtida.

Parte 1 - Quanto ao serviço de coleta pública dos Resíduos da Construção e Demolição - RCD

Neste tópico, buscamos saber quais as ações realizadas pelo município da cidade do Recife quanto a coleta dos RCD gerados pela população, em geral, e a relação com os demais resíduos.

1.1 - A EMLURB possui um processo de coleta exclusivo de RCD, nos bairros citados anteriormente?

☒ Sim

☐ Não

1.2 - Caso haja coleta exclusiva de RCD, qual a periodicidade em que ela é realizada? (pode haver mais de uma resposta)

☐ De uma a duas vezes por semana

☒ De três a quatro vezes por semana

☐ De cinco a seis vezes por semana

☐ Todos os dias da semana

☒ Sob demanda (aciona a coleta sempre que necessário)

☐ Não se aplica (Caso a resposta da questão 1 seja não)

08/05/2023, 14:24

Consulta a Empresa de Manutenção Limpeza Urbana da Cidade do Recife - EMLURB

1.3 - A Prefeitura tem conhecimento de áreas de deposição irregular de RCD, nesses bairros?

- ☒ Sim
- ☐ Não

1.4 - Existe cadastramento das áreas de deposição irregular de RCD (pontos de deposição clandestina)?

- ☐ Sim
- ☒ Não

1.5 - Caso a resposta anterior seja sim, Qual a estimativa de áreas de deposição irregular de RCD (pontos de deposição clandestina) existentes nesses bairros?

1.6 - Ainda sobre a coleta exclusiva, quais são os pontos de coletas considerados? (pode haver mais de uma resposta)

- ☒ Pontos de coletas destinados para este fim (definidos pela prefeitura)
- ☒ Pontos de coletas destinados para este fim (definidos pela população local)
- ☒ Vias públicas e disposições irregulares
- ☐ Áreas de morros e locais de difícil acesso
- ☐ Não se aplica (Caso a resposta da questão 1 seja não)
- ☐ Outro: _____

1.7 - Apenas são considerados como RCD os resíduos que:

- ☒ Que não estejam contaminados com lixo doméstico.
- ☐ Que estejam contaminados com lixo domésticos.

08/05/2023, 14:24

Consulta a Empresa de Manutenção Limpeza Urbana da Cidade do Recife - EMLURB

1.8 - Caso haja contaminação no RCD, o funcionário responsável pela coleta é orientado a:

- ☐ Separar o material e realizar o carregamento apenas do RCD, deixando o lixo doméstico no local para ser coletado em outro momento
- ☒ Realizar a carga do material, mesmo que contaminado, classificando-o como lixo doméstico
- ☐ Realizar a carga do material, mesmo que contaminado, classificando-o como RCD
- ☐ Não realiza a carga caso haja contaminação
- ☐ Não se aplica (Caso a resposta da questão 1 seja não)
- ☐ Outro: _____

Parte 2 - Quanto ao transporte dos resíduos.

Após a coleta dos resíduos, faz-se necessário a realização do transporte para o seu destino final, onde poderá ser apenas disposto em local apropriado ou receber o tratamento devido. Para entender melhor a rota tecnológica realizada por estes resíduos, desde sua geração até a sua disposição, faz necessário entender como o transporte é realizado. Desta forma, perguntamos:

2.1 - Quais são as formas de transporte dos resíduos coletados, por parte da EMLURB

- ☒ Caminhão basculante
- ☐ Caminhão carroceria
- ☐ Caminhão tipo baú
- ☒ Caminhão poliguindaste e caçamba estacionária
- ☐ Outro: _____

2.2 - Após a coleta, o material é pesado?

- ☒ Sim
- ☐ Não

08/05/2023, 14:24

Consulta a Empresa de Manutenção Limpeza Urbana da Cidade do Recife - EMLURB

2.3 - Caso a resposta anterior seja sim, com que frequência a pesagem é feita?

☐ Sempre

☐ Quase sempre

☐ Raramente

☒ Outro: Ela é realizada no local do tratamento.

2.4 - No caso de haver a pesagem, qual o peso total dos resíduos coletados mensalmente (em média)?

Não temos este dado no momento

2.5 - Caso a resposta da questão 2.2 seja não, por favor especifique a forma de medição, a medição e qual a frequência dessa medição.

2.6 - Qual o custo com transporte dos resíduos coletados? (R\$/Tonelada)

Ver processo de licitação realizado pela EMLURB

2.7 - Os veículos que realizam o transporte são cadastrados EMLURB ou empresa contratada para este fim?

☒ Sim, totalmente.

☐ Sim, parcialmente.

☐ Sim, raramente

☐ Não.

08/05/2023, 14:24

Consulta a Empresa de Manutenção Limpeza Urbana da Cidade do Recife - EMLURB

2.8 - Os veículos que realizam o transporte são monitorados EMLURB ou empresa contratada para este fim?

- ☒ Sim, totalmente.
- ☐ Sim, parcialmente.
- ☐ Sim, raramente
- ☐ Não.

2.9 - No caso de haver o monitoramento, como estas informações ajudam a gestão dos resíduos?

Estas informações não são utilizadas pela gestão para realização de estudos. É utilizado apenas para verificar a localização e rota dos veículos envolvidos.

Parte 3 - Quanto à destinação final dos RCD

Após a coleta, identificação e transporte, buscamos saber com esta pesquisa qual a destinação final do RCD coletado na RPA-3. A finalidade deste tópico é apenas estabelecer a Distância Média de Transporte - DMT, bem como o custo com a disposição, a fim de estabelecer a rota tecnológica do RCD.

3.1 - Quanto ao destino final do RCD, no município

- ☐ Reaproveitamento e beneficiamento
- ☒ Centro de Tratamento de Resíduos - CTR
- ☐ Aterro para materiais de construção (exclusivo para RCD)
- ☐ Aterro Sanitário (Local preparado previamente para receber resíduos)
- ☐ Aterro controlado (Local sem preparação mínima para receber resíduos)
- ☐ Lixão (Local sem tratamento para disposição dos resíduos)
- ☐ Outro: _____

3.2 - Caso a destinação final seja feita em um centro de reaproveitamento e/ou beneficiamento, qual é o local de destinação?

Não se aplica

08/05/2023, 14:24

Consulta a Empresa de Manutenção Limpeza Urbana da Cidade do Recife - EMLURB

3.3 - Ainda sobre a destinação para um centro de reaproveitamento e beneficiamento, qual o custo por tonelada para a prefeitura? (R\$/tonelada)

Ver a licitação realizada para este fim

3.4 - Caso a destinação final seja feita em um Centro de Tratamento de Resíduos - CTR, quais deles são utilizados pela prefeitura.

- ☐ UTR Paulista - Localizado no município de Igarassu/PE
- ☐ CTR Ecoparque Pernambuco - Localizado no município de Igarassu/PE
- ☒ CTR Ciclo Ambiental LTDA - Localizado no município de Camaragibe/PE
- ☐ CTR Candeias - Localizado no município de Jaboatão dos Guararapes/PE
- ☐ Outro: _____

3.5 - Ainda sobre a destinação para CTR, qual o custo por tonelada para a prefeitura? (R\$/tonelada)

Ver a licitação realizada para este fim

3.6 - Caso a opção de destinação seja aterro exclusivo, aterro sanitário, aterro controlado ou lixão, favor informar o(s) local(is).

3.7 - Ainda sobre a destinação em aterro exclusivo, aterro sanitário, aterro controlado ou lixão, qual o custo por tonelada para a prefeitura? (R\$/tonelada)

Parte 4 - Quanto a caracterização do RCD

Segundo a resolução do CONAMA nº. 469/2015, o RCD é classifica em 4 (quatro) classes distintas, sendo:

Classe A (reutilizáveis ou recicláveis como agregados);
 Classe B (recicláveis para outras destinações);
 Classe C (resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis);
 Classe D (perigosos).

08/05/2023, 14:24

Consulta a Empresa de Manutenção Limpeza Urbana da Cidade do Recife - EMLURB

Dentre esta classificação, questionamentos:

4.1 - No momento da destinação final é realizada a segregação do material para saber a porcentagem de RCD?

- ☐ Sim, totalmente
- ☐ Sim, parcialmente
- ☐ Sim, raramente
- ☒ Não

4.2 - Os RCD são destinados de forma diferenciada, sendo a destinação final realizada de acordo com cada classe, conforme classificação disposta na Resolução CONAMA nº 469/2015?

- ☐ Sim, totalmente
- ☐ Sim, parcialmente
- ☐ Sim, raramente
- ☒ Não.

Parte 5 - Quanto aos pequenos geradores

Em nossa pesquisa, verificamos que boa parte dos resíduos da construção e demolição que são depositados nas vias públicas e locais irregulares, são gerados pelos pequenos geradores em obras informais. Ainda com relação a este fato, alguns municípios tratam estes geradores de forma diferenciada por entender que eles podem gerar problemas para administração pública em vários aspectos (criar foco de desenvolvimento e proliferação de vetores que causam doenças, obstrução de vias públicas e calçadas, entre outros). Devido a isso, buscamos saber quais são as ações realizadas por este município relacionado a estes geradores:

5.1 - No caso dos pequenos geradores, que não tem condições de dar o destino adequado aos resíduos, quais são as ações realizadas pelo município?

Segundo a própria lei municipal, há limites diários a serem obedecidos pela população para a realização do depósito do RCD nos Econúcleos.

08/05/2023, 14:24

Consulta a Empresa de Manutenção Limpeza Urbana da Cidade do Recife - EMLURB

5.2 - Em alguns municípios são criados locais para receber estes materiais. No caso de Recife, existem pontos definidos para deposição dos RCD nesses bairros? (Ecopontos e Pontos de Entrega Voluntária)

☒ Sim☐ Não

5.3 - Caso a resposta anterior seja sim. Qual o número de Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes existentes nesses bairros? Quais as localizações?

Atualmente, a prefeitura possui 13 pontos, sendo 8 Ecoestações e 5 Econúcleos

5.4 - Com relação a questão 5.3, como foram definidos os locais dos pontos de coleta?

Não temos esta informação.

5.5 - Também relacionada a questão 5.3, perguntamos: Qual a estimativa de quantidade média de recebimento de RCD nas Unidades de Recebimento de Pequenos Volumes? (mensal)

Não temos este dado

Parte 6 - Quanto a educação ambiental

A educação ambiental é um dos caminhos utilizados pelos governos e instituições para orientar a população sobre a importância de preservar o meio ambiente através de ações simples como, reduzir o volume de resíduos, reutilizar, segregar para sua reciclagem ou para a destinação correta nos demais casos. No caso da prefeitura da cidade do Recife, gostaríamos de saber:

6.1 - A prefeitura vem realizando algum tipo de trabalho que vise educar a população a respeito dos resíduos, seja com relação ao lixo doméstico e ao RCD

☐ Sim, totalmente☒ Sim, parcialmente☐ Não.

08/05/2023, 14:24

Consulta a Empresa de Manutenção Limpeza Urbana da Cidade do Recife - EMLURB

6.2 - Em caso afirmativo, qual é a ação adotada?

No site recifelimpa.recife.pe.gov.br tem várias ações realizadas pela prefeitura

6.3 - Há algum trabalho específico em populações em vulnerabilidade social, neste bairros estudados?

☐ Sim

☒ Não

6.4 - Caso a resposta anterior foi sim, qual a ação que está sendo realizada?

6.5 - Ainda sobre a pergunta 6.3, em caso afirmativo, existe algum site ou endereço eletrônico que nos facilite o acesso?

Agradecimento

Agradecemos a V.Sa. por dispensar parte do vosso tempo para responder a este questionário. Saiba que as vossas respostas serão essenciais para a nossa pesquisa e nos ajudará a entender melhor o local de estudo. Os dados coletados, após receberem o devido tratamento poderão também trazer benefícios a esta instituição no que tange a proposta executáveis, que buscam promover a melhor destinação dos resíduos gerados por esta população

Atenciosamente,

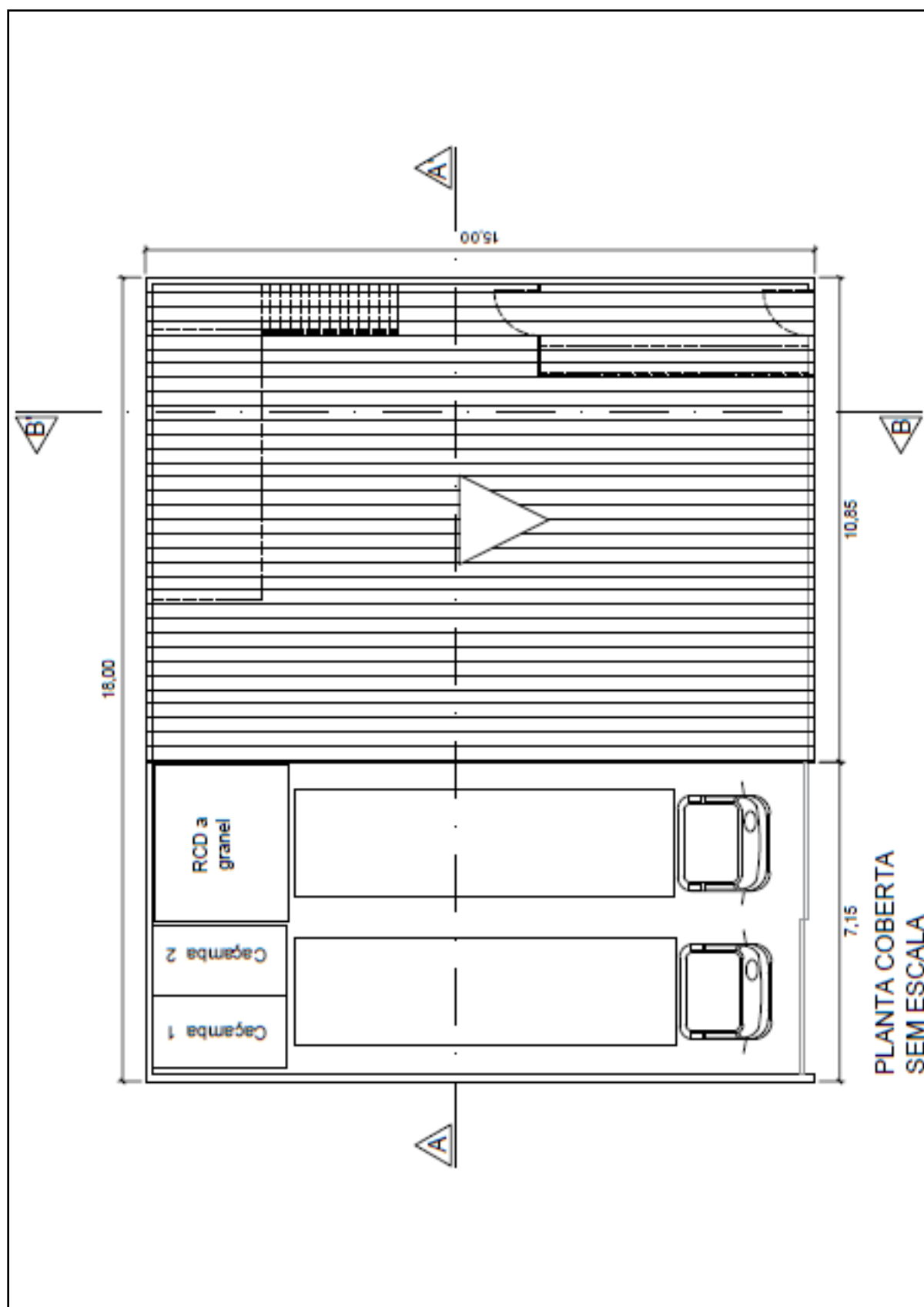
Vilbert dos Anjos Vasconcelos

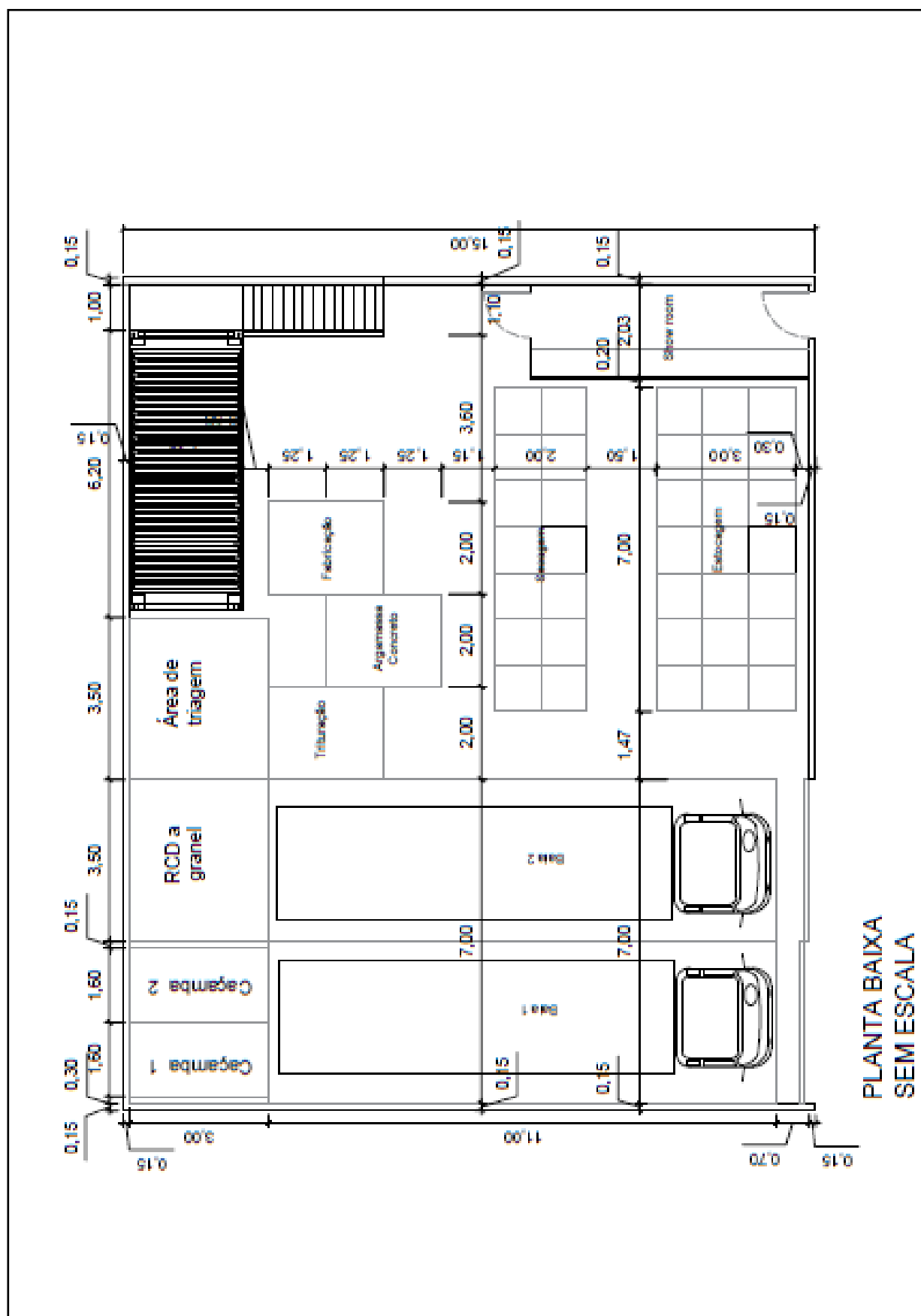
Mestrando em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

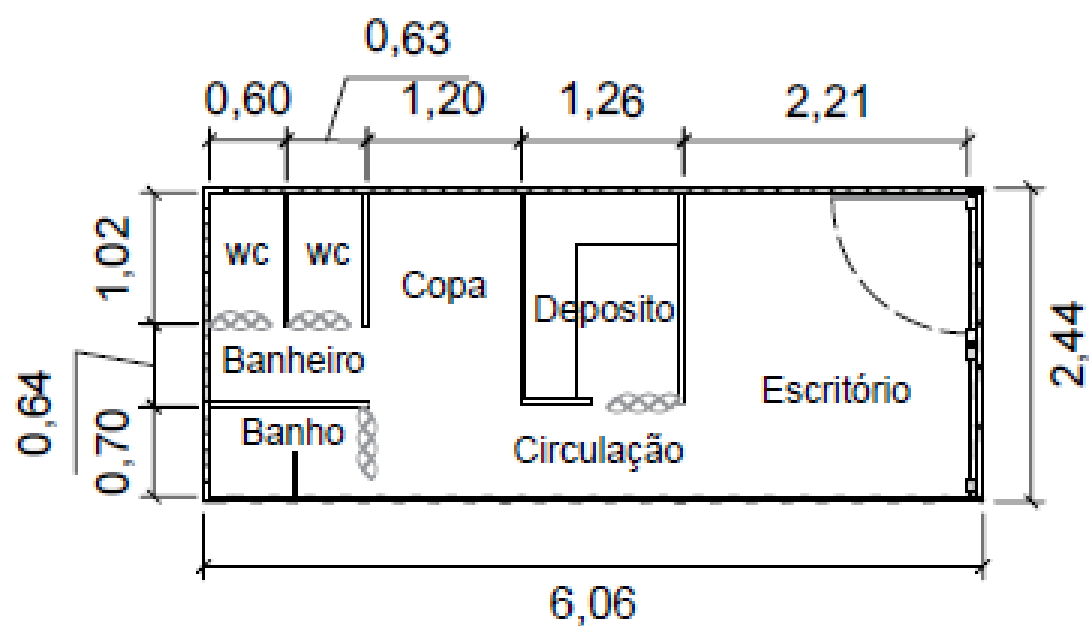
Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

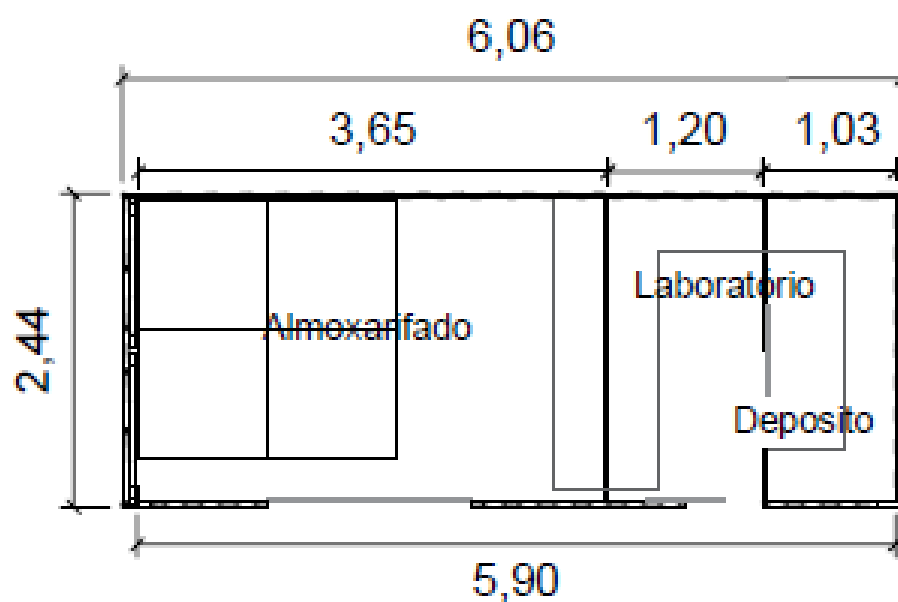
APÊNDICE B – PROPOSTA ARQUITETÔNICA DO CBRCD



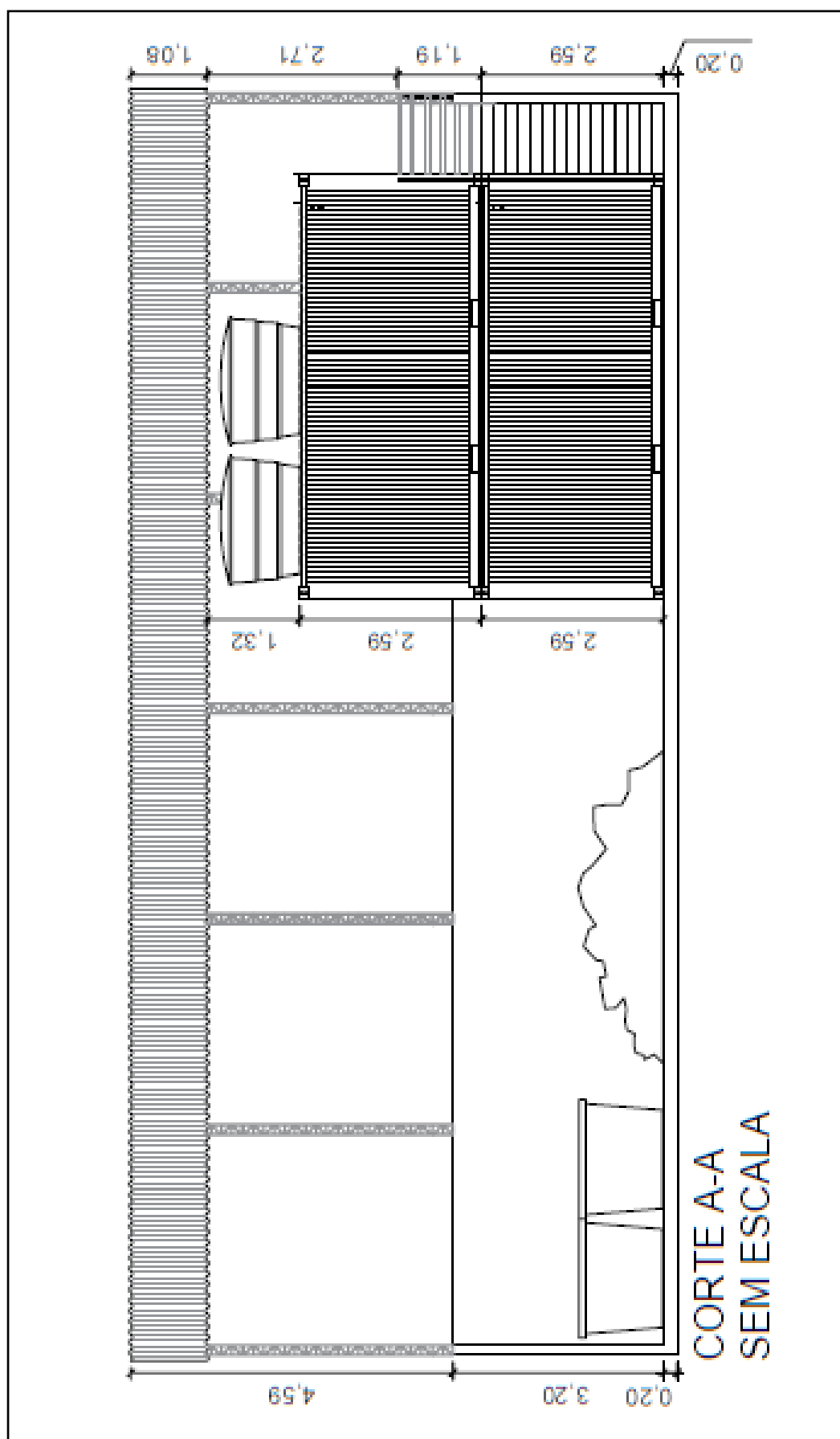


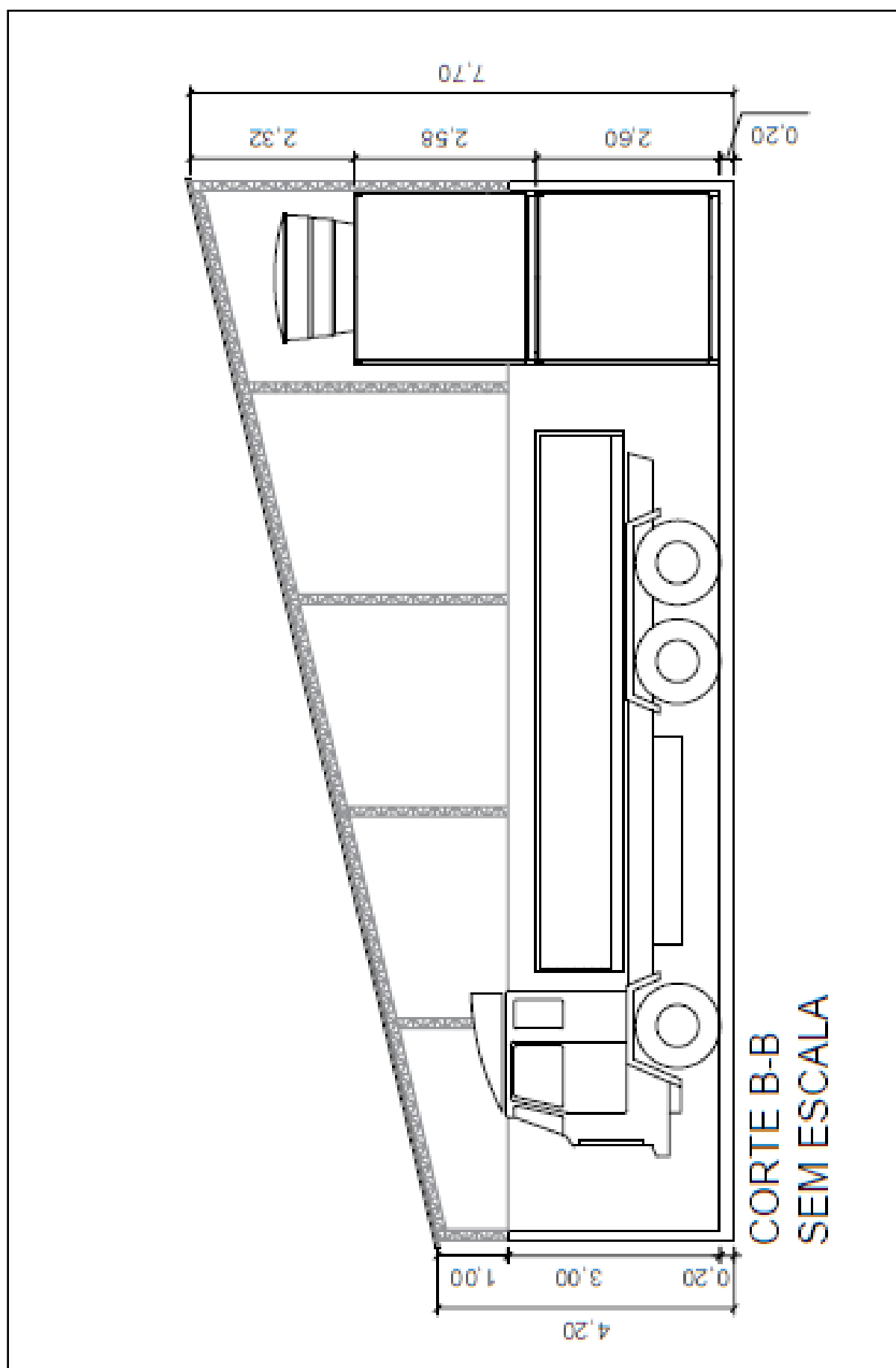


ESCRITÓRIO - 1º PAV
SEM ESCALA



ESCRITÓRIO - TÉRREO
SEM ESCALA





APÊNDICE C – TRECHO DA LICITAÇÃO DE TRANSPORTE DE RSU


REGISTRO DO RECIFE
AUTARQUIA DE MANUTENÇÃO E LIMPEZA URBANA
 Av. Recife, nº 3.000 - CEP: 50.060-000
 FONE: 2105.7005
 FAX: 2115.3001-04
 e-mail: recife@emurb.pe.br


RECIFE

PLANILHA DE PREÇOS - LOTE 02

	Discriminação dos Serviços	Unidade	Quantidade Total	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)
1	Varrição manual de vias pavimentadas e logradouros públicos	km/m²	791,864,00	103,93	82.285,069,80
2	Varrição mecanizada de vias e logradouros públicos	km/m²	64,186,00	46,89	3.043,867,09
3	Implantação de papedeiras	Unidade	2,090,20	130,35	275,762,00
4	Implantação de PEVs	Unidade	152,00	5,465,00	830,680,00
5	Implantação de Cortadores	Unidade	73,00	4,445,98	324,518,86
6	Manutenção, reposição, regularização de Plaquetas, PEVs e Cortadores	Unidade/m²	246,400,00	23,49	5.785,072,00
7	Captação e resgate de lamas d'água (sejete) e de passagens de vias pavimentadas	km/m²	45,120,00	1,543,83	69.637,609,60
8	Pintura de meio-fio (guia de sejeta)	km/m²	20,316,00	354,83	7.208,839,18
9	Lavagem e desinfecção de vias, pavos de mercados públicos e feiras livres	Equipamto	120,00	95.890,09	11.507,520,90
10	Limpeza manual da faixa de areia de praia com 9,9 km	km/m²	18,080,00	1.354,12	24.507,207,20
11	Limpeza mecanizada de faixa de praia com 5,0 km	km/m²	9,120,00	416,29	3.787,444,80
12	Operações especiais de limpeza pública	Equipamto	240,00	125.761,57	30.422,776,80
13	Coleta regular de resíduos sólidos domiciliar, comercial, de varrição e feiras livres	Unid	1.915,895,00	107,03	205.034,290,05
14	Coleta manual encanada	Unidade/m²	11,740,00	5.530,00	65.002,800,00
15	Coleta domiciliar seletiva de materiais recicláveis	Equipamto	480,00	51.412,84	24.678,163,20
16	Coleta de resíduos diferenciados	Unid	46.830,00	329,82	15.379,770,40
17	Coleta de resíduos flutuantes em rios e vias navegáveis	Equipamto	120,00	60.612,02	7.273,442,40
18	Coleta Seletiva com caminhão de pequeno porte	Equipamto	720,00	23,164,11	16.678,159,20
19	Instalação de cabos coletores compactadores estacionários	Unid	200,011,00	181,94	36.287,074,80
20	Remoção e transporte ao destino final de cabos balsa	Item/Operamto	24,120,00	393,34	9.487,360,80
21	Implantação de contêiner semi-encapado	Unidade	24,00	38.423,16	922,165,84
22	Manutenção, reposição e higienização contêiner semi-encapado	Unidade/m²	1,440,00	2.586,93	3.725,179,20
23	Aparelhamento e manutenção de núcleo de triagem de resíduos recicláveis	Unidade/m²	300,00	23,310,08	6.993,024,00
24	Manutenção e operação de Ecoestações	Unidade/m²	600,00	19,028,54	11.477,124,00
25	Coleta Seletiva com meio fixo	Equipamto	860,00	5.895,52	5.064,899,20
26	Transporte ao destino final da coleta regular de resíduos sólidos e coleta de cabos compactadores estacionários	Unid	2.120,816,00	17,42	36.939,228,45
27	Transporte ao destino final da coleta de resíduos diferenciados	Unid	46,630,00	38,12	1.777,256,10
	Total (R\$)				885.793,484,17

PLANILHA AUXILIAR DOS SERVIÇOS - LOTE 02

Item	Descrição dos Serviços	Unidade	Quantidade Estimada	Preço Unitário com IPI			Valor Global (R\$)	%	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)	Morfia A		Morfia B	
				Morfia A	Morfia B	Total					%	Valor	%	Valor
1	Verificação manual de dados para emissão de licenças públicas	Atividade	13.118,40	87,89	16,01	103,90	85.285.659,82	12,0%	82,17	1084.064,70	84,8%	817.658,89	16,4%	187.136,04
2	Verificação mecanizada de dados para emissão de licenças públicas	Atividade	882,80	23,15	23,83	46,98	2.543.897,20	0,4%	37,15	33.027,26	49,3%	185.18,42	50,7%	17.000,40
3	Industriação de papéis	Unidade	2.666,00	16,08	127,73	138,38	275.793,20	0,0%	123,20	240.040,00	0,0%	18.884,32	80,1%	229.150,00
4	Industriação de PVC	Unidade	188,80	36,67	5.448,21	5.485,88	873.852,00	0,1%	5.422,81	873.852,00	0,0%	430,61	88,0%	889.344,89
5	Industriação de Corantes	Unidade	79,00	36,47	4.448,51	4.485,98	354.918,80	0,1%	4.426,81	291.806,70	0,7%	29,88	86,0%	279.787,02
6	Manutenção, reposição, higienização de Papéis, PEVA e Corantes	Unidade/Atividade	4.448,00	16,16	13,32	29,48	6.255.072,00	0,0%	16,57	82.450,80	43,3%	28.995,05	56,7%	48.080,75
7	Captação e armazenagem de água de chuva (torres) e de passadas de água para	Atividade	752,80	1.265,10	288,73	1.553,83	93.457.828,80	10,2%	5.223,90	9.011.600,00	80,7%	745.481,20	19,4%	17.925,00
8	Pré-limpeza de resíduos (parte de serviço)	Atividade	238,81	251,24	133,28	384,60	7.234.938,18	1,1%	283,81	9.007,26	70,8%	67.387,80	28,1%	27.059,25
9	Limpeza e desfecho de lixo, além de materiais plásticos e metais ferros	Atividade	2,00	61.267,15	34.358,94	95.626,09	1.142.749,82	1,7%	79.427,86	155.056,06	63,8%	87.438,92	36,4%	55.840,49
10	Limpeza manual de lixo de área de praia com 9,8 km	Atividade	281,80	1.090,46	188,85	1.279,32	24.397.237,20	3,7%	5.084,80	32.637,40	89,4%	284.587,21	13,6%	44.807,39
11	Limpeza mecanizada de lixo de praia com 5,0 km	Atividade	152,80	223,72	191,37	415,09	3.787.444,80	0,0%	328,42	4.0919,04	53,5%	2.531,82	46,1%	23.020,02
12	Orientações especiais de limpeza pública	Atividade	4,00	98.252,80	24.588,68	122.841,48	30.422.770,80	4,4%	15.444,40	40.085,60	77,2%	31.083,84	22,5%	80.181,00
13	Coleta regular de resíduos sólidos domiciliares, comerciais, de serviços e industriais	Unidade	31.498,28	67,57	43,06	107,69	2.594.336,288,85	30,1%	85,12	272.867,04	62,8%	17.5983,23	37,2%	15.1707,81
14	Coleta manual avançada	Atividade	188,80	4.715,98	814,82	5.530,80	9.573.859,20	9,9%	4.713,27	89.1160,02	85,3%	730.885,89	14,7%	128.174,09
15	Coleta domiciliar ativa de resíduos recicláveis	Atividade	8,00	30.156,73	1.254,11	31.410,84	24.875.183,20	3,0%	3.082,33	4.052,60	62,0%	25.431,97	37,5%	15.226,00
16	Coleta de resíduos diferenciados	Unidade	777,18	197,07	132,75	329,82	15.379.770,48	2,0%	283,83	33.071,60	59,8%	121.203,34	40,3%	81.591,32
17	Coleta de resíduos diferenciados em lotes e áreas irregulares	Atividade	2,00	14.077,23	4.634,79	18.712,02	7.273.442,48	1,7%	67.833,58	9.680,78	34,7%	23.888,78	75,3%	72.176,43
18	Coleta Seletiva com coleta de pequeno porte	Atividade	13,00	11.295,04	1.838,07	13.133,11	19.476.159,20	2,4%	16.374,78	21.883,26	85,8%	144.179,22	34,2%	75.266,26
19	Industriação e transporte de resíduos sólidos compactados e catadores	Unidade	3.243,00	106,27	55,07	161,34	32.487.074,89	4,7%	128,07	420.000,00	63,0%	280.988,71	34,4%	147.217,18
20	Transporte e transporte de resíduos sólidos compactados e catadores	Atividade	482,80	60,75	330,58	391,33	3.487.392,80	1,4%	311,06	150.046,12	23,0%	25.485,88	76,4%	82.990,24
21	Industriação de cortinas e ar-condicionado	Unidade	24,00	6.993,85	3.429,31	10.423,16	823.155,84	0,1%	33.417,48	81.019,07	15,4%	125.151,07	84,6%	688.690,83
22	Manutenção, reposição e higienização contêineres semi abertos	Unidade/Atividade	24,00	664,32	1.892,81	2.557,13	3.726.179,20	0,0%	3.643,81	4.008,06	39,8%	18.152,76	60,1%	39.896,02
23	Ajuste e manutenção de rede de ligação de resíduos recicláveis	Unidade/Atividade	5,00	23.310,08	20.310,08	43.620,16	6.993.054,00	1,0%	18.034,07	90.170,35	100,0%	90.170,35	100,0%	90.170,35
24	Manutenção e operação de Estação	Unidade/Atividade	16,00	1.564,77	13.883,77	15.448,54	11.777.124,00	1,7%	15.227,77	155.027,70	7,9%	122.95,42	92,1%	143.011,29
25	Coleta Seletiva com rede fixa	Unidade/Atividade	16,00	4.096,35	1.844,27	5.940,62	5.654.699,20	0,8%	4.051,38	7.6034,04	70,3%	27.918,54	29,5%	17.515,03
26	Transporte ao destino final de coleta regular de resíduos sólidos e coleta de resíduos diferenciados	Unidade	38.241,78	17,42	17,42	34,84	39.336.228,48	6,4%	13,78	487.008,09	100,0%	487.008,09	100,0%	487.008,09
27	Transporte ao destino final de coleta de resíduos diferenciados	Unidade	777,18	38,12	38,12	76,24	1.777.599,19	0,3%	33,15	25.831,08	100,0%	25.831,08	100,0%	25.831,08
Total (R\$)							685.793.484,17			16.527.871,66	83,8%	5.799.479,38	48,98%	5.138.795,22

Transporte ao destino final da coleta de resíduos diferenciados
LOTE 02

1. Custo de Transporte ao Destino Final

Cálculo do custo da tonelada por quilômetro para transporte do lixo para o local de destino final indicado pela fiscalização contratante. Para efeito de cálculo serão consideradas somente as despesas diretas incidentes sobre o transporte.

1.1. Custo médio ponderado da tonelada por quilômetro

Discriminação	Quant. coletada tmês	Preço unitário R\$/tkm	Total
Operação do Veículo com Capacidade de 6 m³	777,184	1,340	1.041,43
TOTAL	777,18	1,340	1.041,43
Custo médio direto ponderado	R\$1,34 / t x km		

1.2. Custo de destinação

Resíduos coletados	777,18 tmês
Custo médio direto ponderado:	1,340 / t x km
Distância Média ao destino final	22,50 Km
Custo por tonelada	R\$ 30,15 /tmês
Custo mensal	23.431,98 R\$/mês

2. Transporte para fora dos Limites do Município do caminhão basculante 6 m³

Cálculo do custo da tonelada por quilômetro para transporte do lixo para o local de destino final indicado pela fiscalização contratante. Para efeito de cálculo serão consideradas somente as despesas diretas incidentes sobre o transporte.

2.1. Operação do Veículo com Capacidade de 6 m³

Valor total unitário R\$1,995 /km rodado.

Manutenção, Depreciação, Juros de Capital e Licenciamento e Seguros - As despesas já foram consideradas.

Combustíveis e Lubrificantes

Distância percorrida:	8.650,00 km/mês
Custo mensal:	R\$14.140,90 /mês
Custo por unitário	R\$1,635 /km

Pneumáticos e câmaras.

Distância percorrida:	8.650,00 km/mês
Custo mensal:	R\$3.114,00 /mês
Custo por unitário	R\$0,360 /km

2.2. Custo por Tonelada por Quilômetro

Valor unitário:	R\$1,995 /km rodado.
Peso transportado real:	2,98 t/Magem
Custo unitário:	R\$0,670 / t x km

2.3. Custo Unitário Total da Distância Percorrida (ida e volta)

Fator de Percurso - ida e volta	2,00
Valor unitário	R\$0,670 / t x km
Valor unitário total	R\$1,340 / t x km

3. Custo dos Serviços com BDI

Aplicado BDI de Serviço de	28,45%
TOTAL sem BDI	R\$ 23.431,98 /mês
TOTAL com BDI	R\$ 29.926,10 /mês

APÊNDICE D – TRECHO DA LICITAÇÃO SOBRE TRATAMENTO DE RCC



PREFEITURA DO RECIFE

SECRETARIA DE INFRA ESTRUTURA E SERVIÇOS URBANOS

EMLURB - EMPRESA DE MANUTENÇÃO E LIMPEZA URBANA

OBJETO DE LICITAÇÃO:

Contratação de pessoa(s) jurídica(s) especializada(s) em engenharia sanitária para recebimento, tratamento, reciclagem e disposição final dos resíduos de Construção - RCC - classe A (Inerte) coletados pela EMLURB no município do Recife

ANEXO III - COMPOSIÇÃO DE PREÇOS UNITÁRIOS			
ITEM	DESCRIÇÃO	R\$/ton	%
1.0	Custo de Investimento	7,81	25,10%
2.0	Custos Operacionais	21,38	68,70%
3.0	Custo de Monitoramento	1,93	6,20%
PREÇO POR TONELADA SEM BDI		R\$ 31,12	100%



PREFEITURA DO RECIFE
SECRETARIA DE INFRA ESTRUTURA E SERVIÇOS URBANOS
EMLURB - EMPRESA DE MANUTENÇÃO E LIMPEZA URBANA
OBJETO DE LICITAÇÃO:

Contratação de pessoa(s) jurídica(s) especializada(s) em engenharia sanitária para recebimento, tratamento, reciclagem e disposição final dos resíduos de Construção - RCC - classe A (Inerte) coletados pela EMLURB no município do Recife

ANEXO II

PLANILHA DE PREÇOS MÁXIMO - RCC							
ITEM	DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS	QUANT. TOTAL	UNID.	PREÇO SEM BDI		PREÇO COM BDI (20%)	
				PREÇO UNITÁRIO FINAL (PF)	TOTAL	PREÇO UNITÁRIO FINAL (PF)	TOTAL
1	Recebimento, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos de Construção Civil - RCC Classe A (Inertes)	780.000,00	ton	R\$ 31,12	R\$ 24.273.600,00	R\$ 37,34	R\$ 29.128.320,00

APÊNDICE E – ORÇAMENTO DA OBRA DE IMPLANTAÇÃO DO CENTRO DE BENEFICIAMENTO DE RCD

Obra Bancos		OBRCO - CENTRO DE BENEFICIAMENTO DE RCD SINAPI - 12/2022 - Pernambuco SBC - 12/2022 - Pernambuco SICRO3 - 01/2020 - Pernambuco COMPESA - 07/2022 - Pernambuco				DATA: B.O.I.	22,62%	Jan/23
Orçamento Simbólico								
ITEM	CÓDIGO	FONTE	DESCRIÇÃO	UN	QUANT	CUSTO UNITÁRIO	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
A			OBRA DE IMPLANTAÇÃO					
1			ADMINISTRAÇÃO/CANTIERO/DESPESAS INDIRETAS					71.570,20
1.1			ADMINISTRAÇÃO LOCAL					41.262,25
1.1.1	93595	SINAPI	ENGENHEIRO CIVIL DE OBRA JUNIOR COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	MES	6,00	18.710,14	22.942,37	11.471,18
1.1.2	94295	SINAPI	MESTRE DE OBRAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	MES	2,00	10.332,00	12.009,09	25.338,18
1.1.3	101452	SINAPI	SERVENTE DE OBRAS COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	MES	1,00	3.631,46	4.452,89	4.452,89
1.2			CANTIERO DE OBRAS					25.403,15
1.2.1			IDENTIFICAÇÃO/ISOLAMENTO					8.178,18
1.2.1.1	01.03.07U	COMPESA	FORNECIMENTO E FIXAÇÃO DE PLACA DA OBRA EM CHAPA GALVANIZADA Nº 16, CONFORME PADRÃO FORNECIDO PELA COMPESA.	m²	6,00	311,63	302,12	2.292,72
1.2.1.2	90459	SINAPI	TAPUME COM TELHA METÁLICA. AF_05/2018	m²	37,00	126,98	155,70	5.005,40
1.2.2			EDIFICAÇÕES					5.936,78
1.2.2.1	00010775	SINAPI	LOCAÇÃO DE CONTAINER 2,30 X 6,00 M, ALT. 2,90 M, COM 1 SANITÁRIO, PARA ESCRITORIO, COMPLETO, SEM DIVISÓRIAS INTERNAS (NÃO INCLUI MOBILIZAÇÃO/DESMOBILIZAÇÃO)	MES	2,00	830,00	1.017,74	2.035,48
1.2.2.2	00010776	SINAPI	LOCAÇÃO DE CONTAINER 2,30 X 6,00 M, ALT. 2,90 M, PARA ESCRITORIO, SEM DIVISÓRIAS INTERNAS E SEM SANITÁRIO (NÃO INCLUI MOBILIZAÇÃO/DESMOBILIZAÇÃO)	MES	2,00	648,43	795,10	1.590,20
1.2.2.3	00010777	SINAPI	LOCAÇÃO DE CONTAINER 2,30 X 4,30 M, ALT. 2,90 M, PARA SANITÁRIO, COM 3 BACIAS, 4 CHUVEIROS, 1 LAVATÓRIO E 1 MICTÓRIO (NÃO INCLUI MOBILIZAÇÃO/DESMOBILIZAÇÃO)	MES	2,00	942,39	1.155,66	2.311,10
1.2.3			INST. PROVISÓRIA - HIDRÁULICAS					2.479,41
1.2.3.1	95676	SINAPI	CAIXA EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO PARA ABRIGO DE HIDRÔMETRO COM DN 20 (N) - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_11/2016	UN	1,00	112,15	137,51	137,51
1.2.3.2	95673	SINAPI	HIDRÔMETRO DN20 (N), 1,5 M/H - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_11/2016	UN	1,00	107,87	132,27	132,27
1.2.3.3	95648	SINAPI	KIT CAVALETE PARA MEDIÇÃO DE ÁGUA - ENTRADA INDIVIDUALIZADA, EM CPVC DN 20 (N), PARA 1 MEDIDOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO (EXCLUSIVO HIDRÔMETRO). AF_11/2016	UN	1,00	518,15	635,35	635,35
1.2.3.4	89402	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2022	M	20,00	11,99	14,70	294,00
1.2.3.5	102609	SINAPI	CAIXA D'ÁGUA EM POLETILENO, 2000 LITROS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2021	UN	1,00	1.044,11	1.280,28	1.280,28
1.2.4			INST. PROVISÓRIA - ESGOTO					2.194,49
1.2.4.1	104124	SINAPI	(COMPOSIÇÃO REPRESENTATIVA) LIGAÇÃO PREDIAL DE ESGOTO, REDE DN 100 MM, COLETOR PREDIAL DN 100 MM, L = 2,0 M, LARGURA DA VALA = 0,65 M, COM SELIM E CURVA 90 GRAUS; ESCAVAÇÃO MECANIZADA, PREPARO DE FUNDO DE VALA E REATERRO COMPACTADO. AF_06/2022	UN	1,00	398,98	490,45	490,45
1.2.4.2	89714	SINAPI	TUBO PVC, SERIE NORMAL, ESGOTO PREDIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE DESCARGA OU RAMAL DE ESGOTO SANITÁRIO. AF_06/2022	M	10,00	38,25	46,90	469,00
1.2.4.3	99253	SINAPI	CAIXA ENTERRADA HIDRÁULICA RETANGULAR EM ALVENARIA COM TIJÓLOS CERÂMICOS MACIÇOS, DIMENSÕES INTERNAS: 0,60X0,60X0,6 M PARA REDE DE DRENAGEM. AF_12/2020	UN	2,00	503,61	617,52	1.235,04
1.2.5			INST. PROVISÓRIA - ELÉTRICA					6.614,29
1.2.5.1	101511	SINAPI	ENTRADA DE ENERGIA ELÉTRICA, AÉREA, TRIFÁSICA, COM CAIXA DE EMBUTIR, CABO DE 25 MM² E DISJUNTOR DN 90A (NÃO INCLUI O POSTE DE CONCRETO). AF_07/2020_P8	UN	1,00	2.205,12	2.703,91	2.703,91
1.2.5.2	00041208	SINAPI	POSTE DE CONCRETO ARMADO DE SEÇÃO DUPLO T, EXTENSÃO DE 12,00 M, RESISTÊNCIA DE 150 DAN, TIPO D	UN	1,00	1.348,15	1.653,10	1.653,10
1.2.5.3	101875	SINAPI	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO, DE EMBUTIR, COM BARRAMENTO TRIFÁSICO, PARA 12 DISJUNTORES DN100A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	UN	1,00	398,28	488,34	488,34
1.2.5.4	93673	SINAPI	DISJUNTOR TRIPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 50A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	UN	1,00	109,01	133,66	133,66
1.2.5.5	93695	SINAPI	DISJUNTOR MONOPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 20A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	UN	3,00	15,39	18,87	56,61
1.2.5.6	97082	SINAPI	CAIXA ENTERRADA ELÉTRICA RETANGULAR, EM ALVENARIA COM BLOCOS DE CONCRETO, FUNDO COM BRITA, DIMENSÕES INTERNAS: 0,60X0,60X0,6 M. AF_12/2020	UN	2,00	357,78	438,70	877,40
1.2.5.7	97670	SINAPI	ELETRODUTO FLEXÍVEL CORRUGADO, PEAD, DN 100 (N), PARA REDE ENTERRADA DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2021	M	12,00	30,63	37,80	453,60
1.2.5.8	96985	SINAPI	HASTE DE ATERRAMENTO 5/8" PARA SPOA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2017	UN	1,00	95,83	117,50	117,50
1.2.5.9	96971	SINAPI	CORDOALHA DE COBRE Nº 16 MM², NÃO ENTERRADA, COM ISOLADOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2017	M	3,00	35,39	43,39	130,17
1.3			MOBILIZAÇÃO/DESMOBILIZAÇÃO					4.904,80
1.3.9			MOBILIZAÇÃO/DESMOBILIZAÇÃO DE MÓBIILIÁRIO, EQUIPAMENTOS E FERRAMENTAS PARA OBRA	UN	2,00	2.000,00	2.452,40	4.904,80
2			SERVIÇOS PRELIMINARES					19.961,20
2.1			PREPARAÇÃO/LOCAÇÃO					19.961,20
2.1.1	98525	SINAPI	LIPEZA MECANIZADA DE CAMADA VEGETAL, VEGETAÇÃO E PEQUENAS ÁRVORES (DIÂMETRO DE TRONCO MENOR QUE 0,30 M), COM TRATOR DE ESTEIRAS. AF_05/2018	m²	270,00	0,41	0,50	135,00
2.1.2	98059	SINAPI	LOCAÇÃO CONVENCIONAL DE OBRA, UTILIZANDO GASARITO DE TÁBUAS CORRIDAS PONTALETADAS A CADA 2,00M - 2 UTILIZAÇÕES. AF_10/2018	M	270,00	59,59	73,06	19.726,20

Obra Bancos			CBRCD - CENTRO DE BENEFICIAMENTO DE RCD SINAPI - 12/2022 - Pernambuco SBC - 12/2022 - Pernambuco SICRO3 - 01/2020 - Pernambuco COMPESA - 07/2022 - Pernambuco				DATA: B.O.L. 22.6.2%		Jan/23
Orçamento Simbólico									
ITEM	CÓDIGO	FONTE	DESCRIÇÃO	UN	QUANT	CUSTO UNITÁRIO	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL	
3			MOVIMENTO DE TERRA					10.394,07	
3.1	93399	SINAPI	ESCAVAÇÃO MANUAL DE VALA COM PROFUNDIDADE MENOR OU IGUAL A 1,30 M. AF_02/2021	m³	70,12	80,70	99,05	6.945,30	
3.2	96995	SINAPI	REATERRO MANUAL APILOADO COM SOQUETE. AF_10/2017	m³	57,44	48,97	60,04	3.448,69	
4			INFRAESTRUTURA (FUNDAÇÕES)					11.675,47	
4.1	96616	SINAPI	LASTRO DE CONCRETO MAGRO, APLICADO EM BLOCOS DE CORMAMENTO OU SAPATAS. AF_08/2017	m²	2,60	630,10	782,43	2.034,31	
4.2	104406	SINAPI	COMPOSIÇÃO PARAMÉTRICA PARA EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, PARA EDIFICAÇÃO HABITACIONAL UNIFAMILIAR TERREIA (CASA ISOLADA), FCK = 25 MPa. AF_11/2022	m²	0,90	3.384,22	4.149,73	3.734,75	
4.3	103330	SINAPI	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO DE 19X19X39 CM (ESPESSURA 19 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_12/2021	m²	45,90	104,95	128,68	5.906,41	
5			SUPRAESTRUTURA					27.603,19	
5.1	104406	SINAPI	COMPOSIÇÃO PARAMÉTRICA PARA EXECUÇÃO DE ESTRUTURAS DE CONCRETO ARMADO, PARA EDIFICAÇÃO HABITACIONAL UNIFAMILIAR TERREIA (CASA ISOLADA), FCK = 25 MPa. AF_11/2022	m²	2,84	3.384,22	4.149,73	11.785,23	
5.2	111600	SBC	ESCALA METÁLICA PERRS AÇO METALIZADO	M	3,00	4.354,37	5.339,32	16.017,96	
6			COBERTURA/PERMEABILIZAÇÕES					19.305,00	
6.1			COBERTURA					19.305,00	
6.1.1	104314	SINAPI	TRAMA DE AÇO COMPOSTA POR TERÇAS PARA TELHADOS DE ATÉ 2 ÁGUAS PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, METÁLICA, PLÁSTICA OU TERMOACÚSTICA, INCLUSIVE TRANSPORTE VERTICAL (EM KG). AF_07/2019	KG	165,00	13,71	16,81	2.773,65	
6.1.2	94213	SINAPI	TELHAMENTO COM TELHA DE AÇÚALUMÍNIO E = 0,5 MM, COM ATÉ 2 ÁGUAS, INCLUSIVE CAMENTO. AF_07/2019	m²	190,00	77,68	95,25	14.287,90	
6.1.3			TELHAMENTO COM TELHA TRANSLUCIDA	m²	15,00	122,00	149,59	2.243,85	
7			ELEVação					23.762,33	
7.1			ALVENARIA					16.427,37	
7.1.1	103330	SINAPI	ALVENARIA DE VEDAÇÃO DE BLOCOS VAZADOS DE CONCRETO APARENTE DE 19X19X39 CM (ESPESSURA 19 CM) E ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO COM PREPARO EM BETONEIRA. AF_12/2021	m²	177,00	75,69	92,81	16.427,37	
7.2			DIVISÓRIAS LEVES					7.334,96	
7.2.1	96450	SINAPI	TAPUME COM COMPENSADO DE MADEIRA. AF_05/2018	m²	16,00	155,96	190,74	3.204,43	
7.2.2	090090	SBC	DIVISÓRIA CEGA - PAINEL MBOVOLUME E=39mm - MONTANTE/RODAPE	m²	26,58	126,74	155,40	4.130,53	
8			ESQUADRIAS					24.174,79	
8.1			PORTAS					6.694,73	
8.1.1	100702	SINAPI	PORTA DE CORRER DE ALUMÍNIO, COM DUAS FOLHAS PARA VIDRO, INCLUSIVE VIDRO LISO INCOLOR, FECHADURA E PUXADOR, SEM ALIZAR. AF_12/2019	m²	4,30	374,45	459,15	1.928,43	
8.1.2	91341	SINAPI	PORTA EM ALUMÍNIO DE ABRIR TIPO VENEZIANA COM GUARNIÇÃO, RXAÇÃO COM PARAFUSOS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2019	m²	7,14	544,41	667,55	4.766,30	
8.2			JANELAS					1.064,57	
8.2.1	94570	SINAPI	JANELA DE ALUMÍNIO DE CORRER COM 2 FOLHAS PARA VIDROS, COM VIDROS, BATENTE, ACABAMENTO COM ACETATO OU BRILHANTE E FERRAGENS. EXCLUSIVO ALIZAR E CONTRAMARCO. FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2019	m²	2,30	307,72	377,32	890,10	
8.2.2	94599	SINAPI	JANELA DE ALUMÍNIO TIPO MAXIM-AR, COM VIDROS, BATENTE E FERRAGENS. EXCLUSIVO ALIZAR, ACABAMENTO E CONTRAMARCO. FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2019	m²	0,32	597,96	732,72	234,47	
8.3			PORTÕES/GRADIS					16.415,49	
8.3.1	100701	SINAPI	PORTA DE FERRO, DE ABRIR, TIPO GRADE COM CHAPA, COM GUARNIÇÕES. AF_12/2019	m²	21,00	637,49	781,69	16.415,49	
9			REVESTIMENTOS					37.746,81	
9.1			PISOS					37.746,81	
9.1.1	96624	SINAPI	LASTRO COM MATERIAL GRANULAR (PEDRA BRITADA N.2), APLICADO EM PISOS OU LAJES SOBRE SOLO, ESPESSURA DE 10 CM. AF_08/2017	m²	27,00	134,51	164,93	4.453,11	
9.1.2	94994	SINAPI	EXECUÇÃO DE PASSEIO (CALÇADA) OU PISO DE CONCRETO COM CONCRETO MOLDADO IN LOCO, FEITO EM OBRA, ACABAMENTO CONVENCIONAL, ESPESSURA 8 CM, ARMADO. AF_08/2022	m²	270,00	100,57	123,31	33.293,70	
10			PINTURA					20.090,32	
10.1	102489	SINAPI	PINTURA HIDROFUGANTE COM SILICONE, APLICAÇÃO MANUAL, 2 DEMÃS. AF_05/2021	m²	354,00	27,91	34,22	12.113,80	
10.2	100757	SINAPI	PINTURA COM TINTA ALQUÍDICA DE ACABAMENTO (ESMALTE SINTÉTICO ACETINADO) PULVERIZADA SOBRE SUPERFÍCIES METÁLICAS (EXCETO PERFIL) EXECUTADO EM OBRA (02 DEMÃS). AF_01/2020_PE	m²	138,24	47,06	57,70	7.976,44	
11			DIVERSOS					60.467,97	
11.1			MARMORE/GRANITOS					452,78	
11.1.1	190429	SBC	BANCADA EM GRANITO CINZA ANDORINHA	m²	1,10	335,69	411,62	452,78	
11.2			MARCELA					4.836,19	
11.2.1	96931	SINAPI	PRATELEIRA DE MADEIRA EM CHAPA DE MADEIRA COMPENSADA FORMIGADA COM LARGURA DE 40 CM	M	60,68	65,00	79,70	4.836,19	

Obra Bancos	CBRCO - CENTRO DE BENEFICIAMENTO DE RCO					DATA: B.D.I.	22,62%	Jan/23
	SINAPI - 12/2022 - Pernambuco							
	SBC - 12/2022 - Pernambuco							
	SCRO3 - 01/2020 - Pernambuco							
	COMPESA - 07/2022 - Pernambuco							
Orçamento Sintético								
ITEM	CÓDIGO	FONTE	DESCRIÇÃO	UN	QUANT	CUSTO UNITÁRIO	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
11.3			CONTAINER					55.179,00
11.3.1	0010007	SINAPI	CONTAINER ALMOXARFADO, DE 2,40" X 11,00" M, PADRÃO SIMPLES, SEM REVESTIMENTO E SEM DIVISÓRIAS INTERNAS E SEM SANITÁRIO, PARA USO EM CANTEIRO DE OBRAS	UN	2,00	22.900,00	27.989,90	55.179,00
12			LOUÇAS METAIS					5.016,45
12.1	00931	SINAPI	VASO SANITÁRIO SIFONADO COM CAIXA ACOPADA LOUÇA BRANCA, INCLUI ENGATE FLEXÍVEL EM PLÁSTICO BRANCO, 1/2" X 40 CM - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	UN	2,00	468,62	574,62	1.149,24
12.2	00939	SINAPI	LAVATÓRIO LOUÇA BRANCA COM COLUMA, 144 X 36,5" CM, PADRÃO POPULAR, INCLUI SIFÃO FLEXÍVEL EM PVC, VÁLVULA E ENGATE FLEXÍVEL 30 CM EM PLÁSTICO E COM TORNEIRA CROMADA PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	UN	1,00	418,97	513,74	513,74
12.3	100000	SINAPI	CHUVEIRO ELÉTRICO COMUM, CORPO PLÁSTICO, TIPO DUCHA, FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	UN	1,00	101,83	124,86	124,86
12.4	103045	SINAPI	REGISTRO DE PRESSÃO, PVC, ROSCÁVEL, VOLANTE SIMPLES, 1/2" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021	UN	1,00	9,30	11,40	11,40
12.5	103042	SINAPI	REGISTRO DE ESPERA, PVC, ROSCÁVEL, COM BORBOLETA, 3/4" - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_08/2021	UN	3,00	23,39	28,68	86,04
12.6	00913	SINAPI	TORNEIRA CROMADA 1/2" OU 3/4" PARA TANQUE, PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	UN	3,00	49,93	61,22	183,66
12.7	03441	SINAPI	SANGADA GRANITO CINZA, 150 X 60 CM, COM CUBA DE ESMALTAR DE AÇO, VÁLVULA AMERICANA EM METAL, SIFÃO FLEXÍVEL EM PVC, ENGATE FLEXÍVEL 30 CM, TORNEIRA CROMADA LONGA, DE PAREDE, 1/2" OU 3/4", PVZ COZINHA, PADRÃO POPULAR - FORNEC. E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	UN	1,00	1.277,27	1.966,18	1.966,18
12.8	00929	SINAPI	TANQUE DE MÁRMORE SINTÉTICO SUSPENSO, 2,2 L, QUE EQUIVALENTE, INCLUI SIFÃO FLEXÍVEL EM PVC, VÁLVULA PLÁSTICA E TORNEIRA DE METAL CROMADO PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	UN	2,00	367,87	451,00	902,16
12.9	00935	SINAPI	CUBA DE ESMALTAR DE AÇO INOXIDÁVEL MÉDIA, INCLUI VÁLVULA TIPO AMERICANA EM METAL CROMADO E SIFÃO FLEXÍVEL EM PVC - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	UN	1,00	311,28	381,69	381,69
12.10	00911	SINAPI	TORNEIRA CROMADA LONGA, DE PAREDE, 1/2" OU 3/4", PARA PIA DE COZINHA, PADRÃO POPULAR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_01/2020	UN	1,00	79,90	97,48	97,48
13			INSTALAÇÃO HIDRÁULICA					5.815,61
13.1	20.01.30J	COMPESA	PONTO DE CONSUMO TERMINAL DE ÁGUA FRIA (SUBRAMAL) COM TUBULAÇÃO DE PVC, DN 25 MM, INSTALADO EM RAMAL DE ÁGUA, INCLUI SIFÃO RASGO E CHUMBSAMENTO EM ALVENARIA	UN	8,00	131,95	161,79	1.294,32
13.2	09402	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 25MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_09/2022	M	10,00	11,99	14,70	147,00
13.3	09403	SINAPI	TUBO, PVC, SOLDÁVEL, DN 32MM, INSTALADO EM RAMAL DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_09/2022	M	25,00	19,01	23,31	582,75
13.4	102009	SINAPI	CAIXA D'ÁGUA EM POLIETILENO, 2000 LITROS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_06/2021	UN	2,00	1.044,11	1.280,28	2.560,56
13.5	102112	SINAPI	BOMBA CENTRÍFUGA, MONOFÁSICA, 0,5 CV OU 0,49 HP, HM 6 A 20 M, Q 1,2 A 8,3 M³/H (NÃO INCLUI O FORNECIMENTO DA BOMBA). AF_12/2020	UN	1,00	128,00	156,95	156,95
13.6	00000731	SINAPI	BOMBA CENTRÍFUGA MOTOR ELÉTRICO MONOFÁSICO 0,49 HP, BOCAIS 1" X 3/4", DIÂMETRO DO ROTOR 110 MM, HM: 6 M / 8,3 M³/H A 20 M / 1,2 M³/H	UN	1,00	788,53	968,12	968,12
13.7	102137	SINAPI	CHAVE DE BOIA AUTOMÁTICA SUPERIOR/INFERIOR 15A/250V - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2020	UN	1,00	88,82	108,91	108,91
14			INSTALAÇÃO DE ESGOTO					4.769,69
14.1	20.02.02J	COMPESA	PONTO DE ESGOTO PARA PIA OU LAVANDERIA, INCLUI SIFÃO, TUBULAÇÕES E CONEXÕES EM PVC RÍGIDO - SOLDÁVEIS, ATÉ A COLUMA OU O SUBCOLETO	UN	5,00	195,12	190,20	951,00
14.2	20.02.03J	COMPESA	PONTO DE ESGOTO PARA RALO SIFONADO, INCLUI SIFÃO, TUBOS E CONEXÕES ATÉ A COLUMA OU SUBCOLETO	UN	3,00	170,20	208,69	626,07
14.3	20.02.04J	COMPESA	PONTO DE ESGOTO PARA VASO SANITÁRIO, INCLUI SIFÃO, TUBOS E CONEXÕES EM PVC ATÉ A COLUMA OU SUBCOLETO	UN	2,00	128,50	157,64	315,28
14.4	08107	SINAPI	CAIXA DE GORDURA SIMPLES (CAPACIDADE: 36 L), RETANGULAR, EM ALVENARIA COM BLOCOS DE CONCRETO, DIMENSÕES INTERNAS = 0,200,4 M, ALTURA INTERNA = 0,8 M. AF_12/2020	UN	1,00	298,16	314,10	314,10
14.5	07902	SINAPI	CAIXA ENTERRADA HIDRÁULICA RETANGULAR EM ALVENARIA COM TJOLOS CERÂMICOS MACIÇOS, DIMENSÕES INTERNAS = 0,600,600,6 M PARA REDE DE ESGOTO. AF_12/2020	UN	4,00	522,60	640,81	2.563,24
15			INSTALAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS					16.238,40
15.1	100434	SINAPI	CAIXA DE BERAL SEMICIRCULAR DE PVC, DIÂMETRO 125 MM, INCLUI SIFÃO, CABECEIRAS, EMENDAS, BOCAIS, SUPORTES E VEDAÇÕES, EXCLUINDO CONDUZIDORES, INCLUI SIFÃO TRANSPORTE VERTICAL. AF_07/2019	M	22,00	187,01	229,31	5.044,82
15.2	09578	SINAPI	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM CONDUZIDORES VERTICAIS DE ÁGUAS PLUVIAIS. AF_06/2022	M	30,00	37,57	46,06	1.381,80
15.3	09512	SINAPI	TUBO PVC, SÉRIE R, ÁGUA PLUVIAL, DN 100 MM, FORNECIDO E INSTALADO EM RAMAL DE ENCAMINHAMENTO. AF_09/2022	M	30,00	52,04	63,81	1.914,30
15.4	101002	SINAPI	CAIXA ENTERRADA RETENTORA DE AREIA RETANGULAR, EM ALVENARIA COM BLOCOS DE CONCRETO, DIMENSÕES INTERNAS = 1,00 X 1,00 X 1,20 M, EXCLUINDO TAMPAO. AF_12/2020	UN	4,00	1.610,16	1.974,37	7.897,48
16			INSTALAÇÃO DE COMBATE A INCÊNDIO					1.629,18
16.1			S.C.I. - SISTEMA DE COMBATE A INCÊNDIO					1.629,18
16.1.1	101909	SINAPI	EXTINTOR DE INCÊNDIO PORTÁTIL COM CARGA DE PQS DE 6 KG, CLASSE BC - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020_FE	UN	4,00	271,98	333,90	1.334,00

Obra Bancos			OBRCO - CENTRO DE BENEFICIAMENTO DE RCD SINAPI - 12/2022 - Pernambuco SBC - 1/2022 - Pernambuco SICROS - 01/2020 - Pernambuco COMPESA - 07/2022 - Pernambuco			DATA: B.D.I. 22,62%		Jan/23
Orçamento Sintético								
ITEM	CÓDIGO	FONTE	DESCRIÇÃO	UN	QUANT	CUSTO UNITÁRIO	PREÇO UNITÁRIO	TOTAL
16.1.2	101905	SINAPI	EXTINTOR DE INCÊNDIO PORTÁTIL COM CARGA DE ÁGUA PRESSURIZADA DE 10 L, CLASSE A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020_P.E	UN	1,00	240,73	295,18	295,18
17			INSTALAÇÃO ELÉTRICA					23.497,57
17.1			BAIXA TENSÃO					23.497,57
17.1.1	104474	SINAPI	COMPOSIÇÃO PARAMÉTRICA DE PONTO ELÉTRICO DE ILUMINAÇÃO, COM INTERRUPTOR PARALELO, EM EDIFÍCIO RESIDENCIAL, COM ELETRODUTO EMBUTIDO EM RASGOS NAS PAREDES, INCLUSIVE CAIXA ELÉTRICA, MÓDULO DE TOMADA, ELETRODUTO, CABO, RASGO, QUEBRA E CHUMBAMENTO (SEM LUMINÁRIA E LÂMPADA). AF_11/2022	UN	12,00	329,39	403,09	4.846,68
17.1.2	104475	SINAPI	COMPOSIÇÃO PARAMÉTRICA DE PONTO ELÉTRICO DE TOMADA DE USO GERAL 2P+T (10A/250V) EM EDIFÍCIO RESIDENCIAL, COM ELETRODUTO EMBUTIDO EM RASGOS NAS PAREDES, INCLUSIVE TOMADA, ELETRODUTO, CABO, RASGO, QUEBRA E CHUMBAMENTO. AF_11/2022	UN	12,00	131,59	161,35	1.936,20
17.1.3	104476	SINAPI	COMPOSIÇÃO PARAMÉTRICA DE PONTO ELÉTRICO DE TOMADA DE USO ESPECÍFICO 2P+T (20A/250V) EM EDIFÍCIO RESIDENCIAL, COM ELETRODUTO EMBUTIDO EM RASGOS NAS PAREDES, INCLUSIVE TOMADA, ELETRODUTO, CABO, RASGO, QUEBRA E CHUMBAMENTO (EXCETO CHUVEIRO). AF_11/2022	UN	20,00	196,95	204,71	4.094,20
17.1.4	101879	SINAPI	QUADRO DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA EM CHAPA DE AÇO GALVANIZADO, DE EMBUTIR, COM BARRAMENTO TRIFÁSICO, PARA 24 DEJUNTORES DIN100A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	UN	1,00	576,95	706,96	706,96
17.1.5	101885	SINAPI	DEJUNTOR TERMOMAGNÉTICO TRIPOLAR, CORRENTE NOMINAL DE 125A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	UN	2,00	493,98	605,71	1.211,42
17.1.6	93673	SINAPI	DEJUNTOR TRIPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 90A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	UN	3,00	109,01	133,66	400,98
17.1.7	93695	SINAPI	DEJUNTOR MONOPOLAR TIPO DIN, CORRENTE NOMINAL DE 20A - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_10/2020	UN	6,00	15,39	18,87	113,22
17.1.8	91930	SINAPI	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 6 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA CIRCUITOS TERMINAIS - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	60,00	9,22	11,30	678,00
17.1.9	92979	SINAPI	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 10 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA DISTRIBUIÇÃO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	60,00	11,67	14,30	858,00
17.1.10	92981	SINAPI	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 16 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA DISTRIBUIÇÃO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	60,00	16,63	20,39	1.223,40
17.1.11	92983	SINAPI	CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, 25 MM², ANTI-CHAMA 450/750 V, PARA DISTRIBUIÇÃO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2015	M	90,00	27,70	33,96	3.056,40
17.1.12	103782	SINAPI	LUMINÁRIA TIPO PLAFON CIRCULAR, DE SOBREPOR, COM LED DE 12W - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_03/2022	UN	12,00	39,65	48,61	583,32
17.1.13	090316	SBC	REFLETOR 100W LED LINEAR BUNDADO A PROVA D	UN	6,00	313,44	384,34	2.306,04
17.1.14	99985	SINAPI	HASTE DE ATERRAMENTO 5/8" PARA SPOA - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2017	UN	5,00	95,83	117,90	597,50
17.1.15	99111	SINAPI	CAIXA DE INSPEÇÃO PARA ATERRAMENTO, CIRCULAR, EM POLIETILENO, DIÂMETRO INTERNO = 0,3 M. AF_12/2020	UN	5,00	50,23	61,59	307,95
17.1.16	99972	SINAPI	CORDELAHA DE COBRE NU 25 MM², NÃO ENTERRADA, COM ISOLADOR - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_12/2017	M	10,00	47,90	58,73	587,30
18			VOZ E DADOS					9.375,00
18.1	99297	SINAPI	CABO ELÉTRÔNICO CATEGORIA 6, INSTALADO EM EDIFICAÇÃO INSTITUCIONAL - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_11/2019	M	500,00	7,89	9,67	4.835,00
18.2	99307	SINAPI	TOMADA DE REDER J45 - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_11/2019	UN	10,00	40,27	59,18	591,80
18.3	99302	SINAPI	PATCH PANEL 24 PORTAS, CATEGORIA 6 - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_11/2019	UN	1,00	1.325,47	1.625,29	1.625,29
18.4	099095	SBC	MINI RACK DESMONTÁVEL 12U x 400mm SEM FUNDO	UN	1,00	342,81	420,35	420,35
18.5	099252	SBC	SWITCH WIRED TP - LINK GIGABIT 24 PORTAS TL - SG16240.	UN	1,00	1.182,37	1.449,82	1.449,82
18.6	099448	SBC	GUIA DE CABOS PADRÃO 19"	UN	1,00	63,78	78,20	78,20
18.7	092706	SBC	BANDEJA/PRATELEIRA 400MM FIXA 4 PONTOS RACK SERVIDOR 19"	UN	2,00	152,73	187,27	374,54
19			CLIMATIZAÇÃO					6.029,00
19.1	103247	SINAPI	ARCONDICIONADO SPLIT INVERTER, HI-WALL (PAREDE), 12000 BTU/H, CICLO FRIO - FORNECIMENTO E INSTALAÇÃO. AF_11/2021_P.E	UN	2,00	2.458,41	3.014,90	6.029,00
20			SERVIÇOS RNAIS					1.491,00
20.1			CANTEIRO					20,40
20.1.1		Próprio	DESMONTAGEM DE CANTEIRO DE OBRAS, INCLUSIVE DESLUGAMENTO DAS REDES DE ELÉTRICA, HIDRÁULICA E SANITÁRIA	m²	30,00	5,45	6,68	200,40
20.2			ENTREGA					1.290,60
20.2.1	9537	SINAPI	LMPEZA FINAL DA OBRA	m²	270,00	3,90	4,78	1.290,60
SUB TOTAL A=								400.716,25
21			EQUIPAMENTOS					
1			FABRICAÇÃO DE BLOCOS					56.788,90
1.1			FABRICA DE BLOCOS DE CONCRETO E PAVERS - MÁQUINA QM-4 SEM AUTOMÁTICA - QUAL MÁQUINAS	UN	1,00	22.080,00	22.080,00	22.080,00
1.2			FORMAS ADICIONAIS EM CHAPA METÁLICA	CJ	1,00	3.000,00	3.000,00	3.000,00
1.3			BETONEIRA DE 400 LITROS, MONOFÁSICA 220V - CSM MAX 1	UN	1,00	4.489,00	4.489,00	4.489,00

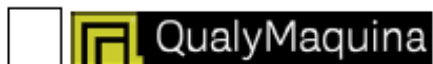
APÊNDICE F – CATÁLOGO DOS EQUIPAMENTOS

12/09/2023, 22:51

Máquina QM-4 Semi automática

Olá, seja bem vindo!

(11) 4642-3137 | (11) 93002-0574 | WHATSAPP: (11) 93002-0574



Você está em: Máquina QM-4 Semi automática

Máquina QM-4 Semi automática

Cód: qm4

Por

R\$18.768,00

À vista no boleto, pix ou depósito bancário.

R\$22.080,00

Ou em até 12x de R\$ 1.840,00

adicionar ao carrinho

Gostou? Então compartilhe para seus amigos!



FALE CONOSCO PELO WHATSAPP

Máquina de fazer fabricar blocos de cimento



Versão 1.0

Adicionais

Incluso

Operadores

Máquina "QM-4" Semi automática

- FRETE POR CONTA DO COMPRADOR.
- Eventual cobrança de diferença de alíquota ICMS entre estados (DIFAL), é por conta do comprador.

Equipamento ideal para começar sua fábrica de blocos com baixo investimento, dispensa mão de obra especializada e também pode ser utilizada por pequenos depósitos de construção, sítios, fazendas, etc....

Produção de blocos em 8 horas de trabalho:

- 4 blocos por vez de 10 = Ciclo de 30 à 35 segundos – Até 4.000 blocos /dia
- 3 blocos por vez de 15 = Ciclo de 30 à 35 segundos – Até 3.000 blocos/dia
- 2 blocos por vez de 20 = Ciclo de 30 à 35 segundos – Até 2.000 blocos/dia
- Produção de bloquetes (pavimento) em 8 horas de trabalho – Até 90 à 120 m²/dia

APROVEITE NOSSA PROMOÇÃO ESPECIAL PARA PAGAMENTO À VISTA.

[CLIQUE AQUI](#)

NEWSLETTER

Cadastre-se e receba nossas novidades e promoções.

Digite seu e-mail...

Digite seu e-mail...



T.M.M. 2020, 2021

MÁQUINA LAVA-VEICULOS AUTOMÁTICA

REFERÊNCIA NO MERCADO

saiba mais

INSTITUCIONAL:

Política de privacidade

Segurança

POLÍTICAS DE TROCA E DEVOLUÇÕES

Sobre nós

EMAIL:

qualymaquina@qualymaquina.com.br

TELEFONES:

(11) 4642-3137 (11) 93002-0574 Whats: (11) 93002-0574

HORÁRIO:

Segunda à Sexta, das 8h - 18h



O valor de oferta do produto será garantido após a finalização da compra. Havendo divergência, prevalecerá o menor preço ofertado.

QUALY MÁQUINA - INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE MÁQUINA / CNPJ: 48.362.013/0001-37
Endereço: Rua Caulística, 30 - Jardim Matarazzo | São Paulo/ SP - CEP: 03813-240

QUALY MÁQUINA © Todos os direitos reservados. Implementação do correio eletrônico fornecido pelo administrador.
Criação de Sites & Sistemas



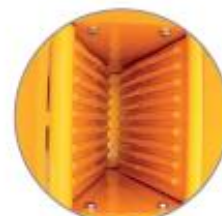
<https://www.qualymaquina.com.br/machine-anti-automatica/machine-qr-4-anti-automatica>

CSM[®]

EQUIPAMENTOS DE USO GERAL

RENTAL
PRO

TRITURADOR DE ENTULHO TE2



Mandíbulas maciças em aço de alta resistência



Quatro regulagens para ruptura de entulho



Painel liga/desliga com botão para parada de emergência, sistema contra curto-circuito e desligamento em caso de queda de energia

DADOS TÉCNICOS		Triturador de Entulho (Trifásico 220/380V)	
Produção horária aproximada (m³/h)		2	
Potência do motor		3 cv (Vpólos)	
Tensão trifásica (V)	220		380
Transmissão por correia tipo "V"		B 84	
Regulagem de trituração aproximada (mm)		12/25/45/65	
Capacidade máxima de trituração (MPa)		40	
Peso (kg)		288	
Frequência (Hz)		60	
Dimensões (CxLxA) (mm)		1960x1035x1200	
CÓDIGO		4.01.24.043	710.00.718

APLICAÇÕES

Obras de pequeno e médio portes • Reutilização do entulho gerado na própria obra • Construtoras e locadoras.

MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Verificar periodicamente reaperto de parafusos e porcas • Analisar constantemente os desgastes das mandíbulas de trituração.

CSM

CONHEÇA AS NOVAS REFERÊNCIAS EM

TECNOLOGIA, EFICIÊNCIA E DURABILIDADE

Os novos modelos **1 TRAÇO MAX**, **MAX PRO** E **RENTAL FORCE** trazem muitas novidades.



GARANTIA ESTENDIDA

Ao acessar o código, o cliente conecta diretamente a página do produto e tem acesso ao manual de operação, vídeos sobre manutenção, lista de peças de reposição e assistência técnica. Tudo na palma da mão. E tem mais. **Ao cadastrar seu equipamento, o cliente ganha garantia estendida.**

NOVO!**FUNDO TRIPLO**

A nova linha 400L da CSM apresenta tambores **70% mais resistentes** e com muito mais estabilidade através de tecnologia com fundo triplo.

PATENTE EXCLUSIVA
CSM**CREMALHEIRA SEGMENTADA AJUSTÁVEL**

A nova cremalheira traz mais alturas para regulagens, aumentando a vida útil do conjunto pinhão e reduz o custo de manutenção.

NOVO!**EIXO PARAFUSADO**

O novo eixo tem uma ponta maior e é feito com material com maior quantidade de aço carbono, o que aumenta a resistência em mais de 30%.

**UNIÃO DO TAMBOR SEM SOLDA**

A tecnologia de união do tambor sem solda e sem parafusos preserva a integridade do aço e proporciona muito mais resistência e estabilidade, evitando o desgaste prematuro das peças.



CSM

MISTURA DE CONCRETO

BETONEIRA 1 TRAÇO MAX



Veja o vídeo



- ✓ CREMALHEIRA SEGMENTADA
- ✓ UNIÃO DO TAMBOR POR ENCRAVAMENTO



Volante maior e reforçado



Tambor com fundo triplo e eixo perfurado



Cavelete com tubo reforçado

DADOS TÉCNICOS	1 TRAÇO MAX 400L (Monofásico 127V)	1 TRAÇO MAX 400L (Monofásico 220V)	1 TRAÇO MAX 400L (Trifásico 220V)	1 TRAÇO MAX 400L (Trifásico 380V)	1 TRAÇO MAX 400L (Sem motor e/ou painel monof.)	1 TRAÇO MAX 400L (Sem motor e/ou painel trif.)
Rendimento da mistura (L)	280	280	280	280	280	280
Nº aproximado de ciclos/hora	de 15 a 20*	de 15 a 20*	de 15 a 20*	de 15 a 20*	de 15 a 20*	de 15 a 20*
Produção horária aproximada (m³)	até 6,5*	até 6,5*	até 6,5*	até 6,5*	até 6,5*	até 6,5*
Rotação do tambor (rpm)	30	30	30	30	30	30
Potência do motor	2 cv IV pólos	2 cv IV pólos	2 cv IV pólos	2 cv IV pólos	2 cv IV pólos	2 cv IV pólos
Tensão (V)	127	220	220	380	-	-
Frequência (Hz)	60	60	60	60	-	-
Transmissão por correa V	A-4-4	A-4-4	A-4-4	A-4-4	A-4-4	A-4-4
Peso (kg)	153,55	153,55	146,92	146,92	133,2	133,2
Dimensões (CxLxA) (mm)	1826x1042,5x1448,7	1826x1042,5x1448,7	1826x1042,5x1448,7	1826x1042,5x1448,7	1826x1042,5x1448,7	1826x1042,5x1448,7
Nível de ruído	92 dBA	92 dBA	92 dBA	92 dBA	92 dBA	92 dBA
CÓDIGO	71000200	71000201	71000202	71000203	71000204	71000205

* considerado somente tempo de mistura

MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Equipamento engraxado de fábrica. Efetuar lubrificação a cada 40 horas de uso. Verificar periodicamente a correa. Limpar o eixo de graxa para evitar acúmulo de materiais prejudiciais ao equipamento. Não lubrificar a cremalheira e pinhão. Não bater no tambor para remover os resíduos. Esvaziar o tambor e posicioná-lo para baixo antes de guardar a máquina.

MISTURA DE CONCRETO

CSM

BETONEIRA MAX PRO
400L

Veja o vídeo



- ✓ CREMALHEIRA SEGMENTADA
- ✓ UNIÃO DO TAMBOR POR ENCRAVAMENTO



Haste ainda mais robusta com aplicação de chape de reforço



Tambor com fundo triplo e eixo parafusado



Redas com garra de fixação

DADOS TÉCNICOS	MAX PRO 400L (Monofásico 127V)	MAX PRO 400L (Monofásico 220V)	MAX PRO 400L (Trifásico 220V)	MAX PRO 400L (Trifásico 380V)	MAX PRO 400L (Sem motor e/ou pedal manual)	MAX PRO 400L (Sem motor e/ou pedal elétrico)
Rendimento da mistura (L)	280	280	280	280	280	280
Nº aproximado de ciclos/hora	de 15 a 20*	de 15 a 20*	de 15 a 20*	de 15 a 20*	de 15 a 20*	de 15 a 20*
Produção horária aproximada (m³)	até 5,6*	até 5,6*	até 5,6*	até 5,6*	até 5,6*	até 5,6*
Rotação do tambor (rpm)	30	30	30	30	30	30
Potência do motor	2 cv IV pólos	2 cv IV pólos	2 cv IV pólos	2 cv IV pólos	2 cv IV pólos	2 cv IV pólos
Tensão (V)	127	220	220	380	-	-
Frequência (Hz)	60	60	60	60	-	-
Transmissão por correia V	A-44	A-44	A-44	A-44	A-44	A-44
Peso (kg)	160,9	160,9	154,3	154,3	140,3	140,3
Dimensões (CxLxA) (mm)	1797,5x900x1446,7	1797,5x900x1446,7	1797,5x900x1446,7	1797,5x900x1446,7	1797,5x900x1446,7	1797,5x900x1446,7
Nível de ruído	92 dBA	92 dBA	92 dBA	92 dBA	92 dBA	92 dBA
CÓDIGO	71000219	71000220	71000221	71000222	71000223	71000224

* considerado somente tempo de mistura

MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Equipamento engraxado de fábrica. Efetuar lubrificação a cada 40 horas de uso. Verificar periodicamente a correia. Limpar o excesso de graxa para evitar acúmulo de materiais prejudiciais ao equipamento. Não lubrificar a cremalheira e pinhão. Não bater no tambor para remover os resíduos. Evacuar o tambor e posicionar para baixo antes de guardar a máquina.

CSM

MISTURA DE CONCRETO

RENTAL FORCE

BETONEIRA RENTAL FORCE 400L



Veja o vídeo



- ✓ CREMALHEIRA SEGMENTADA
- ✓ UNIÃO DO TAMBOR POR ENCRAVAMENTO



Pólia em ferro fundido



Tambor com fundo triplo



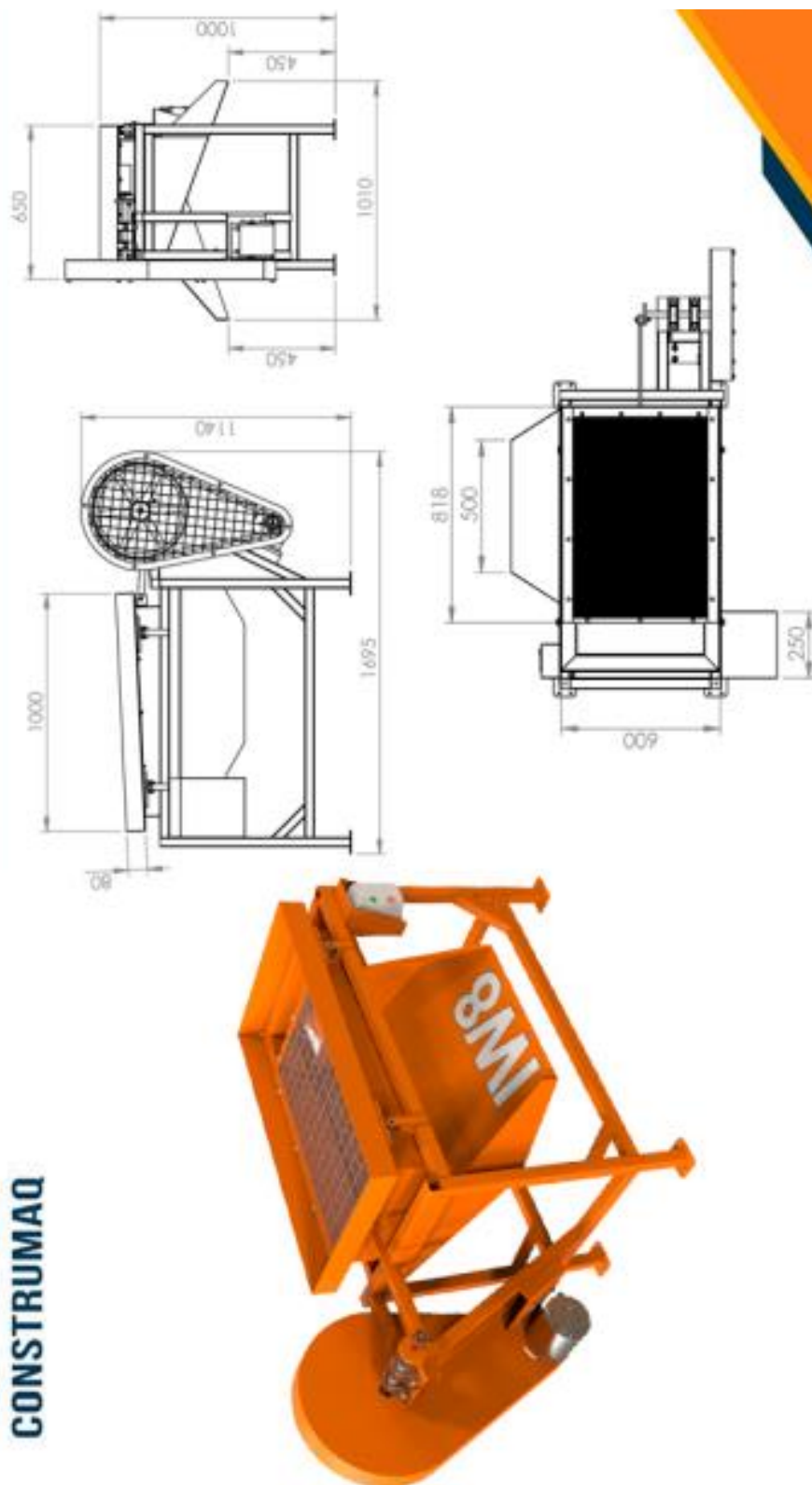
Haste e Chapa-trava Reforçadas

DADOS TÉCNICOS	RENTAL FORCE 400L (Monofásico 127V)	RENTAL FORCE 400L (Monofásico 220V)	RENTAL FORCE 400L (Trifásico 220V)	RENTAL FORCE 400L (Trifásico 380V)	RENTAL FORCE 400L (Sem motor c/ painel monof)	RENTAL FORCE 400L (Sem motor c/ painel trif)
Rendimento da mistura (L)	280	280	280	280	280	280
Nº aproximado de ciclos/hora	de 15 a 20*	de 15 a 20*	de 15 a 20*	de 15 a 20*	de 15 a 20*	de 15 a 20*
Produção horária (aproximada) (m³)	até 5,8*	até 5,8*	até 5,8*	até 5,8*	até 5,8*	até 5,8*
Rotação do tambor (rpm)	30	30	30	30	30	30
Potência do motor	2 cv IV pólos	2 cv IV pólos	2 cv IV pólos	2 cv IV pólos	2 cv IV pólos	2 cv IV pólos
Tensão (V)	127	220	220	380	-	-
Frequência (Hz)	60	60	60	60	-	-
Transmissão por correia V	A-4,4	A-4,4	A-4,4	A-4,4	A-4,4	A-4,4
Peso (kg)	169,45	169,45	162,8	162,8	148,84	148,84
Dimensões (CxLxA) (mm)	1803x1042,5x1448,7	1803x1042,5x1448,7	1803x1042,5x1448,7	1803x1042,5x1448,7	1803x1042,5x1448,7	1803x1042,5x1448,7
Nível de ruído	92 dBA	92 dBA	92 dBA	92 dBA	92 dBA	92 dBA
CÓDIGO	71000247	71000348	71000249	71000250	71000251	71000252

* A correia é vendida separadamente quando produto não possui motor.

MANUTENÇÃO PREVENTIVA

Equipamento engraxado de fábrica. Efetuar lubrificação a cada 40 horas de uso. Verificar periodicamente a correia. Limpar o excesso de graxa para evitar acúmulo de materiais prejudiciais ao equipamento. Não lubrificar a cremalheira e pinhão. Não bater no tambor para remover os resíduos. Esvaziar o tambor e posicioná-lo para baixo antes de guardar a máquina.



9204 PENEIRA VIBRATÓRIA

Peso 130Kg	Acabamento Pintura Eletrostática	Cor Laranja/Amarelo	Materia Prima Aço	Motor 1/2 CV Trifásico
---------------	-------------------------------------	------------------------	----------------------	---------------------------

