



Gestão Florestal para Sustentável

## PROJETO GESTÃO FLORESTAL PARA PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA

**ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE PELLETS  
PARA EXPORTAÇÃO A PARTIR DE RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO INDUSTRIAL  
DA MADEIRA NA REGIÃO PURUS-MADEIRA**

Fundo Suplementar FS C Nº 02/2020/SFB

### PRODUTO Nº 03

**Aspectos Técnicos, Econômicos, Legais, Tributários e Ambientais da Implantação de  
Usina de Peletização para Exportação**

**OPERMAN ENGENHARIA & CONSULTORIA LTDA**

Julho/ 2021

Financiador



Apoiador



MINISTÉRIO DO  
MEIO AMBIENTE



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO



<b>ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE PELLETS PARA EXPORTAÇÃO A PARTIR DE RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DA MADEIRA NA REGIÃO PURUS-MADEIRA</b>	
Contrato Número	Fundo Suplementar FS Nº 02/2020/SFB
Produto Número	03
Título do Produto	Aspectos Técnicos, Econômicos, Legais, Tributários e Ambientais da Implantação de Usina de Peletização para Exportação
Contratante	NIRAS - IP Consult/ DETZEL
Elaborado por	OPERMAN
Equipe Técnica	Flavio Arantes Matos, Mestre em Engenharia de Meio Ambiente e Energia Antonio Bolognesi, Mestre em Administração e Engenheiro Eletrotécnico Elizabeth Neire da Silva, Doutora em Engenharia Florestal Yuri Schmitke A. B. Tisi, Mestre em Direito e Políticas Públicas

## SUMÁRIO

<b>1. PARTE 1: CONTEXTUALIZAÇÃO .....</b>	<b>13</b>
1.1 INTRODUÇÃO .....	13
1.2 OBJETIVOS .....	13
1.3 O PELLET COMO BIOCOMBUSTÍVEL .....	14
1.3.1 Definição .....	14
1.3.2 Benefícios dos Pellets.....	15
1.3.3 Uso de Pellets.....	17
1.4 MERCADO DE PELLETS .....	18
1.4.1 Mercado Internacional de Pellets.....	18
1.4.2 Mercado Brasileiro de Pellets .....	37
<b>2. PARTE 2: ASPECTOS LEGAIS DA IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA DE PELETIZAÇÃO VOLTADA PARA EXPORTAÇÃO (AMBIENTAIS, TRIBUTÁRIOS E DE CERTIFICAÇÃO).....</b>	<b>45</b>
2.1 INTRODUÇÃO .....	45
2.2 METODOLOGIA.....	45
2.3 RESULTADOS .....	46
2.3.1 Exigências Legais para a Implantação de uma Usina de Peletização .....	46
2.3.2 Potenciais Riscos e Óbices Jurídicos .....	60
2.4 CONCLUSÃO PARTE 2.....	67
<b>3. PARTE 3: ASPECTOS TÉCNICOS DA IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA DE PELETIZAÇÃO VOLTADA PARA EXPORTAÇÃO .....</b>	<b>68</b>
3.1 INTRODUÇÃO .....	68
3.2 METODOLOGIA.....	68
3.2.1 Parâmetros Operacionais e Adequações da Matéria-Prima .....	68
3.2.2 Quantidade de Matéria-Prima Disponível para Produção de Pellets .....	75
3.2.3 Análise do Impacto da Natureza Sazonal da Atividade Madeireira.....	75

3.2.4	Estrutura Física Básica para Escoamento do Produto.....	75
3.2.5	Locais Apropriados para a Implantação de uma Usina de Pelletização... <td>76</td>	76
3.2.6	Cenários de Capacidade de Produção .....	77
3.2.7	Coleta de Resíduos, Fabricação e Transporte de Pellets .....	77
3.2.8	Gargalos Técnicos e Rotas de Apoio.....	78
<b>3.3</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>78</b>
3.3.1	Parâmetros Operacionais e Adequações da Matéria-Prima .....	79
3.3.2	Quantidade de Matéria-Prima Disponível para Produção de Pellets .....	85
3.3.3	Análise do Impacto da Natureza Sazonal da Atividade Madeireira.....	86
3.3.4	Estrutura Física Básica para Escoamento do Produto.....	86
3.3.5	Locais Apropriados para a Implantação de uma Usina de Pelletização... <td>93</td>	93
3.3.6	Cenários de Capacidade de Produção .....	94
3.3.7	Coleta e Transporte de Resíduos .....	96
3.3.8	Fabricação de Pellets.....	102
3.3.9	Transporte de Pellets.....	112
3.3.10	Gargalos Técnicos e Rotas de Apoio.....	116
<b>3.4</b>	<b>CONCLUSÃO PARTE 3.....</b>	<b>119</b>
<b>4.</b>	<b>PARTE 4: ASPECTOS ECONÔMICOS DA IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA DE PELETIZAÇÃO VOLTADA PARA EXPORTAÇÃO .....</b>	<b>120</b>
4.1	INTRODUÇÃO .....	120
4.2	METODOLOGIA.....	120
4.2.1	ANÁLISE DE CUSTOS .....	120
4.2.2	ANÁLISE FINANCEIRA .....	133
4.2.3	ESTRATÉGIA DE VENDA DE PRODUÇÃO DE PELLETS .....	139
<b>4.3</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>141</b>
4.3.1	ANÁLISE DE CUSTOS .....	142
4.3.2	ANÁLISE FINANCEIRA .....	151

4.3.3 ESTRATÉGIA DE VENDA DE PRODUÇÃO DE PELLETS .....	183
<b>5. PARTE 5: CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>185</b>
5.1 CONCLUSÃO GLOBAL .....	185
5.2 ROTAS DE APOIO E DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICA..	191
5.3 RECOMENDAÇÕES E PROPOSTAS PARA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS ENCONTRADOS .....	191
<b>REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO.....</b>	<b>194</b>
<b>ANEXO I - FLUXO DE CAIXA.....</b>	<b>205</b>
<b>ANEXO II - DEMONSTRATIVO DE RESULTADOS DO EXERCÍCIO (DRE) .....</b>	<b>206</b>
<b>ANEXO III - BALANÇO PATRIMONIAL .....</b>	<b>207</b>
<b>ANEXO IV: RELATORIO LAPEM .....</b>	<b>208</b>
<b>ANEXO V: DADOS DO MUNICÍPIO DE INSTALAÇÃO DO EMPREENDIMENTO.....</b>	<b>209</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Pellets de madeira de Pinus (esquerda) e eucalipto (direita) .....	15
Figura 2 - Emissão de CO <sub>2</sub> para diferentes tipos de combustível, kgCO <sup>2</sup> e/kWh .....	17
Figura 3 - Localização das plantas produtoras de pellets certificados ENplus .....	22
Figura 4 - Valor de Exportações de Pellets no Mundo em 2019 (bilhões US\$) .....	27
Figura 5 - Evolução da Quantidade de Pellets Produzidos e Exportados a Nível Mundial em 2019 (milhões ton) .....	28
Figura 6 - Quantidade de Pellets Produzidos a no Mundo em 2019 (milhões ton) .....	29
Figura 7 - Evolução da Produção de Pellets, 10 principais Países + Brasil (ton) .....	29
Figura 8 - Quantidade de Pellets Exportados em 2019 .....	30
Figura 9 - Evolução da Exportação de Pellets, 10 principais Países + Brasil (ton).....	31
Figura 10 - Quantidade de Pellets Importados em 2019 .....	32
Figura 11 - Evolução da Importação de Pellets, 10 principais Países + Brasil (ton).....	33
Figura 12 - Estimativa de preços de pellets ensacados em países europeus com preços mais altos entre janeiro e dezembro de 2018 (preço de varejo, € / tonelada) .....	34
Figura 13 - Estimativa de preços de pellets ensacados em países europeus com preços mais baixos entre janeiro e dezembro de 2018 (preço de varejo, € / tonelada) .....	35
Figura 14 - Estimativa de preços de pellets a granel em países europeus com preços mais altos entre janeiro e dezembro de 2018 (entregue 6t, distância 100 km, taxas de entrega incluídas. Em € / tonelada) .....	36
Figura 15 - Estimativa de preços de pellets a granel em países europeus com preços mais baixos entre janeiro e dezembro de 2018 (entrega 6t, distância 100 km, taxas de entrega.36	
Figura 16 - Plantas produtoras de pellets no Brasil .....	40
Figura 17 - Exportação de Pellets de madeira.....	44
Figura 18 - Visão geral sobre a necessidade de certificação para produtores com diferentes atividades comerciais .....	58
Figura 19 - Fotos de Amostras de Rondônia: Vale do Anari (Madrex e Anari) e Itapuã (Madeflona), 50 kg/amostra.....	69
Figura 20 - Fotos de Amostras do Amazonas (Humaitá e Santo Antônio do Matupi), 20 kg/amostra .....	69
Figura 21 - Fotos das Amostras Recebidas pela Solumad.....	70
Figura 22 - Amostra Amazonas antes da mistura.....	71
Figura 23 - Amostra Amazonas após a mistura.....	71
Figura 24 - Amostra Rondônia antes da mistura .....	71

Figura 25 - Amostra Rondônia após a mistura .....	72
Figura 26 - Representação esquemática da matriz plana de peletização. ....	72
Figura 27 - Pellets produzidos com a amostra Amazonas.....	79
Figura 28 - Pellets produzidos com a amostra Rondônia .....	80
Figura 29 - Estimativa de resíduos gerados (t/ano), por Flona.....	86
Figura 30 - Rodovias possíveis para Escoamento do Produto .....	86
Figura 31 - Localização do Porto J.F. Oliveira Navegação em Humaitá, AM .....	87
Figura 32 - Fotos do Porto J.F. Oliveira Navegação em Humaitá, AM .....	89
Figura 33 - Fotos do Porto Público de Humaitá, AM.....	89
Figura 34 - Localização do Porto de Porto Velho, RO .....	90
Figura 35 - Fotos do Porto de Porto Velho, RO .....	91
Figura 36 - Localização do Porto Público de Porto Velho, RO .....	91
Figura 37 - Fotos do Porto Público de Porto Velho, RO .....	93
Figura 38 - Rodoforestal .....	100
Figura 39 - Picador Móvel Florestal sobre Chassi de Caminhão.....	100
Figura 40 - Silos Aéreos nas Serrarias .....	101
Figura 41 - Caminhões com ‘caçamba de empurre’ .....	101
Figura 42 - Caminhão para transporte de resíduos .....	102
Figura 43 - Fluxograma simplificado do processo de pelletização .....	104
Figura 44 - Exemplo de Plantas de pelletização.....	104
Figura 45 - Pá carregadeira.....	105
Figura 46 - Sistema de alimentação Moega/ Peneira .....	105
Figura 47 - Desfibrador.....	106
Figura 48 - Silo .....	106
Figura 49 - Secador .....	107
Figura 50 - Caldeira de biomassa para secador .....	107
Figura 51 - Separador de tela de serragem.....	108
Figura 52 - Equipamento de peletização de serragem .....	108
Figura 53 - Equipamento de resfriamento de pellets .....	109
Figura 54 - Silo de armazenamento de pellets .....	109
Figura 55 - Pellets ensacados e empilhador.....	110
Figura 56 - Layout de uma Planta para Produção de Pellets de Madeira sem moinho de martelo, de até 5 t/h.....	110

Figura 57 - Dimensões da Planta de Produção de Pellets de Madeira sem moinho de martelo, de 2.5 t/h (Humaitá e/ou Itapuã) .....	111
Figura 58 - Dimensões da Planta de Produção de Pellets de Madeira sem moinho de martelo, de 5 t/h (Porto Velho).....	112
Figura 59 - Caminhão para transporte de pellets .....	113
Figura 60 - Transporte Terrestre de Humaitá até Porto de Embarque em Porto Velho (esquerda) e Porto de Embarque em Humaitá (direita) .....	113
Figura 61 - Transporte Terrestre de Itapuã até Porto de Embarque em Porto Velho .....	114
Figura 62 - Transporte Terrestre de Porto Velho até Porto de Embarque em Porto Velho	115
Figura 63 - Rodotrem Graneleiro para Transporte de Pellets.....	115
Figura 64 - Esquema do Modelo Econômico Financeiro .....	134
Figura 65 - Desembolso dos Custos de Construção (unidade de 2,5 t/h) .....	153
Figura 66 - Saldo do Financiamento, Cenario de Humaitá , Reembolso em 7 anos .....	156
Figura 67 - Saldo do Financiamento, Cenario de Itapuã , Reembolso em 7 anos.....	156
Figura 68 - Saldo do Financiamento, Cenario de Porto Velho , Reembolso em 7 anos ....	157
Figura 69 - Saldo Usos durante a Construção (x1.000 R\$) .....	158
Figura 70 - Custos Totais de O&M, Cenários de Exportação de Pellets .....	162
Figura 71 - Custos Totais de O&M, Cenários de Venda de Pellets no Mercado Nacional	163
Figura 72 - Receitas Necessárias, Cenários de Exportação de Pellets à Europa .....	165
Figura 73 - TIR Projeto e Acionistas vs Preço de Pellets, Cenários de Exportação .....	165
Figura 74 - Receitas, Cenários de Comercialização de Pellets no Brasil .....	167
Figura 75 - TIR Projeto e Acionistas vs Preço de Pellets para os Cenários de Comercialização de Pellets no Brasil.....	167
Figura 76 - Fluxo de Caixa do Projeto, (x 1000 R\$) .....	171
Figura 77 - Fluxo de Caixa dos Acionistas, (x 1000 R\$).....	172
Figura 78 - Fluxo de Caixa Disponível antes (FCDSD) e após o Serviço da Dívida.....	172
Figura 79 - Lucro Líquido e Dividendos .....	173
Figura 80 - Sensibilidade da TIR Acionista à Taxa de Câmbio.....	174
Figura 81 - Sensibilidade da TIR Acionista à Taxa de Juros .....	175
Figura 82 - Sensibilidade da TIR ao Custo da Matéria-Prima.....	176
Figura 83 - Sensibilidade da TIR Acionista ao CapEx .....	177
Figura 84 - Sensibilidade da TIR Acionista aos Custos O&M da Fábrica de Pellets .....	178
Figura 85 - Sensibilidade da TIR Acionista ao Prazo de Operação.....	179
Figura 86 - Sensibilidade da TIR Acionista ao Preço de Exportação de Pellets (CIF).....	180

Figura 87 - Sensibilidade da TIR Acionista ao Preço de Venda de Pellets no Brasil.....	181
Figura 88 - Sensibilidade da TIR Acionista à Distância até Consumidor Nacional .....	182

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características de diferentes biocombustíveis sólidos. ....	16
Tabela 2 - Uso de Pellets em diversos Setores .....	17
Tabela 3 - Valores limite para os parâmetros de qualidade dos pellets.....	23
Tabela 4 - Tipos de madeira que podem ser usados para produção de pellets de madeira	24
Tabela 5 - Aglutinantes comumente usados para produção de pellets de biomassa .....	26
Tabela 6 - Produção de pellets em 2019 dos principais países produtores.....	28
Tabela 7 - Exportação de pellets em 2019 dos principais países.....	30
Tabela 8 - Importação de pellets em 2019 dos principais países .....	32
Tabela 9 - Dados mais “recentes” de Capacidade das plantas de pellets no Brasil ( 2012 ) .....	37
Tabela 10 - Quantidade de indústrias e produção de pellets no Brasil, em 2017 .....	41
Tabela 11 - Preços de pellets encontrados no acervo virtual. Ano do levantamento: 2020.	43
Tabela 12 - Valor médio por tonelada de Pellets de madeira Exportado.....	44
Tabela 13 - Valores ideais de parâmetros de peletização para a obtenção de pellets de qualidade visual adequada ao enquadramento em normas de qualidade para geração de energia.....	73
Tabela 14 - Normas de Preparo e Ensaio de Umidade, PCS e PCL das Amostras in-natura de Rondônia e Amazônia. ....	73
Tabela 15 - Normas adotadas para ensaio de Pellets .....	74
Tabela 16 - Principais parâmetros para o dimensionamento da logística de coleta de resíduos;.....	77
Tabela 17 - Resultados da Análise de Umidade, PCS e PCL das Amostras Rondônia e Amazônia.....	79
Tabela 18 - Parâmetros operacionais de peletização.....	80
Tabela 19 - Resultado das Análises dos Pellets produzidos em Peletizadora piloto com relação aos itens da norma ENplus® .....	82
Tabela 20 - Resultados de Teor de Cloro para 32 amostras de resíduos em Rondônia .....	84
Tabela 21 - Resultados de Teor de Cinzas para 32 amostras de resíduos em Rondônia ...	84

Tabela 22 - Resultados da Média dos Teores de Cinza e Cloro para 32 amostras de resíduos em Rondônia, considerando a proporção de 20% Pó-de-Serra e 80% Costaneira .....	85
Tabela 23 - Principais dados de dimensionamento das Unidades Pelletizadoras .....	95
Tabela 24 – Dimensionamento da quantidade de caminhões de transporte de resíduos ...	96
Tabela 25 - Cálculo do consumo anual de combustível de caminhões transportadores de resíduos .....	98
Tabela 26 - Quantidade de caminhões e equipamentos para preparo, coleta e transporte de resíduos e pellets.....	98
Tabela 27– Custos de Mão de Obra.....	127
Tabela 28 – Parâmetros de formação de custo do funcionário .....	127
Tabela 29 - Parâmetros de cálculos dos custos de manutenção .....	128
Tabela 30- Custo de Certificação e Taxas do Selo ENPLUS .....	129
Tabela 31 – Consumo Estimado de Energia para Unidade Peletizadora de 2.5 t/h .....	130
Tabela 32 - Custo Estimado de Energia para os 3 Cenários Analisados .....	130
Tabela 33 - Custo Estimado de Ensacamento para os 3 Cenários Analisados .....	131
Tabela 34 - Valores de Referência de Frete Terrestre à partir de Humaitá e Itapuã .....	132
Tabela 35 - Análise de Sensibilidade de Base, Exportação .....	138
Tabela 36 - Análise de Sensibilidade do Cenário Alternativo, Venda no Brasil .....	139
Tabela 37 - Custo Anual de Aquisição de Matéria-Prima (Resíduos), Cenários de Exportação de Pellets.....	142
Tabela 38 - Custo Anual de Aquisição de Matéria-Prima (Resíduos), Cenários de Venda de Pellets no Mercado Nacional .....	142
Tabela 39 - Custo de Capital para Coleta e Transporte de Resíduos, Humaitá (AM) .....	143
Tabela 40 - Custo de Capital para Coleta e Transporte de Resíduos, Itapuã (RO).....	143
Tabela 41 - Custo de Capital para Coleta e Transporte de Resíduos, Porto Velho (RO) ..	144
Tabela 42 - Resumo do Custo de Capital para Coleta, Preparo e Transporte de Resíduos, cenários de Humaitá, Itapuã e Porto Velho. ....	144
Tabela 43 - Custo Anual de Operação e Manutenção: Preparo , coleta e transporte da Matéria-Prima (Resíduos).....	146
Tabela 44 - Parâmetros para estimativa de custos de terrenos .....	146
Tabela 45 - Parâmetros para estimativa de custos de galpões .....	146
Tabela 46 - Parâmetros para estimativa de custos de obras civis.....	147
Tabela 47 - Custo de Capital da Fábrica de Pellets.....	147
Tabela 48 - Custo Anual de O&M, Cenários de Exportação de Pellets .....	147

Tabela 49 - Custo Anual de O&M, Cenários de Venda de Pellets no Mercado Nacional ..	148
Tabela 50 - Custo Anual de Transporte Terrestre de Pellets.....	149
Tabela 51 - Custo Médio de Transporte Fluvial e Marítimo de Pellets, por container e tonelada de pellets, em Dólares e Reais.....	149
Tabela 52 - Custo Anual de Transporte Fluvial de Pellets para Exportação.....	150
Tabela 53 - Custo Anual de Transporte Terrestre de Pellets para Exportação .....	151
Tabela 54 - Principais Indicadores Macroeconômicos.....	151
Tabela 55 - Premissas de Calendário.....	152
Tabela 56 - Custo Total de Construção .....	152
Tabela 57 - Curva de Desembolso dos Custos de Construção .....	153
Tabela 58 - Linha de financiamento de referência.....	154
Tabela 59 - Premissas de Financiamento .....	155
Tabela 60 - Usos durante a Construção .....	157
Tabela 61 - Estrutura de Capital (x1.000 R\$) .....	158
Tabela 62 - Tributos Indiretos .....	159
Tabela 63 - Tributos Diretos .....	160
Tabela 64 - Prazos para cálculo do Capital de Giro.....	161
Tabela 65 - Custos Totais de O&M, Cenários de Exportação de Pellets (x1.000 \$).....	161
Tabela 66 - Custos Totais de O&M, Cenários de Venda no Mercado Nacional (x 1.000 R\$) .....	162
Tabela 67 - Principais Resultados Cenários de Exportação de Pellets .....	164
Tabela 68 - Principais Resultados Cenários de Comercialização de Pellets no Brasil .....	167
Tabela 69 - Principais Parâmetros Econômico-Financeiros dos Cenários de Exportação .....	170
Tabela 70 - Principais Resultados Econômico-Financeiros dos Cenários de exportação. ....	171
Tabela 71 - Sensibilidade da TIR Acionista à Taxa de Câmbio .....	174
Tabela 72 - Sensibilidade da TIR Acionista à Taxa de Juros .....	174
Tabela 73 - Sensibilidade da TIR Acionista ao Custo da Matéria-Prima .....	175
Tabela 74 - Sensibilidade da TIR Acionista ao CapEx .....	176
Tabela 75 - Sensibilidade da TIR Acionista ao Custo O&M da Fábrica Pellets .....	177
Tabela 76 - Sensibilidade da TIR Acionista ao Prazo de Operação .....	178
Tabela 77 - Sensibilidade da TIR Acionista ao Preço de Exportação de Pellets (CIF) .....	179
Tabela 78 - Sensibilidade da TIR Acionista ao Preço de Venda de Pellets no Brasil.....	180
Tabela 79 - Sensibilidade da TIR Acionista à Distância da Fábrica ao Consumidor .....	181
Tabela 80 - Sensibilidade da TIR Acionista aos Impostos sobre Receita.....	182

Tabela 81 - Variação da TIR Acionista e Projeto aos principais parâmetros sensibilidade	183
Tabela 82 - Dados demográficos de Humaitá- AM.....	210
Tabela 83 - Índice de Desenvolvimento Humano /Humaitá- AM .....	210
Tabela 84 - Dados da população /Humaitá- AM .....	212
Tabela 85 - Dados econômicos e sociais /Humaitá- AM .....	213
Tabela 86 - Dados de ocupação trabalhista /Humaitá- AM .....	214
Tabela 87 - Indicadores de habitação municipal /Humaitá- AM.....	215
Tabela 88 - Dados sobre a vulnerabilidade /Humaitá- AM .....	215
Tabela 89 - Dados do setor empresarial /Humaitá- AM.....	216
Tabela 90 - Dados setoriais /Humaitá- AM .....	217
Tabela 91 - Dados do subsetor florestal /Humaitá- AM .....	218

## 1. PARTE 1: CONTEXTUALIZAÇÃO

### 1.1 INTRODUÇÃO

Este documento apresenta os resultados da análise de aspectos técnicos, econômicos, legais, tributários e ambientais da implantação de uma usina de peletização voltada para a exportação utilizando resíduos do processamento industrial da madeira na Região Purus Madeira. Esse estudo apoia o SFB na execução das atividades do componente V do Projeto Gestão Florestal para a Produção Sustentável na Amazônia, que consiste na difusão tecnológica para o aproveitamento de resíduos florestais com fins energéticos e outros produtos.

O referido diagnóstico (Produto 3) é parte do estudo de viabilidade técnica e econômica da produção de pellets para exportação a partir de resíduos do processamento industrial da madeira na Região Purus-Madeira, objeto do contrato FS 02/2020/SFB.

### 1.2 OBJETIVOS

A seguir são listados os objetivos específicos do Produto 03 referente análise de aspectos técnicos, econômicos, legais, tributários e ambientais da implantação de uma usina de peletização voltada para a exportação utilizando resíduos do processamento industrial da madeira da região de Purus Madeira:

- a) Definição do volume mínimo de resíduos necessário ao funcionamento de uma usina de peletização na região de Purus Madeira, considerando aspectos técnicos e econômicos;
- b) Indicar parâmetros operacionais (pressão, temperatura, tipo de matriz de peletização etc.) e adequações da matéria-prima (teor de umidade, granulometria, misturas de espécies etc.) que permitam a obtenção de pellets em conformidade com a norma ISO 17225-2 voltados para exportação;
- c) Identificação de gargalos técnicos à implantação do empreendimento na região, propondo rotas de apoio e desenvolvimento científico e tecnológico;
- d) Análise do impacto da natureza sazonal da atividade madeireira (disponibilidade de resíduos em uma determinada época do ano) sobre a funcionamento da usina de peletização;

- e) identificação de exigências legais (ambientais, tributárias, de certificação etc.) para a implantação de uma usina de peletização voltada para exportação;
- f) Identificação de fontes de financiamento incluindo potenciais parcerias com organizações ou investidores privados para a implantação de usinas de peletização na região;
- g) Identificação dos potenciais riscos e eventuais óbices jurídicos relativos a implantação de usinas de peletização na região (abordar questões de uso e ocupação do solo, políticas públicas, indicadores sociais e econômicos, infraestrutura, logística, entre outros);
- h) identificação da infraestrutura física básica, aspectos legais e análise de mercado necessários à venda do produto para o mercado externo;
- i) indicação de um ou mais locais apropriados para a implantação de uma usina de peletização voltada para o mercado externo na Região Purus-Madeira, considerando todos os itens acima;
- j) Recomendações e propostas para solução dos problemas encontrados referentes a produção e exportação de pellets fabricados a partir de resíduos do processamento industrial da madeira na Região Purus-Madeira.

### 1.3 O PELLET COMO BIOCOMBUSTÍVEL

#### 1.3.1 Definição

O pellet é um biocombustível obtido através da compactação de biomassa vegetal, seja ela florestal ou agrícola, sob alta pressão e calor para a transformação dos componentes lignocelulósicos. O resultado do processo de compactação são pequenos corpos cilíndricos, normalmente com comprimento de 5 a 40 mm e diâmetro máximo de 25 mm. A compactação de biomassa permite a obtenção de um combustível com maior poder calorífico por volume e maior resistente mecânica, permitindo a sua comercialização em maiores raios de distância e com maiores margens de lucro (Thek; Obernberger, 2010).

Figura 1 - Pellets de madeira de Pinus (esquerda) e eucalipto (direita)



Fonte: Amandus KAHL (site), 2021

Os pellets comuns são feitos principalmente de biomassa lenhosa, como serragem, aparas de madeira ou resíduos florestais, mas há uma variedade de matérias-primas que podem ser peletizadas. Alguns exemplos são produtos de papel, resíduos de biomassa, milho, caroço de algodão, cânhamo, miscanthus, caniço, canário, palha, derramamento de cereais, feno de baixo grau etc (IBGE, 2021). As propriedades físicas, químicas, mecânicas e energéticas dos pellets serão variáveis conforme as opções de matérias-primas que podem ser utilizadas na fabricação desse produto. As condições iniciais de cada matéria-prima, como a umidade, granulometria e formato de partícula também serão variáveis. Para a fabricação de pellets de madeira, a faixa de umidade ideal está em torno de 15%, enquanto que para pellets de materiais alternativos, como palhada de milho e cânhamo, podem variar de 7 a 56%, respectivamente (Theerarattananoon et al, 2011; Silva, 2016).

### 1.3.2 Benefícios dos Pellets

Dentre os principais benefícios dos pellets em relação à madeira em tora, aparas ou serragem, destacam-se a possibilidade de otimizar a combustão devido ao combustível uniforme, a melhoria das propriedades térmicas e de combustão, e os custos reduzidos de transporte devido ao aumento da densidade energética do combustível (em um nível comparável ao dos combustíveis fósseis), viabilizando o transporte a distâncias maiores.

Os pellets apresentam teor de umidade inferior a 10% e densidade a granel entre 600 e 750 kg/m<sup>3</sup>, ao passo que o cavaco apresenta teor de umidade entre 40% e 50% e densidade a granel na ordem de 220 a 250 kg/m<sup>3</sup>. Segundo Quéno (2015), a densidade energética dos pellets é cerca de cinco vezes maior que a do cavaco, passando de

2,16GJ/m<sup>3</sup> para 11,23GJ/m<sup>3</sup>, permitindo assim o transporte de cinco vezes mais energia por volume de biomassa, conforme indicado na Tabela 1.

Tabela 1 - Características de diferentes biocombustíveis sólidos.

<b>Tipo de biomassa</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cavaco</b>	<b>Serragem</b>	<b>Pellets de pinus</b>	<b>Carvão vegetal eucalipto</b>	<b>Carvão vegetal espécie nativa</b>
Teor de umidade	(%)	45	12	8	5	5
Energia específica	GJ/ton	7,20	15,84	17,28	31,36	31,10
	GJ/m <sup>3</sup>	2,16	2,52	11,23	11,88	11,77

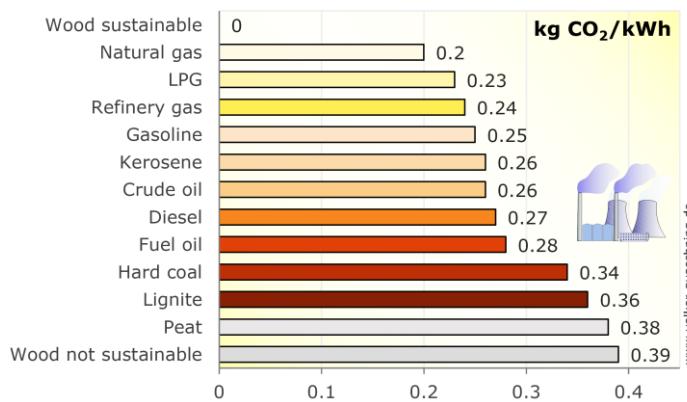
Fonte: Adaptada de Neves, 2012; Rosa et al, 2014; Quéno, 2015.

A peletização da biomassa permite que seja fabricado um produto de alta densidade energética, tornando o pellet um biocombustível competitivo em relação aos combustíveis de origem fóssil. Em sistemas de aquecimento que podem utilizar óleo e pellets, 3,5 m<sup>3</sup> de pellets de madeira substituem 1 m<sup>3</sup> de óleo combustível. Em relação à madeira em tora, para substituir 1m<sup>3</sup> de madeira com 50% de teor de umidade, seriam necessários cerca de 7 m<sup>3</sup> de pellets para gerar energia equivalente (ABIB, 2017).

Outro benefício dos pellets é a ausência de risco fitossanitário, problema que pode ocorrer em outros subprodutos de madeira, como os cavacos e a madeira em tora . Subprodutos florestais podem ser condutores de pragas e doenças que podem colocar em risco o ecossistema de regiões inteiras (QUÉNO, 2015). A ausência da segurança sanitária pode fazer com que países importadores de biomassa brasileira imponham restrições sanitárias, e em casos extremos, pode ocorrer a substituição do fornecedor.

E por fim, os pellets contribuem com as metas de redução de Gases de Efeito Estufa devido à baixa emissão de dióxido de carbono durante a combustão em relação aos combustíveis de origem fóssil, sendo considerados neutros em carbono quando produzidos a partir de biomassa de uso sustentável, com replantio de florestas que deram origem aos pellets.

Figura 2 - Emissão de CO<sub>2</sub> para diferentes tipos de combustível, kgCO<sub>2</sub>e/kWh



Fonte: QUASCHNING, 2020.

### 1.3.3 Uso de Pellets

Os pellets podem ser utilizados para diversas aplicações em diversos setores, conforme indicado na Tabela 2:

Tabela 2 - Uso de Pellets em diversos Setores

AQUECIMENTO DE ÁGUA	Os pellets podem ser utilizados em hotéis, hospitais, clubes, academias, e parques aquáticos, tanto no uso para aquecimento da água quanto para a calefação de ambientes e produção de vapor.
COMÉRCIO	Outro segmento beneficiado e com alta utilização é o setor do comércio. Pizzarias e padarias estão aderindo o uso de pellets graças aos seus benefícios.
INDÚSTRIAS	Os pellets são amplamente utilizados na indústria alimentícia, química, têxtil, além do uso crescente em lavanderias industriais, ressoladoras de pneus, usinas de asfalto, frigoríficos e aviários.
RESIDÊNCIAS	Com uso crescente em sistemas de calefação e aquecimento de água, os pellets de madeira são reconhecidamente fontes de energia muito econômicas e eficientes no uso residencial.
HIGIENE ANIMAL	Granulado de pinus selecionado, desidratado, esterilizado e desenvolvido para forração de gaiolas, viveiros, caixas e pisos, que oferece praticidade, economia e conforto para os animais.

Fonte: PELLETBRAZ , 2021.

## 1.4 MERCADO DE PELLETS

### 1.4.1 Mercado Internacional de Pellets

O consumo mundial de pellets tem apresentado crescimento robusto nos últimos anos atingindo mais de 39 milhões de toneladas em 2019, segundo dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2020). De um mercado limitado e regional na Europa de produtores locais que supriam as necessidades de consumidores em escala individual, o status deste biocombustível sólido evoluiu para se tornar uma “commodity”, negociada nos mercados internacionais para abastecer usinas termoelétricas das maiores empresas de fornecimento de energia elétrica da Europa, além de outros mercados domésticos e comerciais (Schipfer et al, 2020).

Os mercados de pellets de madeira tendem, geralmente, a ser divididos em dois segmentos principais: o mercado industrial (em grande escala) e um segmento de mercado residencial que atende caldeiras em menor escala para aquecimento de ambientes e preparação de água quente (com caldeiras com potência de até 100 kW). Nos mercados industriais, os pellets de madeira são usados para a produção de eletricidade e/ou calor em instalações centralizadas, enquanto os pellets de madeira para o mercado residencial são usados para aquecimento de ambientes e preparação de água quente em edifícios residenciais, mas também em hotéis, padarias, restaurantes e outros estabelecimentos que usam caldeiras ou fogões de pequeno porte (EPC, 2018). Embora existam interações entre os segmentos de mercado, são geralmente analisados separadamente, uma vez que existem diferenças importantes em termos de características físicas e estruturas de mercado (Thrän et al, 2019).

Dentre os fatores que têm permitido a expansão do mercado internacional de pellets podemos destacar:

- Políticas de redução de uso de energia fóssil e da poluição associada aos gases de efeito estufa, principalmente nos países Europeus (Eta et al, 2007; Sikkema et al. 2011);
- Flexibilidade do combustível pellet para diversas aplicações devido a suas características técnicas e térmicas, como baixo teor de umidade, alta densidade energética, fácil manuseio devido a sua boa fluidez e durabilidade mecânica (Saidur et al, 2011). O conjunto desses fatores facilita seu transporte, em pequenas quantidades ou a granel, por caminhão ou navio, sem impactar na qualidade do biocombustível. Pode ser armazenado

por longos períodos sem perda de matéria seca nem alteração significativa da eficiência térmica (De Meyer, 2014).

- A evolução da tecnologia de produção de pellets permitiu o aproveitamento de várias partes da biomassa florestal. O aumento da produtividade da indústria também permitiu redução nos custos de produção e aumento da competitividade desta fonte de combustível. Além disso, os sistemas de combustão atuais possuem alta eficiência energética para uso residencial, coletivo ou industrial, com uma baixa geração de cinzas e poluentes.

- A normatização dos pellets se concretizou com a adoção de normas internacionais de qualidade. A certificação do biocombustível foi então possível, dando garantia aos consumidores em nível de confiabilidade energética, praticidade e sustentabilidade.

Os biocombustíveis sólidos vêm sendo cada vez mais negociados no mercado internacional e tendem a se tornar uma “commodity” global de grande importância. Atualmente existe uma forte demanda de pellets para substituição de carvão em usinas termoelétricas Européias (Junginger et al, 2020).

Na sequência deste relatório são descritos os temas de maior relevância relativamente ao mercado de pellets à nível mundial, em especial na Europa, mas também no Brasil, incluindo temas relacionados a exigências de qualidade e normas para certificação, aplicações típicas para pellets na indústria, residências e comércio, além dos volumes negociados e preços atualmente praticados pelo mercado.

#### 1.4.1.1 Exigências de Qualidade

A qualidade dos pellets é fator primordial para o mercado consumidor, assim como para produtores que desejam exportar para a Europa. Em 2010, apenas três países na União Europeia dispunham de normas de qualidade e classificação dos pellets. A popularização dos pellets para uso doméstico aliado à ausência de padrões de qualidade causou uma série de problemas, devido à variabilidade de características de origens diferentes. Nesse contexto, em 2010, foi criada a primeira norma de certificação de biocombustíveis sólidos, com uma parte exclusiva para os pellets a EN 14961:2010: Biocombustível Sólido - Especificações e Classes do Combustível, Parte 2 – Pellets de madeira para uso não industrial. Neste mesmo ano, foi criado o Conselho Europeu de Pellets (EPC – European Pellet Council) com o objetivo de promover a certificação dos pellets produzidos e

comercializados no continente, de acordo com a ENplus® (EPC, 2015). A norma EN 14961 (2010) sofreu sua primeira atualização em 2014, nesse contexto, lançou-se o conjunto de normas internacionais ISO 17225 (2014). A nova legislação, partes 1 a 8, forneceu padrões de qualidade para produtos densificados (pellets e briquetes) para uso industrial e não industrial. As principais alterações estão relacionadas a emissão de gases de efeito estufa (GEEs), metais pesados e elementos minerais, tais como as cinzas. Recentemente, a ISO 17225 (2014) foi atualizada mais uma vez, em maio de 2021 foi apresentada a ISO 17225 (2021) com as novas determinações para produtos densificados.

A certificação *ENplus®* (EPC, 2015) trouxe benefícios para todos os agentes da cadeia de pellets, desde os produtores até o consumidor final. Para as indústrias produtoras, a certificação dos pellets é uma ferramenta eficiente para garantir a confiabilidade do produto produzido, assim como para ofertar no mercado a preços justos, conforme a classificação de qualidade introduzida pelas normas. Para os consumidores dos pellets, a aplicação das normas garantem uma melhor qualificação do produto, além de possibilitar uma escolha mais adequada para determinados sistemas de transformação. E por fim, para os produtores dos sistemas de queima do pellets, fogões, fornos e caldeiras, a certificação constitui uma ferramenta importante para garantir a durabilidade dos sistemas, assim como para determinar a vida útil dos equipamentos (QUÉNO, 2015).

De acordo com Quêno (2015) as características avaliadas e definidas pelas normas são, geralmente, aqueles fatores que possuem influência direta sobre a eficiência de queima dos pellets. São regulamentados os seguintes pontos:

- dimensões, diâmetro e comprimento (mm);
- teor de umidade (%);
- teor de cinzas (%);
- resistência mecânica do pellet à compressão e ao choque (% da massa);
- teor de finos (% da massa);
- poder calorífico inferior (PCI) expresso em megajoule por quilograma (MJ/kg) ou por kWh por tonelada (kWh/t);
- massa volêmica aparente ou densidade a granel expressa (kg/m<sup>3</sup>);
- teores de enxofre (S), cloro (Cl) e nitrogênio (N) (% do produto seco);
- temperatura de deformação das cinzas (C°);

- os teores de metais pesados: arsênico (As), cobre (Cu), cromo (Cr), cádmio (Cd), mercúrio (Hg), níquel (Ni), chumbo (Pb) e zinco (Zn) (mg/kg).

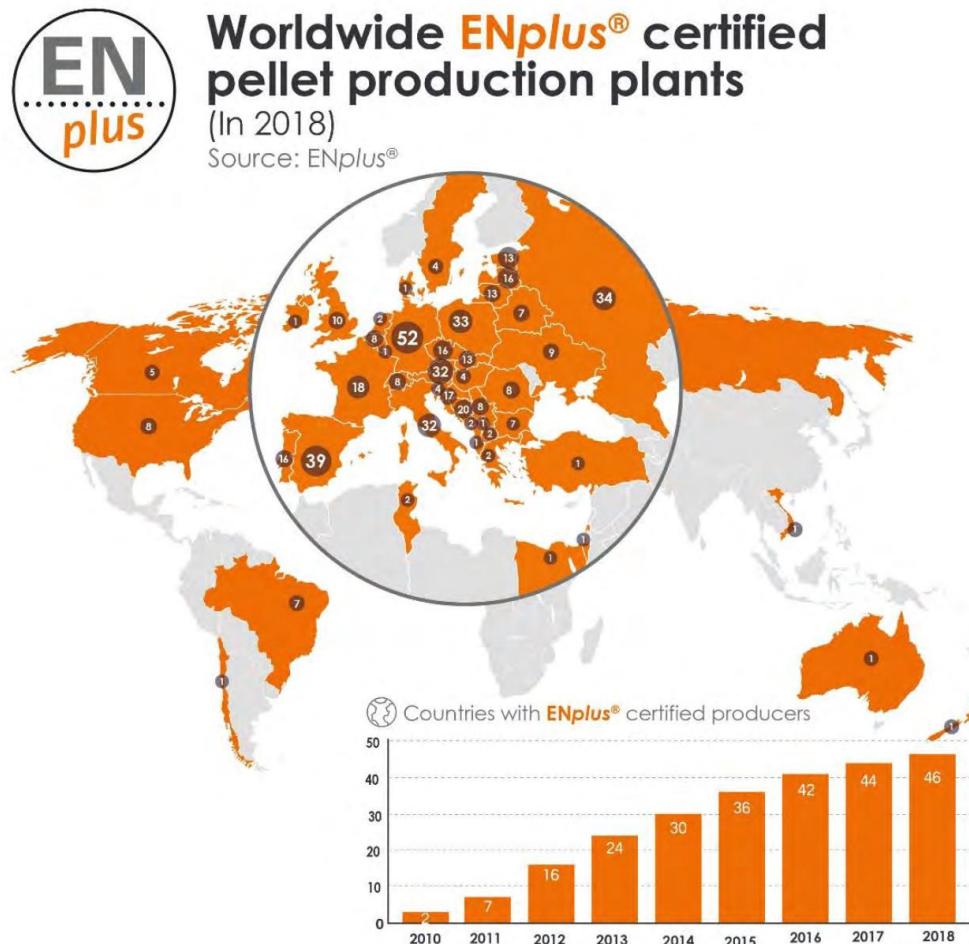
#### 1.4.1.2 A norma Européia ENplus®

O esquema de certificação *ENplus®* (EPC, 2015) é uma ferramenta para garantir os padrões de qualidade e transparência do processo produção dos pellets até a sua entrega ao cliente final, garantindo a qualidade dos pellets em toda a cadeia de abastecimento. Esta certificação é gerida e gerida pelo European Pellet Council com o apoio das Associações Nacionais, gerindo a certificação a nível nacional.

A certificação dos pellets garante que não sejam fabricados pellets a partir de produtos lenhosos com tratamento químico ou em fim de vida e introduz o comportamento de fusão de cinzas como um parâmetro de caracterização obrigatório. Além disso, o modelo de certificação *ENplus®* permite a classificação dos pellets em classes de qualidade conforme o setor de aplicação desse biocombustível.

Desde a sua introdução, o número de países com produtores certificados *ENplus®* cresceu rapidamente, atingindo 46 países com um volume total superior a 10,5 milhões de toneladas de pellets certificados produzidos em 2018. O número de produtores certificados *ENplus®* em todo o mundo mostra um crescimento considerável, atingindo 485 produtores em 2018 e mais de 500 em 2019. O crescimento médio anual da produção de pellets *ENplus®* nos últimos 5 anos é de cerca de 21%. Desde 2013, a produção mais do que dobrou, com um aumento de mais de 6 milhões de toneladas de pellets certificados produzidos. Com esses resultados, o *ENplus®* está a caminho de alcançar seu objetivo de qualidade de pellet harmonizada em nível global (EPC, 2015).

Figura 3 - Localização das plantas produtoras de pellets certificados ENplus



Fonte: ENplus Handbook (EPC, 2015)

#### 1.4.1.2.1 Classes de Qualidade

O esquema de certificação ENplus define três classes de qualidade de pellets. Eles são baseados nas classes da norma ISO 17225-2 e são nomeadas:

- ENplus A1
- ENplus A2
- ENplus B

A Tabela 3 fornece uma visão geral das propriedades dos pellets e os valores de limite relacionados para cada propriedade relevante.

Tabela 3 - Valores limite para os parâmetros de qualidade dos pellets

Propriedade	Unidade	ENplus A1	ENplus A2	ENplus B	Norma
Diâmetro	mm		$6 \pm 1$ ou $8 \pm 1$		ISO 17829
Comprimento	mm		$3,15 < L \leq 40$ <sup>4)</sup>		ISO 17829
Umidade	w-% <sup>2)</sup>		$\leq 10$		ISO 18134
Cinzas	w-% <sup>3)</sup>	$\leq 0,7$	$\leq 1,2$	$\leq 2,0$	ISO 18122
Durabilidade Mecânica	w-% <sup>2)</sup>	$\geq 98,0$ <sup>5)</sup>	$\geq 97,5$ <sup>5)</sup>		ISO 17831-1
Finos (< 3,15 mm)	w-% <sup>2)</sup>		$\leq 1,0$ <sup>6)</sup> ( $\leq 0,5$ <sup>7)</sup> )		ISO 18846
Temperatura dos pellets	°C		$\leq 40$ <sup>8)</sup>		-
Poder Calorífico	kWh/kg <sup>2)</sup>		$\geq 4,6$ <sup>9)</sup>		ISO 18125
Densidade à granel	kg/m <sup>3</sup> <sup>2)</sup>		$600 < BD \leq 750$		ISO 17828
Aditivos	w-% <sup>2)</sup>		$\leq 2$ <sup>10)</sup>		-
Nitrogênio	w-% <sup>3)</sup>	$\leq 0,3$	$\leq 0,5$	$\leq 1,0$	ISO 16948
Enxofre	w-% <sup>3)</sup>	$\leq 0,04$		$\leq 0,05$	ISO 16994
Cloro	w-% <sup>3)</sup>		$\leq 0,02$	$\leq 0,03$	ISO 16994
Temperatura de Deformação das Cinzas	°C	$\geq 1200$		$\geq 1100$	CEN/TC 15370-1
Arsênio	mg/kg <sup>3)</sup>		$\leq 1$		ISO 16968
Cadmio	mg/kg <sup>3)</sup>		$\leq 0,5$		ISO 16968
Cromo	mg/kg <sup>3)</sup>		$\leq 10$		ISO 16968
Cobre	mg/kg <sup>3)</sup>		$\leq 10$		ISO 16968
Chumbo	mg/kg <sup>3)</sup>		$\leq 10$		ISO 16968
Mercúrio	mg/kg <sup>3)</sup>		$\leq 0,1$		ISO 16968
Níquel	mg/kg <sup>3)</sup>		$\leq 10$		ISO 16968
Zinco	mg/kg <sup>3)</sup>		$\leq 100$		ISO 16968

Fonte: Manual EN plus ® (EPC, 2015)

<sup>1)</sup> a cinza é produzida a 815 ° C

<sup>2)</sup> como recebido

<sup>3)</sup> base seca

<sup>4)</sup> no máximo 1% dos pellets podem ter mais de 40 mm, não são permitidos pellets com mais de 45 mm.

<sup>5)</sup> no ponto de carregamento da unidade de transporte (caminhão, navio) no local de produção

<sup>6)</sup> no portão da fábrica ou durante o carregamento do caminhão para entregas aos usuários finais (entrega de carga parcial e entrega de carga completa)

<sup>7)</sup> na porta da fábrica, ao encher sacos de pellets ou Big Bags lacrados.

<sup>8)</sup> no último ponto de carregamento para entregas de caminhão aos usuários finais (entrega de carga parcial e entrega de carga completa)

<sup>9)</sup> igual a  $\geq 16,5$  MJ / kg como recebido

<sup>10)</sup> a quantidade de aditivos na produção deve ser limitada a 1,8% w, a quantidade de aditivos na pós-produção (por exemplo, óleos de revestimento) devem ser limitados a 0,2% em peso dos pellets.

Os dados medidos devem ser exibidos com o mesmo número de decimais, conforme indicado no Manual ENplus. As classes de qualidade ENplus excedem os requisitos da ISO 17225-2 nos seguintes pontos:

- Para a classe ENplus A1, a durabilidade mecânica deve ser  $\geq 98,0$  w-%.
- Para a classe ENplus B, a durabilidade mecânica deve ser  $\geq 97,5$  w-%.
- Limite para quantidade de finos em sacos e Big Bags lacrados 0,5% w- na porta da fábrica.
- Limite de temperatura do pellet no ponto de carregamento para entrega ao usuário final: 40 ° C.
- Requisitos obrigatórios sobre o comportamento de fusão de cinzas.
- As cinzas usadas para a medição do comportamento de fusão são produzidas a 815 ° C

#### 1.4.1.2.2 Requisitos para matérias-primas de madeira

A terceira versão do Manual ENplus ® (EPC, 2015) classifica as matérias-primas adequadas à fabricação de pellets e especifica a qualidade do produto obtido a partir delas. Os tipos de matéria-prima indicados na Tabela 4 podem ser usados de acordo com a norma ISO 17225-2 como matéria-prima para a produção de pellets de madeira. A ENplus ® difere do padrão ISO 17225-2 no uso de madeira de demolição e quimicamente tratada, não sendo permitido o uso desses materiais para a fabricação de pellets.

Tabela 4 - Tipos de madeira que podem ser usados para produção de pellets de madeira

<b><i>ENplus® A1</i></b>	<b><i>ENplus® A2</i></b>	<b><i>ENplus® B</i></b>
1.1.3 Madeira de tronco <sup>a)</sup>	1.1.1 Árvore inteira sem raízes <sup>a)</sup>	1.1 Madeira virgem da floresta, plantações e outros <sup>a)</sup>
1.2.1 Resíduos e subprodutos não tratados quimicamente da indústria de processamento da madeira <sup>b)</sup>	1.1.3 Madeira de tronco <sup>a)</sup> 1.1.4 Resíduos de exploração florestal <sup>a)</sup> 1.2.1 Resíduos e subprodutos não tratados quimicamente da indústria de processamento da madeira <sup>b)</sup>	1.2.1 Resíduos e subprodutos não tratados quimicamente da indústria de processamento da madeira <sup>b)</sup> 1.3.1 Madeira usada não tratada quimicamente <sup>c)</sup>

Fonte: Manual EN plus ® (EPC, 2015)

<sup>a)</sup> Madeira que foi tratada externamente com preservativos de madeira contra o ataque de insetos (por exemplo, *lineatus*), não é considerada madeira tratada quimicamente. Se todos os parâmetros químicos dos pellets estiverem em conformidade com os limites e / ou concentrações, a fabricação de pellets com essa matéria-prima é permitida.

<sup>b)</sup> Níveis insignificantes de cola, graxa e outros aditivos de produção de madeira usados em serrarias durante a produção de madeira e produtos de madeira virgem são aceitáveis, se todos os parâmetros químicos dos pellets estiverem claramente dentro dos limites e / ou as concentrações são insignificantes.

<sup>c)</sup> Exclui madeira de demolição. Madeira de demolição é a madeira utilizada proveniente da demolição de edifícios ou instalações de engenharia civil.

#### 1.4.1.2.3 Requisitos para aditivos

A terceira versão do Manual ENplus ® (EPC, 2015) define aditivo como um material que é intencionalmente introduzido na produção de pellets, ou adicionado após a produção, para melhorar a qualidade do combustível, reduzir suas emissões, tornar a produção mais eficiente ou marcar os pellets. Os aditivos são permitidos até um máximo de 2% da massa total. A quantidade de aditivos na produção deve ser limitada a 1,8%, enquanto a quantidade de aditivos de pós-produção (por exemplo, óleos de revestimento) deve ser limitada a 0,2 % do peso do pellet. O tipo (material ou nome comercial) e a quantidade (em %, conforme recebido) de todos os aditivos devem ser documentados. Água, vapor e calor não são considerados aditivos.

Aditivos, como amido, farinha de milho, farinha de batata, óleo vegetal, lignina de processo kraft (sulfato), etc., deve ser originado de produtos agrícolas e florestais processados ou inalterados. O Conselho do ENplus pode excluir o uso de um aditivo específico se houver preocupações de que ele pode causar problemas operacionais em dispositivos de aquecimento ou apresentar riscos à saúde ou ao meio ambiente (EPC, 2015).

Algumas pesquisas tem mostrado os principais efeitos da adição de aditivos nas propriedades dos pellets produzidos, assim como sobre o processo de peletização. Na Tabela 5 são indicados os principais aditivos usados comercialmente na produção de pellets e seus principais efeitos sobre o produto e o processo de fabricação.

Tabela 5 - Aglutinantes comumente usados para produção de pellets de biomassa

Aditivos	Resultados	Referências
<b>Serragem de pinheiro</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A adição de serragem de pinho melhorou a qualidade dos pellets de combustível</li> <li>A serragem está disponível em abundância e muito mais barata do que outros aglutinantes, como lignina e amido</li> </ul>	(Serrano et al., 2011; Peng et al, 2015)
<b>Lignossulfonatos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Subproduto da produção de celulose nas indústrias de papel e celulose</li> <li>A adição de lignossulfonato melhora a estabilidade do processo e diminui o consumo específico de energia durante a peletização</li> </ul>	(Mediavilla et al., 2012)
<b>Amido</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O amido atua como uma cola que melhora a ligação das partículas durante a peletização</li> <li>Resíduos de casca de batata (amido) como agente ligante melhora a durabilidade do pellet</li> <li>O amido de milho como aditivo melhora a qualidade do pellet durante a peletização</li> </ul>	(Kuokkanen et al., 2011; Pradhan et al., 2018)
<b>Carboidratos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O melaço é um aglutinante eficaz devido à presença de vários materiais, como sacarose, monossacarídeos, proteínas e minerais</li> <li>A frutose é muito eficaz devido às altas propriedades higroscópicas, resultando em uma alta absorção de umidade durante a peletização</li> </ul>	(Soleimani et al., 2017)
<b>Torta de óleo vegetal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A co-peletização de biomassa torrificada e torta de óleo reduz o consumo de energia e melhora a densidade e a resistência dos pellets</li> </ul>	(Cao et al., 2015)
<b>Lodo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pellets mistos de lodo reduzem a entrada de energia, aumentam a qualidade dos pellets e melhoram as características de combustão em comparação com pellets de biomassa pura</li> </ul>	(Jiang et al., 2016)
<b>Bentonita</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A bentonita é um mineral de argila, um silicato de alumínio composto de montmorilonita</li> <li>Possui propriedade única de troca iônica responsável pela ação de ligação</li> <li>A bentonita é atrativa devido ao preço baixo e ao bom desempenho de ligação com pequena quantidade.</li> </ul>	(Lu et al., 2014)

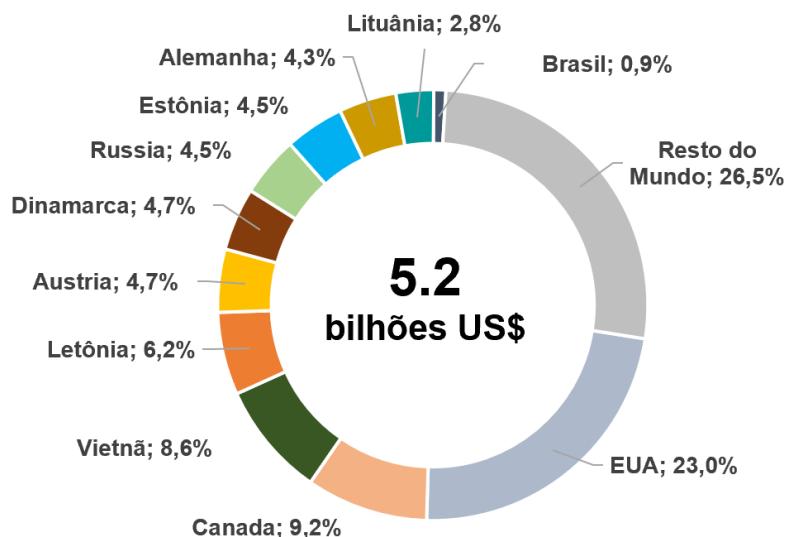
Pó de caule de mandioca	<ul style="list-style-type: none"> <li>O caule da mandioca é rico em amido (até 30%), barato e subproduto da produção de alimentos subutilizado.</li> </ul>	(Larsson et al., 2015)
-------------------------	---	------------------------

#### 1.4.1.3 Volumes de Produção

Pelas estatísticas da Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2019), é possível observar a evolução da produção mundial de pellets, os fluxos entre os países, bem como os maiores produtores, principais importadores e exportadores e os preços médios praticados no mercado internacional.

As estatísticas da FAO sobre pellets começaram apenas no ano de 2012, mostrando que o interesse por esta indústria sequer completou uma década, ao passo que o mercado mundial movimentou mais de US\$ 5,2 bilhões em 2019 (FAO, 2019).

Figura 4 - Valor de Exportações de Pellets no Mundo em 2019 (bilhões US\$)



Fonte: FAO, 2019.

A produção global de pellets em 2019 foi de 39 milhões de toneladas, aumentando 116% em relação aos volumes de 2012, e apresentando um crescimento médio superior a 14% ao ano, sendo que 66% da produção mundial é produzida para exportação, conforme indicado na Tabela 6 e Figura 5 (FAO, 2019).

Tabela 6 - Produção de pellets em 2019 dos principais países produtores

	Países	Valor (ton)	Participação na produção mundial
1	EUA	8 592 713	22,0%
2	Canada	3 048 347	7,8%
3	Alemanha	2 821 000	7,2%
4	Vietnã	2 500 000	6,4%
5	Suécia	1 642 000	4,2%
6	Rússia	1 603 000	4,1%
7	Letônia	1 530 000	3,9%
8	França	1 450 000	3,7%
9	Áustria	1 441 000	3,7%
10	Estônia	1 400 000	3,6%
	Brasil	506 000	1,3%
	Resto do Mundo	12 605 184	32%
	<b>Mundo</b>	<b>39 139 244</b>	<b>100%</b>

Fonte: FAO, 2019.

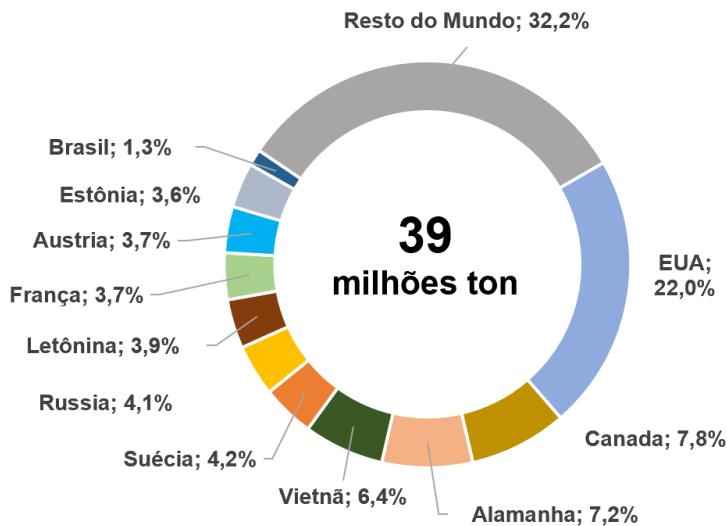
Figura 5 - Evolução da Quantidade de Pellets Produzidos e Exportados a Nível Mundial em 2019 (milhões ton)



Fonte: FAO, 2019.

Os 10 maiores países produtores de pellets em 2019 foram responsáveis por 67% da produção mundial, com destaque para Estados Unidos, Canadá, Alemanha, Vietnã e Suécia, representando 48% da produção mundial, conforme indicado na Figura 6.

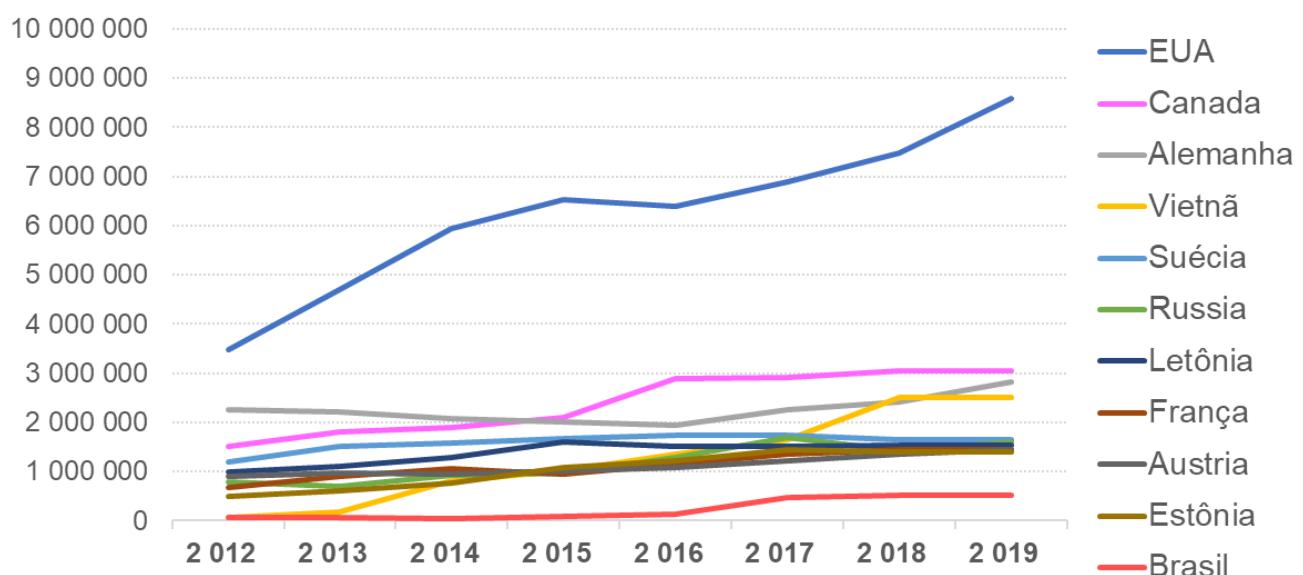
Figura 6 - Quantidade de Pellets Produzidos a no Mundo em 2019 (milhões ton)



Fonte: FAO, 2019.

O gráfico abaixo indica o crescimento da produção de pellets nos 10 principais países entre 2012 e 2019, com destaque sobretudo para os Estados Unidos, conforme indicado na Figura 7.

Figura 7 - Evolução da Produção de Pellets, 10 principais Países + Brasil (ton)

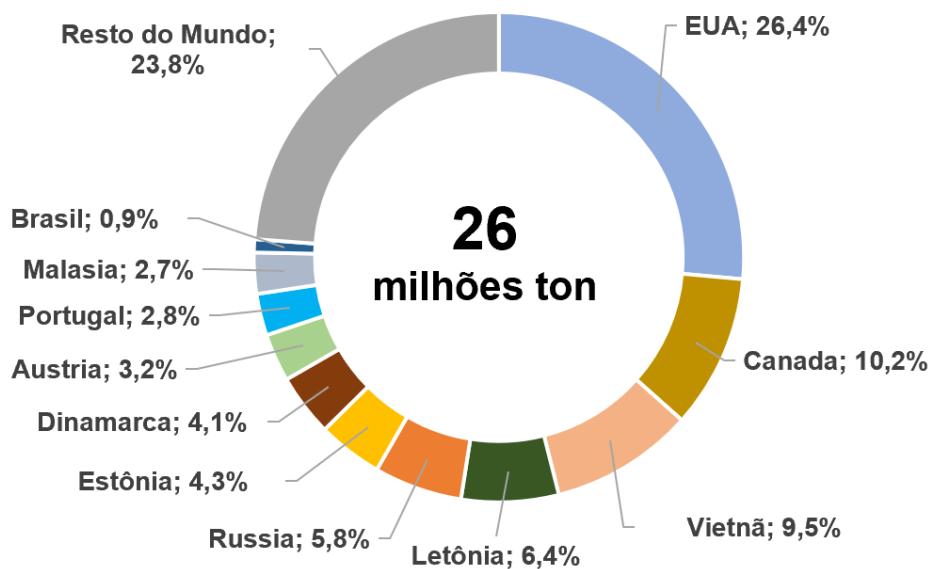


Fonte: FAO, 2019.

#### 1.4.1.4 Volumes de Exportação

Cerca de 75% do volume de pellets exportados a nível mundial em 2019 concentra-se em cerca de 10 países, com destaque para Estados Unidos, Canadá, Vietnã, Letônia e Rússia, que representam 60% do volume total exportado, conforme indicado na Figura 8 e Tabela 7.

Figura 8 - Quantidade de Pellets Exportados em 2019



Fonte: FAO, 2019.

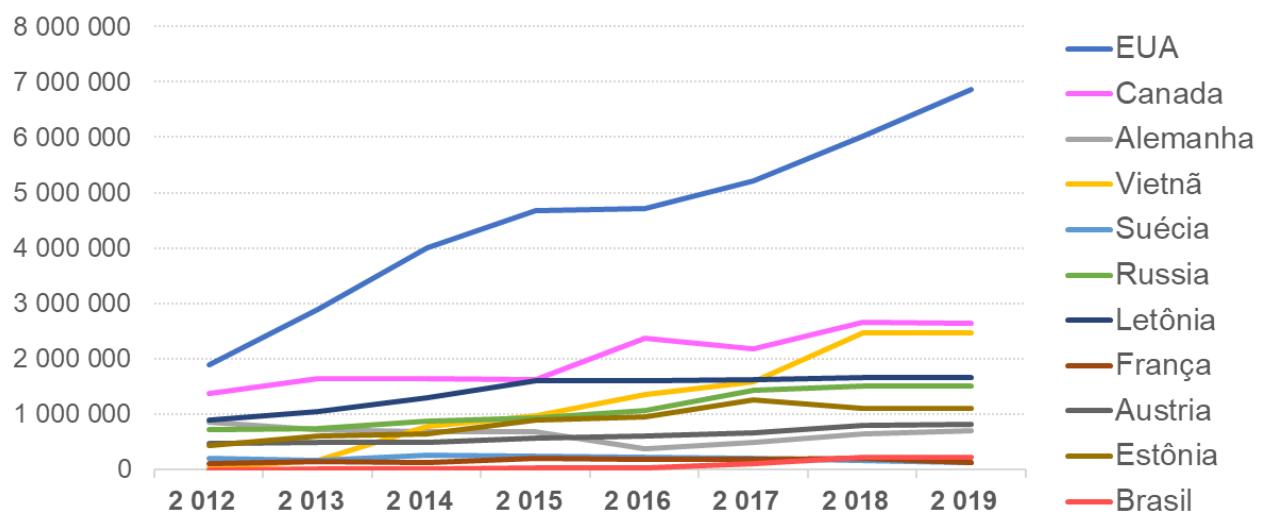
Tabela 7 - Exportação de pellets em 2019 dos principais países

	Países	Valor (ton)	Participação no volume de exportação
1	EUA	6 858 462	26%
2	Canadá	2 634 241	10%
3	Vietnã	2 460 000	9%
4	Letônia	1 666 000	6%
5	Rússia	1 510 962	6%
6	Estônia	1 111 953	4%
7	Dinamarca	1 064 414	4%
8	Áustria	820 166	3%
9	Portugal	714 565	3%

10	Malásia	703 291	3%
	Brasil	225 355	1%
	Resto do Mundo	6 181 017	24%
	<b>Mundo</b>	<b>25 950 426</b>	<b>100%</b>

O gráfico abaixo indica o crescimento da exportação de pellets nos 10 principais países entre 2012 e 2019, com destaque sobretudo para os Estados Unidos, conforme indicado na Figura 9.

Figura 9 - Evolução da Exportação de Pellets, 10 principais Países + Brasil (ton)

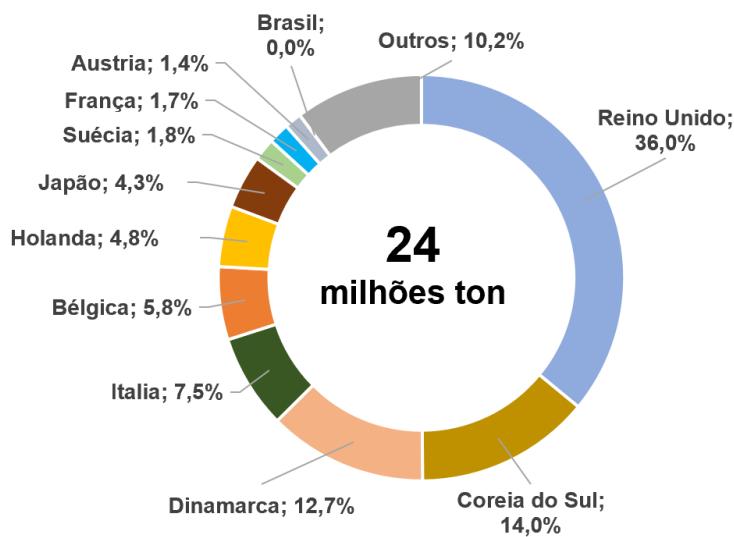


Fonte: FAO, 2019.

#### 1.4.1.5 Volumes de Importação

Cerca de 90% do volume de pellets importados a nível mundial em 2019 concentra-se em cerca de 10 países, com destaque para Reino Unido, Coréia do Sul, Dinamarca, Itália e Bélgica, que representam 76% do volume total importado.

Figura 10 - Quantidade de Pellets Importados em 2019



Fonte: FAO, 2019.

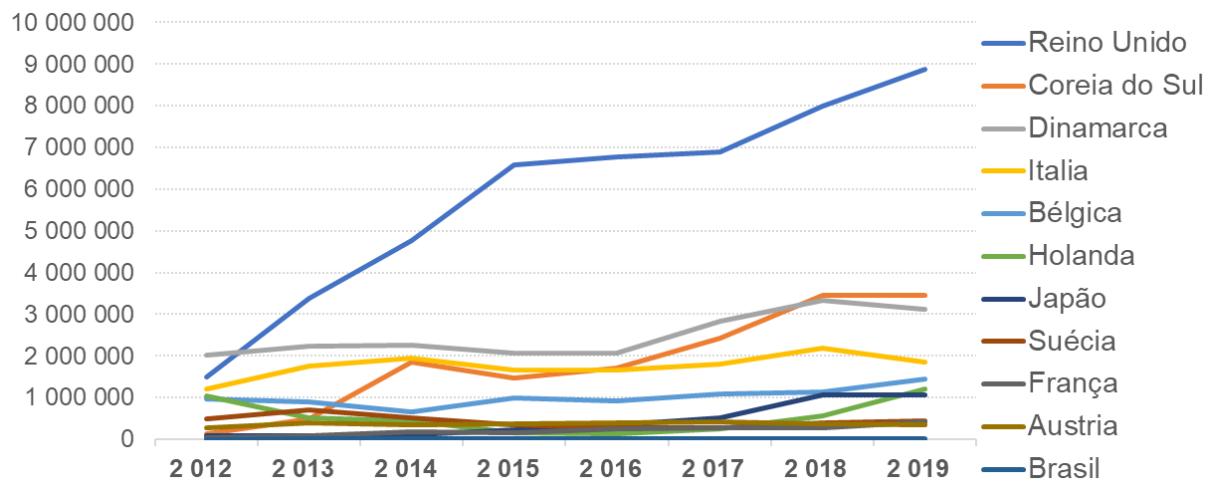
Tabela 8 - Importação de pellets em 2019 dos principais países

	Países	Valor (ton)	Participação no volume de importação
1	Reino Unido	8 878 007	36,0%
2	Coreia do Sul	3 445 136	14,0%
3	Dinamarca	3 124 510	12,7%
4	Itália	1 851 689	7,5%
5	Bélgica	1 433 539	5,8%
6	Holanda	1 193 303	4,8%
7	Japão	1 059 542	4,3%
8	Suécia	435 570	1,8%
9	França	407 538	1,7%
10	Áustria	336 837	1,4%
	Brasil	1 283	0,0%
	Outros	2 522 140	10,2%
	<b>Mundo</b>	<b>24 689 094</b>	<b>100%</b>

Fonte: FAO, 2019.

O gráfico da figura 11 abaixo indica a evolução da Importação de Pellets pelos 10 principais países entre 2012 e 2019, com destaque sobretudo para o Reino Unido, que utilizam volumes gigantescos para abastecer a usina termoelétrica da Drax, e para Coréia do Sul, Dinamarca e Itália.

Figura 11 - Evolução da Importação de Pellets, 10 principais Países + Brasil (ton)



Fonte: FAO, 2019.

Assim, a Europa aparece como o centro de mercado mundial de consumo de pellets, sendo que dentro os 10 primeiros importadores mundiais 8 são Europeus, além de Coréia do Sul e Japão.

#### 1.4.1.6 Preços de Pellets

O mercado europeu de pellets segue a mesma tendência de crescimento dos últimos anos, apesar da dificuldade de oferta de pellets em alguns países. As principais variações nos preços de pellets ocorrem no continente Europeu, sendo observados aumentos de até 136% dos valores (calculada com base na série histórica de dados do relatório EPC de 2019, ano base 2018), considerando diferentes países e estações do ano. Em alguns países existe uma grande variação sazonal de preços (por exemplo, os Balcãs), enquanto outros possuem preços relativamente estáveis (por exemplo, Áustria, França e Espanha) (EPC, 2019).

O estado atual das propriedades relacionadas ao mercado de pellets não permite a composição de uma estrutura de modelagem com base nos preços de todas as formas de comercialização do produto. A volatilidade dos preços para os consumidores está bem

abaixo da volatilidade de outras operadoras de energia e os preços dos pellets de madeira estiveram baixos devido aos invernos relativamente amenos e a um excesso de oferta. Ainda assim, o desenvolvimento em direção a um equilíbrio espacial competitivo deve ser apoiado para aumentar a acessibilidade de pellets de madeira no longo prazo. Portanto, o desenvolvimento de *benchmarks*<sup>1</sup> deve ser mais apoiado, além da coleta de preços residenciais de pellets de madeira em regiões consumidoras (FAO, 2019).

Os pellets de madeira comercializados internacionalmente e produzidos regionalmente, às vezes, não são perfeitamente substituíveis, levando em consideração a qualidade, independentemente de serem certificados ou não, entre outras coisas devido ao fato de os consumidores atribuírem um valor intrínseco superior aos pellets de madeira produzidos regionalmente; outra avaliação intrínseca é dada aos contatos e contratos estabelecidos entre consumidores, produtores e comerciantes. Além disso, o valor dos pellets de madeira como matéria-prima intermediária poderia ser melhorado reduzindo os riscos físicos e financeiros do armazenamento de biocombustíveis sólidos (FAO, 2019).

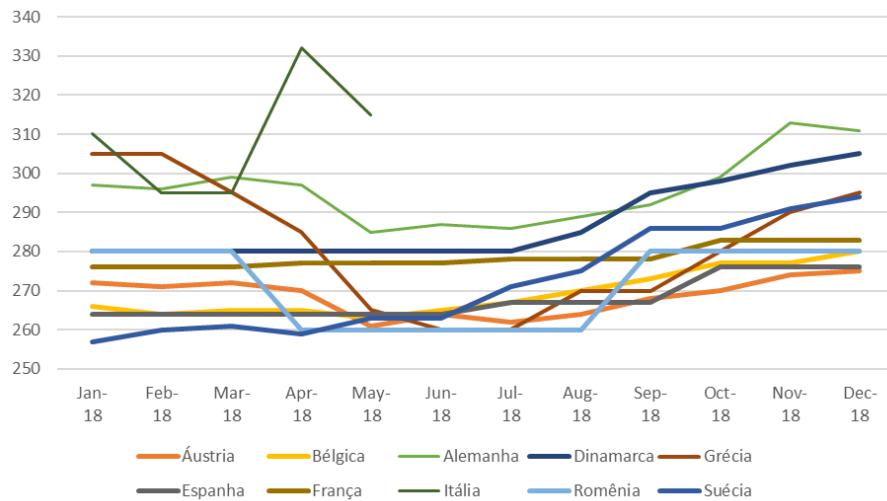
### Pellets Ensacados

A Figura 12 indica a estimativa da faixa superior de preços de pellets ensacados vendidos no varejo em diversos países europeus entre dezembro e janeiro de 2018, com valores na faixa de 260 a 330 €/tonelada em 2018, com destaque aos valores praticados na Itália, Alemanha e Dinamarca.

Figura 12 - Estimativa de preços de pellets ensacados em países europeus com preços mais altos entre janeiro e dezembro de 2018 (preço de varejo, € / tonelada)

---

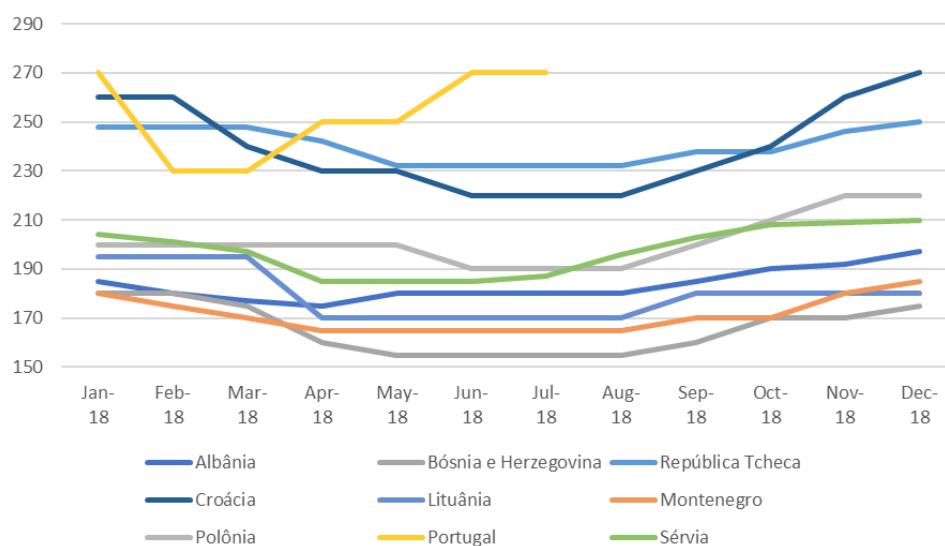
<sup>1</sup> *Benchmarks*, em uma tradução livre do inglês, significa “ponto de referência”. Essa estratégia refere-se à pesquisa realizada por empresas para comparar produtos, serviços, processos, metodologia e toda e qualquer prática empregada pelo segmento em que ela atua



Fonte: Dados retirados do relatório *Pellet Report* (EPC, 2019)

A Figura 13 indica a estimativa da faixa inferior de preços de pellets ensacados vendidos no varejo em diversos países europeus entre janeiro e dezembro de 2018, com valores na faixa de 150 a 270 €/tonelada em 2018, com destaque aos valores praticados em Montenegro, República Tcheca e Polônia.

Figura 13 - Estimativa de preços de pellets ensacados em países europeus com preços mais baixos entre janeiro e dezembro de 2018 (preço de varejo, € / tonelada)

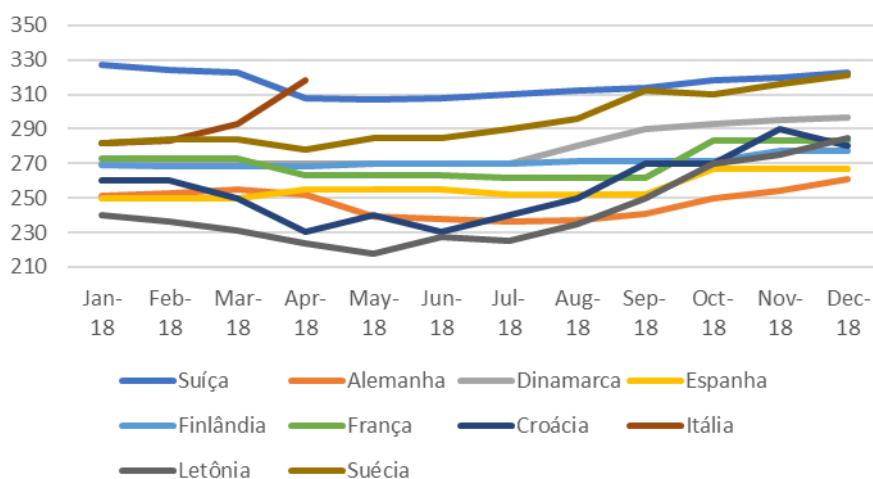


Fonte: Dados retirados do relatório *Pellet Report* (EPC, 2019)

## Pellets a Granel

A Figura 14 indica a estimativa da faixa superior de preços de pellets a granel entregues a 100 km de distância, com valores na faixa de 210 a 330 €/tonelada em 2018, com destaque aos valores praticados na Suiça, Suécia e Dinamarca. Esta faixa de preços indicada no relatório *Pellet Report* (EPC, 2019) não especifica a classe de qualidade correspondente dos pellets.

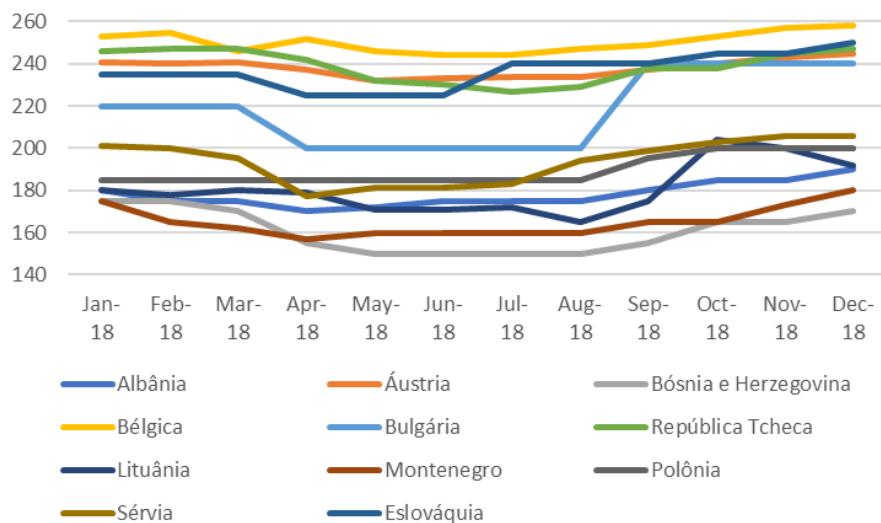
Figura 14 - Estimativa de preços de pellets a granel em países europeus com preços mais altos entre janeiro e dezembro de 2018 (entregue 6t, distância 100 km, taxas de entrega incluídas. Em € / tonelada)



Fonte: Dados retirados do relatório *Pellet Report* (EPC, 2019)

A Figura 15 indica a estimativa da faixa inferior de preços de pellets a granel entregues a 100 km de distância, com valores na faixa de 150 a 260 €/tonelada em 2018, com destaque aos valores praticados na Bélgica, República Eslovaca e República Tcheca. Esta faixa de preços indicada no relatório *Pellet Report* (EPC, 2019) não especifica a classe de qualidade correspondente dos pellets.

Figura 15 - Estimativa de preços de pellets a granel em países europeus com preços mais baixos entre janeiro e dezembro de 2018 (entrega 6t, distância 100 km, taxas de entrega).



Fonte: Dados retirados do relatório *Pellet Report* (EPC, 2019)

#### 1.4.2 Mercado Brasileiro de Pellets

Segundo dados do relatório “statiscal report” da Bioenergy Europe em 2019 houve um recorde de produção de 850 mil toneladas de pellets no Brasil (dos quais 200 mil toneladas certificados), e com grande aumento da capacidade de produção previsto para ocorrer a partir de 2023.

De acordo com dados menos recentes da Associação Brasileira das Indústrias de Pellets (ABIPEL, 2018), em 2012 o país possuía doze plantas industriais e outras duas, Green Energy Group e Suzano Energia Renovável, que iniciariam suas atividades em 2013 e 2014, respectivamente, conforme indicado na Tabela 9).

Tabela 9 - Dados mais “recentes” de Capacidade das plantas de pellets no Brasil ( 2012 )

Nome da empresa / Estado	Capacidade 2012		Produção 2012
	t/ano	t/ano	
Madersul, São Paulo	18.750		4.800
Piomade, Rio Grande do Sul	3.750		2.880
Koala Energy, Santa Catarina	22.500		1.000
Briquepar, Paraná	30.000		12.000
Energia Futura, Rio Grande Do Sul	18.750		4.800
BR Biomassa, Paraná	22.500		8.000
Ecopell, São Paulo	22.500		5.000

Ecoxpellets, Paraná	37.500	5.600
Eco-Pellets, Minas Gerais	1.125	-
Línea, Paraná	30.000	1.000
Copellets, São Paulo	7.500	4.800
Elbra, Santa Catarina	22.500	10.000
Green Energy Group, São Paulo	50.000	Início em 2013
Suzano Energia Renovável, Maranhão	2.000.000	Início em 2014

Fonte: Remade, 2016

Em 2015, o Brasil dispunha de 19 plantas industriais de produção de pellets a partir de biomassa, porém, muitas delas ainda operando abaixo de sua capacidade (ABIPEL, 2016). Além disso, questões tecnológicas como a baixa eficiência dos equipamentos utilizados e o alto custo da produção (potencializados pelo alto custo da matéria-prima e dos transportes), ainda limitava a popularização dos pellets no mercado interno.

O Mapa dos Produtores de pellets (Figura 16) indica que o Brasil possui 33 empresas fabricantes do produto, distribuídas pelas Regiões Sul e Sudeste do país, nos estados de Minas Gerais (MG), São Paulo (SP), Paraná (PR), Santa Catarina (SC) e Rio Grande do Sul (RS) (ABIPEL, 2021). Entre as empresas atuantes no mercado, 11 são certificadas pelo conjunto de normas de qualidade *ENplus®* como produtoras de pellets A1. Segundo dados da Abipel (2019), as 9 empresas produziram em 2018 pouco mais de 75.000 toneladas de pellets certificados (Garcia et al., 2018b). Dados de 2020 do relatório “statiscal report” da Bioenergy Europe indicam um recorde de produção de 850 mil toneladas de pellets no Brasil em 2019 (dos quais 200 mil toneladas de pellets certificados), e com grande aumento da capacidade de produção previsto para ocorrer a partir de 2023.

Observa-se que, houve um aumento significativo do número de fabricantes de pellets no Brasil na última década. Tal crescimento é explicado pela crescente demanda por fontes de energia renovável que sejam alternativas ao petróleo e seus derivados, pois estes emitem gases do efeito estufa que contribuem com o aquecimento global. No entanto, apesar do crescimento da produção, a participação do Brasil no mercado internacional ainda é pouco significativa e representa menos de 1% do total, segundo Garcia et al. (2017).

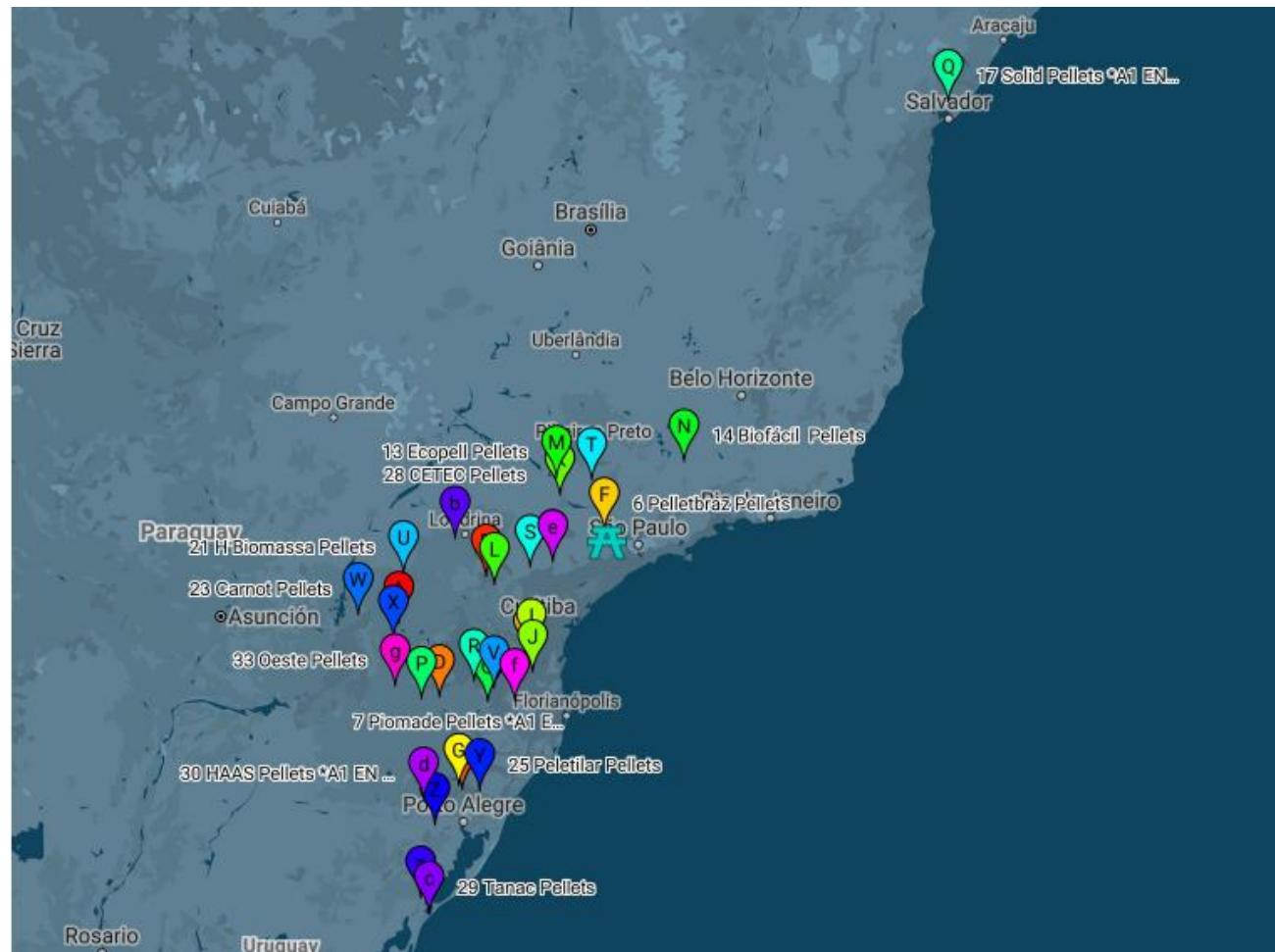
Segundo Garcia et al. (2018), a maior parte das empresas utilizam os resíduos de pinus (na forma de serragem, pó de serra ou maravalha) das indústrias madeireiras como

principal matéria-prima do processo de peletização. Os resíduos de pinus, utilizado por mais de 83% dos produtores atuais, são subprodutos das indústrias madeireiras da região onde as fábricas estão localizadas (GARCIA et al., 2017). A baixa densidade à granel desses materiais lignocelulósicos oneram o transporte matéria-prima, inviabilizando muitos projetos de indústria de pellets que se encontram a mais de 200 km de raio da fábrica (GARCIA et al., 2016b).

Figura 16 - Plantas produtoras de pellets no Brasil

Produtores Pellets Brasil 2020

Araupel	6 Adami *A1 EN plus
TIBAGI Pellets *A1 EN Plus	7 Línea *A1 EN plus
Chamape	8 Alcopel
Incobio *A1 EN plus	9 H Biomassa
Koala *A1 EN plus	10 Pelletilar
Pelletbraz	11 Carnot
Piomade *A1 EN plus	12 Paraná
Florpinus	13 Peletilar
TCF Pellets	14 Butiá
Brasil *A1 EN Plus	15 Pelletsemak
Raizen	16 CETEC
Malka *A1 EN plus	17 Ecopell Pellets
Ecopell	18 Tanac
Biofácil	19 HAAS *A1 EN Plus
EcoEnergia	20 FORESPEL *A1 EN Plus (OFF)
Caraíba	21 Desativada
Pelican *A1 EN Plus (OFF)	22 Biomax Pellets
DESATIVADA	23 Lorenzetti Energy
Solid *A1 EN Plus	24



Fonte: GARCIA et al., 2018.

Outros tipos de matéria-prima têm sido utilizados em poucas empresas, como por exemplo o bagaço de cana-de-açúcar, a madeira da acácia-negra e casca do café. Nenhum dos fabricantes de pellets (Figura 16) afirma que utiliza eucalipto na sua produção industrial. Segundo Garcia et al. (2017), os resíduos da madeira de eucalipto são preteridos pelos produtores porque esse material lignocelulósico é mais denso e tem maior dureza do que o pinus, causando excessivos desgastes nas matrizes de peletização e elevando os custos de produção. Outro grande obstáculo para a utilização da madeira de eucalipto em larga escala para a produção de pellets está relacionado as altas concentrações de cloro nesse material. Grande parte da madeira de eucalipto brasileiro é oriunda de plantios comerciais, os quais recebem adubação específica “rica” em compostos clorados, dificultando a certificação ENplus desse produto.

A produção brasileira de pellets nos últimos anos esteve em ascensão, passando de 57 mil toneladas em 2012, para 470 mil toneladas em 2017, atingindo 850 mil toneladas em 2019 (FAO, 2020). De acordo com os dados da FAO, o Brasil exportou quase 230.000 toneladas de pellets em 2018. O maior consumidor do Brasil é a Itália, segundo dados fornecidos pelo Serviço Nacional de Informações Florestais (SERVIÇO NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS, 2019). Deste total, a maior parcela do volume produzido foi fabricada com resíduos de madeira de pinus, aproximadamente 53 % (Tabela 10), com acácia negra (46%) e o restante a partir de bagaço de cana-de-açúcar e casca de café (GARCIA et al., 2018).

Tabela 10 - Quantidade de indústrias e produção de pellets no Brasil, em 2017

<b>Biomassa vegetal</b>	<b>Indústrias de pellets</b>		<b>Produção de pellets</b>	
	Quantidade	%	Toneladas	%
Acácia-negra	1	5,56	215.000	45,75
Bagaço de cana-de-açúcar	1	5,56	5.300	1,13
Casca-de-café	1	5,56	100	0,02
Pinus	15	83,33	249.600	53,11
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>100</b>	<b>470.000</b>	<b>100</b>

FONTE: Garcia et al., 2018

#### 1.4.2.1 Exigências de Qualidade e Uso de Pellets no Brasil

No Brasil ainda não existem normas para certificação de pellets, ainda que exista uma elaboração em andamento pela ABNT. De qualquer forma, caberá aos consumidores finais optarem pela utilização de pellets certificados pela ABNT ou não. Na Europa por exemplo, a certificação não é uma obrigação, no entanto, por características de mercado, os consumidores procuram por pellets certificados na maioria dos casos, e os preços praticados são, obviamente, superiores aos não certificados ENplus (Garcia, 2014b).

Atualmente, a principal aplicação dos pellets de madeira no Brasil é na geração de energia térmica para as indústrias e o comércio, sendo utilizado por pizzarias, padarias, hotéis, parques aquáticos, academias de natação, estufas de pintura, fábricas de eletroeletrônicos e motos, indústrias alimentícias, galvanoplastia a quente, lavanderias industriais, indústrias de ressolagens de pneus e indústrias de produtos plásticos, que consomem, aproximadamente, 99% da produção interna (Garcia, 2014b).

Aplicações exóticas também são encontradas, como pellets para substituir a tradicional “areia do gato” e para combater doenças como a dengue, que utilizam em torno de 1% da produção nacional dos pellets de madeira. Nessas aplicações específicas, o baixo teor de umidade dos pellets, em torno de 6 a 10%, favorece a rápida absorção da urina dos pequenos animais (GARCIA, 2015).

A maior parte das indústrias de pellets no Brasil operam nas regiões Sul e Sudeste (Figura 16), principalmente para aproveitar os subprodutos das inúmeras indústrias de base florestal dessas regiões. Igualmente, este mercado poderia ser desenvolvido na região Norte, promovendo-se a utilização do biocombustível pellets, produzido a partir de resíduo de madeira nativa, para substituição a outras fontes de combustível menos sustentáveis ambientalmente. Dados de desenvolvedores de equipamentos de combustão de pellets mostram que eles são economicamente competitivos quando comparados com a eletricidade, gás natural ou óleo BPF, bastante utilizados no setor industrial.

#### 1.4.2.2 Preços de Pellets

Estudo de Garcia (2014a), sobre os preços dos pellets de madeira no Brasil, apontou que os preços variavam na época entre R\$ 390,00 e R\$ 650,00 a tonelada, para as vendas a granel em sacos big bags, retirados na fábrica. A flutuação dos valores dos pellets brasileiros estão em função da qualidade dos pellets comercializados, sendo encontrados pellets A1, A2 e B. Os pellets comercializados a valores mais elevados, além de serem classificados como produtos tipo “A”, ainda possuem a certificação da norma ENplus ®.

De acordo com os valores levantados por orçamentos individuais em uma lista de empresas no mercado virtual (MF Rural Market Place) em 2020, verifica-se que a maioria dos preços variam de 560 a 720 R\$/t, entregues no fornecedor (sem frete) em embalagens de 15 e 20 kg, e normalmente para encomendas de algumas toneladas. Foi também realizado um orçamento, cujo valor correspondia ao limite superior do valor indicado na tabela 11.

Tabela 11 - Preços de pellets encontrados no acervo virtual. Ano do levantamento: 2020.

ITEM	Origem	Embalagem (kg)	Preço/ton (R\$/t)
Bioenergy	Pinus	1.000	650,00
Market Place	Pinus	1.000	600,00
Accendo Pellets (sacos de 15 Kg) <sup>1</sup>	Pinus	15	650,00
Accendo Pellets (Big Bag 1250 Kg) <sup>1</sup>	Pinus	1.250	560,00
Chamape Pellets (sacos de 15 kg)	Pinus	15	720,00
Tabagi Pellets (Big Bag, 20 e 15 kg)	Pinus	15	700,00

<sup>1</sup> Produto certificado EN Plus A1.

FONTE: preços retirados no mercado virtual (MF Rural Market Place), 2020.

No portal de estatísticas de comércio exterior do Brasil (Comex Stat) é possível visualizar, com base no NCM 44013100 para pellets de madeira, os valores FOB de exportação de pellets produzidos no Brasil, bem como os volumes exportados.

Figura 17 - Exportação de Pellets de madeira

Ano	Código NCM	Descrição NCM	Valor FOB (US\$)	Quilograma Líquido
2021	44013100	Pellets de madeira	\$27.627.252	173.746.377
2020	44013100	Pellets de madeira	\$55.979.213	361.464.358
2019	44013100	Pellets de madeira	\$36.778.003	224.972.374
2018	44013100	Pellets de madeira	\$37.336.590	226.148.123
2017	44013100	Pellets de madeira	\$17.304.058	108.376.424
2016	44013100	Pellets de madeira	\$5.803.101	35.768.310
2015	44013100	Pellets de madeira	\$4.360.599	24.368.397
2014	44013100	Pellets de madeira	\$1.409.261	6.659.678
2013	44013100	Pellets de madeira	\$47.882	193.724

FONTE: MDIC, Comex Stat (2020) - NCM 44013100

Com dados da figura 17, extraídos do Comex Stat, pode-se calcular o valor médio por tonelada de pellet de madeira exportado entre 2013 e 2020, conforme indicado na Tabela 12.

Tabela 12 - Valor médio por tonelada de Pellets de madeira Exportado

Ano	Valor FOB (US\$)	Toneladas	US\$/T
2020	55 979 213	361 464	155
2019	36 778 003	224 972	163
2018	37 336 590	226 148	165
2017	17 304 058	108 376	160
2016	5 803 101	35 768	162
2015	4 360 599	24 368	179
2014	1 409 261	6 660	212
2013	47 882	194	247

FONTE: MDIC, Comex Stat (2020) - NCM 44013100

## **2. PARTE 2: ASPECTOS LEGAIS DA IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA DE PELETIZAÇÃO VOLTADA PARA EXPORTAÇÃO (AMBIENTAIS, TRIBUTÁRIOS E DE CERTIFICAÇÃO)**

### **2.1 INTRODUÇÃO**

Foi elaborado um estudo jurídico-regulatório, com vistas a fornecer informações relativas as seguintes questões legais:

- Identificação de exigências legais (ambientais, tributárias, de certificação etc.) para a implantação de uma usina de peletização voltada para exportação;
- Identificação dos potenciais riscos e eventuais óbices jurídicos relativos à implantação de usinas de peletização na região (abordar questões de uso e ocupação do solo, políticas públicas, indicadores sociais e econômicos, infraestrutura, logística, entre outros);
- Identificação da infraestrutura física básica, aspectos legais e análise de mercado necessária a venda do produto para o mercado externo;

### **2.2 METODOLOGIA**

Para a análise dos aspectos jurídico-regulatórios foi realizada pesquisa bibliográfica em sites da rede mundial de computadores, devidamente referenciados no presente documento, mediante análise e comparação das fontes bibliográficas, focando em entidades que possuem publicações também referenciadas ou experiência de mercado.

Os órgãos consultados para o licenciamento ambiental foram o Instituto de Proteção Ambiental do Amazonas (IPAAM), a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental do Estado de Rondônia (SEDAM), Secretaria de Meio Ambiente de Humaitá (SEMA), Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio) e Unidade Regional Purus Madeira (Flona de Humaitá), alguns sem resposta.

Para levantamento das exigências tributárias foram consultados os órgãos como Receita Federal do Brasil, Fazendas Estaduais e Municipais, por meio de websites devidamente referenciados na Bibliografia.

Para exigências de certificação internacional foram consultados artigos acadêmicos, teses acadêmicas e sites de instituições certificadoras, conforme devidamente referenciado na Bibliografia.

## 2.3 RESULTADOS

### 2.3.1 Exigências Legais para a Implantação de uma Usina de Peletização

#### 2.3.1.1 *Exigências ambientais*

A primeira questão que se aborda é sobre as exigências ambientais para o recebimento, processamento e exportação dos pellets. Neste caso, não serão analisadas as exigências ambientais concernentes à extração da madeira, sendo objeto o enfoque sobre os aspectos ambientais inerentes à produção, transporte e exportação de pellets do Brasil para a Europa.

As regras gerais e obrigatórias para qualquer processo de licenciamento ambiental são definidas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), por meio da sua Resolução nº 237, de 18 de dezembro de 1997. O art. 1º da referida legislação traz definições básicas relevantes, das quais passa-se a citar:

I - Licenciamento Ambiental: procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.

II - Licença Ambiental: ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente, estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pessoa física ou jurídica, para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades utilizadoras dos recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental.

III - Estudos Ambientais: são todos e quaisquer estudos relativos aos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação e ampliação de uma atividade ou empreendimento, apresentado como subsídio para a análise da licença requerida, tais como: relatório ambiental, plano e projeto de controle ambiental, relatório ambiental

preliminar, diagnóstico ambiental, plano de manejo, plano de recuperação de área degradada e análise preliminar de risco.

III - Impacto Ambiental Regional: é todo e qualquer impacto ambiental que afete diretamente (área de influência direta do projeto), no todo ou em parte, o território de dois ou mais Estados.

Segundo o art. 4º, da Resolução nº 237/97 do CONAMA, somente atividades de significativo impacto ambiental de âmbito nacional ou regional estão sujeitos ao licenciamento pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, a saber:

I - localizadas ou desenvolvidas conjuntamente no Brasil e em país limítrofe; no mar territorial; na plataforma continental; na zona econômica exclusiva; em terras indígenas ou em unidades de conservação do domínio da União.

II - localizadas ou desenvolvidas em dois ou mais Estados;

III - cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais do País ou de um ou mais Estados;

IV - destinados a pesquisar, lavrar, produzir, beneficiar, transportar, armazenar e dispor material radioativo, em qualquer estágio, ou que utilizem energia nuclear em qualquer de suas formas e aplicações, mediante parecer da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN;

V - bases ou empreendimentos militares, quando couber, observada a legislação específica.

Importante observar que, segundo o art. 5º, da Resolução nº 237/97 do CONAMA, compete ao órgão ambiental estadual ou do Distrito Federal o licenciamento dos seguintes empreendimentos e atividades:

I - localizados ou desenvolvidos em mais de um Município ou em unidades de conservação de domínio estadual ou do Distrito Federal;

II - localizados ou desenvolvidos nas florestas e demais formas de vegetação natural de preservação permanente relacionadas no artigo 2º da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e em todas as que assim forem consideradas por normas federais, estaduais ou municipais;

III - cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais de um ou mais Municípios;

IV - delegados pela União aos Estados ou ao Distrito Federal, por instrumento legal ou convênio.

Parágrafo único. O órgão ambiental estadual ou do Distrito Federal fará o licenciamento de que trata este artigo após considerar o exame técnico procedido pelos órgãos ambientais dos Municípios em que se localizar a atividade ou empreendimento, bem como, quando couber, o

parecer dos demais órgãos competentes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, envolvidos no procedimento de licenciamento.

Essas considerações são importantes para definir qual será o órgão ambiental competente para efetuar o licenciamento ambiental, sendo que este licenciamento se dará apenas em um único nível de competência (art. 7º da Resolução nº 237/97 do CONAMA), sendo que esta competência poderá ser delega ao Município, nos termos do art. 6º da Resolução nº 237/97 do CONAMA:

Art. 6º - Compete ao órgão ambiental municipal, ouvidos os órgãos competentes da União, dos Estados e do Distrito Federal, quando couber, o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local e daquelas que lhe forem delegadas pelo Estado por instrumento legal ou convênio.

O procedimento de licenciamento ambiental compreende três fases procedimentais, a começar com um Termo de Referência, e que se seguirá da expedição da Licença Prévia (LP), da Licença de Instalação (LI) e da Licença da Operação (LO), podendo tais licenças serem expedidas isolada ou sucessivamente, de acordo com a natureza, características e fase do empreendimento ou atividade (art. 8º da Resolução CONAMA nº 237/97). Importante também destacar que as licenças ambientais possuem prazo e deverão ser periodicamente renovadas no órgão ambiental competente.

Para a atividade de produção de pellets de resíduos vegetais não se vislumbra dano ambiental que venha a exigir Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA), conforme procedimento previsto na Resolução Conama nº 01, de 23 de janeiro de 1986, mas tão somente procedimento ambiental simplificado, definido pelo órgão Estadual ou Municipal, a depender da logística de recebimento e processamento dos pellets.

A Resolução CONAMA 406/2009, em seu art. 8º trata dos critérios de permissão e utilização de resíduos provenientes das árvores exploradas. Embora o art. 8º fale que estes resíduos seriam “tais como galhos e sapopemas”, ou seja, galhos e raízes, o termo “tais como” traz o significado de que “galhos e sapopemas” seriam alguns dos resíduos, não se limitando a outros tipos que sejam resultados do processamento da madeira para consumo, como serragem, casca, etc. Veja-se o que dispõe o art. 8º:

Art. 8º É permitido o aproveitamento de resíduos, tais como galhos e sapopemas, provenientes das árvores exploradas.

§ 1º Os métodos e procedimentos a serem adotados para a extração e mensuração dos resíduos da exploração florestal deverão ser descritos no PMFS, assim como o uso a que se destinam.

§ 2º O volume autorizado para aproveitamento de resíduos da exploração florestal, no primeiro ano, ficará limitado a 1 m<sup>3</sup> de resíduo por metro cúbico de tora autorizada, ou definido por meio de cubagem.

§ 3º A partir do segundo ano de aproveitamento dos resíduos da exploração florestal, a autorização somente será emitida com base em relação dendrométrica desenvolvida para a área de manejo ou em inventário de resíduos, definidos conforme diretriz técnica.

§ 4º O volume de resíduos da exploração florestal autorizado não será computado na intensidade de corte prevista no PMFS e no POA para a produção de madeira.

Vale ressaltar que os órgãos ambientais são obrigados apresentar orientações básicas relacionadas aos procedimentos “que possibilitem o controle da origem da produção por meio da rastreabilidade da madeira das árvores exploradas, desde a sua localização na floresta até o seu local de desdobramento.” (art. 13 da Resolução CONAMA 406/2009).1

Em geral, todos os Municípios que recebem atividades potencialmente causadoras de significativa degradação do meio ambiente exigem estudo prévio de impacto ambiental, como EIA/RIMA, que ocorre em licenciamento de âmbito estadual.

O Estado de Rondônia efetua o licenciamento por meio da COLMAN – Licenciamento e Monitoramento Ambiental, da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental do Estado de Rondônia. O licenciamento no Estado de Rondônia é disciplinado pela Lei Estadual nº 3.686, de 8 de dezembro de 2015, que prevê todos os procedimentos para o licenciamento, em todas as suas modalidades e fases, conforme o impacto ambiental. Para as atividades que exigem EIA/RIMA, o licenciamento ambiental ocorre por meio da Lei nº 890, de 24 de abril de 2000.

O Estado do Amazonas efetua o licenciamento por meio do Instituto de Proteção Ambiental do Estado do Amazonas – IPAAM, vinculado à Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável – SDS, hoje Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA. O Decreto Estadual nº 10.028, de 04 de fevereiro de 1987, dispõe sobre o Sistema Estadual de Licenciamento de Atividades com Potencial de Impacto no Meio Ambiente e aplicação de penalidades, prevendo todos os procedimentos para o licenciamento, em todas as suas modalidades e fases, conforme o impacto ambiental.

Para a instalação de usinas de peletização entende-se que o licenciamento pode ser realizado pelo próprio Município, a depender da avaliação que será feita pelos órgãos ambientais licenciadores e da própria estrutura que o Município tiver para o respectivo licenciamento ambiental.

O Município de Humaitá, Estado do Amazonas, prevê em sua Lei Orgânica, art. 185, § 1º, inciso IV, que incumbe ao Município “exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;” O Município de Itapuã do Oeste, Estado de Rondônia, disciplina essa questão por meio da Lei nº 071, de 06 de junho de 2001, que trata da Política Municipal de Meio Ambiente. Por sua vez, o Município de Porto Velho, Estado de Rondônia, disciplina o licenciamento municipal por meio da Lei Complementar nº 108/2001.

Neste caso, entende-se que o licenciamento deverá ser efetuado pelo próprio município, não havendo caminho crítico ou óbice para a operação das instalações de produção de pellets, salvo questões sobre a origem dos resíduos de madeira que não foram aqui analisados.

### 2.3.1.2 *Exigências tributárias*

#### Tributação Municipal

A Lei nº 542/2010 institui o Código Tributário do Município de Humaitá, Estado do Amazonas, disciplinando a alíquotas e incidências dos impostos municipais que eventualmente incida sobre a atividade de peletização. No Município de Itapuã do Oeste, Estado de Rondônia, o novo código tributário é disciplinado pela Lei Complementar nº 133/2017, ao passo que no Município de Porto Velho, Estado de Rondônia, o disciplinamento das questões tributárias ocorre por meio do seu Código Tributário, Lei Complementar nº 199, de 21 de dezembro de 2004.

O Imposto Predial Territorial Urbano (IPTU) incide sobre o uso e ocupação dos imóveis onde poderão ser instaladas as usinas de processamento de pellets; o Imposto sobre transmissão inter vivos, a qualquer título, por ato oneroso de bens imóveis, por natureza ou acessão física, e de direitos reais sobre imóveis, exceto os de garantia, bem como cessão de direitos à sua aquisição (ITBI), incide sobre a aquisição de eventual imóvel adquirido para

a instalação da usina; e o Imposto Sobre Serviços de Qualquer Natureza (ISSQN), poderá incidir sobre os prestadores de serviços inerentes à atividade de peletização.

### Tributação Estadual

O Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) não incide sobre os produtos industrializados e serviços destinados ao exterior. O ICMS relativo à aquisição no mercado interno das mercadorias, para industrialização de produtos destinados ao exterior, dá direito ao crédito tributário para o produtor final. Veja-se o que dispõe o art. 155, § 2º, inciso X, alínea “a”, da Constituição Federal de 1988:

Art. 155. Compete aos Estados e ao Distrito Federal instituir impostos sobre: [...]

II - operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação, ainda que as operações e as prestações se iniciem no exterior; [...]

§ 2º O imposto previsto no inciso II atenderá ao seguinte: [...]

X - não incidirá:

a) sobre operações que destinem mercadorias para o exterior, nem sobre serviços prestados a destinatários no exterior, assegurada a manutenção e o aproveitamento do montante do imposto cobrado nas operações e prestações anteriores;

A Lei nº 2.430/96, disciplina o Código Tributário do Estado do Amazonas, dispõe que não incide Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), nas seguintes hipóteses:

X - a saída de mercadorias, na forma de produtos industrializados de origem nacional de outras localidades do Estado do Amazonas para a Zona Franca de Manaus destinados a comercialização, industrialização ou reexportação para o exterior;

§ 1º Equipara-se as operações de que trata o inciso II a saída de mercadoria realizada com o fim específico de exportação para o exterior, destinada a:

I - empresa comercial exportadora, definida na legislação tributária, inclusive trading ou outro estabelecimento da mesma empresa;

II - armazém alfandegado ou entreposto aduaneiro;

A Zona Franca de Manaus (ZFM) foi um projeto criado pelo Governo Federal com o objetivo de trazer desenvolvimento econômico para a Região Amazônica. A ZFM é uma área de livre comércio gerenciada pela Superintendência da Zona Franca de Manaus

(SUFRAMA), tendo seu centro na cidade de Manaus. Os Estados que compõem a Zona Franca são Amazonas, Roraima, Rondônia, Acre e Amapá. Atualmente, esses Estados dispõem de amplos benefícios fiscais, seja redução e/ou isenção, dentre eles: Imposto sobre Produto Industrializado – IPI, Imposto de Exportação – IE, Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços – ICMS.

Nesse sentido, não há incidência do fato gerador do ICMS de produtos industrializados de origem nacional de outras localizações do Estado do Amazonas, que sejam transportados para a Zona Franca de Manaus e destinados para a comercialização, industrialização ou reexportação para o exterior. Essa hipótese de não incidência tributária aplica-se aos pellets industrializados nos Estados do Amazonas, Roraima, Rondônia, Acre e Amapá e exportados por meio da Zona Franca de Manaus, incluindo a empresa exportadora, trading, armazém alfandegado ou entreposto aduaneiro.

Os procedimentos inerentes a ICMS no Estado de Rondônia são disciplinados pela Lei Estadual nº 688, de 27 de dezembro de 1996. O art. 3º, inciso II, dispõe que o ICMS não incide sobre “operações e prestações que destinem ao exterior mercadorias, inclusive produtos primários, produtos industrializados e semielaborados, ou serviços”. Neste caso, há total isenção sobre operações, prestações e serviços inerentes à produção e exportação de pellets.

Importante destacar que outros Estados também possuem isenções. Cita-se, por exemplo, o Convênio ICMS 98, de 30 de setembro de 2011, que autoriza o Estado do Amapá a conceder benefícios fiscais à indústria localizada no Estado do Amapá, concedendo isenção de ICMS incidente nas saídas internas de briquete e pellet NCM 4401.30.00 industrializados ou produzidos no Estado do Amapá. O Decreto nº 191, de 22 de março de 2011, do Estado do Mato Grosso, introduz alterações na regulamentação do ICMS, concedendo isenção de 100% na exportação de pellets.

### Tributação Federal

O Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) não incide sobre os produtos destinados à exportação, conforme dispõe o art. 153, inciso IV, e § 3º, inciso III, da Constituição Federal de 1988:

Art. 153. Compete à União instituir impostos sobre: [...]  
IV - produtos industrializados; [...]

§ 3º - O imposto previsto no inciso IV: [...]

III - não incidirá sobre produtos industrializados destinados ao exterior.

O IPI relativo à aquisição no mercado interno de matérias-primas, produtos intermediários e de materiais de embalagem, para utilização no processo produtivo de produtos destinados à exportação, transforma-se em crédito tributário para o produtor final. Os benefícios também são concedidos ao produtor final que efetue vendas de mercadorias para empresas comerciais exportadoras e trading companies para o fim específico de exportação.

O Imposto de Renda e Proventos de qualquer natureza (IR) não incide sobre remessas relativas a comissões de corretagem pagas aos agentes no exterior das empresas seguradoras sediadas no Brasil, rendimentos de residentes ou de domiciliados no exterior correspondente à receita de frentes, arrendamentos, aluguéis ou arrendamentos de embarcações marítimas e fluviais ou de aeronaves estrangeiras, feitos por empresas, comissões pagas pelos exportadores aos seus agentes no exterior, remessas de pagamentos a residentes ou domiciliados no exterior realizados por empresas instaladas em Zonas de Produção para Exportação (ZPE).

Estão isentas de Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS) as receitas decorrentes de vendas diretas ao exportador de mercadorias e serviços, exportações realizadas por meio de cooperativas e consórcios, vendas a empresas comerciais exportadoras e a trading companies para o fim específico de exportação. As receitas de exportação de mercadorias nacionais, inclusive as decorrentes e vendas de empresa comercial exportadora ou trading companies também estão excluídas da base de cálculo das contribuições do Programa de Integração Social (PIS) e do Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PASEP). Nesse sentido é o que prevê o art. 149, § 2º, inciso I, da Constituição Federal de 1988:

Art. 149. Compete exclusivamente à União instituir contribuições sociais, de intervenção no domínio econômico e de interesse das categorias profissionais ou econômicas, como instrumento de sua atuação nas respectivas áreas, observado o disposto nos arts. 146, III, e 150, I e III, e sem prejuízo do previsto no art. 195, § 6º, relativamente às contribuições a que alude o dispositivo. [...]

§ 2º As contribuições sociais e de intervenção no domínio econômico de que trata o caput deste artigo:

I - não incidirão sobre as receitas decorrentes de exportação;

Os incentivos às exportações não envolvem desembolso de recursos, gerando renúncia fiscal. A concessão dos Mecanismos de Seleção e de Concessão dos Benefícios é automática, com exceção do Imposto de Renda (IR) que é sujeito à aprovação da Secretaria da Receita Federal (SRF), do Ministério da Fazenda.

Os aspectos operacionais estarão sujeitos aos mecanismos rotineiros de controle tributário, sob a responsabilidade da Secretaria da Receita Federal e das Secretarias Estaduais, sendo que a eficácia do ponto de vista da promoção de exportações será verificada pela Câmera de Comércio Exterior (CAMEX), vinculado ao Ministério da Economia. As competências das Secretaria-Executiva da CAMEX são definidas conforme o artigo 83º do Decreto 9.745, de 08 de abril de 2019, e o Decreto nº 10.044, de 04 de outubro de 2019.

#### Regime de Reintegração de Valores Tributários para as Empresas Exportadoras (REINTEGRA)

O Regime de Reintegração de Valores Tributários para as Empresas Exportadoras (REINTEGRA) integra valores inerentes a custos tributários federais residuais existentes nas cadeias de produção dos bens manufaturados exportados, tratando-se de política de desoneração que traz vantagens econômicas, sendo que o benefício fiscal somente é concedido se efetivada a exportação. Os exportadores também podem compensar débitos próprios pelo REINTEGRA, vencidos ou vincendos, referentes a tributos federais, ou receber os valores em espécie. (MDIC, 2020)

#### Regime de Drawback

Instituído por meio do art. 78 do Decreto-Lei nº 37, de 1966, o Regime de Drawback disciplina os regimes aduaneiros especiais, prevendo a suspensão, isenção ou restituição de tributos incidentes sobre a importação nas hipóteses vinculadas a posterior exportação, resultando na importação sem tributação, desde que haja a exportação após beneficiamento e posterior agregação de valor. (MDIC, 2020).

A Lei nº 11.945/2009, trouxe a possibilidade de aquisição no mercado interno ou a importação, de forma combinada ou não, de mercadoria a ser empregada ou consumida na industrialização de produto destinado à exportação, suspendendo-se os seguintes tributos: Imposto de Importação (II); Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI); Contribuição para

o PIS/PASEP; Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS); Contribuição para o PIS/PASEP-Importação; e COFINS-Importação. (MDIC, 2020).

Para ter direito a suspensão dos tributos supracitados, a pessoa jurídica deve se habilitar na Secretaria de Comércio Exterior (SECEX), sendo que a concessão do regime drawback é deferido a critério da SECEX, considerando a agregação de valor e o resultado da operação (MDIC, 2020).

Destaca-se, contudo, que as empresas de pequeno porte e microempresas cadastradas no regime Simples Nacional são vedadas de utilizar os benefícios do regime de drawback, conforme o art. 24 da Lei Complementar nº 123, de 2006. (MDIC, 2020).

#### Empresas Preponderantemente Exportadoras

A Lei nº 12.715, de 17 de setembro de 2012, dispõe sobre a pessoa jurídica preponderantemente exportadora, sendo aquela cuja receita bruta, no ano-calendário imediatamente anterior, decorrente de exportação para o exterior, tenha sido superior a 50% (cinquenta por cento) de sua receita bruta total de venda de bens e serviços no mesmo período, excluídos impostos e contribuições incidentes sobre a venda (MDIC, 2020).

Tais empresas fazem jus a suspensão de IPI, PIS/PASEP e COFINS ao adquirirem insumos, nacionais ou importados, sendo que o art. 59 da Lei nº 12.715, de 17 de setembro de 2012, admite o enquadramento como Empresa Preponderantemente Exportadora caso esta exporte, no mínimo 50% de seu faturamento. (MDIC, 2020).

As empresas Preponderantemente Exportadoras, desde que não sejam optantes do regime Simples Nacional, também fazem jus a outros benefícios. A Instrução Normativa SRF nº 1.911, de 11 de outubro de 2019, suspende exigência do PIS/PASEP e COFINS incidentes sobre as receitas de vendas de matérias-primas, produtos intermediários e embalagem destinadas a empresas preponderantemente exportadoras. Os arts. 12 e 13 da Instrução Normativa RFB nº 948, de 15 de junho de 2009, trazem a suspensão do IPI para a aquisição de insumos nacionais e importados (MDIC, 2020).

#### Regime Especial de Aquisição de Bens de Capital para Empresas Exportadoras (RECAP)

A Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005, dispõe sobre o Regime Especial de Aquisição de Bens de Capital para Empresas Exportadoras (RECAP), sendo que o art. 13

dispõe que as pessoas jurídicas preponderantemente exportadoras são consideradas as beneficiárias do RECAP (MDIC, 2020).

O art. 14 da Lei nº 11.196, de 2005, prevê o rol dos benefícios fiscais inerentes ao RECAP, nos casos de venda ou de importação de máquinas, aparelhos, instrumentos e equipamentos novos, e o § 3º do art. 13 da Lei nº 11.196, de 2005, prevê que o RECAP não se aplica às empresas optantes pelo Simples Nacional e as que tenham suas receitas, no todo ou em parte, optantes do regime cumulativo do PIS/PASEP e da COFINS. (MDIC, 2020).

#### Regime Especial de Entreposto Industrial sob Controle Informatizado do Sistema Público de Escrituração Digital (RECOF-SPED)

O regime RECOF-SPED suspende o pagamento de tributos para importar ou adquirir no mercado interno, das mercadorias que são destinadas a operações de industrialização de produtos, partes ou peças destinadas à exportação ou ao mercado interno. O art. 21 da Instrução Normativa RFB nº 1.612, de 26 de janeiro de 2016, prevê a suspensão do IPI, PIS/Pasep e COFINS. (MDIC, 2020).

#### Sistema de Registro de Informações de Promoção (SISPROM)

O SISPROM ([www.sisprom.mdic.gov.br](http://www.sisprom.mdic.gov.br)) reduz a zero a alíquota do IR das empresas que registrarem suas operações de promoção de produtos e serviços em feiras e eventos semelhantes, assim como em pesquisa de mercado e na promoção da inserção internacional em ambiente global de extrema competição. (MDIC, 2020).

#### 2.3.1.3 Certificação internacional para exportação para os países membros da União Europeia

A certificação é um instrumento que aumenta a atratividade do produto, trazendo confiabilidade e rastreabilidade para o adquirente, de forma que as empresas brasileiras que conseguirem certificar os pellets exportados terão mais atratividade e melhores preços de venda no exterior.

O Conselho Europeu de Pellets (European Pellet Council) trabalha com regulamentação e certificação de pellets, utilizando a Certificação DINplus e a ÖNORM. Na Alemanha, 70% das empresas utilizam certificação ENplus. As certificações estabelecem as

condições de elegibilidade que devem ser atendidas para a melhor valorização e aceitação dos pellets que serão exportados para a Europa, sendo de fundamental importância que o produtor brasileiro de pellets atenda todas as exigências para que seu produto seja devidamente certificado, conforme os trâmites necessários. (PELLETS@LAS, 2019)

A certificação europeia ENplus foi estabelecida em 2012 pelo Comité Européen de Normalisation (CEN), obrigando as normas nacionais existentes a se adaptarem aos padrões exigidos. A Certificação Europeia inclui os seguintes pontos importantes: (i) requisitos para a produção e o controle de qualidade de pellets de madeira; (ii) requisitos do produto; (iii) requisitos para rotulagem, logística e armazenamento; e (iv) requisitos para a entrega ao consumidor final.

Portanto, torna-se relevante que o processo de fabricação dos pellets atenda aos critérios normativos de certificação da norma ENPlus exigidos pelos países de destino, sob pena do produto não ser aceito ou perder significativo valor de mercado.

A solicitação de obtenção da certificação ENplus deve ser feita diretamente ao European Pellet Council (EPC), pois não há um Licenciador Nacional no Brasil.

A taxa de licença é de 0,15 € por tonelada para os pellets produzidos (a granel e pellets ensacados) que cumpram os requisitos das classes de qualidade ENplus A1, ENplus A2 e ENplus B, independentemente de serem vendidos como pellets ENplus ou não.

Os pellets vendidos para usinas de energia ou para camas de animais estão excluídos do pagamento de licenças sob este esquema. O valor excluído está sujeito à aprovação do Licenciante Internacional.

A taxa do primeiro ano de certificação é baseada nos números de produção projetados para o resto do ano. As taxas para os anos seguintes serão baseadas nos valores de produção projetados para o ano atual mais um ajuste (pode ser um valor positivo ou negativo) feito da diferença entre os valores de produção projetados e a produção real do ano anterior.

Ainda segundo o EPC, o produtor deve arcar com os custos adicionais relacionados à inspeção anual e ao processo geral de certificação. Esses custos são cobrados diretamente pelos Organismos de Certificação, Inspeção e, possivelmente, de Ensaios envolvidos. O custo total seria de aproximadamente 2.000 a 3.000 euros por ano.

As condições sob as quais um produtor deve ser certificado e, portanto, deve pagar taxas, são definidas no gráfico de ilustração abaixo.

Figura 18 - Visão geral sobre a necessidade de certificação para produtores com diferentes atividades comerciais



Fonte: ENplus Handbook, Parte 6 - « Schedule of fees » (Tabela de Taxas)

Ainda de acordo com o ENPLUS, após a inspeção da planta levará cerca de 2 a 3 meses para concluir o procedimento, conforme detalhado a seguir:

1. Selecionar e contratar um Organismo de Inspeção listado para uma inspeção anual de produção e um Organismo de Certificação (ENAMA, FCBA, CU Certifications Germany GmbH, AENOR, Holzforschung Austria ou SZU). Pode-se também escolher um Organismo de Teste listado para análise de pellets ou incluir serviços de laboratório no contrato de inspeção.
2. Preencher o formulário de inscrição, que pode ser feito eletronicamente. O formulário de inscrição inclui o contrato de licença.
3. Enviar os formulários preenchidos, incluindo uma lista de empresas afiliadas e folhas de dados para lojas e estações de ensacamento para enplus@bioenergyeurope.org, e apenas uma vez verificado e aprovado, enviar 2 cópias assinadas e carimbadas por correio para o endereço do “ENplus® c / o Bioenergy Europe, Place du Champ de Mars 2, 1050 Bruxelas, Bélgica”.
4. Um Inspetor Listado do Organismo de Inspeção contratado realizará uma inspeção inicial (incluindo todos os locais de armazenamento operados pela empresa e incluindo locais de armazenamento operados por prestadores de serviços contratados

e utilizados pela empresa solicitante) e enviará um relatório de inspeção ao Organismo de Certificação contratado .

O inspetor irá:

- Coletar amostras de pellets a granel certificados no ponto mais próximo possível após o processo de produção (resfriador), que devem ser lacradas e entregues ao Organismo de Teste. A amostra será analisada para todas as propriedades do combustível mencionadas na tabela 1 da parte 3 do Manual.
- Examinar o equipamento operacional e a instalação, incluindo uma escolha aleatória de locais de armazenamento remotos que também podem ser operados por prestadores de serviços (número de lojas controladas:  $\sqrt{n}$ ; n = número total de lojas). Durante a inspeção inicial, o inspetor os verificará e documentará no total.
- Verificar o sistema de gestão da qualidade incluindo procedimentos operacionais, documentação, política de qualidade e qualificação de pessoal;
- Verificar a origem das matérias-primas e aditivos;
- Verificar o cálculo de GEE;
- Verificar a gestão de reclamações;
- Verificar o cumprimento das obrigações de reportar à Gestão Internacional;
- Validar as auto-inspeções (por exemplo, comparando os resultados de laboratório de uma amostra de pellet compartilhada com aqueles dos testes internos da Empresa Certificada);
- Verificar os números de produção e venda;
- Verificar se apenas o design de saco aprovado foi usado quando a empresa está ensacando pellets;
- Pegar um saco de pellet como amostra onde a empresa opera uma linha de ensacamento. A amostra será analisada com relação ao teor de finos.

O Organismo de Certificação independente verifica se a empresa solicitante atende aos requisitos do ENplus®, emite o Relatório de Conformidade e submete o documento ao solicitante e também à Gestão Internacional.

5. Se a empresa cumpre os requisitos para certificação, a Gestão Internacional (EPC) envia uma fatura das taxas de licença com base nos números de produção projetados para o ano. As taxas serão calculadas aplicando-se a fração do ano restante à

produção estimada para o ano completo. Caso os pellets sejam ensacados pela empresa solicitante, a conformidade do desenho do saco com os requisitos do ENplus® deverá ser aprovado pela Gestão Internacional (EPC).

6. Após o solicitante ter pago as taxas e aprovado o desenho da sacola, a Gestão Internacional (EPC) envia o Selo de Certificação para o Produtor Certificado; o Organismo de Certificação Competente fornece o certificado à empresa. O produtor e a Gestão Internacional assinam um contrato (parte do formulário de candidatura). O nome da empresa é então publicado em todos os sites ENplus® relevantes.

### **2.3.2 Potenciais Riscos e Óbices Jurídicos**

Foram identificados os potenciais riscos e eventuais óbices jurídicos relativos a implantação de usinas de peletização na região: questões de uso e ocupação do solo, políticas públicas, indicadores sociais e econômicos, infraestrutura, logística, outros.

#### *2.3.2.1 Extração regular de madeira nativa*

Embora a extração de madeira nativa seja possível, existe um complexo de normas que disciplinam essa atividade, de modo a garantir a sustentabilidade desta operação. No caso em análise, torna-se relevante entender como se dá a extração de madeira nativa, cuja legalidade do processo poderá influenciar na própria utilização do resíduo de madeira para produção de pellets, pois trata-se de uma atividade resultante da atividade de processamento de madeira nativa para regular preparação para o mercado consumidor.

Neste contexto, destaca-se a Lei nº 11.284/2006, que dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável, institui o Serviço Florestal Brasileiro (SFB) e cria o Fundo Nacional do Desenvolvimento Floresta (FNDF). Importante trazer alguns conceitos preliminares que serão úteis para a compreensão desta atividade:

VI - manejo florestal sustentável: administração da floresta para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras, de múltiplos produtos e subprodutos não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços de natureza florestal;

VII - concessão florestal: delegação onerosa, feita pelo poder concedente, do direito de praticar manejo florestal sustentável para

exploração de produtos e serviços numa unidade de manejo, mediante licitação, à pessoa jurídica, em consórcio ou não, que atenda às exigências do respectivo edital de licitação e demonstre capacidade para seu desempenho, por sua conta e risco e por prazo determinado;

A Lei nº 11.284/2006 vai tratar das diversas formas de uso e manejo das florestas públicas, de modo que a extração madeireira se dê de forma regular e sustentável. Dispõe sobre concessão florestal, sobre o licenciamento ambiental da atividade, dos órgãos responsáveis pela gestão, controle e fiscalização.

O Decreto nº 6.063/2007, regulamenta a gestão de florestas públicas para a produção sustentável, disciplinando sobre o cadastro nacional das florestas públicas, da destinação das florestas públicas às comunidades locais, do plano anual de outorga florestal, do licenciamento ambiental, do procedimento licitatório para concessão de uso das florestas públicas e das questões atinentes ao monitoramento e auditoria das florestas públicas federais.

Importante destacar que o extrativista de madeira nativa deve elaborar e ter aprovado um Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS), cujos parâmetros técnicos a serem adotados na elaboração, apresentação, avaliação técnica e execução com fins madeireiros, para florestas nativas e suas formas de sucessão no bioma Amazônia, são estabelecidos por meio da Resolução CONAMA 406/2009.

A Lei nº 12.651/2012 revogou o Código Florestal de 1965, estabelecendo regras para a proteção da vegetação, área de preservação permanente, reserva legal e exploração florestal, suprimento de matéria-prima florestal e controle da origem dos produtos florestais. Estabelece-se um sistema nacional que integra os dados dos diferentes entes federados, coordenado, fiscalizado e regulamentado pelo órgão federal competente do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA.

Atualmente, o transporte de produtos florestais é realizado por meio do Documento de Origem Florestal (DOF). Em se tratando de manejo sustentável da vegetação florestal, com propósito comercial, adotam-se práticas de exploração seletiva e devem ser feitas em áreas de Reserva Legal. Os procedimentos regulares para exploração florestal são disciplinados nos arts. 30 a 35 da Lei nº 12.651/2012. Assim, a madeira somente pode ser considerada "legalizada" se for oriunda de um Plano de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) ou de um Plano de Exploração Florestal (PEF).

A extração de madeira pode ser considerada seletiva quando poucas espécies valiosas são extraídas da floresta por hectare explorado. A utilização pátios de estocagem, ramais de arraste e clareiras provenientes do corte das árvores geram quantidades significativas de resíduos que precisam de uma destinação ambientalmente adequada.

Um dos riscos jurídicos da utilização de resíduos dessas atividades supracitadas é a conduta eventual do madeireiro, que utiliza mata nativa de forma ilegal, ser estendida à atividade de processamento destes resíduos para a produção de pellets. Aplicam-se à atividade ilegal do madeireiro os crimes contra a Flora previstos na Lei de Crimes Ambientais, Lei nº 9.605/98.

Nesse sentido, recomenda-se que haja controle rigoroso do empreendedor sobre a atividade executada pela madeireira que irá fornecer os resíduos para produção de pellets, exigindo a exibição de licença do vendedor dos resíduos, outorgada pela autoridade competente, e munir-se dos respectivos documentos até o beneficiamento final dos pellets.

Um processo de certificação privada da atividade pode ser uma boa solução em razão das deficiências de fiscalização conhecidas na região Amazônica, em razão do número de fiscais com relação a área ser fiscalizada, e isso poderá ser desenvolvido em parceria com as autoridades certificadoras internacionais.

A certificação brasileira de origem certamente é um ponto crucial para receber a respectiva certificação na União Europeia, pois nesta são avaliados precipuamente a origem da madeira que, por sua vez, deu origem aos pellets para uso e comercialização na União Europeia. A certificação ENPLUS da União Europeia, por exemplo, envia um inspetor que irá checar a origem da madeira e aditivos utilizados para produção dos pellets. (EPC, 2015).

### 2.3.2.2 *Uso e ocupação do solo*

A questão de uso e ocupação do solo depende de autorização municipal para operação, devendo estar de acordo com o plano diretor municipal, segundo a atividade desenvolvida.

Por meio de uma certidão de uso e ocupação do solo, o município atesta os potenciais usos de um determinado imóvel em conformidade com a legislação urbanística municipal, informando aos interessados sobre as possibilidades de utilização do bem, se será comercial, industrial, residencial ou misto, e acerca das especificidades do seu

aproveitamento, como coeficiente de aproveitamento, garagens, número de gabaritos, número de habitações, recuos frontal e lateral e taxa de ocupação.

A certidão servirá para apontar os tipos de atividade que podem ser desenvolvidas no local pretendido, indicando as formas adequadas de utilização do solo, em conformidade com o zoneamento aprovado pela área, seja para fins de construção, reforma, ampliação, parcelamento ou usos em geral. Em geral, é o zoneamento urbanístico que é considerado nesse processo, o qual está definido em normas municipais como Plano Diretor, Lei de Uso e Ocupação do Solo, Código de Urbanismo ou Código de Edificações.

A Constituição Federal de 1988, em seu art. 30, inciso VIII, afirma que compete aos municípios “promover, no que couber, adequado ordenamento territorial, mediante planejamento e controle do uso, do parcelamento e da ocupação do solo urbano”. Como não foi possível obter o Plano Diretor ou Lei de Uso e Ocupação do Solo dos municípios avaliados, não será possível efetuar avaliação específica para este quesito. No entanto, diante da relevância econômica, social e ambiental da fabricação de pellets para exportação, não se vislumbra óbices jurídicos para o desenvolvimento desta atividade, que deverá preceder de certidão municipal de uso e ocupação do solo para operação do estabelecimento industrial.

#### 2.3.2.3 *Políticas públicas*

Não há uma política pública específica para a fabricação e exportação de pellets, mas isso não impede que sejam tomadas medidas para se buscar tal finalidade, sendo importante buscar incentivos de financiamento junto às entidades de fomento, sejam nacionais ou internacionais, para fins de aquisição de máquinas e equipamentos para a produção de pellets.

#### 2.3.2.4 *Infraestrutura e logística*

O Polo Industrial de Manaus (PIM) atrai empresas de alta tecnologia de todo o mundo, como Japão, Estados Unidos, Alemanha, Finlândia, entre outros, que trouxeram tecnologia de ponta e desenvolveram o setor automotivo, eletroeletrônico, relojoeiro, entre outros, contando com mais de 500 empresas nacionais e multinacionais. A infraestrutura logística na região amazônica se dá pela utilização do Rio Amazonas, que é o principal modal

a ser utilizado, tanto para carga como para descarga de insumos, matérias-primas e produtos acabados.

A entrada de insumos importados, oriundos da Ásia, da Europa e Estados Unidos vêm pelo modal marítimo e aéreo, já os insumos nacionais, vindos em grande parte da região Sudeste brasileira vem por meio rodoviário. A saída de produtos acabados é realizada por meio rodoviário, com distribuição de Manaus até Belém por via fluvial e a entrega em São Paulo/ Rio de Janeiro em Centros de distribuição por via rodoviária. Há também, entrega direta para a Região Sudeste por meio do modal aéreo.

A Lei nº 9.611/98 dispõe sobre o Transporte Multimodal de Cargas, modalidade jurídica adequada para a exportação de pellets, utilizando-se do transporte fluvial, terrestre e marítimo. Segundo o art. 2º da referida lei, “transporte Multimodal de Cargas é aquele que, regido por um único contrato, utiliza duas ou mais modalidades de transporte, desde a origem até o destino, e é executado sob a responsabilidade única de um Operador de Transporte Multimodal.”

Segundo o art. 3º da Lei nº 9.611/98, “o Transporte Multimodal de Cargas compreende, além do transporte em si, os serviços de coleta, unitização desunitização, movimentação, armazenagem e entrega de carga ao destinatário, bem como a realização dos serviços correlatos que forem contratados entre a origem e o destino, inclusive os de consolidação e desconsolidação documental de cargas.”

O Transporte Multimodal de Cargas deve ser realizado por meio de contrato específico denominado Contrato de Transporte Multimodal (art. 8º), podendo inclusive ser internacional (art. 2º, parágrafo único, inciso II), mediante emissão do termo de Conhecimento de Transporte Multimodal de Cargas (art. 9º), que deverá conter (art. 10):

- I - a indicação "negociável" ou "não-negociável" na via original, podendo ser emitidas outras vias, não negociáveis;
- II - o nome, a razão ou denominação social e o endereço do emitente, do expedidor, bem como do destinatário da carga ou daquele que deva ser notificado, quando não nominal;
- III - a data e o local da emissão;
- IV - os locais de origem e destino;
- V - a descrição da natureza da carga, seu acondicionamento, marcas particulares e números de identificação da embalagem ou da própria carga, quando não embalada;
- VI - a quantidade de volumes ou de peças e o seu peso bruto;

VII - o valor do frete, com a indicação "pago na origem" ou "a pagar no destino";

VIII - outras cláusulas que as partes acordarem.

Com a emissão do termo de Conhecimento, o Operador de Transporte Multimodal assume perante o contratante diversas responsabilidades, nos termos dos arts. 11 a 14 da Lei nº 9.611/98:

I - pela execução dos serviços de transporte multimodal de cargas, por conta própria ou de terceiros, do local em que as receber até a sua entrega no destino;

II - pelos prejuízos resultantes de perda, danos ou avaria às cargas sob sua custódia, assim como pelos decorrentes de atraso em sua entrega, quando houver prazo acordado.

Parágrafo único. No caso de dano ou avaria, será lavrado o "Termo de Avaria", assegurando-se às partes interessadas o direito de vistoria, de acordo com a legislação aplicável, sem prejuízo da observância das cláusulas do contrato de seguro, quando houver.

Art. 12. O Operador de Transporte Multimodal é responsável pelas ações ou omissões de seus empregados, agentes, prepostos ou terceiros contratados ou subcontratados para a execução dos serviços de transporte multimodal, como se essas ações ou omissões fossem próprias.

Parágrafo único. O Operador de Transporte Multimodal tem direito a ação regressiva contra os terceiros contratados ou subcontratados, para se ressarcir do valor da indenização que houver pago.

Art. 13. A responsabilidade do Operador de Transporte Multimodal cobre o período compreendido entre o instante do recebimento da carga e a ocasião da sua entrega ao destinatário.

Parágrafo único. A responsabilidade do Operador de Transporte Multimodal cessa quando do recebimento da carga pelo destinatário, sem protestos ou ressalvas.

Art. 14. O atraso na entrega ocorre quando as mercadorias não forem entregues dentro do prazo expressamente acordado entre as partes ou, na ausência de tal acordo, dentro de um prazo que possa, razoavelmente, ser exigido do operador de transporte multimodal, tomando em consideração as circunstâncias do caso.

Parágrafo único. Se as mercadorias não forem entregues dentro de noventa dias corridos depois da data da entrega estabelecida, de conformidade com o disposto no caput, o consignatário ou qualquer outra pessoa com direito de reclamar as mercadorias poderá considerá-las perdidas.

Especificamente quanto à exportação, importante frisar o que dispõe o art. 27 da referida Lei nº 9.611/98:

Art. 27. No caso de transporte multimodal de carga internacional, na importação ou na exportação, quando o desembarque não for realizado nos pontos de entrada ou saída do País, a concessão do regime especial de trânsito aduaneiro será considerada válida para todos os percursos no território nacional, independentemente de novas concessões.

§ 1º O beneficiário do regime será o Operador de Transporte Multimodal.

§ 2º O regime especial de trânsito aduaneiro será concedido:

I - na importação, pela unidade aduaneira com jurisdição sobre o ponto de entrada das mercadorias no território nacional;

II - na exportação, pela unidade aduaneira em cuja jurisdição se proceder o desembaraço para exportação.

Este é o modelo jurídico mais adequado para a exportação dos pellets, pois confere segurança jurídica no transporte por vários modais, com legislação que prevê garantias específicas para a operação de transporte que envolve mais de um modal, inclusive regulamentação específica sobre cobertura securitária. A Lei nº 9.611/98 é regulamentada pelo Decreto nº 3.411/2000, que dispõe sobre o registro do operador de transporte multimodal e acerca do controle aduaneiro e da responsabilidade tributária no transporte multimodal internacional de cargas.

A regulação técnica para o exercício da atividade de transporte aquaviário das embarcações no interior (fluviais) são disciplinadas pelas Normas da Autoridade Marítima para Embarcações Empregadas na Navegação Interior (NORMAM-02/DPC), aprovada pela Portaria nº 103/DPC (Diretoria de Portos e Costas da Marinha do Brasil – Autoridade Marítima do Brasil), de 7 de abril de 2020, ao passo que para a navegação em mar aberto é disciplinada pelas Normas da Autoridade Marítima para Embarcações Empregadas na Navegação em Mar Aberto (NORMAM-01'DPC), aproado pela Portaria nº 102/DPC, de 7 de abril de 2020. Todas as normas podem ser visualizadas no site: <https://www.marinha.mil.br/dpc/normas>.

A Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), criadas por meio da Lei nº 10.233/2001, detém a competência para a regulação técnica do transporte aquaviário e terrestre no Brasil, inclusive o transporte multimodal, que cabe à ANTT.

Eventualmente podem surgir caminhos críticos para a obtenção de licenças para o transporte dos pellets, como a necessidade de apresentação de documentos específicos, desembaraços aduaneiros, entre outras questões inerentes ao transporte multimodal. Por essa razão é que se recomenda empresa que possa atuar na forma de um contrato multimodal, e assume assim todas as responsabilidades inerentes a esta atividade, nos termos da Lei nº 9.611/98, conforme detalhado no item 3.2.7.

## 2.4 CONCLUSÃO PARTE 2

Com relação às exigências ambientais, foi constatado que somente atividades de significativo impacto ambiental de âmbito nacional ou regional estão sujeitas ao licenciamento ambiental, e que para a atividade de produção de pellets de resíduos vegetais não se vislumbra dano ambiental que venha a exigir Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA), mas somente procedimento ambiental simplificado. Assim, não haveria óbice para a operação das instalações de produção de pellets.

Com relação às exigências tributárias destaca-se a isenção de tributos estaduais (ICMS) e federais (PIS/COFINS) sobre a venda de pellets ao mercado exterior, conforme detalhado anteriormente. As Empresas Preponderantemente Exportadoras, com mais de 50% da Receita oriunda da exportação, podem adquirir insumos, nacionais ou importados, com suspensão de IPI, PIS/PASEP e COFINS.

Relativamente às exigências de certificação verificou-se a importância de se fabricar pellets que atendam aos critérios normativos de certificação exigidos pelos países de destino, a maioria relacionado à qualidade da combustão dos pellets, sob pena do produto não ser aceito ou perder significativo valor de mercado.

Verificou-se que não há um Licenciador do European Pellet Council (EPC) presente no Brasil e que a solicitação de obtenção da certificação ENplus deve ser feita diretamente ao órgão Europeu.

Foram identificados os custos para o obtenção da certificação, que incluem a taxa de licença, de 0,15 € por tonelada para os pellets produzidos (a granel e pellets ensacados), exceto para as usinas de energia ou para uso em camas de animais (sujeito à aprovação do Licenciante Internacional), além dos custos adicionais de 2 a 3 mil euros por ano relacionados à inspeção anual e ao processo geral de certificação, cobrados diretamente pelos Organismos de Certificação, Inspeção e, de Ensaios envolvidos.

Foi também constatado que são necessários cerca de 2 a 3 meses para concluir o procedimento de obtenção da certificação detalhado anteriormente.

Verificou-se também riscos jurídicos relacionados à extração irregular de madeira nativa, recomendando-se, portanto, um controle rigoroso por parte do empreendedor sobre a atividade executada pela madeireira que irá fornecer os resíduos para produção de pellets, exigindo a exibição de licença do vendedor dos resíduos, outorgada pela autoridade

competente, e munir-se dos respectivos documentos até o beneficiamento final dos pellets, ainda mais considerando que as certificações internacionais exigem inspeção para checagem da origem da madeira e aditivos utilizados para fabricação dos *pellets* (EPC, 2015).

Não se vislumbram óbices jurídicos relativos ao uso e ocupação do solo, que deverá preceder de certidão municipal de uso e ocupação do solo para operação do estabelecimento industrial.

Relativamente à infraestrutura e logística, essa questão será detalhada no item 3.2.7. Nesse processo, não se vislumbra qualquer óbice jurídico a esta atividade, especialmente considerando que a atividade encontra-se devidamente regulamentada, com normas em vigor e que permitem a exportação dos produtos avaliados.

### **3. PARTE 3: ASPECTOS TÉCNICOS DA IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA DE PELETIZAÇÃO VOLTADA PARA EXPORTAÇÃO**

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

Nesta seção são avaliados os parâmetros de viabilização técnica das amostras coletadas de matéria-prima (resíduos) para a produção de pellets, através da produção em laboratório e análise em laboratório.

São também analisados os aspectos de infraestrutura física para escoamento do produto, os locais adequados para implementação do projeto e o dimensionamento das unidades pelletizadoras. Foram também listados e explicados todos equipamentos necessários para coleta, preparo, transporte de resíduos, fabricação e transporte de pellets até o consumidor final (na Europa ou Brasil).

Finalmente, são analisados os principais gargalos técnicos observados ao longo do estudo, seguido por proposta de rotas de apoio.

#### **3.2 METODOLOGIA**

##### **3.2.1 Parâmetros Operacionais e Adequações da Matéria-Prima**

###### *3.2.1.1 Preparo das Amostras*

Durante as visitas de campo foram coletadas 7 amostras de 150 kg de serragem de madeira nativa (pó-de-serra), sendo 1 em Itapuã, 1 em Vale do Anari, 2 em Humaitá e 3 em Santo Antonio do Matupi. Das amostras coletadas constitui-se 1 mistura de 100 kg ( 2 x 50 kg/amostra) a partir da “Amostra Rondônia” (Vale do Anari e Itapuã) e uma mistura de 100 kg ( 5 x 20 kg/amostra ) da “Amostra Amazonas” (Humaitá e Santo Antônio do Matupi), conforme figuras 19 e 20.

Figura 19 - Fotos de Amostras de Rondônia: Vale do Anari (Madrex e Anari) e Itapuã (Madeflona), 50 kg/amostra



Figura 20 - Fotos de Amostras do Amazonas (Humaitá e Santo Antônio do Matupi), 20 kg/amostra





As amostras foram enviadas ao laboratório da SOLUMAD no mês de Outubro de 2020, tendo sido embaladas em sacos plásticos dentro de caixas de papelão, visando manutenção das propriedades físico-químicas (Figura 21). As identificações das amostras foram registradas no interior das caixas e nos sacos plásticos. O laboratório realizou dois (02) ensaios de produção de pellets visando analisar a qualidade do produto em relação à Norma Enplus.

Figura 21 - Fotos das Amostras Recebidas pela Solumad



### 3.2.1.2 Procedimento de peletização

Todo o material identificado como amostra Amazonas foi colocado sobre uma lona (Figura 22) e misturado com o auxílio de uma pá (Figura 23), o mesmo sendo feito com todo o material identificado como Rondônia (Figura 24 e 25). Após as misturas todo o material

passou pelo processo de secagem em estufa a 90°C até obter um teor de umidade de aproximadamente 16% (base úmida), visando a obtenção de pellets de qualidade. Após a secagem o material foi acondicionado em sacos plástico e encaminhados para o processo de peletização.

Segundo a SOLUMAD a compactação é melhorada com teores de umidade próximos de 15% para madeiras amazônicas. Pela dificuldade em se conseguir um teor de umidade homogêneo no material, foi possível atingir uma média de 16%.

Figura 22 - Amostra Amazonas antes da mistura



Fonte: Solumad

Figura 23 - Amostra Amazonas após a mistura



Fonte: Solumad

Figura 24 - Amostra Rondônia antes da mistura



Fonte: Solumad

Figura 25 - Amostra Rondônia após a mistura



Fonte: Relatório de Ensaio de Pellets (Solumad, 2020)

A peletização foi realizada em uma Peletizadora piloto de laboratório, marca Lippel, com matriz plana, capacidade de 400 kg/hora e diâmetro dos pellets de 6 mm (Figura 26).

Figura 26 - Representação esquemática da matriz plana de peletização.



Fonte: Relatório de Ensaio de Pellets (Solumad, 2020)

Em cada mistura, a Peletizadora foi aquecida até 80°C antes do início dos testes de peletização. Os parâmetros de peletização foram sendo ajustados até a obtenção de pellets

com qualidade visualmente adequada. Os valores ideais dos parâmetros registrados durante o período de produção dos pellets com melhor qualidade são apresentados na Tabela 12. Aproximadamente 80 kg de matéria-prima foram utilizadas para cada tratamento (Amazonas e Rondônia), sendo que na peletização foi realizada apenas uma repetição de cada tratamento

Tabela 13 - Valores ideais de parâmetros de peletização para a obtenção de pellets de qualidade visual adequada ao enquadramento em normas de qualidade para geração de energia

Misturas	Potência média do motor da matriz (Watts)	Velocidade do motor da matriz (rpm)*	Velocidade do motor de alimentação da matéria-prima* (rpm)	Temp. 1 (°C)	Temp. 2 (°C)	Pressão dos rolos sobre a matriz (Bar)
Amazonas	8026	817	251	102	85	170
Rondônia	6954	461	207	80	82	150

(\*) velocidade anterior à redução

Nota: Temperatura 1 = temperatura da matriz Peletizadora durante a peletização; Temperatura 2 = temperatura dos pellets, logo após a saída dos orifícios da matriz.

### 3.2.1.3 Análise Laboratorial

Foram analisados em laboratório o Teor de Umidade, Poder Calorífico Superior (PCS) e Poder Calorífico Líquido (PCL) das 02 misturas de espécies de resíduos denominadas Amostra Rondônia e Amostra Amazônia. As normas utilizadas para o preparo das amostras são indicadas na tabela abaixo:

Tabela 14 - Normas de Preparo e Ensaio de Umidade, PCS e PCL das Amostras in-natura de Rondônia e Amazônia.

Ensaio	Norma
Preparação da Amostra	NBR 14660
Teor de Umidade	NBR 14929

PCS	DIN 51900
PCL	DIN 51900

Fonte: Solumad

Após a fabricação dos pellets em laboratório, foram analisados todos os parâmetros necessários para verificação da qualidade exigida pela norma ENplus contemplando: Teor de Umidade, Teor de Finos, Teor de Cinzas, durabilidade mecânica, Poder Calorífico Inferior, Aditivos, densidade a granel, N, S, Cl, As, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Zn, diâmetro e comprimento dos pellets.

Conforme indicado pela Solumad, as normas utilizadas nos ensaios são semelhantes à norma Enplus, salvo para os ensaios de Durabilidade Mecânica e Teor de Finos, onde foi necessária adaptação do equipamento em relação à norma EN 15210-1. A tabela abaixo indica as normas normas que foram utilizadas pelo laboratório Solumad para cada ensaio realizado.

Tabela 15 - Normas adotadas para ensaio de Pellets

Ensaio	Norma	Normas correspondentes indicadas pela ENPlus
Preparação da Amostra	NBR 14660	ISO 14780
Teor de umidade	EN 14774-2	ISO 18134
Teor de Cloro	ASTM D4208	ISO 16994
Teor de Cinzas	EN 14775	ISO 18122
PCU/PCL <sup>1</sup>	DIN 51900	ISO 18125
Densidade a granel aparente	EN 15103	ISO 17828
Comprimento médio	DIN 52182	ISO 17829
Comprimento mínimo	EN 16127	ISO 17829
Comprimento máximo	EN 16127	ISO 17829
Diâmetro	EN 16127	ISO 17829
Durabilidade mecânica	EN 15210-1	ISO 17831-1
Teor de finos	EN 15210-1	ISO 18846
As	EN 15297	ISO 16968
Cd	EN 15297	ISO 16968
Cr	EN 15297	ISO 16968

Cu	EN 15297	ISO 16968
Pb	EN 15297	ISO 16968
Hg	EN 15297	ISO 16968
Ni	EN 15297	ISO 16968
Zn	EN 15297	ISO 16968

Fonte: Solumad, EPC (2015)

### **3.2.2 Quantidade de Matéria-Prima Disponível para Produção de Pellets**

A quantidade de matéria-prima (resíduos de madeira) gerados pelas Flonas da região de Purus-Madeira (Flona do Jamari, Flona do Jacundá e Flona de Humaitá), e disponíveis para a produção de pellets, são provenientes do Produto 02 da presente consultoria.

### **3.2.3 Análise do Impacto da Natureza Sazonal da Atividade Madeireira**

Conforme explanado no relatório do Produto 02, para evitar a descontinuidade do transporte de madeira do manejo florestal até o pátio da indústria processadora (que opera de 11 a 11,5 meses por ano, conforme constatado nas visitas de campo), as empresas de exploração florestal podem solicitar a homologação de um pátio central de estocagem junto à secretaria de Meio Ambiente do Estado. Caso a vistoria constate a viabilidade ambiental de continuidade do transporte o pedido é homologado, possibilitando a estocagem de parte das madeiras em toras ao longo da safra para que sejam transportadas às serrarias ao longo de todo o ano.

### **3.2.4 Estrutura Física Básica para Escoamento do Produto**

Quanto à estrutura física básica para escoamento de pellets ao mercado externo, foram realizadas visitas de campo para verificação das condições de infraestrutura de transporte rodoviário para o produto, bem como acessos de carregamento nos portos fluviais.

Foram também realizadas pesquisas nos websites dos portos e empresas que operam na região e discussões com agências de frete rodoviário, fluvial e marítimo, que

realizaram cotações de transporte de frete e indicaram os portos adequados para carregamento dos pellets

#### *3.2.4.1 Rodovias de Humaitá, Itapuã do Oeste e Porto Velho*

Durante as visitas de campo foram verificadas as condições das estradas utilizadas para o escoamento dos pellets entre as possíveis localidades das unidades de fabricação (Humaitá, Itapuã do Oeste ou Porto Velho) e os possíveis portos fluviais a serem utilizados para exportação do produto (em Humaitá ou Porto Velho).

#### *3.2.4.2 Portos em Humaitá (destino Manaus)*

Foram realizadas visitas para verificação da estrutura física para embarque da matéria prima no Terminal de Uso Privado (TUP) de Humaitá, operado pela empresa - J. F. Oliveira Navegação, e no Porto Público de Humaitá, construído pela Prefeitura do município para dar suporte às empresas do setor industrial local e redondezas facilitando o embarque e desembarque do transporte fluvial.

#### *3.2.4.3 Portos em Porto Velho (destino Manaus)*

Foram realizadas visitas para verificação da estrutura física para embarque da matéria prima no Terminal de Uso Privado (TUP) de Porto Velho, operado pela empresa - J. F. Oliveira Navegação, e no Porto Público de Porto Velho.

### **3.2.5 Locais Apropriados para a Implantação de uma Usina de Peletização**

A análise locacional da Unidade Peletizadora foi realizada com base na quantidade de resíduos gerados por localidade, nas distâncias entre Serrarias, Unidade Peletizadora, Consumidores Finais e Portos de Embarque, bem como nos possíveis riscos que poderiam inviabilizar a implantação da usina por questões ambientais, sociais, econômicas ou de infraestrutura.

Durante as entrevistas de campo na região de Humaitá, os geradores de resíduos foram questionados sobre as melhores localidades para implantação das unidades de processamento de toras oriundas da Flona de Humaitá.

A análise econômico-financeira deste estudo indicará a melhor localização das usinas em termos de rentabilidade financeira.

### 3.2.6 Cenários de Capacidade de Produção

Com base no perfil de geração de resíduos nos municípios da região do estudo, na análise locacional e nos demais aspectos técnicos e econômicos indicados ao longo deste relatório, são sugeridos 3 possíveis cenários de localização da(s) Unidade(s) Peletizadora(s), visando estudar a viabilidade econômica de cada uma das alternativas.

O dimensionamento das Unidades peletizadoras foi realizado junto à fabricantes com experiência em projetos similares e que subsidiaram este estudo, além da literatura, com dados relativos aos parâmetros operacionais, adequação da matéria prima e custos envolvidos no processo de fabricação de pellets.

Os cenários locacionais definidos são indicados abaixo:

- Uma unidade localizada em Itapuã do Oeste para fabricação de pellets a partir dos resíduos das Flonas de Jamari e Jacundá;
- Uma unidade localizada em Humaitá para fabricação de pellets a partir dos resíduos de toda a Flona de Humaitá;
- Uma unidade centralizada em Porto Velho para fabricação de pellets a partir dos resíduos das Flonas de Humaitá, Jamari e Jacundá;

### 3.2.7 Coleta de Resíduos, Fabricação e Transporte de Pellets

Para o dimensionamento dos equipamentos de coleta, preparo e transporte de resíduos e pellets foram realizadas consultas a diversos fornecedores de caminhões e equipamentos, sendo que alguns não desejaram que dados de preços fossem explicitamente publicados indicando-os como fonte da informação.

A Tabela 16 indica os principais parâmetros para o dimensionamento da logística de coleta de resíduos para os 3 Cenários de localização da(s) Unidade(s) Peletizadora(s) estudados.

Tabela 16 - Principais parâmetros para o dimensionamento da logística de coleta de resíduos;

#	Parâmetro	Unidade	Humaitá (AM)	Itapuã do Oeste (RO)	Porto Velho (RO)
1	Distância de ida e volta				

Humaitá	km/ viagem	20	-	440
Itapuã do Oeste	km/ viagem	-	2	200
<b>2   Disponibilidade operacional da coleta de resíduos</b>				
Humaitá	meses p.a.	11,5		11,5
Itapuã do Oeste	meses p.a.		11,5	11,5
Humaitá	dias p.m.	23		23
Itapuã do Oeste	dias p.m.		23	23
Humaitá	horas p.d.	11		11
Itapuã do Oeste	horas p.d.		11	11
Humaitá	dias p.a.	265		265
Itapuã do Oeste	dias p.a.		265	265
<b>3   Quantidade de resíduos disponíveis</b>				
Humaitá	tpa	28 000		28 000
Itapuã do Oeste	tpa		31 700	31 700
<b>Total</b>	<b>tpa</b>	<b>28 000</b>	<b>31 700</b>	<b>59 700</b>

(\*) p.a. (por ano); ), p.m. (por mês), p.d. (por dia), tpa (toneladas por ano)

Foram consultadas as empresas Amandus Kahl (Alemanha) e Nazzareno (Itália) para o dimensionamento técnico e indicação de parâmetros operacionais e econômicos, com base na disponibilidade de resíduos nas regiões de estudo indicado na Tabela acima.

Para o caso de venda do produto (pellets) no mercado brasileiro, foram realizadas consultas a empresas especializadas em frete rodoviário (que desejaram não ter seus nomes publicados) para localidades num raio de 400 a 1700 km de distância da Unidade Peletizadora a ser localizada em Humaitá, Itapuã ou Porto Velho.

Quanto à exportação de pellets à Europa foram realizadas discussões junto a empresas especializadas em frete internacional MSC Mediterranean Shipping do Brasil e CMA CGM Group, que informaram sobre as condições de frete fluvial de Porto Velho ou Humaitá até Manaus, e marítimo de Manaus até Le-Havre, França.

### 3.2.8 Gargalos Técnicos e Rotas de Apoio

Os gargalos técnicos observados ao longo do estudo, e em particular, durante as visitas de campo e discussões com órgãos públicos, fornecedores de equipamentos e fornecedores de serviços de frete multimodal, são listados na sequência deste relatório. Em seguida são recomendadas rotas de apoio relacionadas aos gargalos técnicos identificados.

## 3.3 RESULTADOS

### 3.3.1 Parâmetros Operacionais e Adequações da Matéria-Prima

#### 3.3.1.1 Caracterização da Matéria-Prima In-Natura

Os resultados das análises de laboratório referente ao Teor de Umidade, PCS e PCL das 02 misturas de espécies de resíduos denominadas Amostra Rondônia e Amostra Amazônia são indicados na Tabela 17.

Tabela 17 - Resultados da Análise de Umidade, PCS e PCL das Amostras Rondônia e Amazônia.

Análise	Unidade	Resultado	
		AM	RO
Teor de umidade <sup>1</sup>	%	40	22
	kcal/kg	4 813	5 035
	MJ/Kg	20,2	21,1
	kWh/kg	5,60	5,86
PCS <sup>2</sup>	kcal/kg	2 467	3 555
	MJ/Kg	10,3	14,9
	kWh/kg	2,87	4,13

Nota: <sup>1</sup>Teor de umidade na base úmida; <sup>2</sup>Poder calorífico superior; <sup>3</sup>Poder calorífico líquido.

Fonte: Laboratório SOLUMAD

#### 3.3.1.2 Resultados dos Ensaios de Peletização

A mistura de espécies do Amazonas apresentou melhor desempenho na peletização, porém foi necessário aumentar o teor de umidade da matéria-prima, antes de entrar na matriz de peletização para um teor de umidade médio de 21% (base úmida) para a obtenção de pellets de qualidade. Para o cálculo de poder calorífico líquido dos pellets foi considerado o teor de umidade de 5,75% para a amostra Amazonas e 8,21% para a amostra Rondônia.

Os pellets da mistura Amazonas tiveram melhor qualidade visual (Figura 27) após a saída da matriz de peletização, se mantendo íntegros e compactados em comparação com a mistura Rondônia (Figura 28).

Figura 27 - Pellets produzidos com a amostra Amazonas



Fonte: Solumad

Figura 28 - Pellets produzidos com a amostra Rondônia



Fonte: Solumad

A Tabela 18 apresenta os dados operacionais dos dois ensaios de peletização realizados.

Tabela 18 - Parâmetros operacionais de peletização

Misturas	Unid.	AM	RO
Potência Média do Motor	W	8026	6954
Velocidade do Motor antes da redução	rpm	817	461
Velocidade da Matriz (*)	rpm	98,91	55,81
Velocidade do motor de alimentação matéria prima	rpm	251	207
Velocidade de alimentação matéria prima (*)	rpm	1,93	1,592
Temperatura 1	°C	102	80
Temperatura 2	°C	85 (76-89)	82

Teor de Umidade da Matéria-Prima	%	21
Pressão dos Rolos sobre matriz	Bar	170 (150-190)

(\*) No motor da matriz a redução é de 1: 8,26 e o motor do silo de alimentação do fabricante é em torno de 1: 130

A potência requerida pelo motor da Peletizadora na amostra Amazonas foi maior (8026 Watts) em comparação com a amostra Rondônia (6954 Watts). A velocidade do motor da matriz também foi maior (817 rpm) quase o dobro da amostra Rondônia (461 rpm), o que faz com que a produção seja mais acelerada, tornando a Peletizadora mais eficiente, com maior produção toneladas/hora. Para efeito de comparação, a produção de pellets de pinus, que é a matéria-prima mais usada no Brasil para a produção de pellets, permite o uso de uma velocidade do motor da matriz de 1000 a 1200 rpm. Assim, o uso dessas misturas terão produção mais lenta que para a produção de pellets de pinus..

Ambas as amostras (Amazonas - 251 rpm e Rondônia - 207 rpm) requerem baixa velocidade do motor de alimentação matéria prima, sendo que a velocidade de alimentação da matéria-prima na matriz, a partir do silo de alimentação, foi inferior a 2 rpm em ambos casos. Segundo a Solumad esta foi a melhor condição encontrada para a peletização do material, em função da alta densidade do material.

Se a velocidade é aumentada, a matriz trava em função de excesso de matéria-prima no ponto de compactação. Para comparação, a peletização de pinus permite velocidade de até 450 rpm.

A temperatura da matriz para a peletização deve estar entre 80 a 100°C para ambas as amostras. Estas temperaturas são facilmente atingidas nas peletizadoras comerciais.

A pressão dos rolos de compressão sobre a matriz necessitou ser maior para a amostra Amazonas (170 Bar) em comparação com a amostra Rondônia (150 Bar). Esta diferença provavelmente foi em função da diferença da densidade a granel das matérias-primas (kg/m<sup>3</sup>).

A amostra Rondônia foi mais difícil de peletizar e a qualidade dos pellets foi visivelmente inferior aos pellets da amostra Amazonas. A amostra Rondônia produziu mais finos durante a peletização, provavelmente devido à granulometria menor, o que dificultou a

peletização. É necessária uma moagem da matéria-prima que produza menos finos para melhorar a qualidade dos pellets dessa amostra.

Apesar do protocolo da SOLUMAD indicar 15% como parâmetro ótimo de umidade, ambas amostras necessitaram de elevação de 16% para 21% do teor de umidade para melhorar a compactação. Isso foi ajustado mediante aspersão de água no reservatório de matéria prima. A qualidade dos pellets da amostra Amazonas melhorou com a elevação do teor de umidade, porém não houve melhora na amostra Rondônia.

### 3.3.1.3 Resultados Analíticos da Análise Laboratorial

Os resultados das análises de laboratório referente aos parâmetros necessários para verificação da qualidade exigida pela norma ENplus contemplando: Teor de Umidade, Teor de Finos, Teor de Cinzas, durabilidade mecânica, Poder Calorifico Inferior, Aditivos, densidade, N, S, Cl, As, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg, Ni, Zn, diâmetro e comprimento dos pellets, são indicados na Tabela a seguir.

Tabela 19 - Resultado das Análises dos Pellets produzidos em Peletizadora piloto com relação aos itens da norma ENplus®

Analise	Unidade	Resultado		ENplus		
		AM	RO	A1	A2	B
Teor de umidade	%	5,75	8,21	<= 10		
Teor de Cloro	%	0,07	0,06	<= 0,02	<= 0,03	
Teor de Cinzas	%	2,19	0,92	<= 0,7	<= 1,2	<= 2,0
PCL <sup>1</sup>	kWh/kg	4,98	4,80	>= 4,6		
Densidade a granel aparente	kg/m3	721,2	568,2	600 <= DA <= 750		
Densidade da unidade	g/cm3	1,24	1,13	-		
Comprimento médio	mm	15,18	14,32			
Comprimento mínimo	mm	4,28	4,31	3,15 < C <= 40		
Comprimento máximo	mm	45,9	44			
Diâmetro	mm	6,38	6,46	6 +/- 1		
Durabilidade mecânica	%	93,9	86,5	>= 98,0	>= 97,5	
Teor de finos	%	3,82	6,24	<= 1,0		

Nota: <sup>1</sup>poder calorífico líquido.

Elemento	Metodologia	Unidade	Resultado LQ		ENplus A1/A2/B	LQ
			AM	RO		
As	EN 15297	mg/kg	< LQ	0,097	<= 1,0	0,061
Cd	EN 15297	mg/kg	< LQ	< LQ	<= 0,5	0,38
Cr	EN 15297	mg/kg	1,49	< LQ	<= 10,0	0,58
Cu	EN 15297	mg/kg	1,614	1,622	<= 10,0	1,57
Pb	EN 15297	mg/kg	< LQ	< LQ	<= 10,0	2,44
Hg	EN 15297	mg/kg	< LQ	< LQ	<= 0,10	0,049
Ni	EN 15297	mg/kg	< LQ	< LQ	<= 10,0	0,53
Zn	EN 15297	mg/kg	2,67	4,05	<= 100,0	1,72

(\*) LQ: Limite de Quantificação

Os resultados analíticos indicam que os pellets produzidos a partir de Amostra Amazônia apresentaram propriedades inorgânicas, como teor de cloro e cinzas, fora do limite da Norma ENplus®. O Teor de Cloro foi de 0,07%, acima do limite de 0,03% requerido para as classes A2 e B, ou 0,02% para a classe A1. O Teor de Cinzas medido para esta amostra foi de 2,19%, ligeiramente acima do limite de 2 % requerido para a classes B, porém bem acima dos limites para as classes A1 e A2, de 0,7% e 1,2% respectivamente.

Os pellets produzidos a partir da Amostra Rondônia apresentaram um Teor de Cloro de 0,06%, também fora dos limites da Norma ENplus®, porém o Teor de Cinzas de 0,92% seria enquadrado na classe A2.

Os parâmetros mecânicos como comprimento, durabilidade mecânica, teor de finos e densidade, também fora dos limites, dependem muito mais da tecnologia de peletização do que da matéria prima. Segundo informação dos fabricantes de peletizadoras, o parâmetro densidade abaixo da norma no caso da Amostra Rondônia não seria um problema pois indica que o canal de compactação da matriz de peletização é possivelmente curto. Assim, este parâmetro poderá ser corrigido durante peletização em matriz de escala comercial.

Em resumo, os resultados indicam que, devido principalmente ao excesso do Teor de Cloro, não seria possível obter-se a certificação ENplus® para exportação dos pellets ao mercado Europeu. Os elevados teores de cloro observados aparentemente são derivados de contaminação das amostras, conforme explanado no tópico seguinte deste relatório.

### 3.3.1.4 Comparação com outros Resultados da Área de Estudo

Foi realizada uma comparação dos resultados da Solumad com estudo encomendando em 2018 em Rondônia pela empresa Nova Itália junto ao laboratório LAPEM, e disponibilizado para esta consultoria, onde foram analisadas 32 amostras de costaneiras, resíduos florestais (\*) e pó de serra da região de Rondônia: Nova Mutum, Ariquemes, Vale do Anari e Itapuã do Oeste (resultados indicados no ANEXO IV). Trata-se de estudo mais representativo devido ao maior quantidade e variedades de amostras, cujos resultados laboratoriais relativos aos teores de Cloro e Cinza permitiriam obter a certificação ENplus Classe A1.

O teor de Cloro do resultado do LAPEM para serragem foi 0,0212%, correspondente à classe ENplus B, sendo esta superior ao teor de Cloro apurado para a costaneira de 0,0159%, correspondente à Classe A, e para os resíduos florestais foi de 0,0151%, também correspondente à classe A.

Tabela 20 - Resultados de Teor de Cloro para 32 amostras de resíduos em Rondônia

Tipo de Resíduo	Qde Amostras	Cloro		ENplus		
		µg g-1	%	A1	A2	B
A (Costaneira)	15	159	0,016	<= 0,02	<= 0,02	<= 0,03
B (Resíduos Florestais) (*)	13	151	0,015	<= 0,02	<= 0,02	<= 0,03
C (Pó de Serra Fita e Plaina)	2	212	0,021	<= 0,02	<= 0,02	<= 0,03
C (Pó de Serra Estocado)	2	212	0,021	<= 0,02	<= 0,02	<= 0,03

Fonte: Nova Itália, LAPEM 2018

(\*) Resíduos Florestais : Roxinho, Garapeira, Muiracatiara, Orelha de Macaco, Muirapiranga, Tauari Carvão, Massaranduba, Fava amargosa, Mandioqueira, Cambará, Jequitibá, Amapá, Abiurana

O teor de Cinzas do resultado do LAPEM para serragem foi 1,239%, correspondente à classe ENplus B, sendo esta superior ao teor de Cinzas apurado para a costaneira de 0,329%, correspondente à Classe A, e para os resíduos florestais foi de 0,649%, também correspondente à classe A.

Tabela 21 - Resultados de Teor de Cinzas para 32 amostras de resíduos em Rondônia

Tipo de Resíduo	Qde Amostras	Cinzas			ENplus		
		%	A1	A2	B		
A (Costaneira)	15	0,329	<= 0,7	<= 1,2	<= 2,0		

B (Resíduos Florestais)	13	0,649	<= 0,7	<= 1,2	<= 2,0
C (Pó de Serra Fita e Plaina)	2	1,239	<= 0,7	<= 1,2	<= 2,0
C (Pó de Serra Estocado)	2	1,239	<= 0,7	<= 1,2	<= 2,0

Fonte: Nova Itália, LAPEM 2018

Ao analisarmos a média dos teores de cinza e cloro, considerando uma proporção 20% Pó-de-Serra e 80% Costaneira, obteríamos um Teor de Cloro de 0,017% e um Teor de Cinzas 0,511%, e ambos estariam dentro dos limites da Classe ENplus A1.

Tabela 22 - Resultados da Média dos Teores de Cinza e Cloro para 32 amostras de resíduos em Rondônia, considerando a proporção de 20% Pó-de-Serra e 80% Costaneira

Analise (Média Grupos A, B e C)	Metodologia	Unidade	RO (LAPEM)	ENplus		
				A1	A2	B
Teor de Cloro	ASTM D4208	%	0,017	<= 0,02	<= 0,03	
Teor de Cinzas	EN 14775	%	0,511	<= 0,7	<= 1,2	<= 2,0

Fonte: Nova Itália, LAPEM 2018

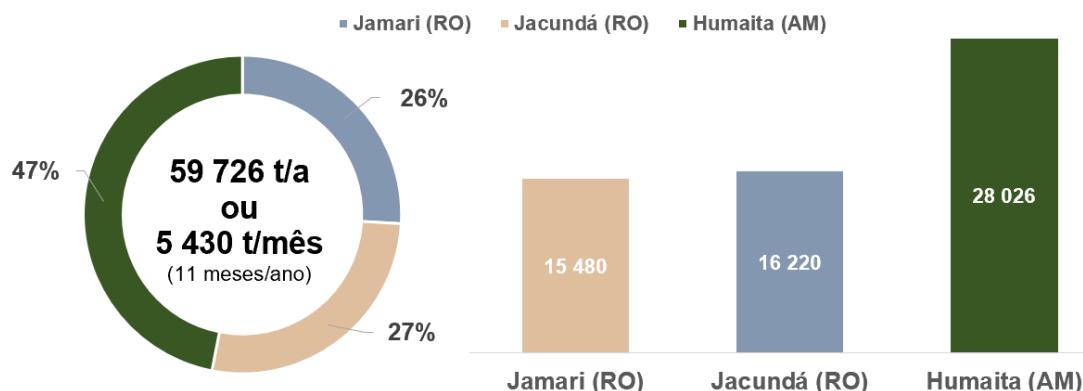
O principal motivo identificado para os maiores teores de Cloro da presente consultoria, foi que as amostras coletadas durante as visitas de campo podem ter sido contaminadas durante o processo de resfriamento de lâminas da serra fita, já que muitas das serrarias utilizam água de resfriamento proveniente de Estações de Tratamento de Água (ETA) utilizando cloro ou outros produtos químicos.

Dessa forma, o estudo de viabilidade econômico-financeiro analisará os cenários de venda de pellets no mercado Europeu, considerando que será possível obtenção de pellets de qualidade A1, e alternativamente será analisada a viabilidade de venda do produto no mercado nacional, onde poderia ser vendido para aquecimento de aviários, hotéis, pizzarias ou processos industriais que utilizam caldeira para geração de energia. A consideração da exportação aos pellets de qualidade A1 se deve principalmente à representatividade deste nível de qualidade na comercialização total de pellets certificados na Europa, correspondendo a 90% do total negociado, além do maior preço de venda e possibilidade de venda menores quantidades, já que os pellets de qualidade A2 e B requerem quantidades acima de 100 000 toneladas por ano para viabilização de contratos de longo prazo, conforme detalhado na parte 4 deste relatório.

### 3.3.2 Quantidade de Matéria-Prima Disponível para Produção de Pellets

A quantidade de resíduos de madeira estimada para o total das Flonas da região de estudo em Purus-Madeira é de cerca de 60 000 t/ano, sendo 15 500 t/ano oriundos da Flona do Jamari, 16 200 t/ano da Flona do Jacundá e 28 000 t/ano da Flona de Humaitá, conforme indicado na Figura 29.

Figura 29 - Estimativa de resíduos gerados (t/ano), por Flona



### 3.3.3 Análise do Impacto da Natureza Sazonal da Atividade Madeireira

Os resíduos lenhosos e serragem gerados nas unidades de processamento de madeira serão coletados continuamente ao longo de 11 a 11,5 meses por ano. Tanto as serrarias quanto a unidade de peletização contarão com pátios e silos de estocagem que permitirão cobrir eventuais períodos de descontinuidade no abastecimento.

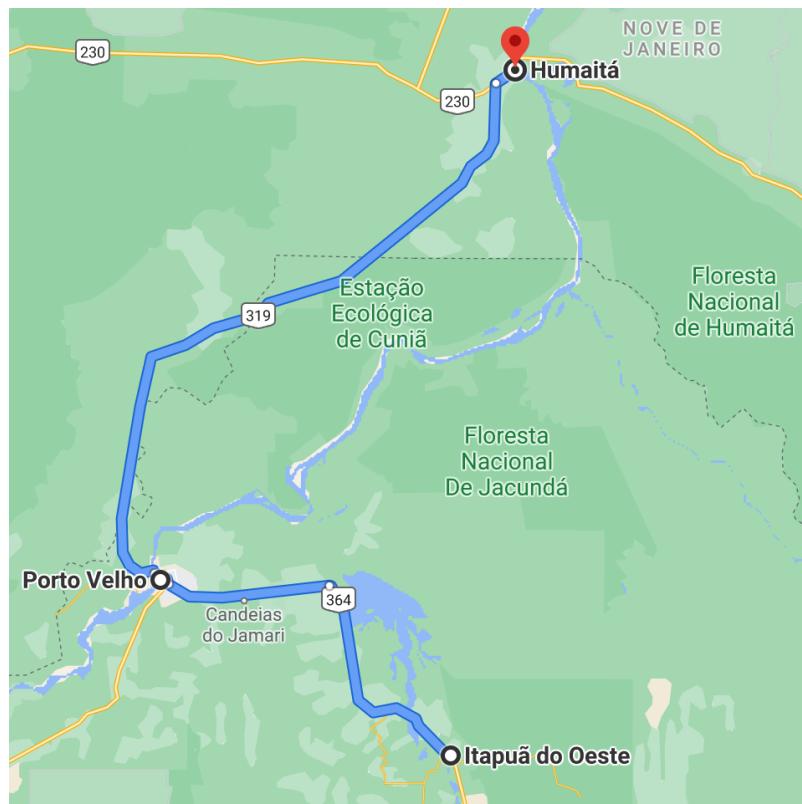
### 3.3.4 Estrutura Física Básica para Escoamento do Produto

#### 3.3.4.1 Rodovias de Humaitá, Itapuã do Oeste e Porto Velho

De Humaitá (AM) a Porto Velho (RO) o transporte rodoviário seria realizado pela BR 319, percorrendo 220 km de pista simples asfaltada, sem buracos, e com boas condições de tráfego.

De Itapuã do Oeste (RO) a Porto Velho (RO) o transporte rodoviário seria realizado pela BR 364, percorrendo 110 km de pista simples asfaltada, porém com trechos apresentando muitos buracos e maior intensidade de tráfego.

Figura 30 - Rodovias possíveis para Escoamento do Produto



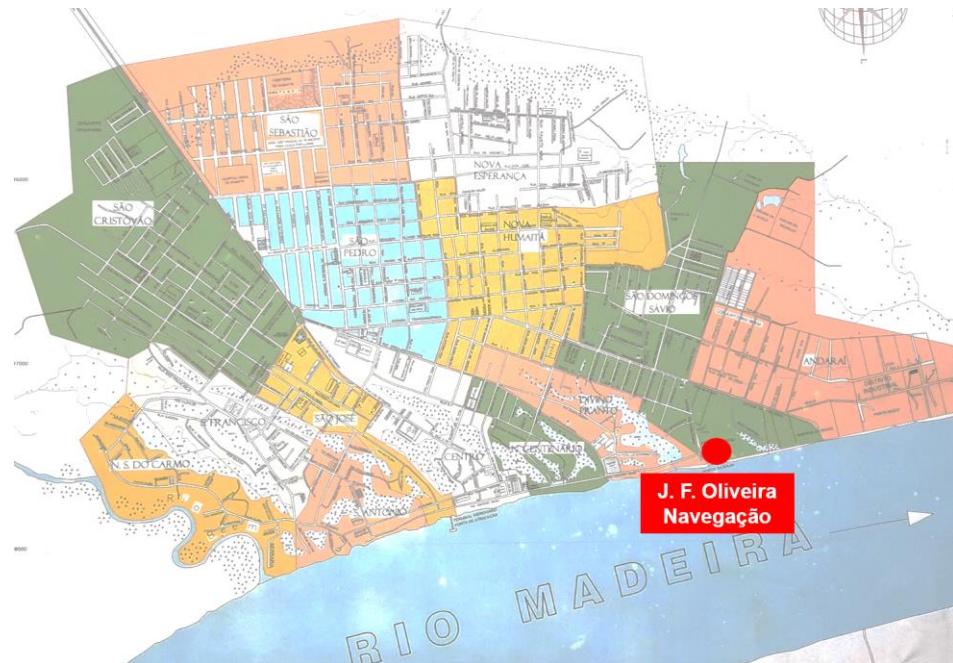
### 3.3.4.2 Portos em Humaitá (destino Manaus)

#### TUP - J. F. Oliveira Navegação em Humaitá

A estrutura física para embarque da matéria prima é adequada porém o terminal não está em operação, atualmente somente realizando desembarque de carretas baú (com origem em Manaus). A operação será normalizada após finalização do anel viário.

O porto está instalado na margem esquerda do rio Madeira, no município de Humaitá, Estado do Amazonas com acesso via terrestre pela Rodovia Transamazônica BR 230, Av. São Domingos Sávio; BR-319 (Manaus/Porto Velho) ou via aquaviária – rio Madeira (margem esquerda), rio Solimões, e rio Negro.

Figura 31 - Localização do Porto J.F. Oliveira Navegação em Humaitá, AM



Fonte: Relatório fotográfico de vista à Secretaria de Meio Ambiente de Humaitá

O porto tem como principal atividade os serviços de transporte aquaviário no sistema rodovial através de comboios formados por balsas e empuradores, com operações diárias de movimentação e/ou armazenagem de cargas destinadas ou provenientes da navegação interior no percurso longitudinal, com embarques e desembarques de balsas provenientes e destinadas ao transporte aquaviário.

O terminal dispõe de 02 (duas) rampas flutuantes de 38,00m de comprimento por 9,50m de boca e calado de 3,50m, que tem como finalidade o embarque e desembarque de balsas, para movimentação de cargas gerais e conteinerizadas, granel sólido e granel líquido e gasoso, destinados ou provenientes de transporte aquaviário, na modalidade do sistema “roll- on/roll-off”, proveniente da navegação interior.

As rampas flutuantes contam com 01 (um) berço externo cada para operação de balsas e a Cota do Calado do Terminal é de 11,82 metros de profundidade. As Características das embarcações que operam no terminal é do tipo BALSAS, com as principais características a seguir: Comprimento: 96,00m; Boca: 26,50m; Calado: 2,60m, com Capacidade de (TPB) de 3.721,71 toneladas.

O terminal dispõe de 02 empilhadeiras com capacidade para 45t para movimentação de contêineres; 10 cavalos mecânicos para movimentação de carretas e contêineres nas operações de desembarque e embarque das balsas; 10 troller para contêineres de 20'e 40'.

01 subestação de energia; Sistema de Vigilância Eletrônica com Câmeras infra red e Speed Dome; Sistema de Monitoramento Eletrônico 24 horas no terminal.

Figura 32 - Fotos do Porto J.F. Oliveira Navegação em Humaitá, AM



Fonte: Relatório fotográfico de visita de campo

### Porto Público de Humaitá

O Porto Público de Humaitá não disponibiliza estrutura de embarque e desembarque, ficando estas operações sob a responsabilidade de cada operador que utilizar o Porto. A empresa Amazonrios Navegação e Transportes pode realizar serviços através deste porto.

Figura 33 - Fotos do Porto Público de Humaitá, AM



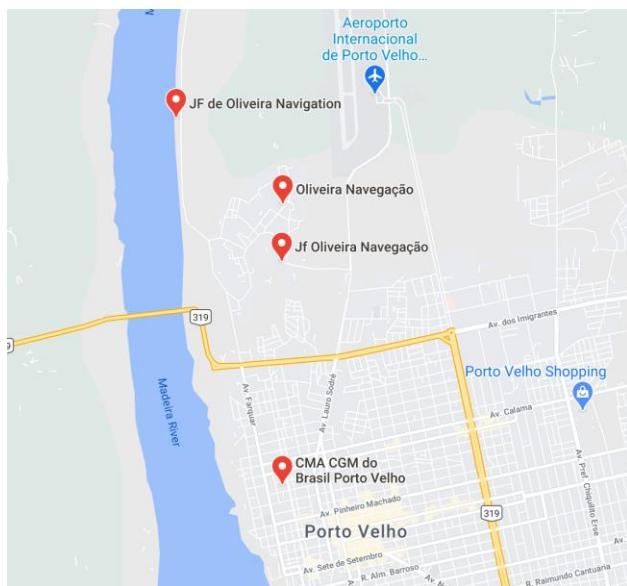
Fonte: Relatório fotográfico de visita de campo

### 3.3.4.3 Portos em Porto Velho (destino Manaus)

#### TUP - J. F. Oliveira Navegação em Porto Velho

O porto está instalado na cidade de Porto Velho/RO, Estrada do Belmont S/N, KM-04, bairro Nacional com acesso terrestre pela BR-319 (Porto Velho/Manaus); Estrada do Belmont; e acesso aquaviário pela margem esquerda do rio Madeira, rios Solimões, rio Negro.

Figura 34 - Localização do Porto de Porto Velho, RO



O porto tem como principal atividade os serviços de transporte aquaviário no sistema rodoviário, com operações diárias de embarque e desembarque de balsas provenientes e destinadas da navegação longitudinal.

O terminal dispõe de 01 (uma) rampa flutuante de 38,00m de comprimento por 9,50m de boca e calado de 3,50m, que tem como finalidade o embarque e desembarque de balsas, para movimentação de cargas gerais e conteinerizadas, na modalidade do sistema “roll-on/roll-off”, proveniente da navegação interior.

A rampa flutuante conta com 01 (um) berço externo para operação de balsas e o calado do terminal é de 12,0 m (na vazante) a 20,0 m (na cheia). As embarcações que

operam no cais flutuante são do tipo balsa, com 96,00m de comprimento; 26,50m de boca; 2,60m de calado e, capacidade (TPB) de 2.500t.

Possui pátio para armazenagem temporária de cargas gerais e contêineres, com área de aproximadamente 11.000,00m<sup>2</sup>. A frota é composta de 01 empilhadeira Reach stackers de 45t para movimentação de contêineres; 10 cavalos mecânicos para movimentação de carretas e contêineres; 10 troller para contêineres de 20'e 40'.

Figura 35 - Fotos do Porto de Porto Velho, RO



Fonte: relatório de visita de campo

### Porto Público de Porto Velho

O porto está localizado na margem direita do rio Madeira, a 2km a jusante da cidade de Porto Velho (RO), distando aproximadamente 80km a montante da foz do rio Jamari, com acesso pelas rodovias BR-319 (Manaus – Porto Velho), BR-364 (Cuiabá – Porto Velho) e BR-425 (Porto Velho – Guajará-Mirim), acesso fluvial pelo rio Madeira e marítimo pelo rio Amazonas, até a embocadura do rio Madeira, e, pelo rio Madeira, até o porto.

Figura 36 - Localização do Porto Público de Porto Velho, RO



Trata-se de um Porto graneleiro equipado para o escoamento de produtos pela hidrovia do rio Madeira, via porto de Itacoatiara (AM) com destino aos diversos mercados internacionais. A sua administração é realizada pela Sociedade de Portos e Hidrovias de Rondônia (SOPH), por delegação ao estado de Rondônia.

O porto possui três terminais: um para operações ro-ro, contendo duas rampas paralelas que se estendem até um pátio de estacionamento descoberto, com 10.000m<sup>2</sup>, dispondo, ainda, de outro pátio, também descoberto, não pavimentado, com área idêntica; um segundo denominado Pátio das Gruas, desprovido de cais de atracação, com movimentação direta para uma área de 10.000m<sup>2</sup>, e, um terceiro, que opera carga geral, dotado de um flutuante de acostagem, de 115m, com 5 berços, ligado à margem por uma ponte metálica de 113,5m em vão. As profundidades nesses terminais são definidas pelo regime das águas do rio Madeira, apresentando as variações extremas de 2,5m e 17,5m.

O porto possui um armazém para carga geral, com 900m<sup>2</sup> e está equipado com 3 guindastes tipo grua de 3t; 1 guindaste de pórtico de 6t; 1 auto guindaste de 18t; 2 empilhadeiras de 7t; 1 pá carregadeira; 1 skider, 2 charriots, 2 veículos utilitários e 1 caminhão.

Figura 37 - Fotos do Porto Público de Porto Velho, RO



Fonte: Sociedade de Portos e Hidrovias de Rondônia (Sopf)

### 3.3.5 Locais Apropriados para a Implantação de uma Usina de Peletização

Durante as entrevistas de campo foi constatado que a melhor localidade para implantação das unidades de processamento de toras oriundas da Flona de Humaitá seria neste próprio município, que está a uma distância de até 120km da Flona. A localização da Unidade Peletizadora no município de Humaitá seria assim conveniente em termos logísticos para o transporte terrestre de resíduos das serrarias e para o escoamento dos pellets via transporte terrestre e/ou fluvial, que poderia ocorrer através de porto deste município. Além disso, existe disponibilidade de mão de obra especializada a ser empregada na indústria, e não haveria necessidade de construção de uma unidade geração de energia própria, ou de alojamentos e refeitórios para abrigar os colaboradores.

No caso de Santo Antônio do Matupi, onde existem inúmeras serrarias em operação, com elevada quantidade de produção de toras sendo processadas e consequente geração de resíduos, haveriam dificuldades relativas às elevadas distâncias (acima de 180km) e condições de tráfego rodoviário (estradas não asfaltadas), que acarretariam em maiores custos logísticos.

A implantação da Unidade Peletizadora no município de Itapuã do Oeste seria conveniente com relação à quantidade elevada de resíduos produzidos pelas Flonas do

Jamari e Jacundá, exploradas pela empresa Madeflona, e localizadas neste município. No entanto, para o escoamento dos pellets até o porto mais próximo seria necessário um transporte rodoviário de 120 km até o Porto de Embarque de Porto Velho.

Por fim, para a implementação de uma Unidade Peletizadora de maior porte, concentrando os resíduos oriundos de todas as Flonas da região de estudo (Humaitá, Jamari e Jacundá), seria interessante localizá-la em Porto Velho visando a redução dos custos de transporte, ao passo que este município dispõe também de infraestrutura portuária, além de disponibilidade de mão de obra especializada e de moradia.

### 3.3.6 Cenários de Capacidade de Produção

Conforme dados apresentados no item 3.3.2 deste relatório, a quantidade de resíduos de madeira estimada para o total das Flonas da região de estudo em Purus-Madeira é de cerca de 60 000 t/ano, sendo 31 700 t/ano oriundos da região de Itapuã do Oeste (15 500 t/ano da Flona do Jamari e 16 200 t/ano da Flona do Jacundá) e 28 000 t/ano da Flona de Humaitá.

As Unidades Peletizadoras foram dimensionadas com base em parâmetros de plantas de escala comercial, de acordo com informações disponibilizadas por fabricantes experientes que colaboraram com o presente estudo. Dessa forma considerou-se que a máquina peletizadora poderia operar até 24 horas por dia, 26 dias por mês e 12 meses por ano, com 90% de disponibilidade da máquina (incluindo paradas para manutenção preditiva e corretiva), correspondendo assim a 6.740 horas efetivas de produção anual (ou 562 h/mês).

Devido à padronização dos modelos das máquinas peletizadoras dos fabricantes consultados para este estudo, com capacidade de produção de pellets limitadas a 2,5 t/h ou 5,0 t/h, e considerando a disponibilidade informada no parágrafo anterior, bem como as características da serragem e cavaco utilizados, calculou-se a quantidade de matéria-prima necessária para fabricação de pellets no limite do dimensionamento da máquina utilizada.

A título de exemplo, para o cenário de localização da planta em Humaitá, haveria 28 000 t/ano de matéria-prima disponível (ou 2 240 t/mês, com base em uma disponibilidade de coleta de 11,5 meses por ano) sendo 20% equivalente a serragem (448 t/mês) e 80% equivivamente ao cavaco (1 792 t/mês. Adotando-se um teor de umidade de 40% para a serragem e de 50% para o cavaco, seria possível uma produção equivalente de pellets de 1389 t/mês (314 t/mês equivalentes à serragem e 1075 t/mês equivalentes ao cavaco), sendo

necessário consumir 92% do total da matéria-prima disponível para atingir-se o limite de 2,5 t/h de capacidade da máquina adotada (1 389 toneladas de pellets por mês divido por 562 horas de operação por mês).

É importante ressaltar que a estimativa de pellets produzidos considera uma margem de segurança no teor de umidade da matéria prima in natura, adotando-se 50% de teor de umidade para o cavaco (sendo portanto bastante conservador na quantidade de pellets a serem produzidos). Os resultados da análise do laboratório LAPEM indicaram um teor de umidade médio de 21% para 15 amostras de diferentes espécies de costaneiras da região de Rondônia. Caso este teor de umidade tivesse sido adotado, seria possível produzir 3,4 t/h de pellets ao invés dos 2,5 t/h (ou seja, 36% de margem de segurança).

Considerando que o objetivo principal desta consultoria é de estimar a viabilidade do menor tamanho viável para uma planta de pellets, além da necessidade de aplicação da margem de segurança no dimensionamento indicado acima (para efeitos contratuais de abastecimento de matéria-prima e de venda de pellets), optou-se pela escolha de uma máquina de 2,5 t/h. Este mesmo raciocínio de dimensionamento foi aplicado aos demais cenários estudados, cujos parâmetros são indicados na Tabela 23.

Tabela 23 - Principais dados de dimensionamento das Unidades Peletizadoras

<b>Localização da unidade peletizadora</b>		<b>Humaitá (AM)</b>	<b>Itapuã do Oeste (RO)</b>	<b>Porto Velho (RO)</b>
<b>Matéria prima 1</b>		<b>Serragem</b>	<b>Serragem</b>	<b>Serragem</b>
Quantidade / mês (ton)	t res./mês	448	448	896
% Umidade	%	40,0%	40,0%	40,0%
Quantidade de pellet / mês	t pellets/mês	314	314	627
<b>Matéria prima 2</b>		<b>Cavaco</b>	<b>Cavaco</b>	<b>Cavaco</b>
Quantidade / mês (ton)	t res./mês	1 792	1 794	3 586
% Umidade	%	50,0%	50,0%	50,0%
Quantidade de pellet / mês	t pellets/mês	1 075	1 076	2 151
% de matéria-prima consumida para a maquina escolhida	% Humaitá	92,0%	n.a.	92,0%
	% Itapuã	n.a.	81,3%	81,3%
Quantidade de matéria-prima consumida para a maquina escolhida	ton/ano	25 760	25 783	51 500
Disponibilidade da fábrica de pellets	mês/ano	12	12	12
	h/d	24	24	24
	d/mês	26	26	26

	%	90%	90%	90%
	h/mês	562	562	562
	h/ano	6 739	6 739	6 739
Total de pellets / mês	t pellets/mês	1 389	1 390	2 779
<b>Total de pellets / ano</b>	<b>t pellets/ano</b>	<b>16 848</b>	<b>16 848</b>	<b>33 696</b>
<b>Capacidade em ton / hora</b>	<b>t pellets/hora</b>	<b>2,5</b>	<b>2,5</b>	<b>5,0</b>
Total de pellets / dia	t pellets/dia	60	60	120

### 3.3.7 Coleta e Transporte de Resíduos

O percurso total dos caminhões varia significativamente entre os 3 Cenários estudados, devido às diferentes distâncias entre ponto de geração de resíduos e unidades de fabricação de pellets, bem como da capacidade dos caminhões utilizados (22 ton ou 50 ton). No caso de Humaitá a distância da viagem ida e volta é de 20 km, fazendo com que os caminhões de coleta e transporte devam percorrer cerca de 23.500 km por ano para transportar os resíduos de Humaitá. No caso de Itapuã a distância da viagem ida e volta é de 2 km e os caminhões de coleta e transporte devem percorrer apenas cerca de 2.300 km por ano. No cenário da planta de pellets localizada em Porto Velho (RO) a distância dos geradores de resíduos de Humaitá, viagem ida e volta, seria de 440 km e de Itapuã do Oeste de 220 km, sendo necessário percorrer cerca de 330.000 km/ano.

As Tabelas 24 e 25 indicam a sequência de cálculos da quantidade de Caminhões necessários para transportar os resíduos até a(s) Unidade(s) Peletizadora(s), bem como as distâncias percorridas e o consumo de combustível, para cada um dos 3 cenários estudados.

Tabela 24 – Dimensionamento da quantidade de caminhões de transporte de resíduos

Sequência de Cálculos Logísticos		Humaitá	Itapuã do Oeste	Porto Velho
<b>1 Distância de ida e volta (média ponderada por origem)</b>				
1.1	Humaitá Km	20		440
1.2	Itapuã do Oeste Km		2	200
<b>Trajeto médio ponderado ( ida e volta)</b>		20	2	320
<b>2 Disponibilidade da coleta de resíduos</b>				
2.1	Humaitá meses p.a.	11,5		11,5
2.2	Itapuã do Oeste meses p.a.		11,5	11,5
Humaitá dias/mes		23	-	23
Itapuã do Oeste dias/mes		-	23	23

Humaitá	horas/dia	11	-	11
Itapuã do Oeste	horas/dia	-	11	11
Humaitá	dias/ano	265	-	265
Itapuã do Oeste	dias/ano	-	265	265
<b>3 Coleta de Resíduos por Dia</b>				
3.1 Humaitá	tpd	97	-	97
3.2 Itapuã do Oeste	tpd	-	97	97
<b>Coleta de Resíduos por Dia</b>	tpd	204	204	407
<b>4 Coleta de Resíduos por Mês</b>				
4.1 Humaitá	tpm	2 240	-	2 240
4.2 Itapuã do Oeste	tpm	-	2 242	2 242
<b>Coleta total de resíduos por mês</b>	tpm	2 240	2 242	4 482
<b>5 Capacidade Caminhões</b>				
5.1 Humaitá	t/caminhão	22,0		50,0
5.2 Itapuã do Oeste	t/caminhão		22,0	50,0
<b>6 Número de viagens necessarias por mês</b>				
6.1 Humaitá	Viagens/mês	102	-	45
6.2 Itapuã do Oeste	Viagens/mês	-	102	45
<b>7 Distância percorrida por caminhões por mês</b>				
7.1 Humaitá	Km p.m.	2 036	-	19 712
7.2 Itapuã do Oeste	Km p.m.	-	204	8 968
<b>Distância percorrida por mês</b>	Km p.m.	2 036	204	28 680
<b>8 Distância anual percorrida por todos caminhões</b>				
8.1 Humaitá	Km p.a.	23 418	-	226 688
8.2 Itapuã do Oeste	Km p.a.	-	2 344	103 131
<b>Distância total anual</b>	Km p.a.	23 418	2 344	329 819
<b>9 Distância percorrida por caminhão por mês</b>				
9.1 Humaitá	Km p.m.	2 760	-	10 950
9.2 Itapuã do Oeste	Km p.m.	-	380	8 674
<b>10 Distância percorrida por caminhão por dia</b>				
10.1 Humaitá	Km p.d.	120	-	476
10.2 Itapuã do Oeste	Km p.d.	-	17	377
<b>11 Tempo de coleta necessário</b>				
11.1 Humaitá	h/viagem	1,8		10,2
11.2 Itapuã do Oeste	h/viagem		1,3	5,8
<b>12 Total de Viagens por Dia</b>				
12.1 Humaitá	Viagens p.d.	6,0	-	1,1

12.2 Itapuã do Oeste	Viagens p.d.	-	8,3	1,9
13 Quantidade de Caminhões (Calculado)				
13.1 Humaitá	caminhões	0,7	-	1,8
13.2 Itapuã do Oeste	caminhões	-	0,5	1,0
Quantidade de Caminhões	número	0,7	0,5	2,8
14 Quantidade de caminhões (Adotado)				
14.1 Humaitá	número	1,0	-	2,0
14.2 Itapuã do Oeste	número	-	1,0	1,0
<b>Quantidade de caminhões</b>	<b>número</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>3,0</b>

Fonte: Dimensionamento do autor

Tabela 25 - Cálculo do consumo anual de combustível de caminhões transportadores de resíduos

Sequência de Cálculos Logísticos		Humaitá	Itapuã d'Oeste	Porto Velho
1	Consumo Específico de Diesel			
1.1	Humaitá	Km/l	1,9	2,3
1.2	Itapuã d'Oeste	Km/l	1,9	2,3
2	Consumo de Diesel			
2.1	Humaitá	m3 diesel/ano	17	11,2
2.2	Itapuã d'Oeste	m3 diesel/ano	2,3	44,3
<b>2</b>	<b>Média ponderada</b>	<b>m3 diesel/ano</b>	<b>17</b>	<b>2,3</b>
				<b>156</b>

Fonte: Dimensionamento do autor

A Tabela 26 resume os quantitativos de caminhões e equipamentos necessários para o preparo dos resíduos nas unidades geradoras (picagem), e de transporte até as unidades de fabricação de pellets.

Tabela 26 - Quantidade de caminhões e equipamentos para preparo, coleta e transporte de resíduos e pellets

	Humaitá (AM)	Itapuã (RO)	Porto Velho (RO)
Caminhão Transporte Resíduos	1 x 22t	1 x 22t	3 x 50t
Semi-reboques	1	1	3
Caçambas	1	1	3
Pá Carregadeira, Concha e Garfo	1	1	1
Rodoforestal	1 x 30t	1 x 30t	2 x 30t

Fonte: Dimensionamento do autor

Conforme indicado na Tabela 24, somente com um (01) caminhão de 22 ton de capacidade seria possível transportar toda a matéria prima requerida para a produção de pellets na Unidade Peletizadora de Humaitá (AM) ou de Itapuã (RO), com folga de 30% a 50% da disponibilidade de transporte de carga do caminhão (com relação aos parâmetros de base informados). Vale ressaltar que no cenário de Humaitá a distância percorrida (ida e volta) seria de 20 km, enquanto que no cenário de Itapuã do Oeste seria de 2 km, sendo que o cavalo mecânico poderia também ser utilizado para transporte de pellets da fábrica até o porto de embarque de Porto Velho.

No cenário da planta localizada em Porto Velho (RO) seriam necessários 3 caminhões de 50 ton capacidade, sendo 02 unidades em Humaitá e 01 unidade em Itapuã do Oeste. Esta quantidade de caminhões, superior à soma dos outros cenários, se explica pelas distâncias de 220 km de Humaitá ao setor industrial de Porto Velho (440 km ida e volta), e de 100 km de Itapuã do Oeste ao mesmo destino (200 km ida e volta), sendo que o transporte somente pode ser efetuado em período diurno, conforme requerimento da legislação vigente sobre o tema.

Os resíduos lenhosos podem ser coletados e picados nas unidades de processamento de madeira por um rodoforestal de capacidade 30 t/h (picador móvel sobre caminhão equipado com grua florestal), conforme indicado na Figura 38, especialmente dimensionado para esta aplicação conjuntamente com a VANTEC, considerando madeiras nativas de alta densidade.

Conforme indicado na Tabela 26, seria necessário somente um rodoforestal de 30t equipado em Humaitá e/ou Itapuã, ou 2 unidades caso a planta Peletizadora seja localizada em Porto Velho. A escolha por 2 rodoforestais se explica pelos elevados custos de transporte decorrentes da utilização de um mesmo rodoforestal, devido à distância de 310 km entre Humaitá e Itapuã do Oeste, além da necessidade de captação diário da matéria prima das unidades geradoras de resíduos para transporte até a fábrica de pellets.

Figura 38 - Rodoforestal



Fonte: VANTEC



Fonte: VANTEC

Figura 39 - Picador Móvel Florestal sobre Chassi de Caminhão



Fonte: PLANALTO

Os resíduos na forma de serragem, gerados nas unidades de processamento de madeira poderão ser depositados em silos aéreos para facilitar o carregamento sobre os caminhões de transporte até a fábrica de pellets.

Figura 40 - Silos Aéreos nas Serrarias



Fonte: MF RURAL

Tanto o cavaco picado quanto a serragem são transportados por caminhões com ‘caçamba cavaqueira de empurre’, conforme Figura 41, até a moega de recebimento e/ou silo.

Conforme indicado na Tabela 24, os caminhões equipados devem ter capacidade de transporte de 22 e 50 toneladas, em função da localização da Unidade Peletizadora, sendo necessário um caminhão de capacidade 22t para transporte da unidade geradoras até a Unidade Peletizadora a ser implementada em Humaitá, ou Itapuã do Oeste, e 3 caminhões de capacidade 50t cada no caso de transporte até Porto Velho.

Figura 41 - Caminhões com ‘caçamba de empurre’



Fonte: FLIEGL

Figura 42 - Caminhão para transporte de resíduos



Fonte: Mercedes-Benz

### 3.3.8 Fabricação de Pellets

#### 3.3.8.1 Fornecedores de Máquinas Peletizadoras

É importante ressaltar que não foram identificados fabricantes de máquinas peletizadoras no Brasil, mas apenas representantes locais de alguns fabricantes. Dessa forma, torna-se imperativo considerar a importação deste equipamento-chave, que podem ser complementados com soluções fornecidas localmente (silos, esteiras, motores, caldeiras, etc). No entanto, pelo fato de não haver similar fabricado nacionalmente, o equipamento é isento do imposto de importação.

### 3.3.8.2 Processo de Peletização

Os resíduos serão descarregados no silo e/ou moega de recebimento da Unidade Peletizadora (1). Esse dispositivo, equipado como moto-redutor vibratório, escoa o produto para uma rosca helicoidal para o transportador de correia, onde o extrator de metais remove qualquer partícula metálica que possa conter na matéria prima para evitar danos aos equipamentos do processo.

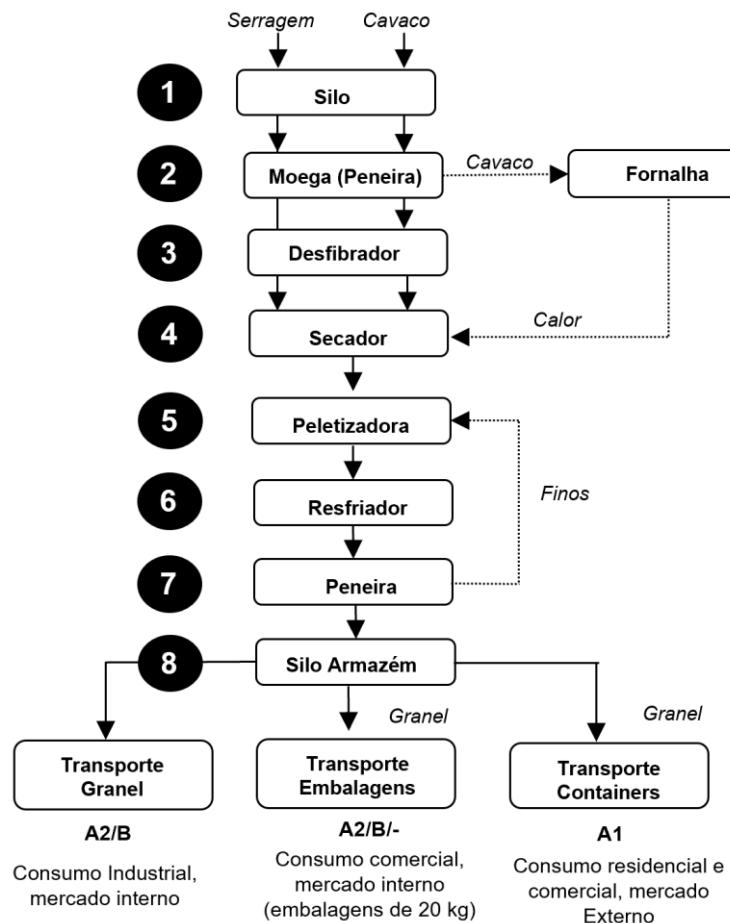
A seguir, o material é classificado na peneira (2). O produto que estiver com a granulometria dentro das especificações para peletização, segue diretamente para a moega. O produto que estiver com a granulometria acima da especificação para a peletização, segue para o processo de desfibramento (3). O produto que estiver com a granulometria acima da especificação de entrada no processo de desfibramento, fica retido na peneira sera posteriormente reintroduzido na linha de produção.

Uma vez que o material foi desfibrado no equipamento, ambas matérias primas se juntam na moega, seguindo então para o processo de secagem (4). Na saída do equipamento, existe um sensor de umidade para garantir o percentual necessário para a peletização. Além disso, o secador está equipado com sistema de detecção e extinção de partículas incandescentes para evitar incêndios e explosões.

Após a secagem, o produto segue para o silo pulmão, onde reposará por aproximadamente 3 horas para alívio de tensão das fibras da madeira. Após, a matéria prima segue para um pré-silo homogeneizador para então seguir para a Peletizadora (5). Já na saída da Peletizadora, o produto está formado (pellet), porém com temperatura aproximada de 90°C. Dessa forma, segue através de um transportador de correias, para evitar a quebra do pellet, até o resfriador (6), onde será submetido a uma corrente de ar de contrafluxo reduzindo a temperatura do produto para até 15°C acima da temperatura ambiente.

Uma vez resfriado, o pellet segue para uma peneira classificadora (7) para a remoção dos finos (reaproveitados posteriormente) para então seguir para o silo armazém (8), onde o produto final será empacotado em sacos de 15 kg (em caso de venda do produto no mercado brasileiro), ou estufado em container com destino ao mercado europeu (para os pellets classe ENplus A1).

Figura 43 - Fluxograma simplificado do processo de pelletização



Fonte: elaboração própria

Figura 44 - Exemplo de Plantas de peletização



Fonte: Amandus KAHL

### 3.3.8.3 Exemplos de Equipamentos

Na Figura 45, exemplo de uma pá carregadeira usado para mover a matéria-prima das pilhas até a moega.

Figura 45 - Pá carregadeira



Fonte: National Renewable Energy Laboratory (NREL), 2014

Da moega a matéria-prima passa por uma peneira conforme Figura 46.

Figura 46 - Sistema de alimentação Moega/ Peneira



Fonte: National Renewable Energy Laboratory (NREL), 2014

A matéria prima passa então por um desfibrador conforme Figura 47.

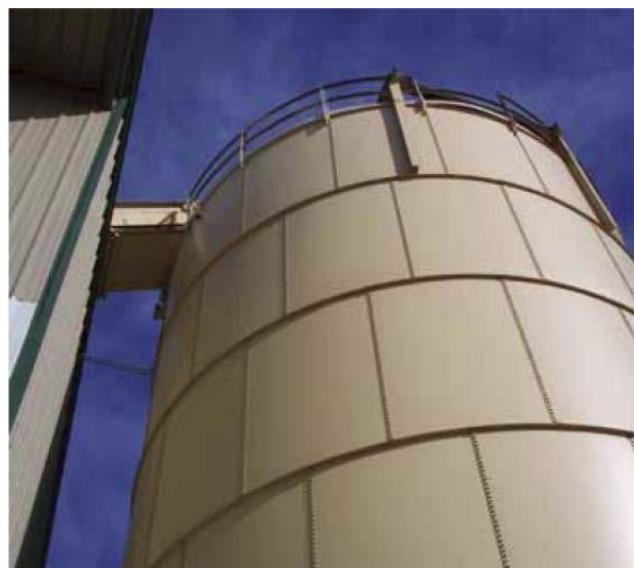
Figura 47 - Desfibrador



Fonte: National Renewable Energy Laboratory (NREL), 2014

O material resultante do desfibrabamento dos cavacos e da mistura com a serragem é armazenado em um silo, conforme mostrado na Figura 48, de onde é dosado para o secador.

Figura 48 - Silo



Fonte: National Renewable Energy Laboratory (NREL), 2014

A Figura 49 mostra o secador, que, neste caso, tem 2,5 metros de diâmetro e 18 metros de comprimento.

Figura 49 - Secador



Fonte: National Renewable Energy Laboratory (NREL), 2014

A Figura 50 mostra a caldeira que fornece calor ao secador. Esta caldeira é alimentada com biomassa residual.

Figura 50 - Caldeira de biomassa para secador



Fonte: National Renewable Energy Laboratory (NREL), 2014

Uma peneira separa a serragem fina e grossa (Figura 51).

Figura 51 - Separador de tela de serragem



Fonte: National Renewable Energy Laboratory (NREL), 2014

A Figura 52 mostra o equipamento de peletização.

Figura 52 - Equipamento de peletização de serragem



Fonte: National Renewable Energy Laboratory (NREL), 2014

Os pellets estão quentes quando saem dos peletizadoras e precisam ser resfriados.

A Figura 53 mostra o sistema de resfriamento de pellets.

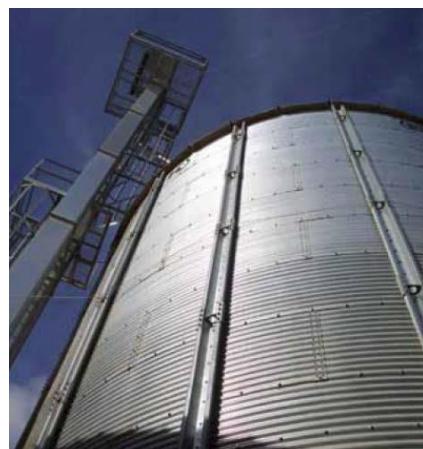
Figura 53 - Equipamento de resfriamento de pellets



Fonte: National Renewable Energy Laboratory (NREL), 2014

Após serem resfriados, os pellets são transportados para um grande silo de armazenamento, conforme mostrado na Figura 54.

Figura 54 - Silo de armazenamento de pellets



Fonte: National Renewable Energy Laboratory (NREL), 2014

Os pellets podem ser entregues a granel, para consumo industrial no mercado brasileiro, ou transportados em embalagens de 20 kg, para uso residencial ou comercial, conforme mostrado na Figura 55, ou carregados em containers visando exportação à Europa. A figura abaixo também mostra um sistema de embalagem automatizado, que é mais comum para produção em grande escala.

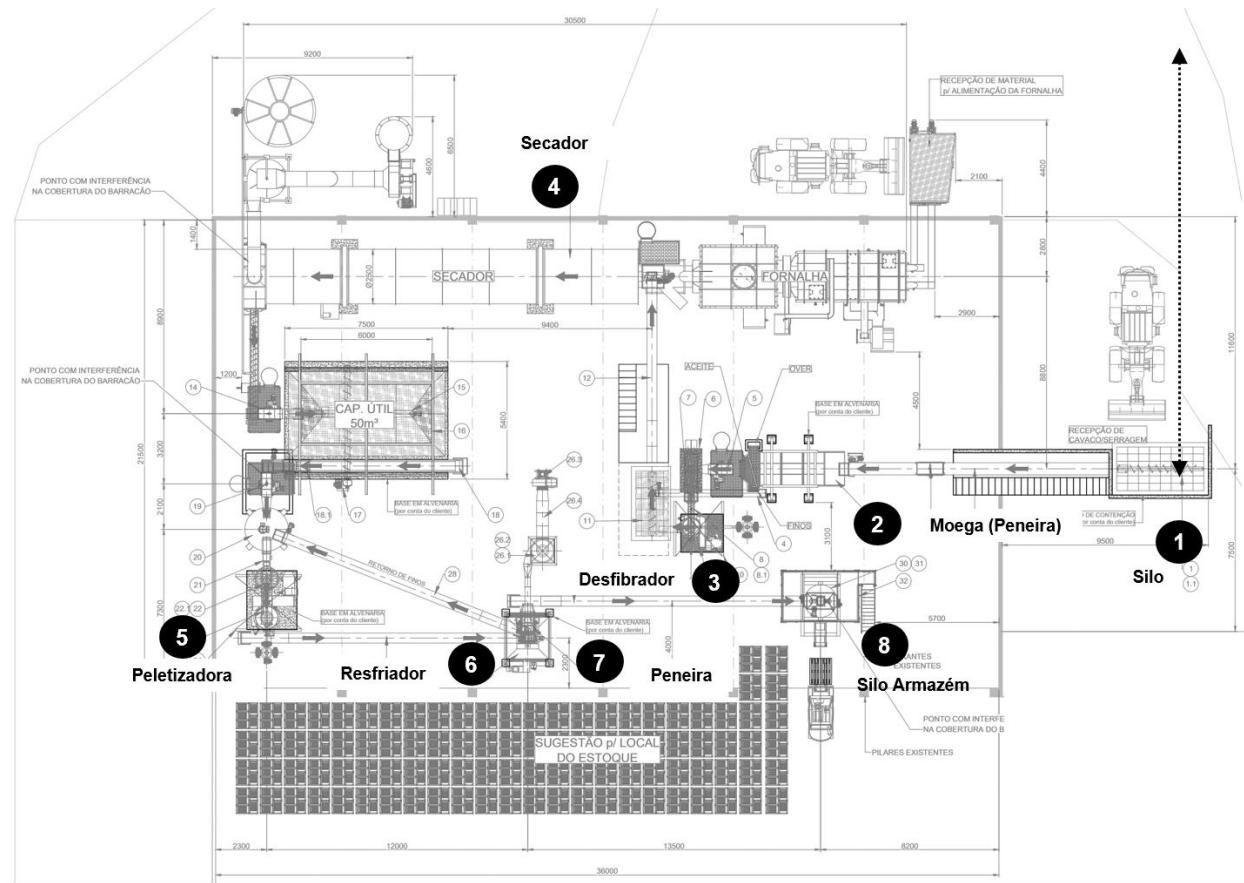
Figura 55 - Pellets ensacados e empilhador



Fonte: MF RURAL

#### 3.3.8.4 Layout Geral da Planta Peletizadora

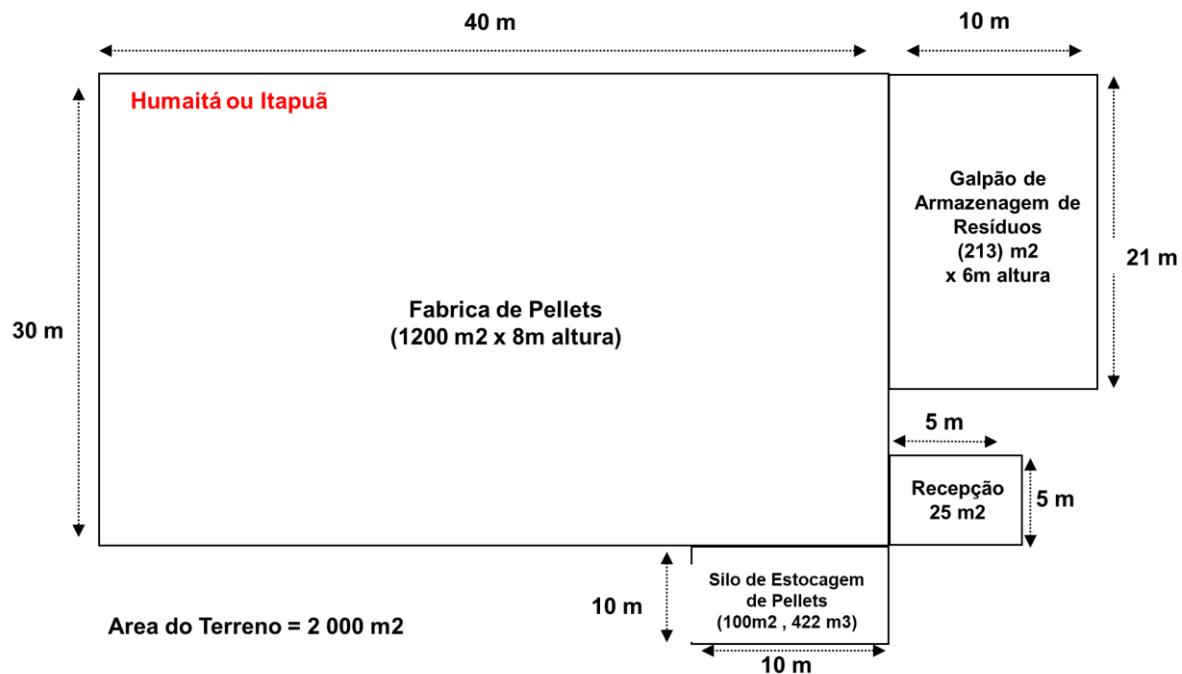
Figura 56 - Layout de uma Planta para Produção de Pellets de Madeira sem moinho de martelo, de até 5 t/h



Fonte: Exemplo de layout disponibilizado pela Amandus KAHL

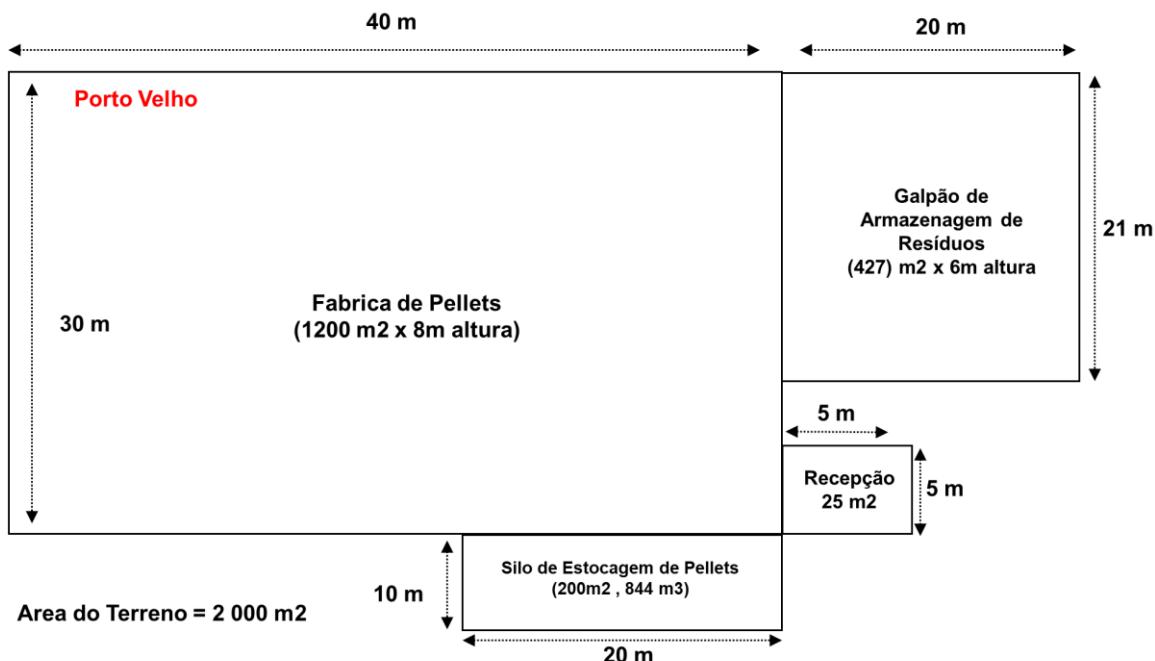
As dimensões da Unidade Peletizadora, terreno necessário, galpões e silos são indicadas nas Figuras 57 e 58, em função da capacidade da planta.

Figura 57 - Dimensões da Planta de Produção de Pellets de Madeira sem moinho de martelo, de 2.5 t/h (Humaitá e/ou Itapuã)



Fonte: Elaboração Própria

Figura 58 - Dimensões da Planta de Produção de Pellets de Madeira sem moinho de martelo, de 5 t/h (Porto Velho)



Fonte: Elaboração Própria

### 3.3.9 Transporte de Pellets

#### 3.3.9.1 Transporte Multimodal para Venda no Mercado Europeu

## Transporte Terrestre até o Porto de Embarque

No caso de venda para o uso no mercado Europeu a carga seria transportada em containers de 20', que seriam estufados na própria Planta de Peletização ou no Porto de Embarque (Humaitá ou Porto Velho). O transporte da carga até o porto seria realizado com os mesmos caminhões de coleta de resíduos em Itapuã e Porto Velho (de 50t), sendo que em Humaitá este transporte seria realizado via pá carregadeira (25t).

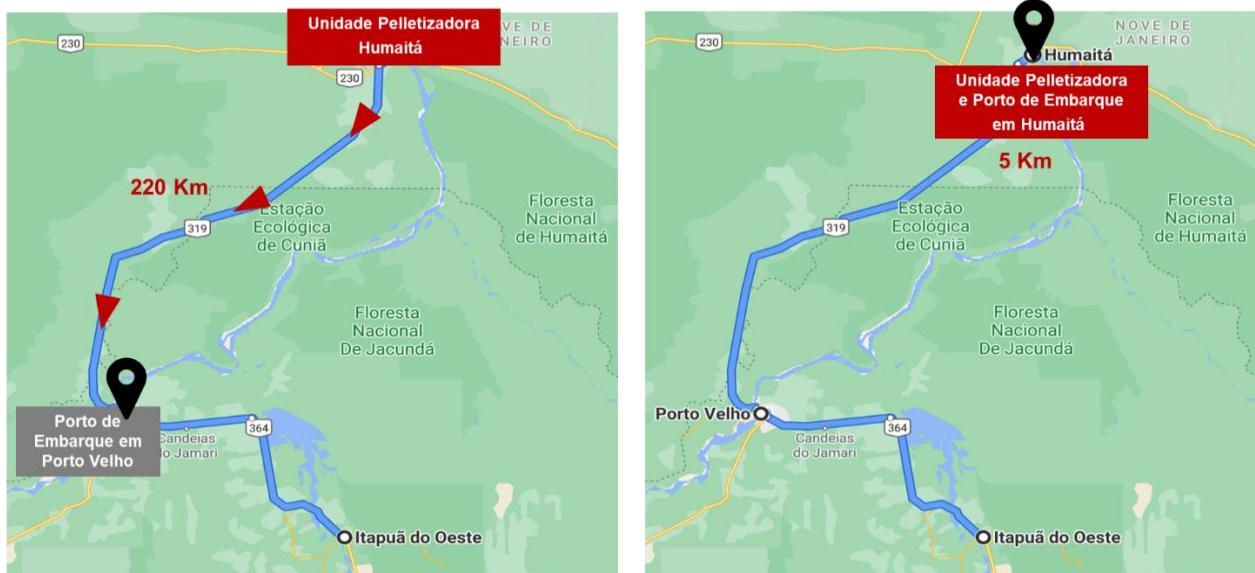
No caso da unidade Peletizadora ser implementada em Humaitá, o transporte terrestre seria realizado até o Porto de Embarque localizado em Humaitá, a 5 km de distância, ou em Porto Velho, a 220 km de distância. Seriam necessários 702 containers por ano de 20' com capacidade 24t e 33 m<sup>3</sup> para exportar cerca de 17 000 ton/ano de pellets produzidos.

Figura 59 - Caminhão para transporte de pellets



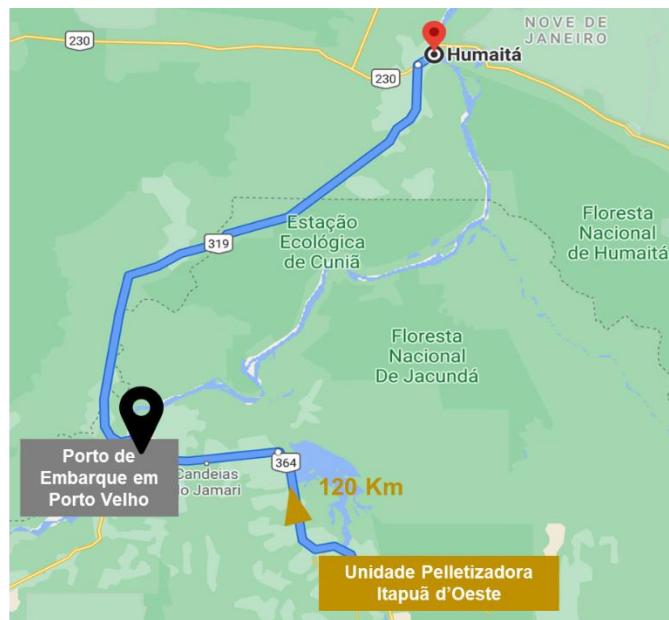
Fonte: Mercedes-Benz

Figura 60 - Transporte Terrestre de Humaitá até Porto de Embarque em Porto Velho (esquerda) e Porto de Embarque em Humaitá (direita)



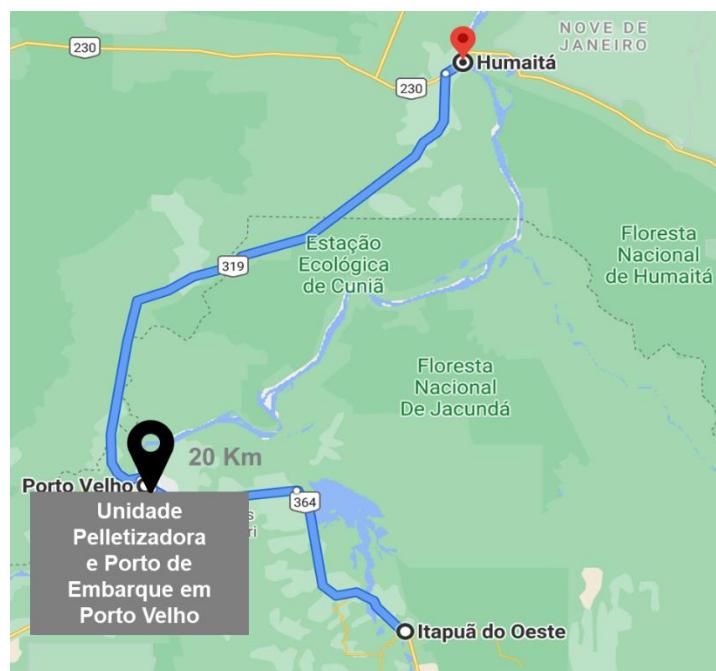
No caso da unidade Peletizadora ser implementada em Itapuã do Oeste, o transporte terrestre seria realizado até o Porto de Embarque localizado em Porto Velho, a 120 km de distância. Seriam necessários 702 containers por ano de 20' com capacidade 24t e 33 m<sup>3</sup> para exportar cerca de 17 000 ton/ano de pellets produzidos.

Figura 61 - Transporte Terrestre de Itapuã até Porto de Embarque em Porto Velho



No caso da unidade Peletizadora ser implementada em Porto Velho, o transporte terrestre seria realizado até o Porto de Embarque localizado em Porto Velho, a 20 km de distância. Seriam necessários 1404 containers de 20' por ano para exportar cerca de 34 000 ton de pellets produzidos.

Figura 62 - Transporte Terrestre de Porto Velho até Porto de Embarque em Porto Velho



#### Transporte Fluvial e Marítimo até o Porto de Destino na Europa

Cada container de 20' pode transportar uma carga de até 24 toneladas e 33 m<sup>3</sup> de pellets. Assim, seriam necessários 702 containers por ano (ou 14 por semana) para transportar toda a produção das Unidades Peletizadoras de Humaitá e/ou Itapuã (com capacidade de produção de 2,5 t/h - 17 000 t/ano de pellets). No caso da unidade de Porto Velho, concentrando a matéria prima de Humaitá e Itapuã (5 t/h - 34 000 t/ano de pellets), seriam necessários 1404 containers por ano (ou 27 por semana).

#### *3.3.9.2 Transporte Terrestre para Venda no Mercado Brasileiro*

No caso de venda para o mercado industrial Brasileiro, a carga seria transportada a granel por caminhões de 50 toneladas de capacidade, a serem fretados junto a empresas especializadas.

Figura 63 - Rodotrem Graneleiro para Transporte de Pellets



Fonte: Grupo AIZ e Coopercred

No caso de venda para o uso no mercado comercial Brasileiro, a carga seria ensacada em embalagens de 20 kg, ou bags de 500 a 1200 Kg, para serem transportadas por caminhões de 50 toneladas de capacidade, a serem fretados junto a empresas especializadas.

### 3.3.10 Gargalos Técnicos e Rotas de Apoio

Os gargalos técnicos observados ao longo deste estudo são listados e comentados a seguir.

**Gargalo 1:** O primeiro gargalo de relevância identificado é relacionado à qualidade dos resíduos (biomassa) coletados na região de estudo, e que apresentou, principalmente, teor de cloro superior ao permitido pela norma ENplus®. No entanto, este resultado pode ser relativizado devido à contaminação da biomassa ter ocorrido, aparentemente, por conta de utilização de água de ETA para resfriamento de serras, aumentando o teor de cloro do pó de serra. Vale lembrar que não foram coletadas amostras de costaneiras para a análise laboratorial. Conforme indicado no item 3.3.1.1 deste relatório, o Teor de Cinzas medido para a Amostra de Amazonas ficou ligeiramente acima do limite requerido para a classes B e da Amostra Rondônia poderia ser enquadrado na classe A2. Já os parâmetros mecânicos como comprimento, durabilidade mecânica, teor de finos e densidade, também fora dos limites, dependem muito mais da tecnologia de peletização do que da matéria prima.

**Solução proposta 1:** Os processadores de madeira que disponibilizarem seus resíduos para a produção de pellets devem certificar-se de utilizarem água de poço artesiano para o resfriamento de serras, evitando o uso de água de ETA contaminada com cloro ou outros produtos químicos. Para os demais parâmetros medidos que não se enquadram

dentro dos limites da norma ENplus®, recomenda-se a realização de um estudo mais aprofundado com base em maior quantidade e variedades de amostras, conforme estudo encomendando em 2018 em Rondônia pela empresa Nova Itália junto ao laboratório LAPEM, e disponibilizado para esta consultoria, onde foram analisadas 32 amostras de costaneiras, resíduos florestais e pó de serra da região de Rondônia: Nova Mutum, Ariquemes, Vale do Anari e Itapuã do Oeste (resultados indicados no ANEXO IV). Este estudo, mais representativo, apresentou resultados laboratoriais relativos aos teores de Cloro e Cinza que permitiriam obter a certificação ENplus® Classe A1.

Segundo informação dos fabricantes de peletizadoras, o parâmetro densidade abaixo da norma no caso da Amostra Rondônia não seria um problema pois indica que o canal de compactação da matriz de peletização é possivelmente muito curto. Assim, este parâmetro poderá ser corrigido durante peletização em matriz de escala comercial.

Com relação ao teor de cinzas seria possível obter-se uma redução através da estocagem do resíduo em pátio com pavimentação adequada, em concreto ou similar, evitando assim a contaminação com solo (inorgânicos), e eventualmente retirar-se a casca da tora, que produz um teor de cinzas muito grande. Este procedimento já é realizado por vários madeireiros em espécies com cascas que dificultam a serragem da madeira.

**Gargalo 2:** O segundo gargalo se refere ao risco de disponibilidade de biomassa proveniente das Flonas em questão.

**Solução proposta 2:** Seriam necessários contratos de longo prazo junto aos geradores de resíduos, compatíveis no mínimo com o prazo de financiamento necessário para a viabilização dos empreendimentos, de cerca de 10 anos. Conforme indicado no item 3.3.6 deste relatório, o dimensionamento da planta de pellets, adotando-se uma máquina de 2,5 t/h de capacidade de produção de pellets, permite uma margem de segurança de suprimento de biomassa significativa (cerca de 36%) com relação ao total estimado nas regiões de Humaitá e Itapuã do Oeste. Ainda que possam ocorrer perdas de biomassa ao longo do processo produtivo a margem de segurança adotada permanece bastante conservadora. Em contrapartida, foi observado que o projeto suportaria remunerar as serrarias pela biomassa residual, e o contrato de longo prazo deveria beneficiar tanto compradores quanto fornecedores. Outra rota interessante seria a inclusão de soluções de valorização de resíduos de madeira nas concessões florestais.

**Gargalo 3:** Um importante gargalo é a própria localização da planta no norte do país, distante de regiões com maiores potenciais de consumo.

**Solução proposta 3:** Elaboração de políticas públicas que estimulem o consumo de pellets na região do estudo, proporcionando, por exemplo, incentivos econômicos para a substituição de combustíveis fósseis por fontes de energia mais ambientalmente sustentáveis, como pellets de resíduos florestais, desenvolvendo o mercado local para utilização de pellets em padarias, hotéis, indústrias, entre outros.

**Gargalo 4:** O quarto gargalo identificado refere-se às más condições de armazenagem de pó de serra e costaneiras pelas unidades geradoras. Nas unidades visitadas em Rondônia e no Amazonas foi verificada existência de depósitos cobertos para o estocagem de pó de serra em solo firme, sem nenhuma proteção contra a contaminação por microrganismos e detritos do solo. As costaneiras são igualmente estocadas em solo firme, além de estarem expostas ao tempo, podendo também sofrer contaminação.

**Solução proposta 4:** Para evitar a contaminação dos resíduos em pó de serra expostos ao relento é necessária a instalação de silos aéreos, alimentados por exaustores, permitindo o armazenamento livre de contaminações do solo, e facilitando o carregamento da matéria prima pelos caminhões. No caso das costaneiras, é necessário um piso de concreto para evitar contaminação pelo solo, facilitando as operações de picagem e carregamento pelo rodoviasflorestal.

**Gargalo 5:** Inexistência de fabricantes de equipamentos de peletização nacionais, requerendo importação do produto

**Solução proposta 5:** Devido à inexistência de similar nacional, os importadores do sistema de peletização podem obter o ex-tarifário (isenção de imposto de importação de cerca de 14%). No entanto, se houvesse um mercado nacional com uma série de projetos em desenvolvimento e perspectivas de mercado a médio-longo prazo, os fabricantes poderiam se instalar no Brasil ou localizar a produção através de parcerias tecnológicas com empresas brasileiras, beneficiando a indústria local e a geração de empregos, além dos ganhos econômicos com a possível redução do custo de produção. A isenção de impostos sobre a venda de pellets no mercado nacional permitiria que o mercado se desenvolvesse e aumentaria a possibilidade de se atrair tecnologia(s) para o Brasil.

### 3.4 CONCLUSÃO PARTE 3

Nesta seção foi observado que as amostras de pó de serra coletadas não atingiram os parâmetros para a certificação ENPlus. No entanto os dados foram comparados com outra análise realizada com matéria prima da mesma região, que obteve parâmetros adequados à certificação A1. Com isso foram identificadas possíveis causas de contaminação para parâmetros críticos, como teores de cloro e de cinzas.

Com relação ao Teor de Cloro conclui-se que os processadores de madeira que disponibilizarem seus resíduos para a produção de pellets devem certificar-se de utilizarem água de poço artesiano para o resfriamento de serras, evitando o uso de água de ETA contaminado com cloro ou outros produtos químicos.

Para os demais parâmetros medidos que não se enquadram dentro dos limites da norma ENplus® (teor de cinzas, densidade a granel, durabilidade e comprimento dos pellets), podem ser mitigados com as melhorias dos pátios de estocagem dos resíduos e pela adequação dos parâmetros do processo industrial de peletização. Sugerimos a realização de estudo mais aprofundado com base em maior quantidade e variedades de amostras, visto que outros estudos realizados na região indicam a possibilidade de atingirem os parâmetros requeridos.

Foi possível verificar a existência de uma infraestrutura de escoamento que permite a exportação de pellets com contratação de frete multimodal e/ou utilização de frota própria para coleta de resíduos e transporte de pellets até o porto de embarque mais próximo da fábrica.

Dentre as alternativas analisadas no estudo, o local mais apropriado do ponto de vista técnico seria o município de Humaitá, devido à facilidade logística relacionada à proximidade do porto e dos geradores de resíduos.

O dimensionamento das fábricas de Humaitá (resíduos oriundos da Flona de Humaitá) e Itapuã do Oeste (resíduos oriundos das Flonas de Jamari e Jacundá) indicou que a menor capacidade produtiva tecnicamente viável seria de 2,5t/h de pellets, enquanto que para Porto Velho (resíduos oriundos de todas as 3 Flonas supracitadas) seria 5t/h. Os principais critérios considerados foram a localização e a disponibilidade de biomassa.

Finalmente, foram propostos equipamentos e instalações necessárias para a coleta, preparo e transporte de resíduos e pellets, que permitiram a apuração dos custos de capital e de operação utilizados como base para a análise de viabilidade econômico-financeira.

## 4. PARTE 4: ASPECTOS ECONÔMICOS DA IMPLANTAÇÃO DE UMA USINA DE PELETIZAÇÃO VOLTADA PARA EXPORTAÇÃO

### 4.1 INTRODUÇÃO

Nesta seção são analisados todos os aspectos econômicos, financeiros e comerciais relativos à coleta, preparo e transporte de resíduos de biomassa para a fabricação de pellets e transporte/frete de entrega dos pellets até porto na Europa e, alternativamente, para consumo no Brasil.

Após levantamento de todos custos de investimento, despesas e custos de operação e manutenção, entre outros, foi realizada uma análise financeira detalhada, indicando as condições comerciais e financeiras necessárias à viabilidade dos cenários estudados.

A análise financeira foi realizada objetivando-se demonstrar a viabilidade dos empreendimentos de exportação de pellets, ou seja, a obtenção de resultados financeiros minimamente atrativos aos futuros investidores, em função das premissas de receitas e custos levantadas. Esta atratividade financeira depende largamente da receita potencial de exportação de pellets e dos custos de aquisição de biomassa (resíduos). .

### 4.2 METODOLOGIA

#### 4.2.1 ANÁLISE DE CUSTOS

O custo dos pellets pode ser dividido em 5 grupos:

- O custo de aquisição da matéria prima;
- O custo de transporte da matéria prima até a usina de peletização;
- O custo de peletização, composto pelos custos fixos e pelos custos variáveis operacionais (mão de obra, energia, etc). Os custos fixos se beneficiam das

economias de escala, por exemplo, a expansão de capacidade de peletização reduz os custos fixos por unidade produzida, sem ser diretamente proporcional à expansão;

- O custo de transporte de pellets até o comprador final.
- Custo de certificação e taxas anuais do selo ENPLUS (em caso de exportação)

#### 4.2.1.1 Custo da Matéria Prima

Conforme indicado no Relatório 02 deste estudo, são raras as iniciativas de valorização dos resíduos de processamento de madeira na região de estudo, de forma remunerada, devido à falta de consumidores locais para o resíduos *in natura*. O excesso de resíduo madeireiro acaba assim, muitas vezes, resultando em práticas ilegais de disposição inadequada e queima a céu aberto.

Vale lembrar que, de acordo com a lei federal 12.305 de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, é proibida a destinação ou disposição final de resíduos sólidos ou rejeitos a céu aberto, bem como a queima de resíduos a céu aberto ou em recipientes, instalações e equipamentos não licenciados para esta atividade.

Também, de acordo com a Lei 1.145 de 2002 de Gestão de Resíduos Sólidos no Estado de Rondônia, o acúmulo temporário de resíduos sólidos na fonte geradora ou em outros locais só é tolerado mediante autorização da SEDAM (Secretaria de Estado de Desenvolvimento Ambiental de Rondônia). Não é permitida a queima ao ar livre nem a disposição, de qualquer tipo de resíduo, em áreas públicas ou privadas, sendo este ato considerado um dano à limpeza urbana e sujeito a multas pelo cumprimento inadequado da medida.

Dessa forma, por se tratar de uma obrigação legal, a destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos da indústria madeireira deveria, em princípio, acarretar em um custo para os seus geradores, em caso de impossibilidade de valorização, a fim de se garantir o respeito à lei e ao meio ambiente.

Com a implementação do projeto de fabricação de pellets na região torna-se possível uma disposição final ambientalmente adequada dos resíduos da indústria madeireira, com possibilidade de valorização econômica dessa biomassa. Assim, faz-se necessário equilibrar de maneira justa o retorno financeiro para os investidores do projeto com relação aos limites

de preço potencial de venda de pellets que poderá ser obtido em função da qualidade do produto (se obtém certificação ENplus) e de compra de matéria-prima (resíduos de madeira) necessário para sua produção.

Assim, o custo de aquisição da matéria-prima destinada à produção de pellets dependerá das negociações com os geradores de resíduos das regiões de Humaitá e Itapuã do Oeste, de forma a possibilitar a viabilização dos projetos (atingindo o objetivo principal de destinação ambientalmente adequada dos resíduos) e visando a possibilidade de remuneração dos geradores ao mesmo tempo que permita obter-se uma taxa de retorno financeira para os acionistas compatível com os riscos do empreendimento.

Conforme indicado anteriormente, no caso de implementação da Unidade Peletizadora em Humaitá ou Itapuã do Oeste, serão necessários cerca de 26 000 t de resíduos de madeira (serragem e cavaco) para as unidades de fabricação de pellets de 2,5 t/h (ou 17 000 t/ano, correspondente a cerca de 80-90% da biomassa gerada pelas unidades de processamento de madeira nestas localidades).

No caso de implementação da Unidade Peletizadora em Porto Velho, serão necessários cerca de 52 000 t de resíduos de madeira (serragem e cavaco) para as unidades de fabricação de pellets de 5 t/h (ou 34 000 t/ano, correspondente a cerca de 85% da biomassa gerada pelas unidades de processamento de madeira nestas localidades).

Durante as visitas de campo realizadas aos geradores de resíduos de Itapuã, verificou-se que atualmente os resíduos são comercializados a R\$ 35 por tonelada.

Para os cenários estudados, tanto para exportação quanto para venda no mercado nacional, propõe-se considerar uma remuneração dos geradores de resíduos em função dos limites de viabilidade do projeto. Assim, após análise iterativa da modelagem econômica do projeto (conforme indicado na sequência do relatório), sera analisada a possibilidade de uma remuneração da biomassa no mesmo nível de Itapuã, a R\$ 35 por tonelada.

#### 4.2.1.2 Custos de Coleta, Preparo e Transporte de Resíduos

##### 4.2.1.2.1 Custo de Capital

Segundo SILVA J.L. (2015), “quando o volume de transporte é significativo, um serviço próprio de transporte torna-se eventualmente mais econômico do que a terceirização dessa

atividade. Algumas empresas se vêem obrigadas a ter transporte próprio, mesmo a custos mais elevados, quando suas necessidades particulares de serviço não conseguem ser adequadamente satisfeitas pelas transportadoras comuns. Entre tais necessidades especiais incluem-se:

- *Coletas e entregas rápidas com grande confiabilidade do serviço;*
- *Equipamentos especiais que são raros no mercado;*
- *Manuseio especial da carga;*
- *Um serviço que esteja sempre disponível;*
- *Tempos menores de ciclo do pedido;*
- *Capacidade de reação a emergências;*
- *Melhoria do contato com o cliente.”*

Assim, o presente estudo considerou que haverá aquisição de frota própria de caminhões para a coleta de resíduos, bem como de demais equipamentos necessários ao preparo e transporte desses resíduos.

Com base no dimensionamento de caminhões e equipamentos descritos na “Parte 3: Aspectos Técnicos” deste relatório, foi possível estimar, com suporte dos fornecedores, o investimento necessário para a coleta, preparo e transporte de resíduos para os 3 cenários de localização da Unidade Peletizadora: Humaitá (AM), Itapuã (RO) e Porto Velho (RO), incluindo os seguintes itens:

- Caminhão de Transporte Resíduos (22t e 50t);
- Semi-reboques (dianteiro, intermediário, traseiro) e caçambas;
- Pá Carregadeira, Concha Highfit e Garfo Top Clamp;
- Rodoforestal (caminhão, picador, grua, garra, motor);
- Semi-reboques para transporte de pellets (caminhão de resíduos);
- Semi-reboques para transporte de pellets (pá carregadeira).

Foram consultadas as empresas Mercedes Benz, Vantec, Planalto, Freewil, Sotreq, Sergomel, entre outras.

#### 4.2.1.2.2 Custos de Operação & Manutenção

Com base no dimensionamento de caminhões e equipamentos descritos na “Parte 3: Aspectos Técnicos” deste relatório, foi possível estimar, com suporte dos fornecedores de equipamentos, concessionários de caminhões e transportadores, os custos operacionais e

de manutenção para a coleta, preparo e transporte de resíduos para os 3 cenários de localização da Unidade Peletizadora: Humaitá (AM), Itapuã (RO) e Porto Velho (RO), incluindo os seguintes itens:

- Combustível
- Seguro
- IPVA
- Pneus
- Lubrificantes, filtros e abrasivos
- Manutenção
- Rastreamento
- Motorista (indicados no quadro de pessoal no item 4.2.1.3.2)
- Preparo da matéria-prima (Picagem com Rodoforestal)

Foram consultadas as empresas Mercedes Benz, Vantec, Planalto, Freewil, Sotreq, Sergomel, entre outras.

A estimativa de consumo de combustível para transporte de resíduos foi realizada com base nas distâncias entre os geradores e fábrica de pellets, para as capacidades de transporte dos caminhões dos cenários analisados, considerando um preço de óleo diesel a 4,5 R\$/l.

O custo de seguros foi estimado junto a empresas especializadas, como ,a Seguro Auto, correspondendo a cerca de 3% do custo do caminhão por ano.

O custo de IPVA é determinados pelos estados com base em um percentual sobre o valor do bem adquirido, pago anualmente. Vale lembrar que este imposto incide somente sobre veículos automotores, estando os equipamentos isentos. Foi considerada uma taxa de 1,83% do governo do Amazonas, além dos custos de emplacamento e e serviços de despachante, totalizando o equivalente a 1,9% do custo do caminhão por ano.

A estimativa dos custos com pneus, aditivos ARLA, lubrificantes, rastreadores e manutenção (itens de segurança, freios, rolamentos, etc), foram realizadas com suporte de concessionárias e oficinas especializadas, é baseada nas distâncias percorridas e/ou vida útil de componentes em cada cenário considerando um parâmetro de base de 2,1 R\$/km para a soma destes itens, equivalente a 0,86% do custo do caminhão por ano.

Os custo de preparo da matéria prima utilizando o picador móvel (rodoflorestal) foi estimado por fornecedores consultados em cerca de 7,8 R\$/tonelada, inclusos neste valor somente combustível e manutenção.

#### 4.2.1.3 *Custos da Fábrica de Pellets*

##### 4.2.1.3.1 Custo de Capital

Com base no dimensionamento da Fábrica de Pellets descrito na “Parte 3: Aspectos Técnicos” deste relatório, foi possível estimar, com suporte de fornecedores de tecnologias, o investimento necessário para a(s) Unidade(s) Peletizadora(s) localizadas em Humaitá (AM), Itapuã (RO) e Porto Velho (RO), incluindo os seguintes itens:

- Processo de Peletização
- Movimentação e Armazenagem
- Controle Ambiental
- Secador Rotativo
- Fornalha ou aquecedor
- Elétrica e automação
- Proteção contra explosão
- Empacotadora
- Galpões Fábrica, Resíduos e Silo Pellets
- Obras Civis
- Terreno
- Custo de Importação
- Impostos
- Seguros

A estimativa do custo de equipamentos de processo foi feita com base em consulta a diferentes fornecedores (que preferem não ter seus nomes expostos neste relatório). A estimativa de custos de obras civis e galpões foi feita com base no preço do m<sup>2</sup> indicado no website do Sinduscon-RO. Já a estimativa de custo de terrenos foi feita com base na área necessária para a instalação e no custo do terreno nas respectivas localizações.

Os custos de importação, bem como impostos incidentes sobre a aquisição de equipamentos (importados e locais), são devidamente integrados aos custos indicados, conforme descrito posteriormente neste relatório.

Para a estimativa de custos de seguros durante a fase de implantação, foi considerada a contratação dos seguros de Risco Responsabilidade Civil e Risco de Engenharia. O seguro de Responsabilidade Civil terá vigência equivalente ao prazo de obra para a cobertura de danos materiais e pessoais e morais causados a terceiros, decorrentes de ações e omissões da Concessionária, com a cobertura básica RC (Responsabilidade Civil) Obras. O seguro de Risco de Engenharia – All Risks, cobrirá a execução de obras civis de construção e fornecimento, instalação, montagem, testes e comissionamento de todas as instalações de sistemas e equipamentos, incluindo obras temporárias, canteiro de obras, depósitos, armazéns e alojamentos. Foi considerado uma cobertura total dos bens de capital com uma taxa de prêmio conservadora de 1,0% sobre a referida base de cálculo.

#### 4.2.1.3.2 Custos de Operação & Manutenção

Com base no dimensionamento de equipamentos descritos na “Parte 3: Aspectos Técnicos” deste relatório, foi possível estimar, com suporte dos fornecedores, os custos operacionais e de manutenção para a fabricação de pellets para os 3 cenários de localização da Unidade Peletizadora: Humaitá (AM), Itapuã (RO) e Porto Velho (RO), incluindo os seguintes itens:

- Custos de Mão-de-obra;
- Custos de Manutenção;
- Seguros e garantias;
- Custos Administrativos;
- Consumo de energia (\*);
- Custos de Ensacamento.

(\*) Somente energia elétrica, uma vez que o custo de matéria prima (cavaco da moega) destinada para consumo na fornalha é nulo.

Para a estimativa dos custos de mão-de-obra foram considerados os cargos e salários de base descritos na Tabela 27, incluindo os operadores de rodoforestal e motoristas de caminhão.

Tabela 27– Custos de Mão de Obra

Cargo	Pessoas	Salário Base Mensal	Custo Anual Total
Gerente geral	1	10 000	201 828
Gerente Adm. Financeiro	1	6 684	136 724
Operador industrial diurno	4	4 000	336 115
Operador industrial noturno	4	4 000	374 515
Operador de balança/ pátio	2	3 000	128 791
Operador pá carregadeira (diurno)	2	2 500	109 158
Operador pá carregadeira (noturno)	2	2 500	121 158
Mecânico de manutenção	1	2 798	60 430
<b>Custo Anual de Mão-de-Obra (Fábrica)</b>	<b>17</b>		<b>1 468 720</b>

#### Humaitá e Itapuã

Operador de Picador / Rodoforestal	2	3 500	148 424
Motorista de caminhão cat. E	2	3 000	128 791
<b>Custo Total de Mão-de-Obra</b>	<b>21</b>		<b>1 745 935</b>

#### Porto Velho

Operador de Picador / Rodoforestal	4	3 500	296 849
Motorista de caminhão cat. E	3	3 000	193 187
<b>Custo Total de Mão-de-Obra</b>	<b>24</b>		<b>1 958 755</b>

No caso de a planta ser localizada em Porto Velho seriam necessários 4 operadores de rodoforestal e 3 motoristas de caminhão , totalizando 24 pessoas.

Para o cálculo do custo de mão-de-obra foram considerados os parâmetros indicados na Tabela 28.

Tabela 28 – Parâmetros de formação de custo do funcionário

Parâmetro	Valor
Adicional noturno	20%
INSS	20,00%

Seguro acidente de trabalho	3,33%
INSS s/13º salário	2,43%
INSS s/férias	3,24%
FGTS	8,00%
FGTS s/férias	0,89%
FGTS s/13º salário	0,67%
Férias	8,33%
Adicional férias	2,78%
13º salário	8,33%
Adicional aviso prévio – tempo de serviço	0,83%
Outros – provisão de multa de rescisão FGTS	4,78%
Seguro de vida / funeral, R\$	3,80
Exame médico, R\$	33
Assistência odontológica, R\$	25
Vale alimentação, R\$	400

A Tabela 29 indica os parâmetros de base para os cálculos dos custos de manutenção de diferentes componentes do sistema.

Tabela 29 - Parâmetros de cálculos dos custos de manutenção

Manutenção	Custo Anual (R\$/ano)	Custo / t pellet (R\$/t)
Matriz Peletizadora	89 381	5,3
Rolo Peletizadora	45 016	2,7
Rolamento Peletizadora	50 528	3,0
Matriz desfibradora	57 705	3,4
Rolo desfibradora	26 412	1,6
Rolamento desfibradora	30 317	1,8
Graxa (kg)	94 835	5,6
Fornalha	11 340	0,7
<b>Total</b>	<b>405 533</b>	<b>24,1</b>

Fonte: Fornecedor A (não deseja ser identificado)

(\*)

Para estimativa dos custos de seguros e garantias foram considerados, durante a fase operacional, a contratação do seguro de “Riscos Nomeados ou Riscos Operacionais”, cuja apólice deverá compreender todos os bens vinculados, notadamente os equipamentos, instalações e sistemas, bem como perda de receita, tendo como Cobertura Básica (Danos Materiais) o limite mínimo igual ao valor dos bens vinculados. Os valores dos bens que serão objeto do seguro de Riscos Operacionais deverão se basear no custo de reposição dos referidos bens. Foi adotado um valor de prêmio de 0,5% sobre o valor do custo de capital.

Para a estimativa de custo administrativos foi estimado um valor mensal de 10 mil reais, totalizando R\$ 120 000 por ano. Este valor corresponde à orçamento reservado para a obtenção da certificação, que incluem a taxa de licença, além dos custos adicionais relacionados à inspeção anual e ao processo geral de certificação, cobrados diretamente pelos Organismos de Certificação, Inspeção e, de Ensaios envolvidos.

A taxa de licença é de 0,15 € por tonelada para os pellets produzidos (a granel e pellets ensacados) que cumpram os requisitos das classes de qualidade ENplus A1, ENplus A2 e ENplus B, independentemente de serem vendidos como pellets ENplus ou não. No entanto, os pellets vendidos para usinas de energia ou para camas de animais estão excluídos do pagamento de licenças sob este esquema. O valor excluído está sujeito à aprovação do Licenciante Internacional.

Além disso, é necessário pagar pelos serviços dos Organismos de Certificação, Inspeção e, possivelmente, de Ensaios envolvidos - no total, aproximadamente 2.000 a 3.000 euros por ano, sendo que esta análise adotou o valor superior.

A Tabela abaixo resume os custos de Certificação e Taxas do Selo ENPLUS.

Tabela 30- Custo de Certificação e Taxas do Selo ENPLUS

	<b>Humaitá (AM)</b>	<b>Itapuã (RO)</b>	<b>Porto Velho (RO)</b>
Taxa de Licença	15 163	15 163	30 326
Serviços de Certificação, Inspeção e Ensaios	18 000	18 000	18 000
<b>Custo Total de Certificação e Taxas do Selo ENPLUS</b>	<b>33 163</b>	<b>33 163</b>	<b>48 326</b>
por ton pellet	2,0	2,0	1,4

A diferença entre o orçamento de R\$ 120 000 por ano e o custo de Certificação e Taxas do Selo ENPLUS corresponde a previsões de custos administrativos diversos.

Uma variável importante nos custos de operação da fábrica de pellets é o custo da energia devido ao consumo, sobretudo, da desfibradora/moinho e Peletizadora. O custo da energia de base para os cálculos foi de cerca de 0,7 R\$/kWh (ANEEL,2021), que combinado com a potência requerida pelos equipamentos da planta (diretamente relacionados à capacidade de processamento da planta e pellets), implicam em custos de consumo de energia conforme indicados na Tabela 31.

Tabela 31 – Consumo Estimado de Energia para Unidade Peletizadora de 2,5 t/h

<b>Consumo de Energia, 2,5 t/h</b>	<b>Potência</b>		
	(kW)	(R\$/kWh)	(R\$/t)
Potência instalada Desfibradora	132	0,7	33,3
Potência instalada da Peletizadora	200	0,7	50,4
Demais equipamentos	182	0,7	30,6
<b>Total</b>	<b>514</b>	<b>0,7</b>	<b>114,2</b>

Fonte: Akhal

Na tabela 32 são indicados os custos de energia estimados para os três cenários analisados.

Tabela 32 - Custo Estimado de Energia para os 3 Cenários Analisados

	<b>Humaitá (AM)</b>	<b>Itapuã (RO)</b>	<b>Porto Velho (RO)</b>
Custo por tonelada, R\$/t pellets	114	114	114
Quantidade de Pellets Produzidos, t/ano	16 848	16 848	33 696
<b>Custo Anual de Energia, R\$/ano</b>	<b>1 920 672</b>	<b>1 920 672</b>	<b>3 841 344</b>

Para a estimativa de custos de ensacamento dos pellets foram adotadas premissas informadas pelo fabricante e pesquisados no mercado virtual, totalizando um custo de 12,3 R\$/tonelada de pellet, composta pelos custos de energia (maquina de 5 t/h de capacidade e 20 kWh de consumo de eletricidade), manutenção (1% do valor do investimento), e embalagem (considerando custos médios de sacolas plásticas para esta aplicação a 70 R\$ cada 500 unidades).

Importante notar que trata-se de um custo operacional e não inclui o valor do investimento da célula de embalagem, informado separadamente no item anterior “Custo de Capital”.

Tabela 33 - Custo Estimado de Ensacamento para os 3 Cenários Analisados

<b>Ensacamento</b>	<b>Humaitá (AM)</b>	<b>Itapuã (RO)</b>	<b>Porto Velho (RO)</b>
Consumo de energia	47 174	47 174	94 349
Manutenção	3 200	3 200	6 400
Embalagem	157 248	157 248	314 496
Total Total pot ton pellet	207 622	207 622	415 245
<i>pot ton pellet</i>	<i>12,3</i>	<i>12,3</i>	<i>12,3</i>

Nos cenários de exportação a necessidade de ensacamento dos pellets depende do consumidor final, sendo que no presente estudo foi previsto o transporte de carga a granel.

#### 4.2.1.4 *Custos de Transporte de Pellets*

##### 4.2.1.4.1 Transporte Multimodal para Venda no Mercado Europeu

###### Transporte Terrestre até o Porto de Embarque

O preço médio de frete fluvial e marítimo por container de 20' e capacidade de 33 m<sup>3</sup> ou 24t foi obtido com as empresas Amazonrios, CMA CGM do Brasil, MSC Mediterranean Shipping. A quantidade de containers e o custo anual de transporte fluvial e marítimo foi determinada pela capacidade de produção das fábricas de pellets para os 3 cenários. O trajeto fluvial e marítimo considerado em cada cenário consiste das respectivas localizações (Humaitá, Itapuã do Oeste ou Porto Velho) até Manaus, onde se localiza o porto de partida até o destino final de Le-Havre, na França. O destino de Le Havre foi escolhido somente como referência de custo para este estudo junto aos transportadores marítimos, sendo que o custo até uma destinação diferente na Europa seria similar.

###### Transporte Fluvial e Marítimo até o Porto de Destino na Europa

Com base no preço médio de frete fluvial e marítimo por container de 20 pés e capacidade de 33 m<sup>3</sup> ou 24t, informados pelas empresas consultadas (Amazonrios, CMA

CGM do Brasil, MSC Mediterranean Shipping), bem como na capacidade de produção da fábrica de pellets dimensionada para os 3 cenários, foi possível determinar a quantidade de containers e o custo anual de transporte fluvial e marítimo das respectivas localizações (Humaitá, Itapuã do Oeste ou Porto Velho) até Manaus, onde se localiza o porto de partida até o destino final de Le-Havre, na França.

#### 4.2.1.4.2 Transporte Terrestre para Venda no Mercado Brasileiro

Para o caso de venda do produto final (pellets) no mercado brasileiro, foram realizadas consultas a empresas especializadas em frete rodoviário para diversas localidades, num raio de até 1700 km de distância da Unidade Peletizadora a ser localizada em Humaitá, Itapuã ou Porto Velho, para estimativa do valor médio dos custos de frete por distância (km) e tonelada de pellets transportada. Foi adotado um valor de 0,11 R\$/t.km de frete, conforme resultado indicado na Tabela abaixo.

Tabela 34 - Valores de Referência de Frete Terrestre à partir de Humaitá e Itapuã

Origem	Destino	Distância (km)	Frete (R\$)	ICMS (R\$)	Valor Final por tonelada (R\$/t)	Valor por carga de 50t (R\$/50t)	por km rodado (R\$/km)	por tonelada e km rodado R\$/t/km
Humaitá	Vilhena	911	92	11	103	5 150	5,7	0,11
	Cacoal	684	71	8	79	3 950	5,8	0,12
	Nobres	1 580	155	18	173	8 650	5,5	0,11
	Sinop	1 731	169	20	189	9 450	5,5	0,11
Itapuã	Vilhena	611	65	0	65	3 250	5,3	0,11
	Cacoal	384	48	0	48	2 400	6,3	0,13
	Nobres	1 280	127	15	142	7 100	5,5	0,11
	Sinop	1 431	141	16	157	7 850	5,5	0,11
Média							5,6	0,11

Fonte: consultas a empresas especializadas em frete rodoviário

Com base neste parâmetro de valor de frete é possível analisar o raio máximo de localização do consumidor final para se obter o retorno financeiro esperado pelos futuros investidores do projeto (ou com relação ao retorno encontrado para o cenário de exportação correspondente). Dessa forma, serão analisados os custos de 3 cenários adicionais para

indicação da distância máxima do consumidor de pellets até as diferentes localizações da planta de fabricação.

## 4.2.2 ANÁLISE FINANCEIRA

### 4.2.2.1 Análise de Viabilidade

O objetivo da análise de viabilidade é de estimar o preço mínimo de venda de pellets necessário para garantir a sustentabilidade econômico-financeira de um projeto de produção de pellets para exportação (e alternativamente para comercialização interna). A análise se baseia em investimentos, projeção de despesas e custos de operação e manutenção, estrutura e condições de financiamento, tributos, entre outros, conforme fluxo de caixa indicado no ANEXO I.

Para o financiamento do projeto, prevê-se a constituição de empresa ad-hoc, cuja estruturação permitirá que os futuros investidores possam recorrer a financiamentos com condições relativamente restritivas (maiores taxas de juros, menores prazos de reembolso, maior índice de cobertura do serviço da dívida, maior aporte de capital próprio, etc) devido ao risco de demanda relacionado às incertezas de preços e volumes de venda de pellets com contrato de longo prazo. Para mitigar os riscos relacionados ao preço futuro de pellets, a presente análise financeira será realizada considerando um horizonte de somente 10 anos de operação do projeto e com um prazo de reembolso do financiamento de 7 anos, lembrando que a vida útil do empreendimento em questão é superior a 15-20 anos, segundo fabricantes.

Para o cálculo de viabilidade dos cenários de investimento foi utilizado o Método da Taxa Interna de Retorno (TIR). A Taxa Interna de Retorno reflete a qualidade de um investimento, sendo utilizada amplamente por empresas e gestores financeiros como principal parâmetro para tomada de decisão de investimento em projetos, permitindo comparar diferentes alternativas e apresentando a taxa de rentabilidade como resultado. A TIR é amplamente difundida e tornou-se padrão tanto em planilhas eletrônicas como em calculadoras financeiras. Uma de suas principais vantagens é sua facilidade de interpretação, pois o cálculo apresenta uma taxa para cada projeto. Neste caso, se você precisa decidir entre dois projetos ou investimentos, aquele que tiver a maior Taxa Interna de Retorno será sua melhor opção. (TREASY, 2017).

A Taxa Interna de Retorno é a taxa de juros que torna o valor presente das entradas de caixa igual ao valor presente das saídas de caixa do projeto de investimento, ou seja, o valor presente líquido do fluxo de caixa é nulo ( $VPL=0$ ). De outra forma, a TIR é a taxa de desconto que faz o VPL de um fluxo de caixa antecipado igualar-se aos custos do projeto e representa o retorno intrínseco do projeto, independente das taxas de juros do mercado. A TIR representa a taxa de retorno anual composta esperada para um projeto ou investimento. (TREASY, 2017).

Ainda segundo TREASY (2017), para que o projeto seja viável e atrativo economicamente aos futuros investidores, é necessário que a TIR seja superior à taxa de desconto equivalente ao custo de oportunidade de igual risco. A fórmula para calcular a TIR é apresentada abaixo:

$$0 = VPL = \sum_{t=0}^T \frac{FC_t}{(1 + TIR)^t}$$

Onde:

TIR: Taxa interna de retorno;

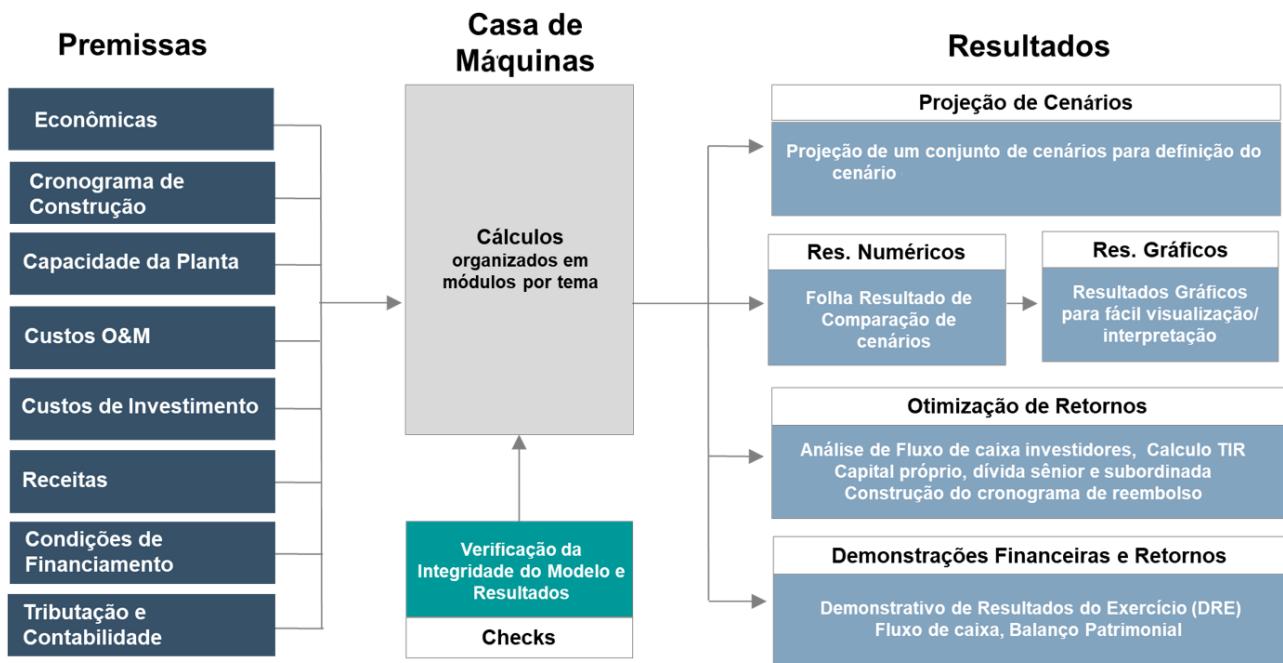
FC<sub>t</sub>: Fluxo de caixa líquido no período t;

t: Período de análise do projeto;

T = Número de períodos de análise.

Para o cálculo da TIR é necessário obter-se o Fluxo de Caixa do Projeto (para o cálculo da TIR Projeto) e dos acionistas (para o cálculo da TIR Acionista). Para isso foi desenvolvido um modelo econômico-financeiro baseado no software Microsoft Excel, incluindo as demonstrações contábeis do empreendimento: Demonstração de Fluxo de Caixa (Anexo 1), Demonstração do Resultado do Exercício (DRE, Anexo 2) e o Balanço Patrimonial (Anexo 3), permitindo a análise e estimativa dos retornos financeiros de diferentes cenários em função das premissas de base. O modelo desenvolvido permite também a análise de vários cenários e sensibilidades às variações dos valores das principais premissas de base consideradas.

Figura 64 - Esquema do Modelo Econômico Financeiro



O Fluxo de Caixa do Projeto é calculado com base na seguinte sequência de parâmetros, detalhada posteriormente para cada ano do período de análise de 10 anos:

- (+) Receitas
  - (-) Custos de Operação e Manutenção (O&M)
  - (+/-) Capital de Giro
  - (-) Custos de Construção
- 
- (=) Fluxo de Caixa do Projeto Pré-Impostos**
- (-) Impostos
- 
- (=) Fluxo de Caixa do Pós-Impostos**

O Fluxo de Caixa dos Acionistas, para a estrutura considerada neste estudo, é calculado com base na seguinte sequência de parâmetros, detalhada posteriormente para cada ano do período de análise de 10 anos:

- (-) Capital Social Emitido/ Resgatado
  - (+) Dividendos Distribuídos
  - (+) Saldo de caixa
- 
- (=) Fluxo de Caixa dos Acionistas**

Os itens abaixo compõem o Fluxo de Caixa dos Acionistas, de onde serão extraídos os valores necessários para o cálculo da TIR de cada cenário.

- (+) Receitas
  - (-) Custos de Operação e Manutenção
  - (+/-) Variação de Capital de Giro
  - (-) Impostos
  - (-) Custos de Construção
- 

**(=) Fluxo de Caixa do Projeto**

- (-) Juros e Taxas do Financiamento do Capital de Giro
  - (+/-) Variação de Capital de Giro Financiado
  - (+) Retirada de Dívida Sênior
  - (-) Emissão de Capital Próprio
  - (+) Retirada de Dívida Subordinada
- 

**(=) Fluxo de Caixa Disponível para o Serviço de Dívida Sênior**

- (-) Juros e taxas da Dívida Sênior
  - (-) Reembolso da Dívida Sênior
- 

**(=) Fluxo de Caixa Disponível após o Serviço da Dívida Sênior**

- (+) Saldo de Caixa no Início do Período
- 

**(=) Fluxo de Caixa Disponível para Dividendos**

- (-) Dividendos pagos
  - (-) Resgate de Capital Social
- 

**(=) Saldo de Caixa no Final do Período**

Os itens abaixo compõem o Demonstrativo do Resultado do Exercício, de onde serão extraídos também os valores de impostos, necessários para o cálculo do Fluxo de Caixa dos Investidores, e que têm impacto significativo sobre a TIR.

- (+) **Receita Operacional Bruta**
- (-) ISS
- (-) ICMS

(-) PIS/COFINS

(=) **Receita Operacional Líquida**

- (-) Custos Variáveis
- (-) Despesas Operacionais e Administrativas
- (-) Depreciação e Amortização (D&A)

(=) **Lucro antes dos Juros e Imposto de Renda (LAJIR ou EBITDA)**

- (-) Juros de Financiamento
- (+/-) Juros sobre saldo de caixa

(=) **Lucro antes do Imposto de Renda (LAIR)**

- (-) Contribuição Social sobre Lucro Líquido (CSLL)
- (-) Imposto de Renda (IRPJ)
- (+) Utilização de Créditos Fiscais

(=) **Lucro do Exercício**

Todas as premissas econômico-financeiras consideradas no presente estudo, e que permitirão calcular os valores de base necessários para a construção do Fluxo de Caixa e do DRE, visando uma análise detalhada das condições de viabilidade projeto, são descritas nos itens a seguir deste relatório.

#### 4.2.2.2 Análise de Cenários

A análise de cenários contempla 3 estudos de caso em função de possíveis localizações da Unidade Peletizadora (Humaitá, Itapuã do Oeste ou Porto Velho) para exportação de pellets ao mercado Europeu.

Foram em seguida estudados 3 cenários adicionais que consideram, alternativamente, a venda de pellets no mercado brasileiro.

Dessa forma, foi estimado o preço de venda de pellets para viabilizar financeiramente cada um dos 3 cenários de base estudados. Já para os 3 cenários alternativos foi considerada uma premissa de preço teto de venda de pellet no mercado brasileiro, que limitará as distâncias máximas ao comprador, o preço a pagar pela matéria-prima e os custos de frete terrestre.

#### 4.2.2.3 Análise de Sensibilidade

Considerando que um dos principais objetivos deste estudo é de “definir o volume mínimo de resíduos necessário ao funcionamento de uma usina de peletização na região de Purus Madeira, considerando aspectos técnicos e econômicos”, serão realizadas análises de sensibilidade à partir do Cenário que será definido como “Cenário de Base”, sendo que corresponderá ao cenário viável de menor capacidade de produção.

Assim, nesta seção será realizada uma análise da solidez do Cenário de Base, para Exportação de Pellets, do ponto de vista da viabilidade financeira. Para tal, com base nos parâmetros do Cenário de Base, foram feitas análises de sensibilidade aos parâmetros fundamentais do projeto de forma a analisar a sua solidez financeira do ponto de vista de um investidor privado, analisando a sensibilidade da rentabilidade esperada aos parâmetros indicados na Tabela 35.

Tabela 35 - Análise de Sensibilidade de Base, Exportação

1	Cenário Base p/ Exportação
1.1	Taxa de Câmbio +5%
1.2	Taxa de Câmbio -5%
1.3	Taxa de Juros +1%
1.4	Taxa de Juros -1%
1.5	Custo da Matéria-Prima +30%
1.6	Custo da Matéria-Prima -30%
1.7	Variação no CapEx +10%
1.8	Variação no CapEx -10%
1.9	Variação no OpEx Fabrica Pellets +5%
1.10	Variação no OpEx Fabrica Pellets -5%
1.11	Prazo de Operação -1 ano
1.12	Prazo de Operação +5 anos
1.13	Preço de Exportação de Pellets (CIF) -5%

(\*) *Capex: Capital Expenditure (Custos de Capital)*

*Opex: Operational Expenditure (Custo Operacional)*

*CIF (Incomterms): Cost, Insurance and Freight (Custo, Seguro e Frete)*

Alternativamente, para o cenário de base considerando a comercialização de pellets no mercado brasileiro, foram realizadas análises de sensibilidade com relação aos parâmetros indicados na Tabela 36.

**Tabela 36 - Análise de Sensibilidade do Cenário Alternativo, Venda no Brasil**

<b>2</b>	<b>Cenário Alternativo, Venda no Brasil</b>
2.1	Preço de Venda de Pellets no Mercado Brasileiro -5%
2.2	Preço de Venda de Pellets no Mercado Brasileiro +5%
2.3	Distância da Fábrica até Consumidor Nacional +100 km
2.4	Sem frete até Consumidor Nacional
2.5	Isenção de Impostos sobre Venda de Pellets no Brasil

As unidades dos resultados das sensibilidades serão indicadas em “Basis Points, (ou “pontos-base”), ou BPS, que é uma unidade de medida cuja funcionalidade é apresentar as variações em pontos percentuais das taxas de indicadores financeiros. O seu valor é sempre equivalente a 0,01%. Um ponto importante a salientar é a diferença entre o uso do basis point e o aumento percentual, quando tratamos de variações de taxas. Se uma determinada taxa de juros subiu de 10% para 11% a variação é de 100 bps. Se considerarmos aumento percentual a variação seria de 10% (e não 1%).

#### **4.2.3 ESTRATÉGIA DE VENDA DE PRODUÇÃO DE PELLETS**

Para a definição da estratégia de venda de pellets consideram-se os seguintes parâmetros:

- Qualidade potencial dos pellets
- Volumes negociados
- Mercado consumidor vs Preços de Venda
- Condições de entrega do produto
- Distância Máxima do consumidor (no caso de venda nacional)
- Tributos sobre venda de pellets

São consideradas as possibilidades de venda dos pellets no mercado Europeu (Cenários de Base) e no mercado Brasileiro (Cenários Alternativos), com os respectivos preços de transporte e preços de aquisição de pellets.

A análise dos cenários de base, objeto principal desta consultoria visando a exportação de pellets, considera que serão fabricados pellets certificados ENplus para comercialização no mercado Europeu através de traders globais. Estes cenários de base incluem os custos de frete fluvial e marítimo desde o Porto de Humaitá ou Porto Velho até Le Havre na França.

Existem 3 fatores críticos a serem considerados para o sucesso da comercialização de pellets ao mercado Europeu:

- Obtenção da certificação ENplus: apesar de não ser obrigatório, aumenta consideravelmente as chances de comercialização e do preço de venda do produto, sendo que 69% dos pellets para aquecimento consumido na Europa são certificados ENplus, dos quais 90% com certificação A1.
- Preço de Venda Competitivo: o preço de viabilização identificado no presente estudo se situa abaixo do limite inferior dos preços praticados no mercado Europeu, e dos demais produtores Brasileiros;
- Contratos de Longo Prazo: Para obtenção de contratos de longo prazo de fornecimento de pellets para uso industrial é necessário fornecer acima de 100 000 toneladas de pellets por ano.

Assim, os 3 cenários de base consideraram que a certificação ENplus poderá ser adquirida e que os pellets serão vendidos no mercado Europeu a um preço competitivo no mercado de preços instantâneos (“spot”) via traders globais, uma vez que os projetos não permitem obtenção de quantidades acima de 100 000 toneladas por ano para obtenção de contratos de longo prazo. Justamente por se tratar de um risco considerável para os investidores, dada a exposição à variação de preços, somadas às incertezas de câmbio, a presente análise foi realizada sobre um período de 10 anos de operação, com previsão de financiamento completamente reembolsado no 7º ano de operação.

Conforme informado anteriormente, foi verificado que os preço de venda de pellets qualidade ENplus A1 em diferentes países da União Européia variavam entre 160 e 250 €/T no final de 2018 e que, conforme dados do Comex Stat, o preço médio de pellets exportados

do Brasil entre 2018 e 2020 foi de 155 a 165 US\$/t (valores FOB, sem frete de transporte marítimo). Considerando que o frete marítimo estimado foi de cerca de 60 US\$/t de pellet, o preço do pellet exportado do Brasil chegaria à Europa por cerca de 220 a 230 US\$/t (ou 180-190 €/t no câmbio atual), dentro da faixa de 160 a 250 €/t do mercado Europeu para pellets de qualidade.

Dessa forma, o preço de venda estimado para a viabilidade dos 3 cenários de base seria da ordem de 160 a 165 €/t de pellet, e estaria situado abaixo da faixa de preços médios de exportação do Brasil e no limite inferior dos preços Europeus. Esta faixa pode também ser considerada uma referência para definição do tamanho mínimo da instalação, uma vez que uma planta menor necessitaria de um preço de venda superior para obtenção dos mesmos retornos financeiros, prejudicando a competitividade do produto no mercado.

Alternativamente, são analisados 3 cenários adicionais com base nos preços de venda de pellets no mercado Brasileiro e indicação de limite de custos de frete terrestre (ou de distância limite entre comprador e fábrica). Com base na premissa de preço teto de venda de 720 R\$/t seria possível viabilizar os 3 empreendimentos, com possibilidade de inclusão do frete terrestre até uma certa distância para entrega dos pellets, em função do cenário analisado.

O preço de venda estimado para a viabilidade dos 3 cenários alternativos foi fixado em 720 R\$/t de pellet, que estaria situado na faixa superior de preços de mercado no Brasil, sendo que este preço de referência considera embalagens de 15 e 20 kg e não inclui o frete. Assim, com base no custo da matéria-prima indicado foi também considerada a opção de realizar o ensacamento e de se adicionar um frete para entrega de pellets até uma distância máxima viável para cada cenário.

Caso houvesse a isenção dos impostos ICMS/ PIS/COFINS sobre a receita bruta de pellets no Brasil, seria possível inclusão de um frete adicional de até uma longa distância da fábrica. Assim, no caso de venda do produto no mercado nacional, haveria uma limitação de distância fábrica-consumidor, que poderia ser solucionada pela isenção de impostos sobre a receita do biocombustível (permitindo maiores distâncias), ou pelo desenvolvimento de um mercado local consumidor como padarias, hotéis, indústrias locais, aquecimento, pet shops, entre outros, nos moldes do que vêm ocorrendo com o mercado de pellets no Sul do Brasil.

#### 4.3 RESULTADOS

#### 4.3.1 ANÁLISE DE CUSTOS

##### 4.3.1.1 *Custo da Matéria Prima*

As Tabelas 37 e 38 indicam os valores anuais de custo de matéria-prima para cada um dos Cenários estudados, considerando que a remuneração do gerador de resíduo seria de 35 R\$/t.

Tabela 37 - Custo Anual de Aquisição de Matéria-Prima (Resíduos), Cenários de Exportação de Pellets

		Humaitá (AM)	Itapuã do Oeste (RO)	Porto Velho (RO)
Quantidade de Matéria-Prima	t/ano	25 760	25 783	51 543
Custo Unitário de Aquisição	R\$/t	35	35	35
<b>Custo Anual de Matéria-Prima</b>	<b>R\$/ano</b>	<b>901 600</b>	<b>902 393</b>	<b>1 803 993</b>

Tabela 38 - Custo Anual de Aquisição de Matéria-Prima (Resíduos), Cenários de Venda de Pellets no Mercado Nacional

		Humaitá (AM)	Itapuã do Oeste (RO)	Porto Velho (RO)
Quantidade de Matéria-Prima	t/ano	25 760	25 783	51 543
Custo Unitário de Aquisição	R\$/t	35	35	35
<b>Custo Anual de Matéria-Prima</b>	<b>R\$/ano</b>	<b>901 600</b>	<b>902 393</b>	<b>1 803 993</b>

Os preços de aquisição indicados acima serão corrigidos anualmente conforme IPCA - Índice de Preços ao Consumidor Amplo.

##### 4.3.1.2 *Custos de Coleta, Preparo e Transporte de Resíduos*

###### 4.3.1.2.1 Custo de Capital

No cenário de Humaitá seriam necessários cerca de 3,5 milhões de reais de investimento em caminhões e equipamentos para a coleta, preparo e transporte de resíduos. No cenário de Itapuã seriam necessários cerca de 3,9 milhões de reais de investimento e no cenário de Porto Velho seriam necessários cerca de 8,4 milhões de reais de investimento.

A Tabela 39 indica a repartição dos custos de investimento em caminhões e equipamentos para a coleta, preparo (picagem com rodoforestal) e transporte de resíduos para o cenário de localização da Unidade Peletizadora em Humaitá (AM), que totalizam R\$

3,49 milhões. Nota-se que os custos mais elevados são provenientes da aquisição do Rodoforestal e da pá carregadeira, junto com concha e garfo, seguido pelo caminhão de transporte de resíduos.

Tabela 39 - Custo de Capital para Coleta e Transporte de Resíduos, Humaitá (AM)

<b>Tipo</b>	<b>Capacidade (ton)</b>	<b>Qde</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total * (R\$)</b>
Caminhão (plataforma) de Transporte Resíduos	22	1	465 000	488 250
Caçamba	22	1	138 000	144 900
Pá Carregadeira, Concha e Garfo	-	1	956 000	1 003 800
Rodoforestal	30	1	1 603 000	1 683 150
Semi-reboques (transporte de pellets c/ pá carregadeira)	22	1	162 000	170 100
<b>Total Coleta e Transporte de Resíduos</b>				<b>3 490 200</b>

(\*) incluindo diferencial de ICMS de 5% para o Amazonas

A Tabela 40 indica a repartição dos custos de investimento em caminhões e equipamentos para a coleta, preparo e transporte de resíduos para o cenário de localização da Unidade Peletizadora em Itapuã (RO), que totalizam R\$ 3,9 milhões. Nota-se que os custos mais elevados são provenientes da aquisição do Rodoforestal e da pá carregadeira, junto com concha e garfo, seguido pelo caminhão de transporte de resíduos.

Tabela 40 - Custo de Capital para Coleta e Transporte de Resíduos, Itapuã (RO)

<b>Tipo</b>	<b>Capacidad e (ton)</b>	<b>Qde</b>	<b>Preço Unit. (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
Caminhão Transporte Resíduos (Cavalo Mecânico)	22	1	566 000	594 300
Semi-reboques (dianneiro, traseiro) e caçambas	22	1	519 000	544 950
Pá Carregadeira, Concha e Garfo		1	956 000	1 003 800
Rodoforestal	30	1	1 603 000	1 683 150
Semi-reboques (transporte de pellets c/ caminhão de residuos)	22	1	81 000	85 050
<b>Total Coleta e Transporte de Resíduos</b>				<b>3 911 250</b>

A Tabela 41 indica a repartição dos custos de investimento em caminhões e equipamentos para a coleta, preparo e transporte de resíduos para o cenário de localização da Unidade Peletizadora em Porto Velho (RO), que totalizam R\$ 8.39 milhões. Nota-se que os custos mais elevados são provenientes da aquisição dos Rodoforestais e dos semi-reboques (danteiro, intermediário e traseiro), junto com as caçambas, seguido pelos caminhões de transporte de resíduos.

Tabela 41 - Custo de Capital para Coleta e Transporte de Resíduos, Porto Velho (RO)

<b>Tipo</b>	<b>Capacidade</b>	<b>Qde</b>	<b>Preço Unit.</b>	<b>Preço c/ Imp.</b>
	(ton)		(R\$)	(R\$)
Caminhão Transporte Resíduos (Cavalo Mecânico)	50	3	566 000	1 782 900
Semi-reboques (danteiro, intermed., traseiro) e caçambas	50	3	656 000	2 066 400
Pá Carregadeira, Concha e Garfo		1	956 000	1 003 800
Rodoforestal	30	2	1 603 000	3 366 300
Semi-reboques (transporte de pellets c/ caminhão de resíduos)	50	2	81 000	170 100
<b>Total Coleta e Transporte de Matéria-Prima (Resíduos)</b>				<b>8 389 500</b>

Os Custos de Capital para a Coleta, Preparo e Transporte de Resíduos para o cenário de Humaitá foram identificados como os menores, devido aos menores custos requeridos em caminhões (do tipo plataforma, e não cavalo mecânico) e em caçambas, sem necessidade de semi-reboques.

A Tabela 42 resumo os custos de capital para os três cenários indicados nas Tabelas 37-39 acima.

Tabela 42 - Resumo do Custo de Capital para Coleta, Preparo e Transporte de Resíduos, cenários de Humaitá, Itapuã e Porto Velho.

<b>Resumo CapEx Coleta, Preparo e Transporte</b>	<b>Humaitá</b>	<b>Itapuã</b>	<b>Porto Velho</b>
Coleta e Transporte	1 807 050	2 228 100	5 023 200
Preparo	1 683 150	1 683 150	3 366 300
<b>Total Coleta, Preparo e Transporte</b>	<b>3 490 200</b>	<b>3 911 250</b>	<b>8 389 500</b>

#### 4.3.1.2.2 Custos de Operação & Manutenção

Os Custos de Operação e Manutenção para a Coleta, Preparo (picagem com rodoforestal) e Transporte de Resíduos para o cenário de Itapuã foram identificados como os menores, devido à localização da unidade peletizadora há apenas 2 km dos geradores de resíduos, ao passo que em Humaitá a distância entre o ponto de geração e fábrica seria de 20 km. Já Porto Velho estaria a 400 km de Humaitá e 200 km de Itapuã, conforme indicado anteriormente.

No cenário de Humaitá (AM) os custos totais de Operação e Manutenção de caminhões e equipamentos de coleta, preparo e transporte de resíduos seriam de cerca de 315 000 R\$/ano, para um total de cerca de 25.760 toneladas anuais de resíduos, equivalente a cerca de 12 R\$/ton de Matéria-Prima (Resíduo).

No cenário de Itapuã (RO) os custos totais de Operação e Manutenção de caminhões e equipamentos de coleta, preparo e transporte de resíduos seriam de cerca de 223 000 R\$/ano, para um total de cerca de 25.783 toneladas anuais de resíduos, equivalente a cerca de 9 R\$/ton de Matéria-Prima (Resíduo).

No cenário de Porto Velho (RO) os custos totais de Operação e Manutenção de caminhões e equipamentos de coleta, preparo e transporte de resíduos seriam de cerca de 2 048 000 R\$/ano, para um total de cerca de 25.783 toneladas anuais de resíduos, equivalente a cerca de 40 R\$/ton de Matéria-Prima (Resíduo).

A Tabela 43 resume os custos totais de Operação e Manutenção de caminhões e equipamentos para o preparo, a coleta e o transporte de resíduos para os 3 cenários de localização das Unidades Peletizadoras: Humaitá (AM), Itapuã (RO) e Porto Velho (RO).

O custo de preparo da matéria prima compreendem os custos de operação e manutenção do rodoforestal incluindo combustível do picador e caminhão, água, EPIs para operador de grua e mecânico, custo de manutenção e reposição de peças do picador, custo da hora máquina da garra traçadora e insumos do conjunto de corte.

O item combustível é de longe o mais significativo, representando cerca de 2/3 do custo operacional do picador. Com base em um preço de óleo diesel de 4,5 R\$ por litro e um consumo anual de diesel de cerca de 31,5 mil litros pela máquina em funcionamento de cerca de 3 horas diárias.

Tabela 43 - Custo Anual de Operação e Manutenção: Preparo , coleta e transporte da Matéria-Prima (Resíduos)

		Humaitá (AM)	Itapuã (RO)	Porto Velho (RO)
Quantidade de Matéria-Prima	t/ano	25 760	25 783	51 543
Custo Unitário de Preparo	R\$/t	8,24	8,24	8,24
<b>Custo Anual de Preparo</b>	<b>R\$/ano</b>	<b>212 262</b>	<b>212 449</b>	<b>424 712</b>
Custo Unitário de Coleta e Transporte	R\$/t	4	0,4	31,5 (*)
<b>Custo Anual de Coleta e Transporte</b>	<b>R\$/ano</b>	<b>103 040</b>	<b>10 313</b>	<b>1 623 220</b>
Total	R\$/t	12,2	8,6	39,7
<b>Total</b>	<b>R\$/ano</b>	<b>315 302</b>	<b>222 762</b>	<b>2 047 932</b>

(\*) média entre Humaitá-Porto Velho (48 R\$/t) e Itapuã do Oeste-Porto Velho (15 R\$/t)

Os preços de aquisição indicados acima serão corrigidos anualmente conforme IPCA - Índice de Preços ao Consumidor Amplo.

#### 4.3.1.3 *Custos da Fábrica de Pellets*

##### 4.3.1.3.1 Custo de Capital

O custo de capital para instalações e equipamentos varia conforme a capacidade da planta, o local, as características da(s) matéria-prima(s) utilizada(s) no processo de produção, do tipo de tecnologia adotada, da estratégia logística e de armazenagem de resíduos e pellets, do nível de obras civis requeridas, custo do terreno disponível, dentre outros.

Os parâmetros para estimativa de custos de obras civis, galpões, terrenos nas respectivas localizações são indicadas nas tabelas 44 a 46.

Tabela 44 - Parâmetros para estimativa de custos de terrenos

Terreno	R\$/m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	R\$
Humaitá (setor industrial)	130	2 000	260 000
Itapuã d'Oeste	10 (*)	2 000	20 000
Porto Velho (setor industrial)	100	2 000	200 000

(\*) conforme média de anúncios de terrenos pesquisados

Tabela 45 - Parâmetros para estimativa de custos de galpões

<b>Galpões</b>	<b>R\$/m2</b>	<b>m2</b>	<b>R\$</b>
Humaitá	845	1 835	1 550 575
Itapuã d'Oeste	845	1 835	1 550 575
Porto Velho	845	2 470	2 087 150

Tabela 46 - Parâmetros para estimativa de custos de obras civis

<b>Obras Civis</b>	<b>R\$/m2</b>	<b>m2</b>	<b>R\$</b>
Humaitá	1 453	800	1 162 400
Humaitá	1 453	800	1 162 400
Porto Velho	1 453	800	1 162 400

A decomposição do custo de capital da Fábrica de Pellets requerido para cada uma das localizações é indicada na Tabela 47.

Tabela 47 - Custo de Capital da Fábrica de Pellets

<b>Custo do Projeto, x1.000 R\$</b>	<b>Humaitá</b>	<b>Itapuã</b>	<b>Porto Velho</b>
Movimentação e Armazenagem	2 746	2 746	3 569
Processo de Peletização Completo	6 689	6 993	12 981
Obras Civis, Galpões, Silos e Terrenos	2 973	2 733	3 449
Seguro, Engenharia, Gerenc., Licenciamento	1 500	1 528	2 367
<b>Total</b>	<b>13 908</b>	<b>13 696</b>	<b>21 760</b>

#### 4.3.1.3.2 Custos de Operação & Manutenção

Tabela 48 - Custo Anual de O&M, Cenários de Exportação de Pellets

<b>Custos de Operação &amp; Manutenção</b>	<b>Humaitá (AM)</b>	<b>Itapuã do Oeste (RO)</b>	<b>Porto Velho (RO)</b>
Mão-de-Obra	1 468 720	1 468 720	1 468 720
Manutenção	405 533	405 533	811 065
Seguro	79 491	80 396	138 910
Custos Administrativos (inc. ENPlus)	120 000	120 000	120 000
<b>Total Custos Fixos Operacionais, R\$ por tonelada de pellets, R\$/t</b>	<b>2 073 743</b> 123	<b>2 074 648</b> 123	<b>2 538 696</b> 75
Consumo de Energia	1 924 716	1 924 716	3 849 431
Ensacamento	-	-	-
<b>Total Custos Variáveis Operacionais</b>	<b>1 924 716</b>	<b>1 924 716</b>	<b>3 849 431</b>

<i>por tonelada de pellets, R\$/t</i>	114	114	114
<b>Custo Operacional Total</b> <i>por tonelada de pellets, R\$/t</i>	<b>3 998 459</b> 237	<b>3 999 364</b> 237	<b>6 388 127</b> 190

Tabela 49 - Custo Anual de O&M, Cenários de Venda de Pellets no Mercado Nacional

<b>Custos de Operação &amp; Manutenção</b>	<b>Humaitá (AM)</b>	<b>Itapuã do Oeste (RO)</b>	<b>Porto Velho (RO)</b>
Mão-de-Obra	1 468 720	1 468 720	1 468 720
Manutenção	405 533	405 533	811 065
Seguro	79 491	80 396	138 910
Custos Administrativos	120 000 (*)	120 000	120 000
<b>Total Custos Fixos Operacionais, R\$ por tonelada de pellets, R\$/t</b>	<b>2 073 743</b> 123	<b>2 074 648</b> 123	<b>2 538 696</b> 75
Consumo de Energia	1 924 716	1 924 716	3 849 431
Ensacamento	207 622	207 622	415 245
<b>Total Custos Variáveis Operacionais por tonelada de pellets, R\$/t</b>	<b>2 132 338</b> 127	<b>2 132 338</b> 127	<b>4 264 676</b> 127
<b>Custo Operacional Total por tonelada de pellets, R\$/t</b>	<b>4 206 081</b> 250	<b>4 206 986</b> 250	<b>6 803 371</b> 202

(\*) Apesar de não haver certificação ENPLUS, foi considerado ainda um custo administrativo caso futuramente venham a serem implementadas normas similares para venda no mercado Brasileiro.

Detalhar a estimativa dos custos administrativos ou retificar os valores para refletir a diferença com a certificação.

#### 4.3.1.4 Custos de Transporte de Pellets

##### 4.3.1.4.1 Transporte Multimodal para Venda no Mercado Europeu

###### Transporte Terrestre até o Porto de Embarque

No cenário de Humaitá (AM) os custos de transporte terrestre até o Porto de Embarque em Humaitá (5 km de distância) seriam de cerca de 34.000 R\$/ano, para um total de cerca de 17.000 toneladas anuais de pellets, equivalente a 2 R\$/ton de Pellet transportado.

No cenário de Itapuã (RO) os custos de transporte terrestre até o Porto de Embarque em Porto Velho (120 km de distância) seriam de cerca de 270.000 R\$/ano, para um total de cerca de 17.000 toneladas anuais de pellets, equivalente a 16 R\$/ton de Pellet transportado.

No cenário de Porto Velho (RO) os custos de transporte terrestre até o Porto de Embarque em Porto Velho (20 km de distância) seriam de cerca de 101.000 R\$/ano, para um total de cerca de 34.000 toneladas anuais de pellets, equivalente a 3 R\$/ton de Pellet transportado. A Tabela 48 resume os custos de transporte terrestre de pellets da planta até o porto mais próximo, para os 3 cenários de localização da Unidade Peletizadora: Humaitá (AM), Itapuã (RO) e Porto Velho (RO).

Tabela 50 - Custo Anual de Transporte Terrestre de Pellets

		Humaitá (AM)	Itapuã (RO)	Porto Velho (RO)
Quantidade de Pellets	t/ano	16 848	16 848	33 696
Distância até Porto de Embarque Fluvial	km	5	120	20
Custo Unitário de Transporte	R\$/t	2	16	3
<b>Custo Anual Transporte Terrestre</b>	<b>R\$/ano</b>	<b>33 696</b>	<b>269 568</b>	<b>101 088</b>

Os custos indicados acima serão corrigidos anualmente conforme IPCA - Índice de Preços ao Consumidor Amplo.

#### Transporte Fluvial e Marítimo até o Porto de Destino na Europa

Os valores médios obtidos de frete fluvial de Porto Velho ou Humaitá até Manaus, de onde parte o transporte marítimo até Le-Havre, França, são indicados na Tabela 51:

Tabela 51 - Custo Médio de Transporte Fluvial e Marítimo de Pellets, por container e tonelada de pellets, em Dólares e Reais.

Frete/ container	Média Frete por Container (24t)		Média Frete por Tonelada Pellet	
	US\$	R\$*	US\$	R\$*
PVH-Manaus	772	3 861	32	161
Manaus-Le Havre	1 491	7 454	62	311
<b>TOTAL</b>	<b>2 263</b>	<b>11 315</b>	<b>94</b>	<b>471</b>

\* Cotação US\$ 1,00 = R\$ 5,00

Nos cenários da planta localizada em Humaitá (AM) ou Itapuã (RO) o custo de transporte fluvial até Manaus seria de cerca de 2.7 milhões R\$/ano, que somados aos 5.2

milhões R\$/ano em transporte marítimo de Manaus até Le Havre (França), representaria um custo total de transporte fluvial e marítimo de cerca de 8 milhões R\$/ano.

Nos cenários da planta localizada em Porto Velho (AM) o custo de transporte fluvial até Manaus seria de cerca de 5.4 milhões R\$/ano, que somados aos 10.5 milhões R\$/ano em transporte marítimo de Manaus até Le Havre (França), representaria um custo total de transporte fluvial e marítimo de 16 milhões R\$/ano. A Tabela 50 apresenta os custos anuais de transporte fluvial para os três cenários de exportação de pellets:

Tabela 52 - Custo Anual de Transporte Fluvial de Pellets para Exportação

		Humaitá (AM)	Itapuã (RO)	Porto Velho (RO)
Quantidade de Pellets	t/ano	16 848	16 848	33 696
Quantidade de Containers 24t - 20'	Containers/ano	702	702	1 404
Frete Fluvial (até Manaus)	R\$/container	3 861	3 861	3 861
Frete Marítimo (até Le Havre)	R\$/container	7 454	7 454	7 454
Custo Anual Transporte Fluvial	kR\$/ano	2 710	2 710	5 421
Custo Anual Transporte Marítimo	kR\$/ano	5 233	5 233	10 466
<b>Custo Transporte Fluvial e Marítimo</b>	<b>kR\$/ano</b>	<b>7 943</b>	<b>7 943</b>	<b>15 886</b>

#### 4.3.1.4.2 Transporte Terrestre para Venda no Mercado Brasileiro

A Tabela 53 indica os custos anuais de transporte terrestre de pellets para venda no mercado brasileiro para cada um dos cenários estudados com base um valor médio dos custos de frete por distância e peso de 0,11 R\$ / tonelada.km de pellets, conforme indicado na metodologia.

Observa-se que para o cenário de Humaitá seria possível uma distância de até 320km até o local do consumidor do produto final, afim de manter a rentabilidade do projeto a um nível aceitável por investidores (já que de outro modo o projeto não ocorreria). Seguindo a mesma linha de raciocínio, em Itapuã seria possível uma distância de até 360km até o local do consumidor do produto final,e em Porto Velho seria possível manter a rentabilidade do projeto para uma distância de até 580 km da unidade de fabricação.

Tabela 53 - Custo Anual de Transporte Terrestre de Pellets para Exportação

		Humaitá (AM)	Itapuã (RO)	Porto Velho (RO)
Quantidade de Pellets	t/ano	16 848	16 848	33 696
Distância até Consumidor Nacional (*)	km	320	360	578
Custo Unitário de Transporte	R\$/t.km	0,11	0,11	0,11
<b>Custo Anual Transporte Terrestre</b>	<b>kR\$/ano</b>	<b>593 050</b>	<b>667 181</b>	<b>2 142 392</b>

(\*) resultado de distância máxima para igualar a TIR dos 3 primeiros cenários que consideram exportação de pellets

Os custos indicados acima serão corrigidos anualmente conforme IPCA - Índice de Preços ao Consumidor Amplo.

#### 4.3.2 ANÁLISE FINANCEIRA

##### 4.3.2.1 *Premissas Macroeconômicas*

As projeções dos principais indicadores macroeconômicos para os próximos anos se encontram na Tabela 54, e foram baseadas nas expectativas de mercado comunicadas pelo Banco Central do Brasil, sempre considerando as expectativas mais conservadoras.

Tabela 54 - Principais Indicadores Macroeconômicos

Indicadores Macroeconômicos	2021	2022	2023	2024	Adotado
IPCA (%)	3,43	3,50	3,25	3,22	3,5
PIB (% de crescimento)	3,45	2,50	2,50	2,50	
Taxa de Câmbio - fim do período (R\$/US\$)	5,00	4,90	4,89	4,96	5,00
Meta Taxa Selic - fim do período (%)	3,25	4,75	6,00	6,00	
IGP-M (%)	4,94	4,00	3,50	3,50	
Taxa de Câmbio - fim do período (US\$/€)	1,18	1,18	1,18	-	
Taxa de Câmbio - fim do período (R\$/€)	5,90	5,78	5,77	-	6,00
Taxa de inflação EUA (%)	1,8	1,9	2	-	2,00

Fonte: Banco Central do Brasil, Expectativa de Mercado FOCUS, 01/2021, e Projeções Macroeconómicas do Banco Central Europeu (ECB), 12/2020, US Inflation Rate - The Balance, 12/2020.

Dessa forma, para a correção dos custos nacionais adotou-se um IPCA - Índice de Preços ao Consumidor Amplo, de 3,5% a.a., e para os itens comercializados em moeda estrangeira (pellets) adotou-se uma taxa equivalente à inflação em dólar americano, de cerca de 2% a.a.

#### 4.3.2.2 Premissas de Calendário do Projeto

A tabela 55 indica as premissas de calendário do projeto adotadas no modelo:

Tabela 55 - Premissas de Calendário

Vida Útil Real do Empreendimento	15 - 20 anos
Data de início do projeto	01/01/2022
Data de início da construção	01/01/2022
Período de construção	12 Meses
Início da Operação	01/01/2023
Periodo de Operação (para análise conservadora)	10 anos
Fim do período de análise	31/12/2032

#### 4.3.2.3 Premissas de Investimento

##### 4.3.2.3.1 Custos de Construção

As premissas de custos em bens de capital são detalhadas na seção 4.3.1 Resultados da Análise de Custos deste relatório, e resumidas na Tabela 56 para cada um dos cenários estudados. O detalhamento do CAPEX pode ser consultado na seção de Análise de Custos deste relatório.

Tabela 56 - Custo Total de Construção

Custo Total de Construção, x1.000 R\$	Humaitá		Itapuã		Porto Velho	
Equipamentos de Processo	9 435	54%	9 435	54%	15 943	53%
Coleta, Preparo e Transporte	3 490	20%	3 911	22%	8 390	28%
Obras Civis, Galpões, Terreno	2 973	17%	2 733	16%	3 450	11%
<b>Sub-Total CapEx</b>	<b>15 898</b>	<b>91%</b>	<b>16 079</b>	<b>91%</b>	<b>27 782</b>	<b>92%</b>

Licenciamento e Exigências Legais	100	1%	150	1%	150	0%
Seguro	159	1%	161	1%	278	1%
Custos de Engenharia e Gerenciamento	1 241	7%	1 217	7%	1 939	6%
<b>Sub-Total Outros Custos</b>	<b>1 500</b>	<b>9%</b>	<b>1 528</b>	<b>9%</b>	<b>2 367</b>	<b>8%</b>
<b>Custo Total de Construção</b>	<b>17 398</b>	<b>100%</b>	<b>17 607</b>	<b>100%</b>	<b>30 149</b>	<b>100%</b>

#### 4.3.2.3.2 Cronograma Físico-Financeiro

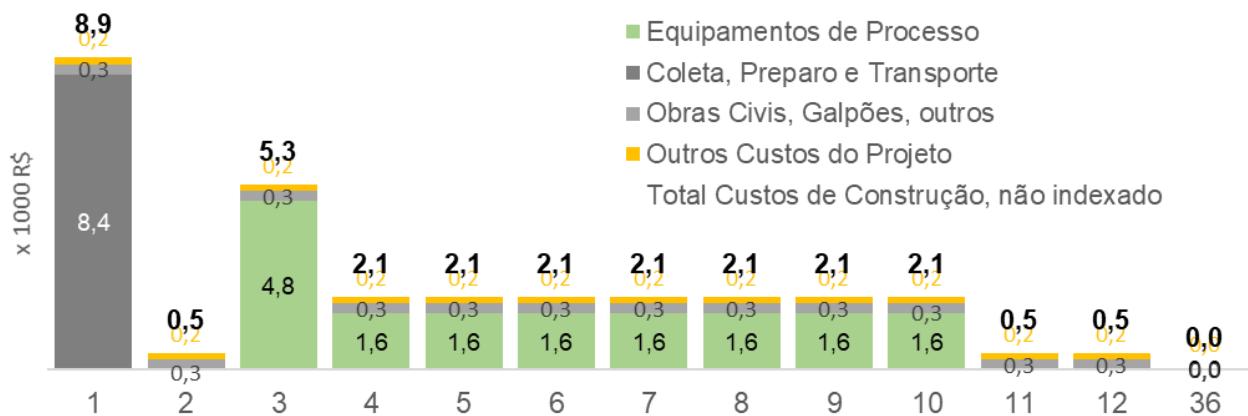
A previsão de desembolso da totalidade do investimento foi projetada com base no cronograma da Tabela 58, levando em consideração as condições de pagamento estimadas com base nas informações de fornecedores. Os valores indicados são estimados e aproximados, bem como o prazo considerado de 12 meses para a execução do projeto.

Tabela 57 - Curva de Desembolso dos Custos de Construção

Periodo	% CapEx
Mês 1	29,4%
Mês 2	1,6%
Mês 3	17,5%
Mês 4	6,9%
Mês 5	6,9%
Mês 6	6,9%
Mês 7	6,9%
Mês 8	6,9%
Mês 9	6,9%
Mês 10	6,9%
Mês 11	1,6%
Mês 12	1,6%

A Figura 65 indica Desembolso dos Custos de Construção ao longo de 12 meses, onde podemos observar principalmente o pagamento dos equipamentos de preparo e transporte efetuados no primeiro mês, e o desembolso com equipamento de processo ao longo da realização do projeto.

Figura 65 - Desembolso dos Custos de Construção (unidade de 2,5 t/h)



#### 4.3.2.4 Premissas de Financiamento

As condições de financiamento utilizadas como referências na modelagem foram baseadas na linha de financiamento do BNDES o “Fundo Clima - Subprograma Florestas Nativas, que apoia “*projetos associados ao manejo florestal sustentável, ao plantio florestal com espécies nativas, incluindo a cadeia de produção, ao beneficiamento e ao consumo de produtos florestais de origem sustentável, bem como ao desenvolvimento tecnológico destas atividades*”, e em particular “*apoio à cadeia produtiva de produtos madeireiros e não madeireiros de espécies nativas, incluindo as etapas anteriores e posteriores à produção florestal*”. A Tabela 58 indica as principais condições desta linha de financiamento.

Tabela 58 - Linha de financiamento de referência

Forma de apoio	Fundo Clima - Subprograma Florestas Nativas
<b>Objetivo</b>	Apoio a projetos associados ao manejo florestal sustentável, ao plantio florestal com espécies nativas, incluindo a cadeia de produção, ao beneficiamento e ao consumo de produtos florestais de origem sustentável, bem como ao desenvolvimento tecnológico destas atividades.
<b>Taxa de juros</b> Custo financeiro Taxa do BNDES Taxa do agente financeiro	0,1% ao ano 0,9% ou 1,4% ao ano* até 3% ao ano
<b>Valor mínimo</b>	R\$ 3 milhões de reais.
<b>Participação do BNDES</b>	<b>Até 80%</b> do valor dos itens financiáveis. Valor máximo de financiamento por beneficiário: <b>R\$ 30 milhões</b> a cada 12 meses.

<b>Prazos</b>	Apoio à cadeia produtiva de produtos madeireiros e não madeireiros de espécies nativas; e à aquisição de madeira ou produtos madeireiros de origem nativa: <b>até 20 anos</b> . Desenvolvimento tecnológico: até 12 anos.
<b>Garantias</b>	Vigência: até 28/12/2021

Fonte: BNDES.

O prazo de financiamento máximo previsto para a linha de crédito é de 20 anos, condicionado à capacidade de pagamento do empreendimento. Contudo optou-se pelo prazo total de financiamento de 7 anos em função do período de 10 anos de operação do empreendimento considerado no estudo.

Além disso, para uma análise não limitada ao BNDES, foram adotadas condições de financiamento mais conservadoras com relação à linha de financiamento de referência, com taxas de juros à 6%, taxa bancárias de 1% de taxas sobre o valor financiado e financiamento de 70% do investimento, conforme resumido na Tabela 59.

Tabela 59 - Premissas de Financiamento

Premissas de Financiamento		Humaitá (AM)	Itapuã (RO)	Porto Velho (RO)
Taxa de Financiamento	%	6,0%	6,0%	6,0%
Taxas bancárias	%	1,0%	1,0%	1,0%
Data do primeiro reembolso	data	01 jan. 23	01 jan. 23	01 jan. 23
Prazo de Reembolso	anos	7	7	7
Tail do Financiamento (*)	anos	3	3	3
Reembolso Final (Meta)	data	31 dez 30	31 dez 30	31 dez 30
ICSD mínimo	x	1,3x	1,3x	1,3x

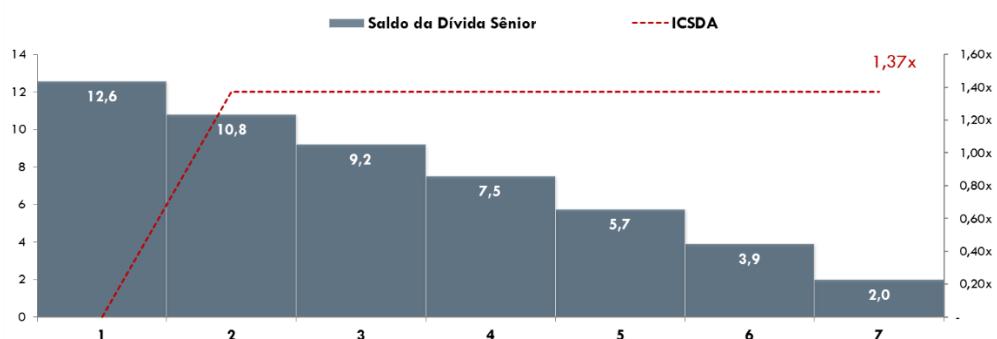
(\*) Número de anos entre o fim do pagamento da dívida (7º ano de operação) e o fim do Período de Análise do Projeto, (10º ano de Operação, a título conservador).

O índice de cobertura do serviço da dívida (ICSD) é um indicador de elevada importância pois demonstra a capacidade do projeto de reembolsar o financiamento com uma margem de segurança que satisfaça aos agentes financiadores . Ele é calculado dividindo-se a geração de caixa operacional pelo serviço da dívida para cada período,

conforme indicado abaixo na figura abaixo. Índice de Cobertura do Serviço da Dívida (ICSD) = Fluxo de Caixa Disponível para o Serviço da Dívida (1) / Serviço da Dívida (2). Vale ressaltar que o valor do investimento das unidades peletizadoras é relativamente baixo, e possivelmente este índice não seria aplicado / requerido pelo agente financiador. Além disso dependerá da estratégia de financiamento adotada pelos desenvolvedores de cada projeto, e se/a quem eles recorrerão para obtenção de financiamento.

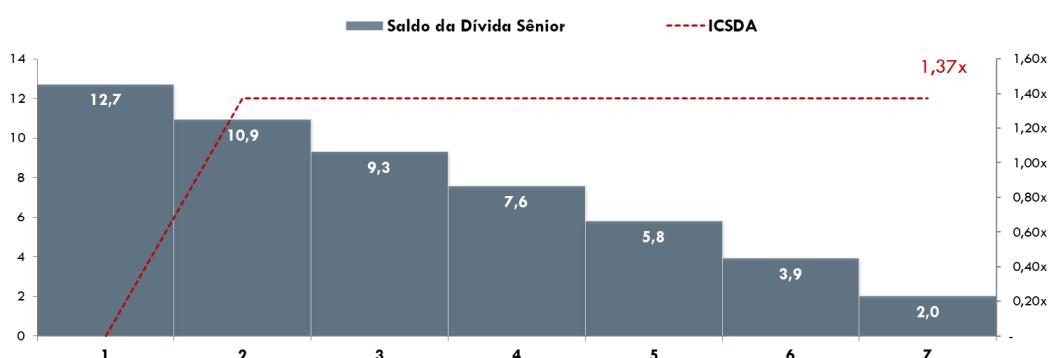
A Figura 66 abaixo indica a amortização da dívida ao longo de 7 anos para o cenário de Humaitá, bem como o ICSD de 1,37x ao longo deste período, demonstrando a robustez na capacidade de reembolso da dívida.

Figura 66 - Saldo do Financiamento, Cenário de Humaitá , Reembolso em 7 anos



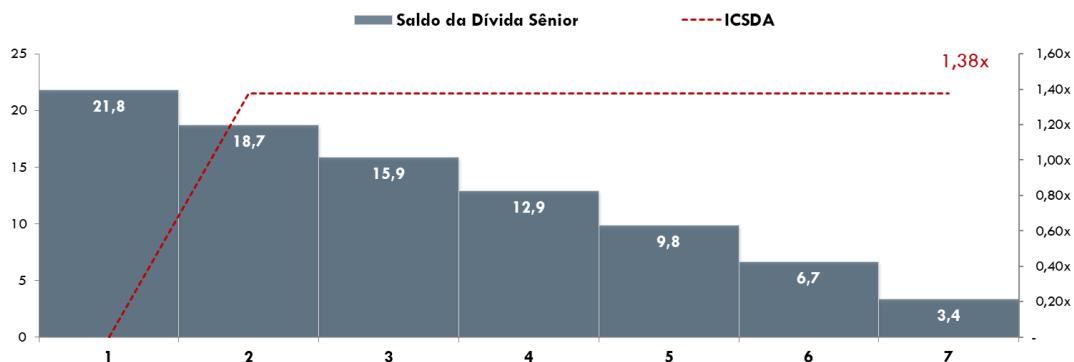
A Figura abaixo indica a amortização da dívida ao longo de 7 anos para o cenário de Itapuã, bem como o ICSD de 1,37x ao longo deste período, demonstrando a robustez na capacidade de reembolso da dívida.

Figura 67 - Saldo do Financiamento, Cenário de Itapuã , Reembolso em 7 anos



A Figura abaixo indica a amortização da dívida ao longo de 7 anos para o cenário de Porto Velho, bem como o ICSD de 1,38x ao longo deste período, demonstrando a robustez na capacidade de reembolso da dívida.

Figura 68 - Saldo do Financiamento, Cenário de Porto Velho , Reembolso em 7 anos



#### 4.3.2.5 Premissas de Necessidades de Fundos

De acordo com as premissas mencionadas nas seções anteriores, o total de fundos necessários é indicado na Tabela 60.

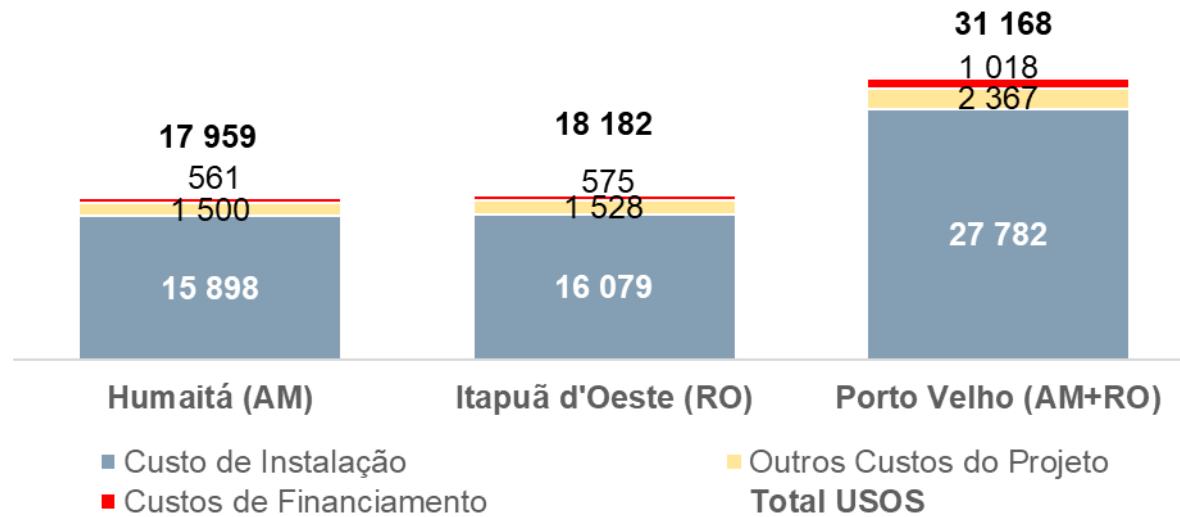
Tabela 60 - Usos durante a Construção

Usos x1.000 R\$	Humaitá (AM)	Itapuã (RO)	Porto Velho (RO)
Custo de Instalação	15 898	16 079	27 782
Outros Custos do Projeto (*)	1 500	1 528	2 367
<b>Custo Total de Construção</b>	<b>17 398</b>	<b>17 607</b>	<b>30 149</b>
Juros do Financiamento	436	448	800
Taxas de Financiamento	126	127	218
<b>Custos de Financiamento</b>	<b>561</b>	<b>575</b>	<b>1 018</b>
<b>Total de Usos</b>	<b>17 959</b>	<b>18 182</b>	<b>31 168</b>

(\*) Custos de Licenciamento e Exigências Legais, Seguros, Engenharia e Gerenciamento

Observa-se que o custo da instalação é menor para o cenário de Humaitá devido aos menores custos em equipamentos de coleta, transporte e preparo, ao passo que Porto Velho requer os maiores investimentos.

Figura 69 - Saldo Usos durante a Construção (x1.000 R\$)



#### 4.3.2.6 Premissas de Estrutura de Capital

A estrutura de capital é a combinação entre o capital de terceiros e o capital próprio. O capital de terceiros representa as dívidas e fontes de financiamento da empresa; já o capital próprio é a parte dos recursos investidos diretamente pelos acionistas.

Seriam necessários entre 12,6 e 21,8 milhões de reais provenientes de financiamento bancário (dívida sênior) e entre 5.4 e 9.3 milhões de reais de recursos próprios, em função do cenário de análise, conforme indicado na Tabela 61.

Tabela 61 - Estrutura de Capital (x1.000 R\$)

Estrutura de Capital	Humaitá (AM)	Itapuã (RO)	Porto Velho (RO)
Capital Próprio (Social)	30%	30%	30%
Dívida Sênior	70%	70%	70%
Capital Próprio (Social)	5 388	5 455	9 350
Dívida Sênior	12 572	12 728	21 817
<b>Total Fontes</b>	<b>17 959</b>	<b>18 182</b>	<b>31 168</b>

#### 4.3.2.7 Premissas Tributárias

Conforme explanado na “Parte 2 - Aspectos Tributários” deste relatório, nos 3 cenários de base deste estudo, visando a comercialização de pellets na Europa, não incidirão tributos sobre as receitas decorrentes de exportação.

Já no caso dos 3 cenários considerando a comercialização de pellets no mercado brasileiro, as premissas tributárias foram baseadas na legislação vigente e apuradas de acordo com regime de Lucro Real.

Os tributos incidentes sobre a receita considerados na modelagem econômico-financeira foram: Programa de Integração Social (PIS), a Contribuição para financiamento da Seguridade Social (COFINS) e o Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicação (ICMS), conforme Tabela 62. A alíquota do ICMS varia entre 7 e 18%, em função do Estado e do tipo de comprador (pessoa física ou jurídica). Para o presente estudo foi adotada a premissa de uma alíquota provável de ICMS de 12 %.

Tabela 62 - Tributos Indiretos

Tributos	Alíquota
Programa de Integração Social (PIS)	1,65%
Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS)	7,60%
Imposto sobre Circulação de Mercadorias e de Serviços (ICMS)	12%

Fonte: Secretaria Especial da Receita Federal do Brasil.

As pessoas jurídicas, independentemente da forma de constituição e da natureza da atividade exercida, pagam imposto de renda (IRPJ) à alíquota de 15%, incidente sobre a base de cálculo apurada na forma do lucro real, presumido ou arbitrado, porém estão sujeitas também ao cálculo do adicional de imposto de renda. De acordo com a legislação tributária, sobre a parcela do lucro real, presumido ou arbitrado que exceder o valor resultante da multiplicação de R\$ 20.000,00 (vinte mil reais) pelo número de meses do respectivo período de apuração, o adicional incidirá à alíquota de 10%.

A Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL) apurada considerando a alíquota de 9% sobre o lucro antes do Imposto de Renda, aplicável as pessoas jurídicas optantes pelo lucro real. Na Tabela 63 constam os tributos diretos:

Tabela 63 - Tributos Diretos

Tributos	Alíquota
Imposto de Renda Pessoa Jurídica (IRPJ)	15,00%
Imposto de Renda Pessoa Jurídica Adicional	10,00%
Contribuição Social sobre Lucro Líquido (CSLL)	9,00%

Fonte: Secretaria Especial da Receita Federal do Brasil.

#### 4.3.2.8 *Premissas de Amortização e Depreciação*

A Depreciação é a alocação sistemática do valor depreciável de um ativo ao longo da sua vida útil, ou seja, o registro da redução do valor dos bens pelo desgaste ou perda de utilidade por uso, ação da natureza ou obsolescência.

A depreciação do ativo se inicia quando este está disponível para uso, ou seja, quando está no local e em condição de funcionamento na forma pretendida pela administração. A depreciação não cessa quando o ativo se torna ocioso ou é retirado do uso normal, a não ser que o ativo esteja totalmente depreciado.

Já a amortização consiste na alocação sistemática do valor amortizável de ativo intangível ao longo da sua vida útil, ou seja, o reconhecimento da perda do valor do ativo ao longo do tempo.

A principal distinção entre os dois é que, enquanto a depreciação incide sobre os bens físicos (corpóreos), a amortização relaciona-se com a diminuição de valor dos direitos com prazo limitado (legal ou contratualmente).

Para os ativos previstos para viabilizar o projeto de produção de pellets, previu-se a depreciação e amortização dos investimentos de forma constante dentro de um período de 10 anos, ou seja, com uma taxa anual de depreciação de 10%.

#### 4.3.2.9 *Premissas de Capital de Giro*

O capital de giro corresponde ao capital necessário para fomentar o ciclo operacional. A necessidade de capital de giro foi calculada com base no prazo médio de pagamento e recebimento. Os prazos médios considerados para o cálculo de capital de giro estão apresentados na Tabela 64.

Tabela 64 - Prazos para cálculo do Capital de Giro

Item	Dias
Contas a pagar	30
Contas a receber	45

#### 4.3.2.10 Premissas de Custos e Despesas

Os custos e despesas de Administração, Operação e Manutenção de todo o empreendimento foram detalhados considerando a seguinte subdivisão: Matéria-Prima (Resíduos), Coleta, Preparo e Transporte de Resíduos entre Serrarias e Unidade Peletizadora, Operação da Fábrica de Pellets, Transporte Terrestre de Pellets até Porto de Embarque (ou Consumidor Nacional) , Transporte Fluvial de Pellets e Transporte Marítimo de Pellets, cujos valores estimados são indicados para os cenários de exportação na Tabela 65 e Figura 70, e para os cenários de venda no mercado interno na Tabela 66 e Figura 71.

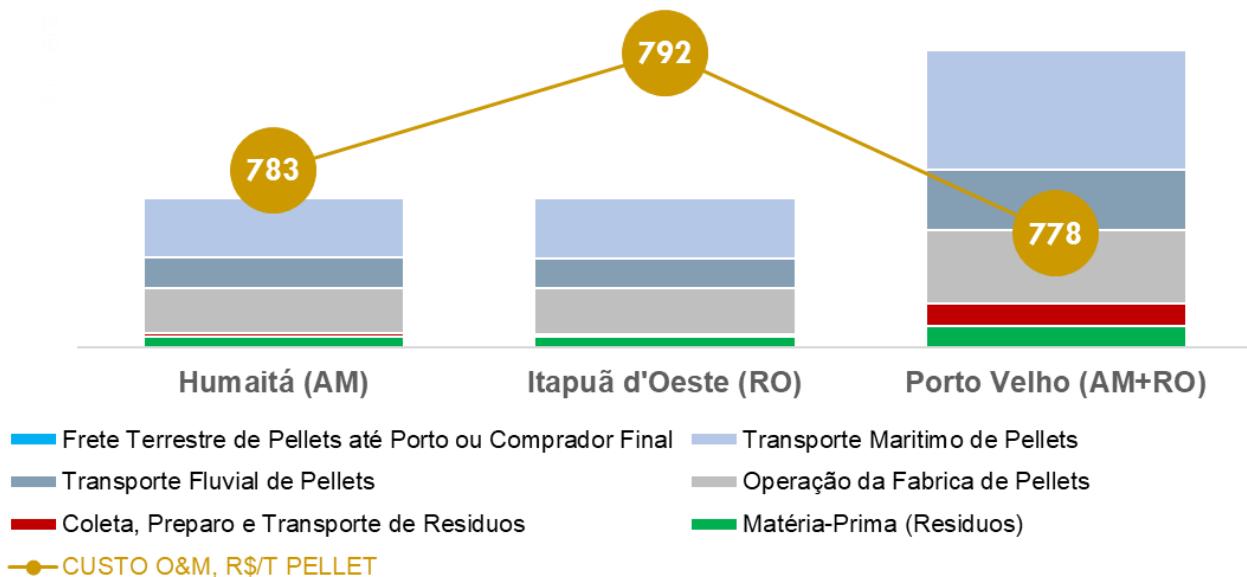
Tabela 65 - Custos Totais de O&amp;M, Cenários de Exportação de Pellets (x1.000 \$)

	Item	Humaitá (AM)	Itapuã (RO)	Porto Velho (RO)
1	Matéria-Prima (Resíduos)	902	902	1 804
2	Coleta, Preparo e Transporte de Resíduos	315	223	2 048
3	Operação da Fábrica de Pellets	3 998	3 999	6 388
4	Transporte Terrestre de Pellets até Porto	34	270	101
5a	Transporte Fluvial de Pellets	2 710	2 710	5 421
5b	Transporte Marítimo de Pellets	5 233	5 233	10 466
	<b>Custo Total O&amp;M</b>	<b>13 192</b>	<b>13 337</b>	<b>26 227</b>
	<i>Custo Total O&amp;M por ton pellets (R\$/t)</i>	783	792	778

Nos cenários de exportação observa-se que o Transporte Marítimo de Pellets representa o custo operacional mais importante (cerca de 40% do Custo Total O&M), seguido pelo custo de Operação da Fábrica de Pellets (cerca de 30% do Custo Total O&M), e pelo

Transporte Fluvial de Pellets (cerca de 20% do Custo Total O&M). Dessa forma, o custo total em transporte voltado para a exportação (fluvial e marítimo) representa cerca de 60% do Custo Total O&M. A Figura 70 compara os custos de O&M para os 3 cenários de exportação.

Figura 70 - Custos Totais de O&M, Cenários de Exportação de Pellets



Vale lembrar que para os cenários de venda de pellets no mercado nacional o custo de transporte terrestre é um resultado em função dos limites de capacidade econômica do projeto de se considerar maiores distâncias para o frete.

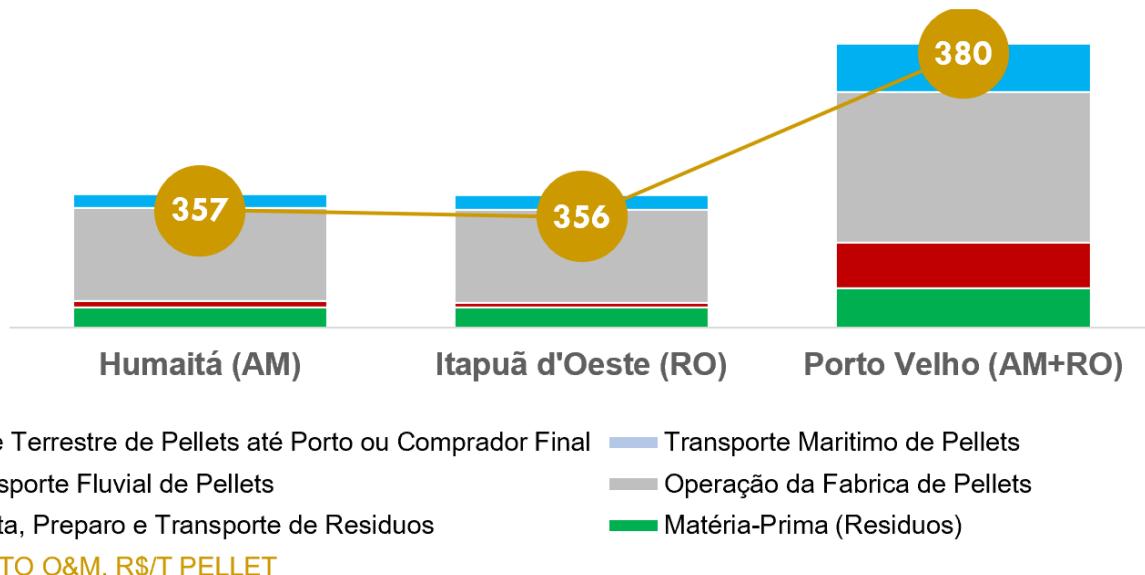
Assim, observa-se na Tabela 66 que a Operação da Fábrica de Pellets representa o custo operacional mais importante (cerca de 70% do Custo Total O&M), seguido pelo custo de da matéria-prima (cerca de 15% do Custo Total O&M), e pelo Transporte Terrestre, que varia de 10% a 17% do Custo Total O&M em função do cenário.

Tabela 66 - Custos Totais de O&M, Cenários de Venda no Mercado Nacional (x 1.000 R\$)

	Item	Humaitá (AM)	Itapuã (RO)	Porto Velho (RO)
1	Matéria-Prima (Resíduos)	902	902	1 804
2	Coleta, Preparo e Transporte de Resíduos	315	223	2 048
3	Operação da Fábrica de Pellets	4 206	4 207	6 803
4	Transporte Terrestre de Pellets até Consumidor	593	667	2 142

5a	Transporte Fluvial de Pellets	-	-	-
5b	Transporte Marítimo de Pellets	-	-	-
	<b>Custo Total O&amp;M</b>	<b>6 016</b>	<b>5 999</b>	<b>12 798</b>
	<i>Custo Total O&amp;M por ton pellets (R\$/t)</i>	357	356	380

Figura 71 - Custos Totais de O&M, Cenários de Venda de Pellets no Mercado Nacional



Para os itens de custo nacionais foi considerado uma correção anual com base no IPCA - Índice de Preços ao Consumidor Amplo, de 3,5% a.a., e para os itens de custo em moeda estrangeira (transporte fluvial e marítimo de pellets em containers) adotou-se a previsão da taxa de inflação do Dólar Americano, de 2% a.a.

#### 4.3.2.11 Viabilidade dos Cenários de Base (Exportação)

Este trabalho foi realizado com o objetivo de ser obter um cenário de "viabilidade financeira" com base em requisitos fundamentais de aceitabilidade do projeto por parte de investidores e financiadores privados, incluindo:

- Cobrir custos de operação e manutenção e investimentos durante a operação.
- Retorno esperado sobre o capital de 13% (TIR nominal). Essa rentabilidade vem da recuperação do capital aportado e do recebimento de dividendos gerados pelo projeto. A distribuição de dividendos é realizada levando em consideração as restrições contábeis, comerciais e de geração de caixa do projeto.

- A existência de um prazo máximo de endividamento de 7 anos com uma alavancagem máxima de 70%.

Pressupõe-se que a única receita do empreendimento provém da venda de pellets, voltados para a exportação, sendo alternativamente estudados 3 cenários visando a comercialização no mercado Brasileiro. Trata-se, portanto, de item de extrema importância, que necessita ser avaliado de um ponto de vista bastante conservador devido à incerteza dos preços de médio e longo prazo.

Foi verificado que os preços de venda de pellets qualidade ENplus A1 em diferentes países da União Européia variavam entre 160 e 250 €/T no final de 2018, de acordo com dados informados na PARTE 1 deste relatório. De acordo com os dados do Comex Stat, entre 2018 e 2020 os preços médios de pellets exportados do Brasil foram de 155-165 US\$/t (valores FOB, sem frete de transporte marítimo), que somados ao custo de transporte marítimo, corresponderia a cerca de 180-190 €/t no câmbio atual.

O nível de preços mínimos de venda de pellets necessário para garantir a sustentabilidade econômico-financeira dos cenários analisados (a serem comparados com os preços atualmente praticados nos mercados Europeu e Brasileiro) deve permitir cobrir os custos de investimento, de operação e manutenção, do serviço da dívida (incluindo cumprimento de eventual índices bancários), e gerar um retorno nominal minimamente atrativo aos futuros investidores. A rentabilidade objetivo indicada na tabela abaixo é considerada razoável levando-se em consideração o perfil de risco do projeto.

A Tabela 67 resume os resultados dos 3 cenários de base visando exportação de pellets à Europa.

Tabela 67 - Principais Resultados Cenários de Exportação de Pellets

Principais Resultados		Humaitá (AM)	Itapuã do Oeste	Porto Velho (RO)
Prazo de Análise (conservador)	anos	10	10	10
Distância até consumidor de pellets	km	-	-	-
Custo do Resíduo (Biomassa)	R\$/t	35	35	35
Receita Anual de Venda de Pellets	x1.000 R\$	16 659	16 851	32 362
<b>Preço de Venda Exportação*</b>	<b>R\$ / t</b>	<b>989</b>	<b>1 000</b>	<b>960</b>
<b>Preço de Venda Exportação</b>	<b>€ / t</b>	<b>165</b>	<b>167</b>	<b>160</b>

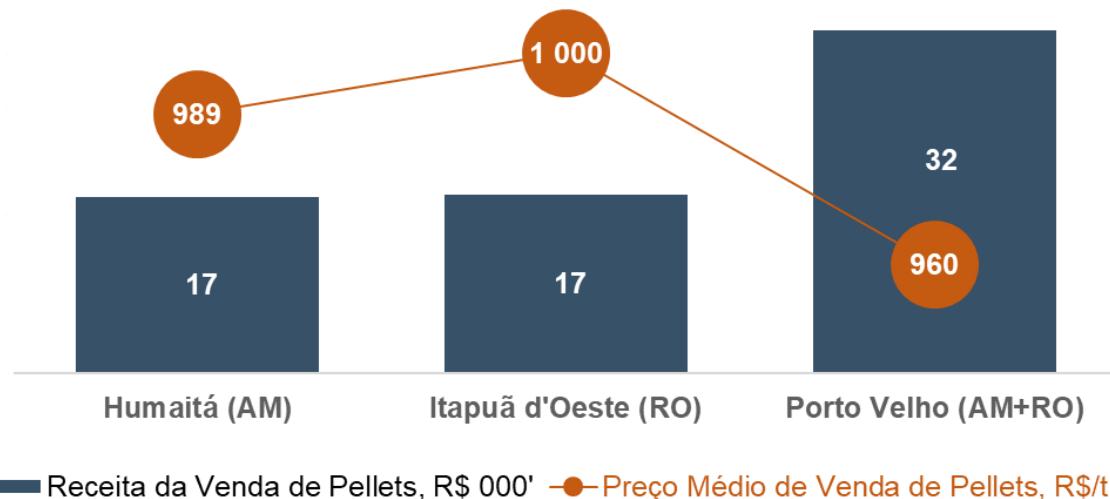
TIR Projeto	%	9%	9%	9%
TIR Acionistas	%	13%	13%	13%

(\*) conversão 1€ = R\$ 6,00

Observa-se que o cenário de Porto Velho foi o que necessitou do menor preço de venda de pellets para obtenção da mesma TIR, demonstrado ser o cenário mais competitivo, apesar da proximidade de valores com os demais cenários.

A Figura 72 apresenta um comparativo do nível de receita necessário para obtenção do nível mínimo de rentabilidade de cada cenário, considerando as demais premissas anteriormente detalhadas.

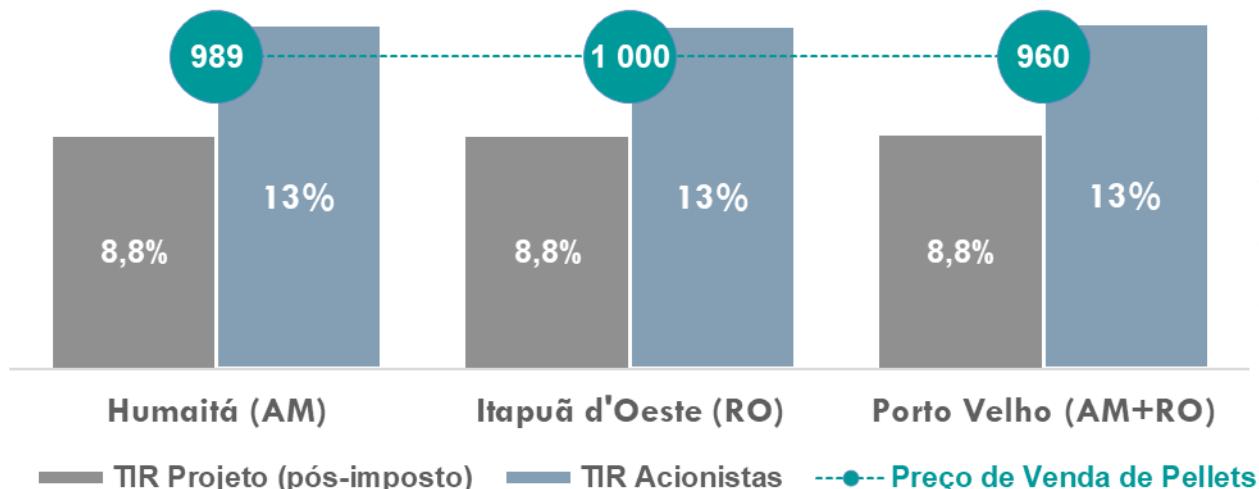
Figura 72 - Receitas Necessárias, Cenários de Exportação de Pellets à Europa



Para os preços dos pellets exportados foi considerado uma correção anual dos preços com base na previsão da taxa de inflação dos do Dólar Americano, de 2% a.a.

Os resultados indicados na Figura 73 mostram o nível de preço de venda de pellets exigida pelo projeto para torná-lo viável financeiramente, variando de 960 e 1000 R\$/t de pellets, seriam suficientes para viabilizar os empreendimentos de Humaitá, Itapuã do Oeste e Porto Velho.

Figura 73 - TIR Projeto e Acionistas vs Preço de Pellets, Cenários de Exportação



#### 4.3.2.12 Viabilidade de Cenários Alternativos (Brasil)

A partir dos cenários de Base, foram analisados 3 cenários adicionais considerando a comercialização de pellets no mercado nacional. Assim, foi calculada a distância máxima de localização de consumidores de pellets com relação aos respectivos custos de biomassa (Resíduos) e preços de venda de pellets necessário para viabilização.

Para os cenários considerando a comercialização no mercado nacional é necessário encontrar um equilíbrio entre o preço de venda de pellets e o custo (distância máxima) do frete do produto da fábrica até o consumidor, considerando o parâmetro anteriormente identificado de 0,11 R\$/t.km para caminhões de 50 t de capacidade, bem como um preço fixo de 35 R\$/t de matéria-prima adquirida.

Assim, para o caso de Humaitá, um preço de venda de pellets no mercado nacional a 720 R\$/t permitiria a contratação de um frete terrestre para entrega do produto até 320 km de distância da fábrica, permitindo ainda a sustentabilidade econômico-financeira do empreendimento.

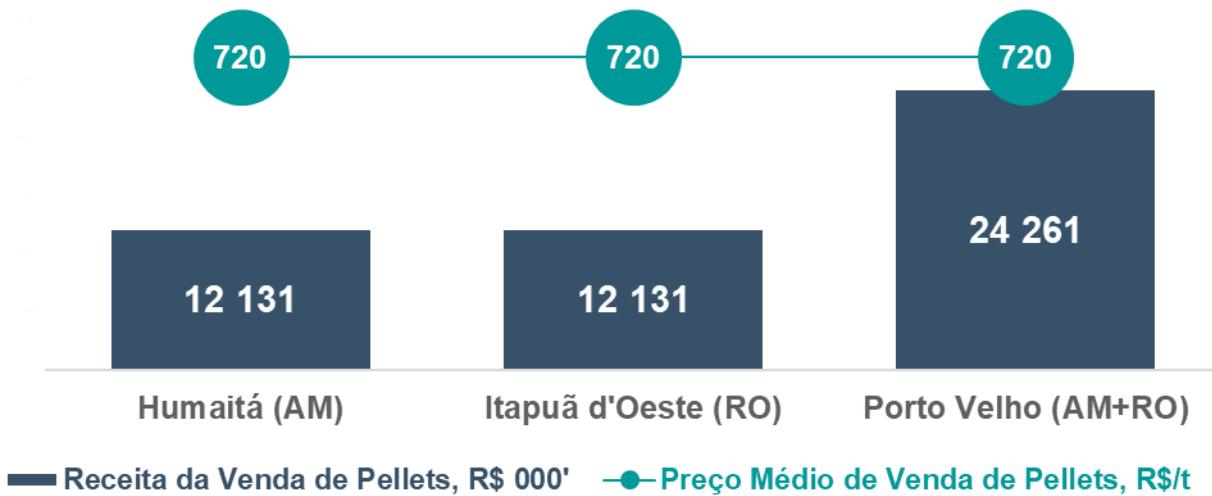
No caso de Itapuã, um preço de venda de pellets no mercado nacional a 720 R\$/t permitiria a contratação de um frete terrestre para entrega do produto até 360 km de distância da fábrica. Já no caso de Porto velho seria possível a contratação de um frete terrestre para entrega do produto até cerca de 580 km de distância da fábrica.

A Tabela 68 resume os resultados dos 3 cenários de base visando Comercialização de Pellets no Brasil.

Tabela 68 - Principais Resultados Cenários de Comercialização de Pellets no Brasil

Principais Resultados	Humaitá (AM)	Itapuã do Oeste	Porto Velho (RO)
Prazo de Operação (conservador) anos	10	10	10
Distância até consumidor de km	320	360	578
Custo do Resíduo (Biomassa) R\$/t	35	35	35
Receita Anual de Venda de Pellets x 1.000 R\$	12 131	12 131	24 261
Preço de Venda R\$ / t	720	720	720
TIR Projeto %	9%	9%	9%
TIR Acionistas %	13%	13%	13%

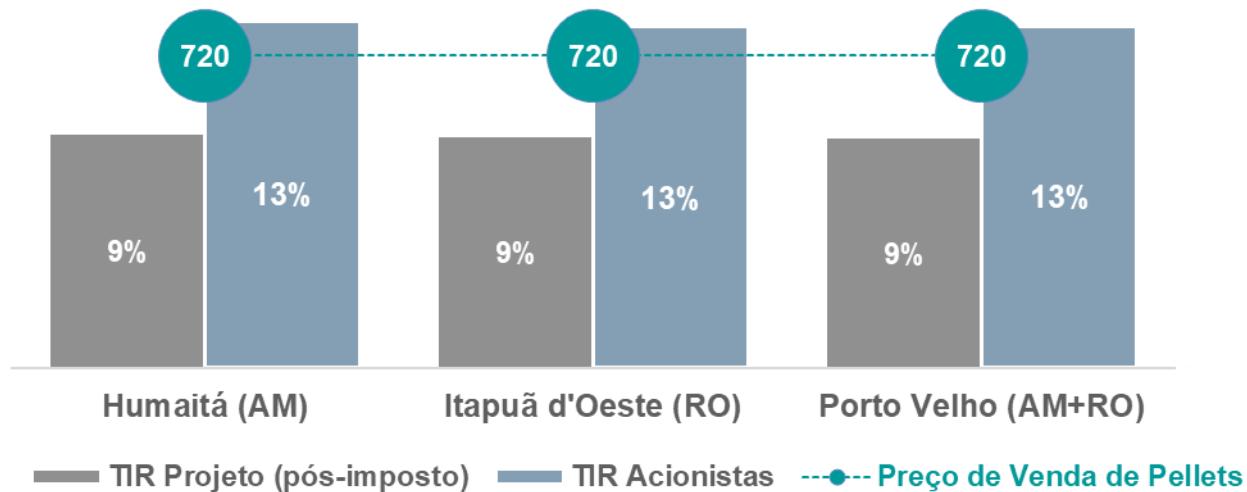
Figura 74 - Receitas, Cenários de Comercialização de Pellets no Brasil



Para os preços dos pellets vendidos no mercado Brasileiro foi considerada uma correção anual dos preços conforme IPCA adotado de 3,5% a.a.

A Figura 75 indica um comparativo entre o nível exigido de preço de venda de pellets no mercado nacional pelo projeto para obtenção de uma TIR de 13%.

Figura 75 - TIR Projeto e Acionistas vs Preço de Pellets para os Cenários de Comercialização de Pellets no Brasil



#### 4.3.2.13 Volume Mínimo de Resíduos para Viabilidade de uma Unidade de Peletização

Apesar do cenário de Porto Velho ter sido o mais vantajoso economicamente, um dos objetivos principais deste estudo é de identificar o “volume mínimo de resíduos para viabilidade de uma unidade de peletização”.

Assim, concluímos que o menor porte de planta que permite a viabilização do empreendimento de pellets, de acordo com os parâmetros e análises descritas anteriormente neste relatório, corresponde à planta de Humaitá (Cenário de Base), com cerca de 25 000 t/ano de biomassa (ou 92% das 28 000 t/ano disponíveis) para produzir cerca de 17 000 t/ano de pellets, requerendo um módulo de 2,5 t/h de produção de pellets.

Do ponto de vista técnico existe uma limitação com relação à capacidade de cada módulo de peletização. Assim, para os cenários de Humaitá e Itapuã foi considerado apenas um módulo de 2,5 t/h e para Porto Velho foram considerados 2 módulos de 2,5 t/h, ainda que houvesse biomassa suficiente para uma planta de maior capacidade mas não suficiente para um módulo adicional. Os 3 cenários foram analisados considerando as localizações distintas das Unidades Peletizadoras e os impactos nos custos de transporte de resíduos e de pellets na viabilização do projeto.

Do ponto de vista de viabilidade econômico-financeira é necessário que a taxa de retorno do empreendimento seja minimamente atrativa aos futuros investidores e coerente com os riscos específicos de cada empreendimento. Os resultados indicaram que o nível de preço de pellets exigido para viabilização dos empreendimentos visando a exportação estaria na faixa de 960 a 1 000 R\$/t de pellet (160-167 €/t).

Conforme informado anteriormente, foi verificado que os preço de venda de pellets qualidade ENplus A1 em diferentes países da União Europeia variavam entre 160 e 250 €/T no final de 2018 e que, conforme dados do Comex Stat, o preço médio de pellets exportados do Brasil entre 2018 e 2020 foi de 155 a 165 US\$/t (valores FOB, sem frete de transporte marítimo). Considerando que o frete marítimo estimado foi de cerca de 60 U\$/t de pellet, o preço do pellet exportado do Brasil chegaria à Europa por cerca de 220 a 230 US\$/t (ou 180-190 €/t no câmbio atual), dentro da faixa de 160 a 250 €/t do mercado Europeu para pellets certificados.

Dessa forma, o preço de venda estimado de cerca de 160-167 €/t de pellet está no mesmo nível dos preços médios de exportação do Brasil, sendo também considerado uma referência de preço teto para definição do tamanho mínimo da instalação, uma vez que uma planta menor necessitaria de um preço de venda superior para obtenção dos mesmos retornos financeiros. Durante entrevistas com fornecedores ao longo desta consultoria, os próprios provedores de tecnologia não recomendavam plantas de capacidade inferior a 2,5 t/h, por já conhecerem a dificuldade de viabilização de empreendimentos deste porte.

A seguir será realizada uma análise de sensibilidade para avaliar os impactos das principais variáveis que interferem no fluxo de caixa e retornos financeiros do projeto, considerando somente o Cenário de Base.

#### 4.3.2.14 Parâmetros de Viabilidade do(s) Cenário(s) de Exportação

A análise econômico-financeira foi desenvolvida pela metodologia do Fluxo de Caixa Descontado, que consiste em projetar os investimentos, receitas, custos e despesas do projeto durante sua vida útil, e a partir do Fluxo de Caixa calcular a Taxa de Retorno dos Acionistas com relação ao preço de venda de pellets.

Tendo como base as premissas apresentadas neste relatório, o preço de pellets foi calculado de forma a remunerar o investidor com uma Taxa Interna de Retorno de 13,0%, considerando as premissas detalhadas e utilizadas na presente modelagem econômico-

financeira, lembrando que o valor de pellets é limitado pelos preços praticados no mercado Europeu.

Portanto, considerando as premissas descritas no presente relatório, os parâmetros e resultados financeiros indicam a viabilidade dos cenários de exportação sendo que o menor porte de planta que permite a viabilização do empreendimento corresponde à planta de Humaitá (designado como Cenário Base). Os resultados dos demonstrativos financeiros podem ser consultados nos Anexos I, II e III do presente estudo.

Os principais resultados financeiros dos 3 cenários de exportação são indicados na Tabela 69:

Tabela 69 - Principais Parâmetros Econômico-Financeiros dos Cenários de Exportação

Principais Parâmetros	Unidade	Humaitá (AM)	Itapuã d'Oeste (RO)	Porto Velho (RO)
Prazo de Análise	anos	10	10	10
Custo do Resíduo (Biomassa)	R\$/t resíduo	35	35	35
Custo O&M Total + Frete	R\$/ano	13 192	13 337	26 227
Custo O&M + Frete por ton pellet	R\$/t	783	792	778
EBITDA	R\$/ano	3 467	3 514	6 135
CapEx	R\$ 000	17 398	17 607	30 149
Investimento Total	R\$ 000	17 959	18 182	31 168
Valor Financiado	R\$ 000	12 572	12 728	21 817
Capital Próprio (Capital Social)	R\$ 000	5 388	5 455	9 350
Alavancagem	%	70%	70%	70%
Taxa de juros do financiamento	%	6%	6%	6%

ICSD mínimo	x	1,3	1,3	1,3
-------------	---	-----	-----	-----

A partir das premissas adotadas anteriormente foi possível apurar os resultados indicados na Tabela 70 para os Cenários de exportação.

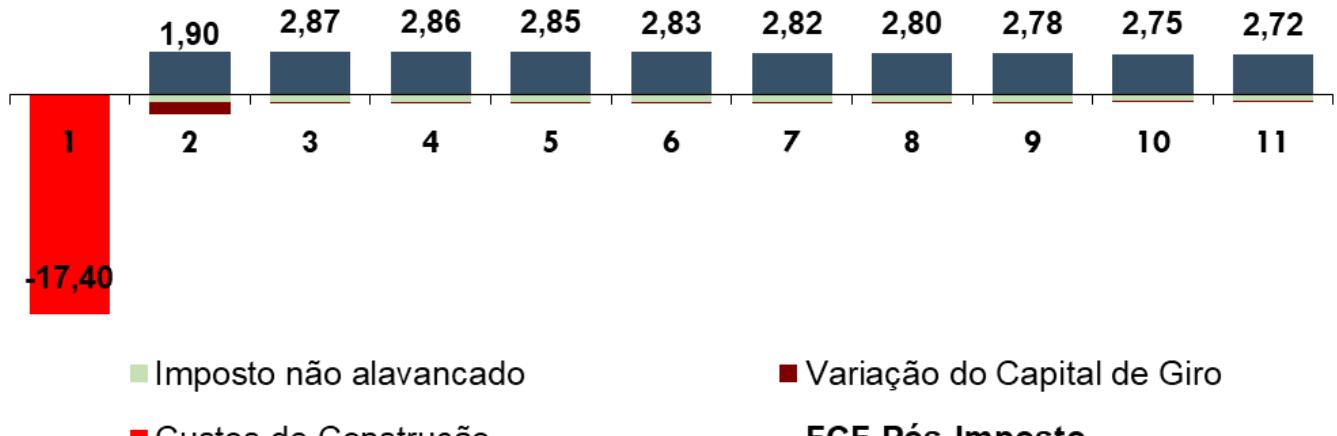
Tabela 70 - Principais Resultados Econômico-Financeiros dos Cenários de exportação.

Principais Resultados	Unidade	Humaitá (AM)	Itapuã d'Oeste (RO)	Porto Velho (RO)
Preço de Venda Exportação	R\$/t pellet	989	1 000	960
Preço de Venda Exportação	€/t pellet	165	167	160
Receita Anual de Pellets	R\$/ano	16 659	16 851	32 362
TIR Nominal Projeto	%	9%	9%	9%
TIR Nominal Acionistas	%	13%	13%	13%
TIR Real Acionistas	%	9,2		

Os Figuras 76 a 79 a seguir referem-se somente ao Caso de Base.

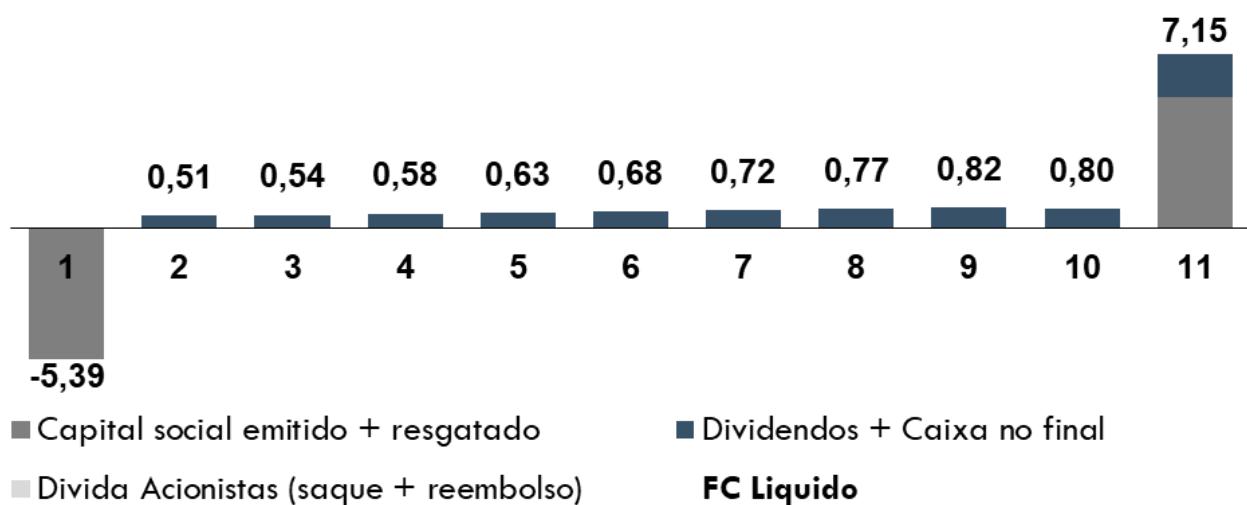
O fluxo de caixa do projeto é apresentado no gráfico a seguir. O detalhamento pode ser encontrado no Anexo I.

Figura 76 - Fluxo de Caixa do Projeto, (x 1000 R\$)



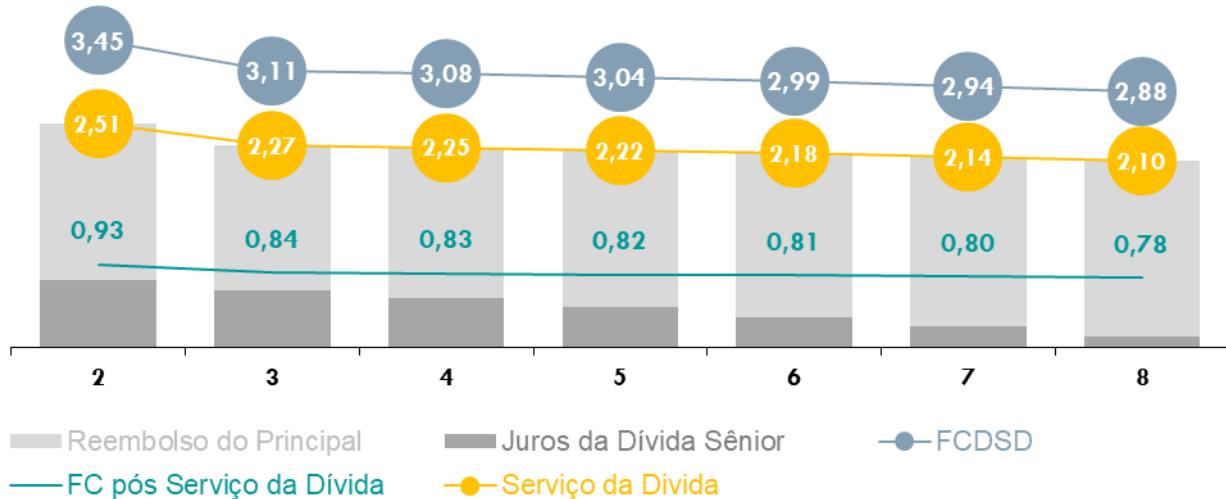
O fluxo de caixa dos acionistas é apresentado no gráfico a seguir. O detalhamento pode ser encontrado no Anexo I.

Figura 77 - Fluxo de Caixa dos Acionistas, (x 1000 R\$)



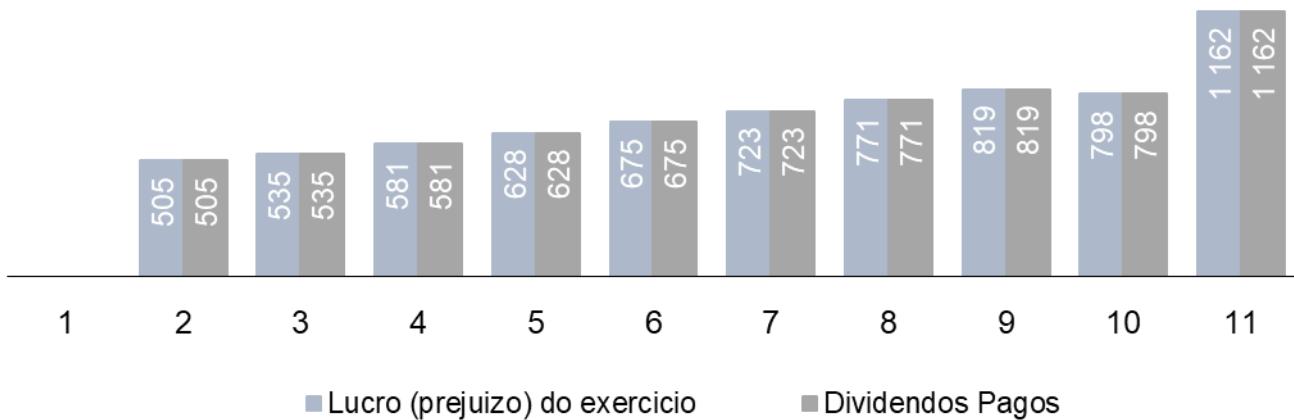
O gráfico a seguir indica o fluxo de caixa disponível antes e depois do serviço da dívida para o Cenário de Base, com base em um ICSD de 1,37x, demonstrando a capacidade de reembolso do financiamento pelo projeto.

Figura 78 - Fluxo de Caixa Disponível antes (FCDSD) e após o Serviço da Dívida  
(em milhões R\$)



O gráfico a seguir indica o resultado contábil (lucro líquido) ao longo do período de análise do projeto, bem como os dividendos distribuídos nos anos correspondentes.

Figura 79 - Lucro Líquido e Dividendos



#### 4.3.2.15 Análise de Sensibilidade sobre o Cenário de Base

##### 4.3.2.15.1 Sensibilidade à Taxa de Câmbio

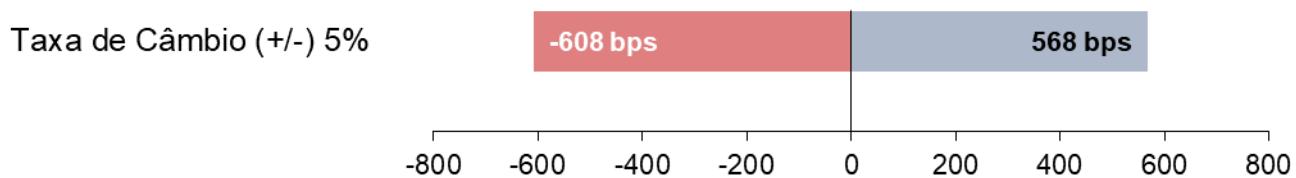
A Tabela 71 indica como a variação na Taxa de Câmbio afetaria a rentabilidade do Cenário de Base. Considerando um aumento de + 5% na Taxa de Câmbio, e que este valor seja uma média ao longo do período de análise de 10 anos, haveria um aumento da rentabilidade dos acionistas, que seria da ordem de 18%. Já com a diminuição de - 5% na Taxa de Câmbio haveria uma redução da rentabilidade, que passaria a cerca de 7%.

Tabela 71 - Sensibilidade da TIR Acionista à Taxa de Câmbio

Parâmetro	Cenário (-)	Cenário Base	Cenário (+)
Variação da Taxa de Câmbio	+5%	0%	-5%
Taxa de Câmbio	5,7 R\$/€	6,0 R\$/€	6,3 R\$/€
<b>TIR Acionista</b>	<b>6,9%</b>	<b>13,0%</b>	<b>18,2%</b>
Variação em BPS	-608 bps	0,0 bps	568 bps

Trata-se portanto de parâmetro sensível que poderia comprometer a viabilidade do projeto, conforme indicado na Figura 81. Vale lembrar que a taxa de câmbio na presente data é de 6,2 R\$/€, e que a premissa de base de 6,0 R\$/€, visando uma análise mais conservadora.

Figura 80 - Sensibilidade da TIR Acionista à Taxa de Câmbio



#### 4.3.2.15.2 Sensibilidade à Taxa de Juros

A Tabela 72 indica como a variação na Taxa de Juros afetaria a rentabilidade do Cenário de Base. Considerando um aumento de + 1% na Taxa de Juros haveria uma redução da rentabilidade dos acionistas, que seria da ordem de 12%. Já com a diminuição de - 1% na Taxa de Juros haveria um aumento da rentabilidade, que passaria a cerca de 14%.

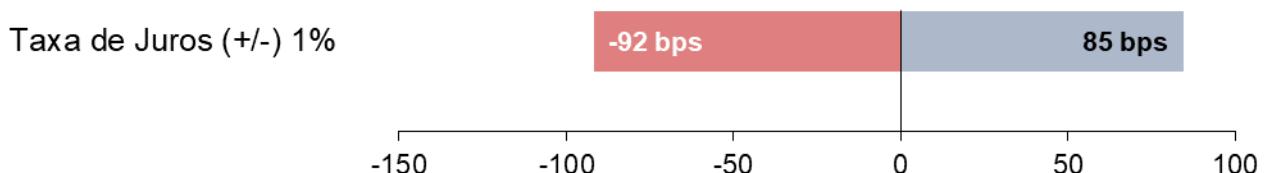
Tabela 72 - Sensibilidade da TIR Acionista à Taxa de Juros

Parâmetro	Cenário (-)	Cenário Base	Cenário (+)
Variação da Taxa de Juros	+ 1%	0%	-1%
Taxa de Juros	7,0% a.a.	6,0% a.a.	5,0% a.a.

<b>TIR Acionista</b>	<b>12,1%</b>	<b>13,0%</b>	<b>13,9%</b>
Variação em BPS	-92 bps	0,0 bps	85 bps

Trata-se portanto de parâmetro relativamente menos sensível e que não deve comprometer a viabilidade do projeto, conforme indicado na Figura 81. Vale lembrar que a premissa de base da taxa de juros é de 6% aa. visando uma análise mais conservadora com relação à linha de financiamento de referência do BNDES de 5 % a.a.

Figura 81 - Sensibilidade da TIR Acionista à Taxa de Juros



#### 4.3.2.15.3 Sensibilidade ao Custo da Matéria-Prima

A Tabela 73 indica como a variação no Custo da Matéria-Prima afetaria a rentabilidade do Cenário de Base. Considerando um aumento de + 30% no Custo da Matéria-Prima, haveria uma redução da rentabilidade dos acionistas, que seria da ordem de 9%. Já com a diminuição de -30% no Custo da Matéria-Prima haveria um aumento da rentabilidade, que passaria a cerca de 16,7%.

Tabela 73 - Sensibilidade da TIR Acionista ao Custo da Matéria-Prima

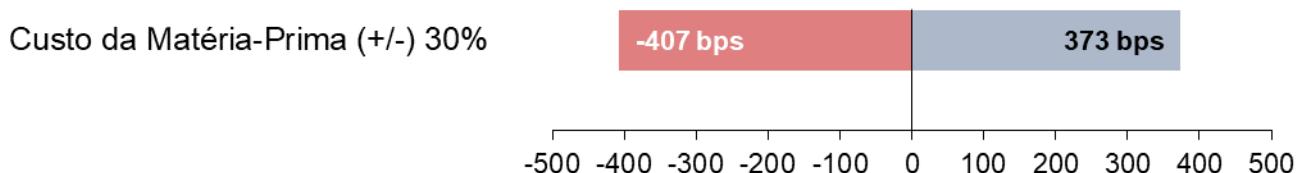
Parâmetro	Cenário (-)	Cenário Base	Cenário (+)
Variação do Custo da Matéria-Prima	+30%	0%	-30%
Custo da Matéria-Prima	45 R\$/t	35 R\$/t	25 R\$/t
<b>TIR Acionista</b>	<b>8,9%</b>	<b>13,0%</b>	<b>16,7%</b>
Variação em BPS	-407 bps	0,0 bps	373 bps

Trata-se de um parâmetro sensível mas que poderia ser administrado considerando a margem de preço de compra de biomassa residual suportada pelo projeto, que mesmo a

cerca de 45 R\$/t permitirá ainda um retorno financeiro não muito desfavorável aos acionistas, considerando que as demais premissas desta análise se mantenham constantes.

Por outro lado, caso seja possível adquirir biomassa a um custo menor seria possível obter ganhos significativos na rentabilidade, conforme indicado na Figura 82. Vale lembrar que na região de Humaitá atualmente não se valoriza comercialmente a grande maioria dos resíduos lenhosos e que a premissa de base de 35 R\$/t visa uma análise mais conservadora.

Figura 82 - Sensibilidade da TIR ao Custo da Matéria-Prima



#### 4.3.2.15.4 Sensibilidade ao CapEx

A Tabela 74 indica como a variação no Custo da Instalação afetaria a rentabilidade do Cenário de Base. Considerando um aumento de + 10% no Custo da Instalação, haveria uma redução da rentabilidade dos acionistas, que seria da ordem de 9,5%. Já com a diminuição de -10% no Custo haveria um aumento da rentabilidade, que passaria a cerca de 17%.

Tabela 74 - Sensibilidade da TIR Acionista ao CapEx

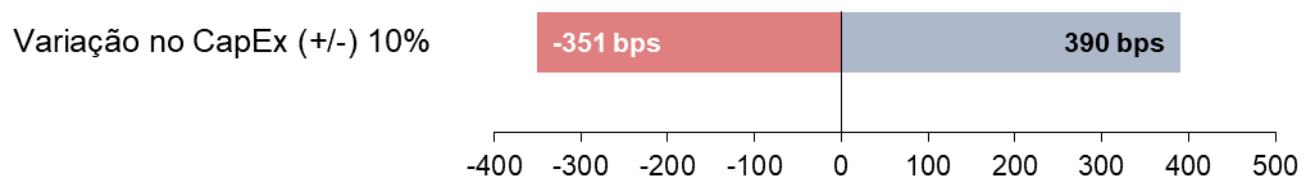
Parâmetro	Cenário (-)	Cenário Base	Cenário (+)
Variação do Custo da Instalação	+10%	0%	-10%
Custo da Instalação	17 488	15 898	14 308
<b>TIR Acionista</b>	<b>9,5%</b>	<b>13,0%</b>	<b>16,9%</b>
Variação em BPS	-351 bps	0,0 bps	390 bps

Trata-se de um parâmetro sensível mas com risco mitigado devido ao apuramento de custos realizado pela presente consultoria. No entanto, caso o CapEx venha a ser 10% superior ao estimado para o Cenário de Base, e considerando que as demais premissas não

sejam alteradas, o retorno financeiro dos acionistas seria da ordem de 9,5% (queda de 351 bps).

Por outro lado, caso seja possível realizar a construção a um custo 10% inferior ao estimado, seria possível obter ganhos significativos na rentabilidade, conforme indicado na Figura 83.

Figura 83 - Sensibilidade da TIR Acionista ao CapEx



#### 4.3.2.15.5 Sensibilidade aos Custos de Operação e Manutenção da Fábrica Pellets

A Tabela 75 indica como a variação no de Operação e Manutenção da Fábrica de Pellets afetaria a rentabilidade do Cenário de Base. Considerando um aumento de + 5% no Custo O&M, haveria uma redução da rentabilidade dos acionistas, que seria da ordem de 10,6. Já com a diminuição de -5% no Custo O&M da Fábrica de Pellets haveria um aumento da rentabilidade, que passaria a cerca de 15,5%.

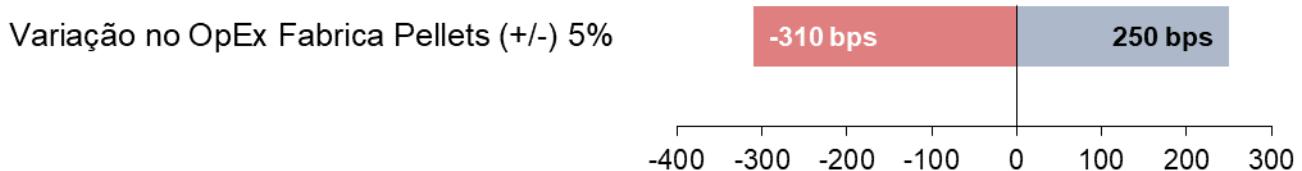
Tabela 75 - Sensibilidade da TIR Acionista ao Custo O&M da Fábrica Pellets

Parâmetro	Cenário (-)	Cenário Base	Cenário (+)
Variação do Custo O&M da Fábrica	+5%	0%	-5%
Custo O&M	4 198	3 712	3 798
<b>TIR Acionista</b>	<b>9,9%</b>	<b>13,0%</b>	<b>15,5%</b>
Variação em BPS	-310 bps	0,0 bps	250 bps

Trata-se de um parâmetro sensível que, caso venha a ser 5% superior ao estimado para o Cenário de Base, e considerando que as demais premissas não sejam alteradas, o retorno financeiro dos acionistas seria da ordem de 10% (queda de 310 bps).

Por outro lado, caso seja possível realizar a operação da fábrica a um custo 5% inferior ao estimado, seria possível obter ganhos significativos na rentabilidade, conforme indicado na Figura 84.

Figura 84 - Sensibilidade da TIR Acionista aos Custos O&M da Fábrica de Pellets



#### 4.3.2.15.6 Sensibilidade ao Prazo de Operação

A Tabela 76 indica como a variação do prazo de análise da rentabilidade financeira (correspondente ao período de operação ou de vida útil da instalação) afetaria a rentabilidade do Cenário de Base.

Tabela 76 - Sensibilidade da TIR Acionista ao Prazo de Operação

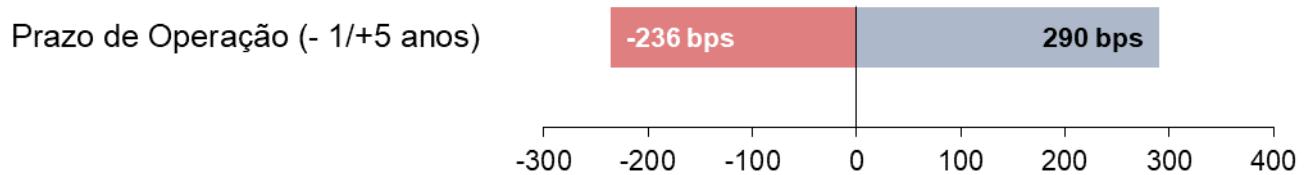
Parâmetro	Cenário (-)	Cenário Base	Cenário (+)
Variação do Prazo de Operação	-1 ano	10 anos	+5 anos
Prazo de Operação	9 anos	10 anos	15 anos
<b>TIR Acionista</b>	<b>10,6%</b>	<b>13,0%</b>	<b>15,9%</b>
Variação em BPS	-236 bps	0,0 bps	290 bps

Considerando uma redução de 1 ano no prazo de operação (de 10 a 9 anos), haveria uma redução da rentabilidade dos acionistas, que seria da ordem de 10,6% (queda de 236 bps), conforme indicado na Tabela 76. Trata-se de um parâmetro importante mas com risco mitigado já que a durabilidade da instalação e confiabilidade na tecnologia não devem ser um problema, contanto que fornecedores sérios sejam selecionados para a realização do empreendimento.

Já com o aumento do prazo de análise em 5 anos, valor realista com relação à real vida útil da instalação, e considerando que as demais premissas não sejam alteradas,

haveria um aumento da rentabilidade, que passaria a cerca de 16%, conforme indicado na Tabela 76 e Figura 85.

Figura 85 - Sensibilidade da TIR Acionista ao Prazo de Operação



#### 4.3.2.15.7 Sensibilidade ao Preço de Exportação de Pellets (CIF)

A Tabela 77 indica como a variação no preço de exportação dos pellets afetaria a rentabilidade do Cenário de Base. Considerando uma redução de -5% no preço de exportação de pellets ( a 157 €/t ) sobre os 10 anos do período de análise, haveria uma redução significativa da rentabilidade dos acionistas, que seria da ordem de 1,3%. Já o aumento de +5% no preço de exportação de pellets ( a 173 €/t ), durante todo o período de análise, ocasionaria um aumento significativo da rentabilidade, que passaria a cerca de 23% (+ 986 bps), conforme indicado na Figura 87.

Tabela 77 - Sensibilidade da TIR Acionista ao Preço de Exportação de Pellets (CIF)

Parâmetro	Cenário (-)	Cenário Base	Cenário (+)
Variação do Preço de Pellets	-5%	-	+5%
Preço de Pellets	939 R\$/t (157 €/t)	989 R\$/t (165 €/t)	1.038 \$/t (173 €/t)
<b>TIR Acionista</b>	<b>1,3%</b>	<b>13,0%</b>	<b>22,9%</b>
Variação em BPS	-1 171 bps	0,0 bps	986 bps

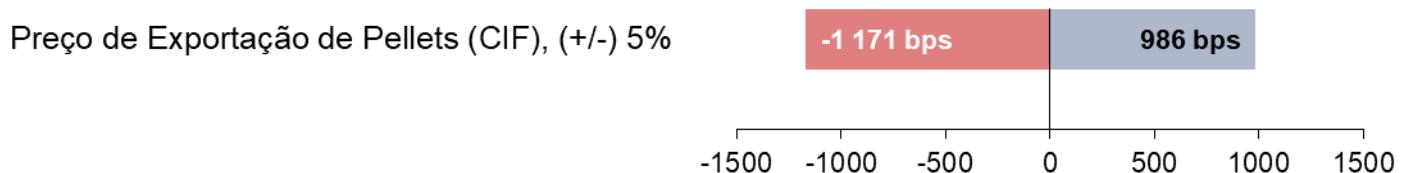
Conforme informado anteriormente, os preços de venda de pellets de qualidade na União Européia variavam entre 160 e 250 €/t no final de 2018 e o preço médio de pellets exportados do Brasil entre 2018 e 2020 foi entre 180 e 190 €/t (no câmbio atual, e

considerando os preços médios FOB adicionados a 60 U\$/t de pellets para o transporte marítimo).

Dessa forma, a premissa de base de 162 €/t e a faixa de valores da análise na sensibilidade (entre 154 e 170 €/t), podem ser consideradas como conservadoras com relação à faixa de 160 a 250 €/t de preços verificados na Europa e também com relação ao preço médio de exportação de pellets do Brasil (de 180 e 190 €/t), após inclusão de frete marítimo.

Portanto, caso seja possível uma venda de pellets sobre 10 anos, com preços médios correspondentes ao limite inferior dos praticados pelo mercado Europeu, seria possível obter ganhos significativos na rentabilidade, conforme indicado na Figura 86.

Figura 86 - Sensibilidade da TIR Acionista ao Preço de Exportação de Pellets (CIF)



#### 4.3.2.15.8 Sensibilidade ao Preço de Venda de Pellets no Mercado Brasileiro

A Tabela 78 indica como a variação no preço de venda de pellets no mercado nacional afetaria a rentabilidade do Cenário Alternativo de Humaitá. Considerando uma redução de -5% no preço de venda de pellets (a 684 R\$/t) sobre os 10 anos do período de análise, haveria uma redução significativa da rentabilidade dos acionistas, que seria da ordem de 6,6%. Já o aumento de +5% no preço de venda de pellets (a 756 R\$/t) ocasionaria um aumento significativo da rentabilidade, que passaria a cerca de 19% (+ 588 bps), conforme indicado na Figura 88.

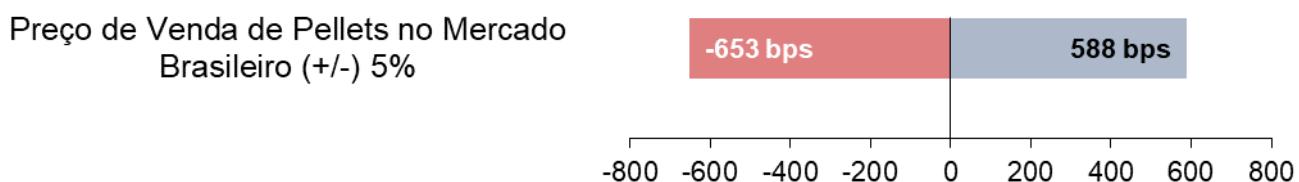
Tabela 78 - Sensibilidade da TIR Acionista ao Preço de Venda de Pellets no Brasil

Parâmetro	Cenário (-)	Cenário Base	Cenário (+)
Variação do Preço de Pellets	-5%	-	+5%
Preço de Pellets	684	720	756

<b>TIR Acionista</b>	<b>6,6%</b>	<b>13,2%</b>	<b>19%</b>
Variação em BPS	-653 bps	0,0 bps	588 bps

Conforme informado anteriormente, os preços de venda de pellets de qualidade no mercado nacional variavam entre 600 e 720 R\$/t em 2021, entrega Ex-Works ( no fornecedor). A premissa de base do presente estudo considera 720 R\$/t incluindo a entrega até um limite de distância para cada um dos cenários, de forma que apesentam um preço final competitivo com o observado no mercado Brasileiro.

Figura 87 - Sensibilidade da TIR Acionista ao Preço de Venda de Pellets no Brasil



#### 4.3.2.15.9 Sensibilidade à Distância (Frete) da Fábrica até Consumidor Nacional

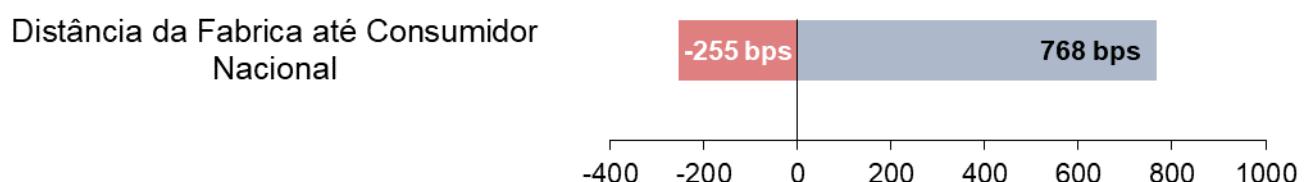
A Tabela 79 indica como a variação na distância da fábrica de pellets ao consumidor final (considerando portanto a inclusão do frete terrestre para entrega do produto no mercado nacional) afetaria a rentabilidade do Cenário Alternativo. Considerando um aumento de 100 km no frete rodoviário sobre os 10 anos do período de análise, haveria uma redução da rentabilidade dos acionistas, que seria da ordem de 10,6%.

Tabela 79 - Sensibilidade da TIR Acionista à Distância da Fábrica ao Consumidor

Parâmetro	Cenário (-)	Cenário Base	Cenário (+)
Variação da Distância ao Consumidor	+100 km	-	-320 km
Distância ao Consumidor	420	320	Nula (Ex-Works)
<b>TIR Acionista</b>	<b>10,6%</b>	<b>13,0%</b>	<b>20,86%</b>
Variação em BPS	-254 bps	0,0 bps	768 bps

Conforme informado anteriormente, os preços de venda de pellets no mercado nacional consideram entrega Ex-Works (retirada pelo comprador). Dessa forma, caso seja possível identificar um comprador do produto no mercado Brasileiro que faça a retirada na fábrica por sua conta, seria possível obter ganhos financeiros significativos. A exclusão do frete do preço dos pellets (mantendo-se os a 720 R\$/t) proporcionaria um aumento da TIR a cerca de 21% (+ 768 bps), conforme indicado na Figura 89.

Figura 88 - Sensibilidade da TIR Acionista à Distância até Consumidor Nacional



#### 4.3.2.15.10 Sensibilidade aos Impostos sobre Venda de Pellets no Brasil

A Tabela 80 indica como a isenção de impostos sobre a venda de pellets no mercado nacional (12% de ICMS e 9,25% de PIS/COFINS) permitiria aumentar o raio de distância para entrega de pellets ao consumidor final em relação ao Cenário Alternativo, considerando a manutenção da TIR Acionista de 13,0%.

Assim, a isenção destes 2 impostos permitiria que o projeto mantivesse a rentabilidade financeira para os acionistas no caso de inclusão de um frete de até 1650 km da fábrica, uma adição de 1330 km com relação ao cenário de referência de 320 km de distância limite.

Tabela 80 - Sensibilidade da TIR Acionista aos Impostos sobre Receita

Parâmetro	Cenário Base	Cenário (+)
Impostos sobre Receita de Pellets no mercado Brasileiro	21,25%	0%
<b>Distância ao Consumidor</b>	<b>320 km</b>	<b>1650 km</b>
TIR Acionista	13,0%	13,0%

#### 4.3.2.15.11 Conclusões da Análise de Sensibilidade

A Tabela seguinte resume as sensibilidades indicadas no item anterior, indicando como a variação dos parâmetros fundamentais do projeto afetariam a rentabilidade dos acionistas com relação ao Cenário de Base de Humaitá voltado para a exportação. Estes resultados permitem também avaliar o grau de robustez do projeto com relação aos parâmetros analisados, uma vez que a análise foi realizada visando (sempre que possível) obter uma TIR Acionista que, mesmo em condições deterioradas, não representariam perdas significativas para o investidor.

Tabela 81 - Variação da TIR Acionista e Projeto aos principais parâmetros sensibilidade

<b>1</b>	<b>Descrição Cenario</b>	<b>TIR Projeto</b>	<b>TIR Acionistas</b>
<b>1</b>	<b>Humaitá, Exportação</b>	<b>9%</b>	<b>13%</b>
1.1	Taxa de Câmbio (+) 5%	6%	7%
1.2	Taxa de Câmbio (-) 5%	11%	19%
1.3	Taxa de Juros (-) 1%	9%	14%
1.4	Taxa de Juros (+) 1%	9%	12%
1.5	Custo da Matéria-Prima (-) 30%	10%	17%
1.6	Custo da Matéria-Prima (+) 30%	7%	9%
1.7	Variação no CapEx (-) 10%	10%	17%
1.8	Variação no CapEx (+) 10%	7%	9%
1.9	Variação no OpEx Fabrica Pellets (-) 5%	10%	15%
1.10	Variação no OpEx Fabrica Pellets (+) 5%	8%	10%
1.11	Prazo de Operação (+ 1 ano)	10%	14%
1.12	Prazo de Operação (- 1 ano)	7%	11%
1.13	Preço de Exportação de Pellets (CIF), (+) 5%	13%	23%
1.14	Preço de Exportação de Pellets (CIF), (-) 5%	4%	1%
<b>2</b>	<b>Humaitá, Venda no Brasil</b>	<b>9%</b>	<b>13%</b>
2.1	Preço de Venda de Pellets no Mercado Brasileiro (+) 5%	11%	19%
2.2	Preço de Venda de Pellets no Mercado Brasileiro (-) 5%	6%	7%
2.3	Distância da Fábrica até Consumidor Nacional, +100 km	8%	11%
2.4	Sem frete até Consumidor Nacional	12%	21%

#### 4.3.3 ESTRATÉGIA DE VENDA DE PRODUÇÃO DE PELLETS

Os cenários de base analisados incluem os custos de frete fluvial e marítimo a granel desde o Porto de Humaitá ou Porto Velho até Le Havre na França, e os preços de venda de pellets requeridos para viabilização estão no limite inferior da faixa de preços praticados no mercado Europeu.

Assim, o cenário de base considera que a certificação ENplus poderá ser adquirida e que os pellets serão vendidos no mercado Europeu a um preço competitivo no mercado spot via traders globais, uma vez que os projetos não permitem obtenção de quantidades acima de 100 000 toneladas por ano para obtenção de contratos de longo prazo. Justamente por se tratar de um risco considerável para os investidores, dada a exposição à variação de preços, somadas às incertezas de câmbio, a presente análise foi realizada sobre um período de 10 anos de operação, com previsão de financiamento completamente reembolsado no 7º ano de operação.

Conforme informado anteriormente, foi verificado que os preço de venda de pellets qualidade ENplus A1 em diferentes países da União Européia variavam entre 160 e 250 €/T no final de 2018 e que, conforme dados do Comex Stat, o preço médio de pellets exportados do Brasil entre 2018 e 2020 foi de 155 a 165 US\$/t (valores FOB, sem frete de transporte marítimo). Considerando que o frete marítimo estimado foi de cerca de 60 US\$/t de pellets, o preço dos pellets exportados do Brasil chegaria à Europa por cerca de 220 a 230 US\$/t (ou 180-190 €/t no câmbio atual), dentro da faixa de 160 a 250 €/t do mercado Europeu para pellets de qualidade A1.

Dessa forma, o preço de venda estimado para a viabilidade dos 3 cenários de exportação seria entre 160 e 167 €/t de pellets, e estaria situado abaixo da faixa de preços médios de exportação do Brasil e no limite inferior dos preços Europeus. Esta faixa pode também ser considerada uma referência para definição do tamanho mínimo da instalação, uma vez que uma planta menor necessitaria de um preço de venda superior para obtenção dos mesmos retornos financeiros, prejudicando a competitividade do produto no mercado.

Para os cenários de venda no mercado nacional, com base na premissa de preço de venda de 720 R\$/t seria possível viabilizar os 3 cenários alternativos, com possibilidade de inclusão do frete terrestre para entrega dos pellets entre 320 e 580 km, em função do cenário analisado e demais premissas consideradas. Vale lembrar que a faixa de preços médios de mercado no Brasil é de 560 a 720 R\$/t, entregues no fornecedor (sem frete) em embalagens de 15 e 20 kg.

Caso houvesse a isenção dos impostos ICMS/ PIS/COFINS sobre a receita bruta de pellets no Brasil, seria possível manter a rentabilidade do projeto no mesmo nível no caso de inclusão de um frete de até 1650 km da fábrica, uma adição de 1330 km com relação ao cenário de referência de 320 km de distância limite.

Assim, no caso de venda do produto no mercado nacional, haveria uma limitação de distância fábrica-consumidor, que poderia ser solucionado pela isenção de impostos sobre a receita do biocombustível (permitindo maiores distâncias), ou pelo desenvolvimento de um mercado local consumidor como padarias, hotéis, indústrias locais, aquecimento, pet shops, entre outros, nos moldes do que vêm ocorrendo com o mercado de pellets no Sul do Brasil.

## 5. PARTE 5: CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 5.1 CONCLUSÃO GLOBAL

As principais conclusões do Produto 03 da presente consultoria, referente análise de aspectos técnicos, econômicos, legais, tributários e ambientais da implantação de uma usina de peletização voltada para a exportação utilizando resíduos do processamento industrial da madeira da região de Purus Madeira, são listados abaixo:

- a) Os resultados dos estudo de viabilidade Técnico-Econômico-Financeiro indicam, com base nas premissas descritas neste relatório, que o volume mínimo de resíduos necessário ao funcionamento de uma de peletização região de Purus Madeira é de cerca de 26 000 t/ano de resíduos de biomassa (80% costaneira e 20% pó de serra), permitindo a instalação de um módulo com capacidade de produção de 2.5 t/h de pellets, ou cerca de 17 000 t/ano.
- b) Os parâmetros operacionais e adequações da matéria-prima para obtenção de pellets foram levantados pelo laboratório Solumad e detalhados nos resultados da PARTE 3 deste relatório.

Durante os ensaios de laboratório foi constatado que a amostra de Rondônia foi mais difícil de peletizar e a qualidade dos pellets foi visivelmente inferior aos pellets da amostra Amazonas. A amostra Rondônia apresentou granulometria visivelmente menor, resultando em maior geração de finos durante a peletização, prejudicando a produtividade e qualidade dos pellets. O aumento do teor de umidade da matéria-

prima antes da peletização também não melhorou a qualidade dos pellets como ocorreu na amostra Amazonas. Para melhorar a peletização desta amostra é necessária uma moagem da matéria-prima que produza menos finos. Já a amostra Amazonas precisou ser umedecida para melhorar o desempenho na peletização, portanto requerendo matéria-prima com maior teor de umidade antes da peletização em comparação com o teor de umidade adotado para o protocolo de peletização do laboratório Solumad.

No entanto, fabricantes de tecnologia de peletização indicaram que os parâmetros mecânicos como comprimento, durabilidade mecânica, teor de finos e densidade, também fora dos limites para as amostras coletadas durante este estudo, dependem muito mais da tecnologia de peletização do que da matéria prima, podendo ser corrigidos durante peletização em matriz de escala comercial. O parâmetro densidade abaixo da norma no caso da Amostra Rondônia, por exemplo, não seria um problema pois indica que o canal de compactação da matriz de peletização é possivelmente curto.

Os resultados analíticos indicam que os pellets produzidos a partir de Amostra Amazônia apresentaram propriedades inorgânicas, como teor de cloro e cinzas, fora do limite da Norma ENplus®. O Teor de Cloro foi de 0,07%, acima do limite de 0,03% requerido para as classes A2 e B, ou 0,02% para a classe A1. O Teor de Cinzas medido para esta amostra foi de 2,19%, ligeiramente acima do limite de 2 % requerido para a classes B, porém bem acima dos limites para as classes A1 e A2, de 0,7% e 1,2% respectivamente. Os pellets produzidos a partir da Amostra Rondônia apresentaram um Teor de Cloro de 0,06%, também fora dos limites da Norma ENplus®, porém o Teor de Cinzas de 0,92% seria enquadrado na classe A2. Em resumo, os resultados das amostras de pó de serra coletadas indicam que, devido principalmente ao excesso do Teor de Cloro, não seria possível obter-se a certificação ENplus® para exportação dos pellets ao mercado Europeu.

Foi realizada uma comparação dos resultados da Solumad com estudo encomendando em 2018 em Rondônia pela empresa Nova Itália junto ao laboratório LAPEM, e disponibilizado para esta consultoria, onde foram analisadas 32 amostras de costaneiras, resíduos florestais e pó de serra da região de Rondônia: Nova Mutum, Ariquemes, Vale do Anari e Itapuã do Oeste (resultados indicados no

ANEXO IV). Trata-se de estudo mais representativo devido à maior quantidade e variedade de amostras, cujos resultados laboratoriais relativos aos teores de Cloro e Cinza permitiriam obter a certificação ENplus Classe A1.

O teor de Cloro do resultado do LAPEM para serragem foi 0,0212%, correspondente à classe ENplus B, sendo esta superior ao teor de Cloro apurado para a costaneira de 0,0159%, correspondente à Classe A, e para os resíduos florestais foi de 0,0151%, também correspondente à classe A.

Ao analisarmos a média dos teores de cinza e cloro, considerando uma proporção 20% Pó-de-Serra e 80% Costaneira , obteríamos um Teor de Cloro de 0,017% e um Teor de Cinzas 0,511%, e ambos estariam dentro dos limites da Classe ENplus A1.

O principal motivo identificado para os maiores teores de Cloro nas amostras coletadas durante as visitas do Produto 02, foi a contaminação durante o processo de resfriamento de lâminas da serra fita, já que muitas das serrarias utilizam água de proveniente de Estações de Tratamento de Água (ETA) contendo cloro ou outros produtos químicos.

- c) Durante este trabalho foram também identificados gargalos técnicos à implantação do empreendimento na região de Purus Madeira, e soluções foram propostas.

Dentre eles destaca-se a contaminação dos resíduos com cloro ou outros produtos químicos devido ao uso de água de ETA para resfriamento das serras, que necessitaria adequação por parte das serrarias com a substituição por água de poço.

Outro gargalo importante, no caso de comercialização dos pellets no Brasil, é a limitação da distância de entrega do produto, devido à localização relativamente isolada do empreendimento, distante potenciais mercados consumidores de pellets. Faz-se necessário, portanto, o desenvolvimento de um mercado local de consumo (padarias, pizzarias, aquecimento, hotéis, pet shops, etc) nos moldes do Sul do Brasil, facilitando a substituição de fontes de energia menos ambientalmente sustentáveis.

Outra limitação (mais comercial do que técnica) é a baixa quantidade de biomassa para contratações de longo prazo no mercado Europeu. Para consumo industrial por grandes compradores seria necessário mais de 100 000 t/ano de pellets para obter-

se um contrato de longo prazo. Como os cenários considerados neste estudo não atingem esta escala, a venda de pellets fica praticamente restrita ao mercado de aquecimento, que requer certificação A1.

Finalmente, a inexistência de fabricantes de tecnologia de produção de pellets no Brasil implica na necessidade de importação do produto. Caso houvesse um mercado promissor com visibilidade de longo prazo, fabricantes estrangeiros poderiam se instalar no Brasil ou colaborar com empresas locais para aumentar o conteúdo local de fabricação, beneficiando a indústria local, a geração de empregos e permitindo a redução de custos e aumento da competitividade.

- d) Foi constatado que não existe impacto significativo da natureza sazonal da atividade madeireira (disponibilidade de resíduos em uma determinada época do ano) sobre a funcionamento da usina de peletização. Os resíduos lenhosos e serragem gerados nas unidades de processamento de madeira são coletados continuamente ao longo de 11 a 11,5 meses por ano. Tanto as serrarias quanto a unidade de peletização contarão com pátios e silos de estocagem que permitirão cobrir eventuais períodos de descontinuidade no abastecimento.
- e) Foram também identificadas as exigências legais (ambientais, tributárias, de certificação) para a implantação de uma usina de peletização voltada para exportação. Com relação às exigências ambientais, foi constatado que somente atividades de significativo impacto ambiental de âmbito nacional ou regional estão sujeitos ao licenciamento ambiental, e que para a atividade de produção de pellets de resíduos vegetais não se vislumbra dano ambiental que venha a exigir Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA-RIMA), mas somente procedimento ambiental simplificado. Assim, não haveria óbice para a operação das instalações de produção de pellets.

Com relação às exigências tributárias destaca-se a isenção de tributos estaduais (ICMS) e federais (PIS/COFINS) sobre a venda de pellets ao mercado exterior. As Empresas Preponderantemente Exportadoras, com mais de 50% da Receita oriunda da exportação, podem adquirir insumos, nacionais ou importados, com suspensão de IPI, PIS/PASEP e COFINS.

Relativamente às exigências de certificação verificou-se a importância de se fabricar pellets que atendam aos critérios normativos de certificação exigidos pelos países de destino, a maioria relacionado à qualidade da combustão dos pellets, sob pena do produto não ser aceito ou perder significativo valor de mercado. Foram também verificados os procedimentos para obtenção da certificação, além dos prazos, organismos envolvidos, custos e taxas correspondentes.

- f) O presente estudo indicou também as condições de referência para o financiamento do projeto, sendo que a análise financeira teve como objetivo permitir condições mais restritivas do que a linha de referência informada do BNDES, como o prazo de reembolso de 7 anos ao passo que a linha permitirá até 20 anos (que seria incompatível com os riscos de exposição na contratação dos pellets).

Do lado do investimento, uma vez consolidadas as conclusões deste Produto 03, pode-se realizar um road show junto a potenciais investidores, nacionais ou estrangeiros, afim de avaliar o interesse pelo projeto resultante desta consultoria, bem como o nível de risco aceitos pelos desenvolvedores.

- g) Foram identificados os potenciais riscos e eventuais óbices jurídicos relativos à implantação de usinas de peletização na região: questões de uso e ocupação do solo, políticas públicas, indicadores sociais e econômicos, infraestrutura, logística, outros.

Com relação aos riscos jurídicos relacionados à extração regular de madeira nativa, observou-se a necessidade de se exigir a licença do vendedor dos resíduos, outorgada pela autoridade competente, e munir-se dos respectivos documentos até o beneficiamento final dos pellets.

Não se vislumbra óbices jurídicos relativos ao uso e ocupação do solo, que deverá preceder de certidão municipal de uso e ocupação do solo para operação do estabelecimento industrial.

Relativamente à infraestrutura e logística, para o exercício da atividade de transporte dos pellets fabricados no Município de Humaitá (cenário de base), a saída dos produtos ocorrerá pelo porto fluvial de Humaitá, seguindo até Manaus com destino à Europa em embarcação marítima. Nesse processo, não se vislumbra qualquer óbice

jurídico a esta atividade, posto que está devidamente regulamentada e em vigor, e que permite a exportação de diversos outros produtos.

- h) Foi possível verificar a existência de uma infraestrutura física básica de escoamento que permite a exportação de pellets com contratação de frete multimodal e/ou utilização de frota própria para coleta de resíduos e transporte de pellets até o porto de embarque mais próximo das fábricas.

A análise de mercado necessária para a venda do produto para o mercado externo indicou os volumes de produção, exportação e importação de pellets a nível mundial, sendo que cerca de 90% do volume de pellets importados a nível mundial em 2019 concentrou-se em cerca de 10 países, com destaque para Reino Unido, Coréia do Sul, Dinamarca, Itália e Bélgica, que representam 76% do volume total importado.

Foi também verificado que os preços de venda de pellets de qualidade A1 na União Européia variavam entre 160 e 250 €/t no final de 2018 e o preço médio de pellets exportados do Brasil entre 2018 e 2020 foi entre 180 e 190 €/t (no câmbio atual, e considerando os preços médios FOB adicionados a 60 U\$/t de pellets para o transporte marítimo). Assim, o preço de venda informado no cenário de base da análise financeira de 162 €/t está abaixo da faixa de 160 a 250 €/t de preços verificados na Europa e do preço médio de exportação de pellets do Brasil (de 180 e 190 €/t), após inclusão de frete marítimo até Europa.

- i) Finalmente, o presente relatório analisou as condições de viabilidade para implementação da usina de peletização em Humaitá, Itapuã e Porto Velho, e constatou-se que o menor volume de planta com melhores condições de viabilidade fazem de Humaitá o local mais apropriado, devido à proximidade do porto e dos geradores de resíduos, além de poder contar com a infraestrutura e mão de obra de Humaitá.

Assim, globalmente conclui-se que o projeto de produção de pellets na região de Purus Madeira para exportação à Europa apresenta viabilidade técnica e econômica, respeitando-se as premissas de base indicadas neste relatório.

Ressalta-se porém a necessidade de realizar-se um estudo mais exaustivo com relação à qualidade dos resíduos de biomassa a serem destinados aos futuros

empreendimentos afim de garantir a possibilidade de certificação dos pellets, abrindo assim as portas do mercado Europeu ao biocombustível Brasileiro.

## 5.2 ROTAS DE APOIO E DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICOS E TECNOLÓGICA

Nesta seção são indicadas algumas potenciais rotas de apoio e desenvolvimento científico e tecnológico para incentivar a atividade de produção e comercialização de pellets a partir de resíduos do processamento industrial da madeira na Região Purus Madeira.

- Realização de estudos sobre espécies existentes nas áreas de concessão, com previsão de espécies a serem retiradas, de forma a permitir análise prévia de viabilidade técnica referente qualidade da madeira que será destinada à produção de pellets, principalmente com relação aos teores de cloro e cinza.
- Estabelecimento de uma norma brasileira para a padronização da produção e da comercialização de pellets. Seria importante a regulamentação deste mercado, em conjunto com instrumentos econômicos, para que pudesse se desenvolver de forma sustentável.
- Desenvolvimento do mercado regional para utilização de pellets em padarias, hotéis, indústrias, etc, promovendo a substituição de sistemas ambientalmente menos sustentáveis e/ou menos econômicos (gás, óleo ou eletricidade) por queimadores abastecidos pelo biocombustível.

## 5.3 RECOMENDAÇÕES E PROPOSTAS PARA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS ENCONTRADOS

- Adequação das instalações de armazenagem de resíduos das serrarias, em silos aéreos e pisos de concreto, para evitar contaminação;
- Necessidade de substituição da fonte de água de resfriamento de serras nas unidades de processamento de madeira, normalmente oriundas de ETA com teores de cloro ou outros produtos químicos, que prejudicam obtenção de um pellet certificado. Seria necessário implementar um poço artesiano em cada unidade geradora de resíduos.

- Para que seja possível negociar volumes superiores a 100 000 t/ano para obtenção de contratos de longo prazo, diminuindo significativamente os risco do investimento, seria importante que os futuros desenvolvedores de projetos de fabricação de pellets da região Norte se unissem para negociação conjunta de seus produtos em contratos bilaterais de longo prazo para uso industrial na Europa;
- As distâncias máximas entre a fábrica e consumidor de pellets no mercado nacional é bastante limitada, a cerca de 200 km nas condições informadas para o cenário de base de Humaitá. A isenção de impostos sobre a de venda do biocombustível no mercado nacional permitiria entregas a distâncias de até 1300 km, viabilizando a busca de novas aplicações e consumidores dentro de um raio muito maior, possivelmente permitindo que o mercado se desenvolvesse por si só com esta medida.
- Nos processos de concessão florestal seria pertinente a imposição da necessidade de destinação adequada dos resíduos de processamento da madeira, em consonância com a política nacional de resíduos sólidos (PNRS). O poder concedente poderia solicitar inclusão de um projeto de gestão dos resíduos aos licitantes, onde os geradores disponibilizariam o resíduo a longo prazo aos concessionários (responsáveis pela disposição adequada), mediante desconto na negociação do preço da madeira, permitindo assim que o resíduo possa ser corretamente valorizado e permitindo contratos de longo prazo.
- Promoção de uma série de projetos e que permita uma visibilidade de mercado a médio-longo prazo para atrair fabricantes a se instalarem no Brasil ou localizar a produção através de parcerias tecnológicas com empresas Brasileiras, beneficiando a indústria local e a geração de empregos, além dos ganhos econômicos com a possível redução do custo de produção.
- Um grande entrave ao interesse de potenciais investidores internacionais em empreendimentos de biomassa na Amazônia é relativo à certificação de que a madeira nativa foi extraída de forma regular. Assim, um processo de certificação privada da atividade pode ser uma boa solução em razão das deficiências de fiscalização conhecidas na região Amazônica, em razão do número de fiscais com relação a área ser fiscalizada, que poderia ser desenvolvido em parceria com as autoridades certificadoras internacionais.



## REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ALAKANGAS, E. European standards for solid biofuels. Fuel specification and classes, multipart standard Case – wood pellets & chips. VTT. Convenor of the CEN/TC 335 working group 2. 2009.

ABIB - Associação Brasileira das Indústrias de Biomassa e Energia. Artigo: Vantagens econômicas e ecológicas provenientes na produção e na utilização de pellets –2017 Disponível em: <https://www.linkedin.com/pulse/vantagens-econ%C3%B4micas-e-ecol%C3%B3gicas-provenientes-na-de-celso-oliveira/?originalSubdomain=pt>

ABIPEL – Associação Brasileira de Produtores de Pellets. Mapa de Produtores de Pellets no Brasil, 2021. Disponível em:

[https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=14YzGlicywFgl9SC6CF579JX-J34&hl=en\\_US&ll=-29.21472722120234%2C-54.91353260732116&z=6](https://www.google.com/maps/d/u/0/viewer?mid=14YzGlicywFgl9SC6CF579JX-J34&hl=en_US&ll=-29.21472722120234%2C-54.91353260732116&z=6)

Amandus KAHL. Galeria. Disponível em: <https://www.akahl.de/en/>. 2021.

ANTAQ- Agência Nacional de Transportes Aquaviários. Disponível em:  
[<http://web.antaq.gov.br/portalv3/Anuarios/Portuario2001/Portos/PortoVelho.htm>](http://web.antaq.gov.br/portalv3/Anuarios/Portuario2001/Portos/PortoVelho.htm)

ANTAQ- Agência Nacional de Transportes Aquaviários. Disponível em:  
[<http://web.antaq.gov.br/portalv3/Anuarios/Portuario2001/Portos/PortoVelho.htm>](http://web.antaq.gov.br/portalv3/Anuarios/Portuario2001/Portos/PortoVelho.htm)

AUSTRIAN STANDARDS INSTITUTE. ÖNORM EN 14961-2. Solid biofuels - Fuel specifications and classes - Part 2: Wood pellets for non-industrial use. Draft. Wien, 2010.

Banco Central do Brasil. Relatório de Mercado Focus. Disponível em:  
[<https://www.bcb.gov.br/content/focus/focus/R20210115.pdf>](https://www.bcb.gov.br/content/focus/focus/R20210115.pdf)

Banco Central do Brasil. Relatório de Mercado Focus. Disponível em:  
[<https://www.bcb.gov.br/content/focus/focus/R20210115.pdf>](https://www.bcb.gov.br/content/focus/focus/R20210115.pdf)

Biocombustíveis, Bioproducts e Biorefining , 13 ( 2019 ) , pp. 247 - 266 , 10.1002 / bbb.1993

outubro de 1988. Disponível em: <  
[<http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constitucional/constitucional.htm>](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constitucional/constitucional.htm)>. Acesso em 13 abr. 2021.

BRASIL. Decreto nº 10.044, de 04 de outubro de 2019. Disponível em: <  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2019/Decreto/D10044.htm#art24](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D10044.htm#art24)>. Acesso em 13 abr. 2021.

BRASIL. Decreto nº 3.411, de 12 de abril de 2020. Disponível em: <  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d3411.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3411.htm)>. Acesso em 13 abr. 2021.

BRASIL. Decreto nº 6.063, de 20 de março de 2007. Disponível em: <  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6063.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6063.htm)>. Acesso em 13 abr. 2021.

BRASIL. Decreto nº 9.745, de 08 abril de 2019. Disponível em: <  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2019/decreto/D9745.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D9745.htm)>. Acesso em 13 abr. 2021.

BRASIL. Decreto-Lei nº 37, de 18 de novembro de 1966. Disponível em: <  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto-lei/del0037.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0037.htm)>. Acesso em 13 abr. 2021.

BRASIL. Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro de 2006. Disponível em: <  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/lcp/lcp123.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp123.htm)>. Acesso em 13 abr. 2021.

BRASIL. Lei nº 10.233, de 05 de junho de 2001. Disponível em: <  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/l10233.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10233.htm)>. Acesso em 13 abr. 2021.

BRASIL. Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005. Disponível em: <  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/lei/l11196.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11196.htm)>. Acesso em 13 abr. 2021.

BRASIL. Lei nº 11.284, de 02 de março de 2006. Disponível em: <  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2004-2006/2006/Lei/L11284.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11284.htm)>. Acesso em 13 abr. 2021.

BRASIL. Lei nº 11.945, de 4 de junho de 2009. Disponível em: <  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2009/lei/l11945.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11945.htm)>. Acesso em 13 abr. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.350, de 20 de dezembro de 2010. Disponível em: <  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12350.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12350.htm)>. Acesso em 13 abr. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)>. Acesso em 13 abr. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.715, de 17 de setembro de 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12715.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12715.htm)>. Acesso em 13 abr. 2021.

BRASIL. Lei nº 9.611, de 19 de fevereiro de 1998. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9611.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9611.htm)>. Acesso em 13 abr. 2021.

CAO, L., YUAN, X., LI, H., et al. "Complementary effects of torrefaction and co-pelletization: Energy consumption and characteristics of pellets", *Bioresource Technology*, v. 185, p. 254–262, jun. 2015. DOI: 10.1016/j.biortech.2015.02.045. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0960852415002242>.

Comex Stat – Banco de Dados Estatísticos de Comércio Exterior do Brasil. Estatísticas de Comércio Exterior em Dados Abertos. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home>  
COMEXSTAT, Ministério da Industria, Comércio Exterior e Serviços. Disponível em:  
<<<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral/24432>>

COMEXSTAT, Ministério da Industria, Comércio Exterior e Serviços. Disponível em:  
<<<http://comexstat.mdic.gov.br/pt/geral/24432>>

CONAMA. Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em 13 abr. 2021.

CONAMA. Resolução nº 237, de 18 de dezembro de 1997. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html>>. Acesso em 13 abr. 2021.

CONAMA. Resolução nº 406, de 02 de fevereiro de 2009. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=597>>. Acesso em 13 abr. 2021.

CONFAZ. Convênio ICMS 98, de 30 de setembro de 2011. Disponível em: <[https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2011/CV098\\_11](https://www.confaz.fazenda.gov.br/legislacao/convenios/2011/CV098_11)>. Acesso em 13 abr. 2021. Disponível em: <https://revista.pgsskroton.com/index.php/rcger/article/view/1949>

DE MEYER, A., CATTRYSSE, D., RASINMÄKI, J., et al. "Methods to optimise the design and management of biomass-for-bioenergy supply chains: A review", *Renewable and*

Sustainable Energy Reviews, v. 31, p. 657–670, mar. 2014. DOI:

10.1016/j.rser.2013.12.036. Disponível em:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364032113008502>

EPC – European Pellet Council. ENplus Handbook. Disponível em: <https://www.enplus-pellets.eu/en-in/resources-en-in/technical-documentation-en-in.html#handbook>, 2015.

EPC – European Pellet Council. Pellet Report 2019. Disponível em:

[https://epc.bioenergyeurope.org/wp-content/uploads/2020/02/SR19\\_Pellet\\_final-web-1.pdf](https://epc.bioenergyeurope.org/wp-content/uploads/2020/02/SR19_Pellet_final-web-1.pdf), 2019.

ESTADO DE RONDÔNIA. Lei nº 3.686, de 8 de dezembro de 2015. Disponível em:  
[<http://data.portal.sistemas.ro.gov.br/2019/02/1\\_Lei\\_3686-2015\\_Sistema\\_de\\_Licenciamento\\_Ambiental.pdf>](http://data.portal.sistemas.ro.gov.br/2019/02/1_Lei_3686-2015_Sistema_de_Licenciamento_Ambiental.pdf). Acesso em 3 jun. 2021.

ESTADO DE RONDÔNIA. Lei nº 890, de 24 de abril de 2000. Disponível em:  
[<http://data.portal.sistemas.ro.gov.br/2019/02/Lei\\_Estadual\\_890-2000\\_EIA-RIMA.pdf>](http://data.portal.sistemas.ro.gov.br/2019/02/Lei_Estadual_890-2000_EIA-RIMA.pdf).  
Acesso em 3 jun. 2021.

ESTADO DE RONDÔNIA. Lei nº 688, de 27 de dezembro de 1996. Disponível em:  
[<https://legislacao.sefin.ro.gov.br/textoLegislacao.jsp?texto=128#L\\_688\\_96\\_CI>](https://legislacao.sefin.ro.gov.br/textoLegislacao.jsp?texto=128#L_688_96_CI). Acesso em 3 jun. 2021.

ESTADO DO AMAZONAS. Decreto nº 10.028, de 04 de fevereiro de 1987. Disponível em:  
[<http://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/DcE-10.028-87-Sistema-de-Licenciamento-Estadual.pdf>](http://www.ipaam.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/DcE-10.028-87-Sistema-de-Licenciamento-Estadual.pdf). Acesso em 3 jun. 2021.

ESTADO DO AMAZONAS. Lei nº 2.430, de 27 de dezembro de 1996. Disponível em: <[https://online.sefaz.am.gov.br/silt/Normas/Legisla%C3%A7%C3%A3o%20Estadual/Lei%20Estadual/Ano%201996/Arquivo/LE\\_2430\\_96.htm](https://online.sefaz.am.gov.br/silt/Normas/Legisla%C3%A7%C3%A3o%20Estadual/Lei%20Estadual/Ano%201996/Arquivo/LE_2430_96.htm)>. Acesso em 13 abr. 2021.

ESTADO DO MATO GROSSO. Decreto nº 191, de 22 de março de 2011. Disponível em: <<http://app1.sefaz.mt.gov.br/0325677500623408/E9A3C2B663F122AC04256D5E004CC094/F613B83636013BA48425785C0049EF36>>. Acesso em 13 abr. 2021. ETIP Bioenergy (European Technology and Innovation Platform). Disponível em  
[<https://epc.bioenergyeurope.org/wp-content/uploads/2020/02/SR19\\_Pellet\\_final-web-1.pdf>](https://epc.bioenergyeurope.org/wp-content/uploads/2020/02/SR19_Pellet_final-web-1.pdf)

ETIP Bioenergy. European Technology and Innovation Platform. Disponível em [https://epc.bioenergyeurope.org/wp-content/uploads/2020/02/SR19\\_Pellet\\_final-web-1.pdf](https://epc.bioenergyeurope.org/wp-content/uploads/2020/02/SR19_Pellet_final-web-1.pdf).

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT - Forestry Production and Trade. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>

FLIEGL. Vídeo com imagens de caçamba de empurre FLIEGL para cavaco. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=IJbDUJM3v1c>>

GARCIA, D. P. Os desafios das indústrias de pellets de madeira: competitividade. Revista Opiniões, v. 12, p. 43–44, 2014b.

GARCIA, D. P. Pellets de Madeira: Uma questão de competitividade e preço. Revista da Madeira, v. 138, n. 6, p. 35–38, 2014a.

GARCIA, D. P. Pellets de Madeira: Uma questão de competitividade e preço. Revista da Madeira, v. 138, n. 6, p. 35–38, 2014a.

GARCIA, D. P.; CARASCHI, J. C.; VENTORIM, G. O setor de pellets de madeira no Brasil. Ciência da Madeira, v. 8 (1): 21-28, 2017.

GARCIA, D. P.; CARASCHI, J. C.; VENTORIM, G.; VIEIRA, F. H. A Trends and challenges of Brazilian pellets industry originated from agroforestry. Cerne, v. 22 (3): 233-240, 2016a.

GARCIA, D. P.; CARASCHI, J. C.; VENTORIM, G.; VIEIRA, F. H. A.; PROTÁSIO, T.P. Comparative energy properties of torrefied pellets in relation to pine and elephant grass pellets. Bioresources, v.13 (2): 2898-2906, 2018.

GARCIA, P.D. CARASCHI, C.J. DAL BEM, A.E. FERREIRA, P.J. SOUZA, L.M.F. VIEIRA A.H.F. DIAS, R.R. Mapa dos produtores brasileiros de biocombustíveis. Brazilian Journal of Biosystems Engineering. v.12. ed.4. pg.333-339. 2018b.

GARCIA, P.D. CARASCHI, C.J. DAL BEM, A.E. FERREIRA, P.J. SOUZA, L.M.F. VIEIRA A.H.F. DIAS, R.R. Mapa dos produtores brasileiros de biocombustíveis. Brazilian Journal of Biosystems Engineering. v.12. ed.4. pg.333-339. 2018b.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2021. CONCLA – Comissão Nacional de Classificação. Rio de Janeiro: IBGE.

<https://concla.ibge.gov.br/busca-online-cnae.html?view=subclasse&tipo=cnae&versao=10.1.0&subclasse=1629301&chave=pellets>

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 17225-2. Solid Biofuels – Fuel Specifications and classes – Part 2: Graded wood pellets. Genebra, Suíça. 2014. 9p.

J.F de Oliveira Navegações, Terminais de Uso Privativo, Grupo Chibatão. Disponível em: <<http://www.grupochibatao.com.br/institucional/j-f-de-oliveira-navegacoes/terminais-de-uso-privativo/>>

J.F de Oliveira Navegações, Terminais de Uso Privativo, Grupo Chibatão. Disponível em: <<http://www.grupochibatao.com.br/institucional/j-f-de-oliveira-navegacoes/terminais-de-uso-privativo/>>

JIANG, L., YUAN, X., XIAO, Z., et al. "A comparative study of biomass pellet and biomass-sludge mixed pellet: Energy input and pellet properties", Energy Conversion and Management, v. 126, p. 509–515, out. 2016. DOI: 10.1016/j.enconman.2016.08.035. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0196890416307099>.

Junginger HM, T. Mai-Moulin , V. Daioglou , U. Fritzsche , R. Guisson , C. Hennig , D. Thrän , J. Heinimö , JR Hess , P. Lamers , C. Li , K. Kwant , O. Olsson , S. Proskurina , T. Ranta , F. Schipfer , M. Wild

JUNGINGER, H. M., MAI-MOULIN, T., DAIOGLOU, V., et al. "The future of biomass and bioenergy deployment and trade: a synthesis of 15 years IEA Bioenergy Task 40 on sustainable bioenergy trade", Biofuels, Bioproducts and Biorefining, v. 13, n. 2, p. 247–266, mar. 2019. DOI: 10.1002/bbb.1993. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/bbb.1993>.

LARSSON, S., LOCKNEUS, O., XIONG, S., et al. "Cassava Stem Powder as an Additive in Biomass Fuel Pellet Production", Energy & Fuels, v. 29, n. 9, p. 5902–5908, 17 set. 2015. DOI: 10.1021/acs.energyfuels.5b01418. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.energyfuels.5b01418>.

Legislação selecionada sobre transportes aquaviários. Disponível em <<http://portal.antaq.gov.br/index.php/legislacao/legislacao-selecionada-sobre-transportes-aquaviarios/>>

Legislação selecionada sobre transportes aquaviários. Disponível em <<http://portal.antaq.gov.br/index.php/legislacao/legislacao-selecionada-sobre-transportes-aquaviarios/>>

LU, D., TABIL, L. G., WANG, D., et al. "Experimental trials to make wheat straw pellets with wood residue and binders", Biomass and Bioenergy, v. 69, p. 287–296, out. 2014. DOI: 10.1016/j.biombioe.2014.07.029. Disponível em:  
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0961953414003717>.

M. Kuokkanen, T. Vilppo, T. Kuokkanen, T. Stoor, J. Niinimäki Additives in wood pellet production - a pilot-scale study of binding agent usage Bioresources, 6 (2011), pp. 4331-4355 <https://doi-org.ez35.periodicos.capes.gov.br/10.15376/biores.6.4.4331-4355>

MDIC. Desonerações das Exportações. Disponível em: <  
<http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-exterior/desoneracao-das-exportacoes>>. Acesso em 25 out. 2020.

MDIC. Desonerações das Exportações. Disponível em: <  
<http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-exterior/desoneracao-das-exportacoes>>. Acesso em 25 out. 2020.

MDIC. Desonerações das Exportações. Disponível em: <  
<http://www.mdic.gov.br/index.php/comercio-exterior/desoneracao-das-exportacoes>>. Acesso em 25 out. 2020.

MDIC. Portaria MDIC nº 221, de 09 de julho de 2013. Disponível em: <  
[https://sisprom.mdic.gov.br/public/documentos/portaria\\_mdic\\_221.pdf](https://sisprom.mdic.gov.br/public/documentos/portaria_mdic_221.pdf)>. Acesso em 13 abr. 2021.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Portaria nº 102/DPC da Diretoria de Portos e Costas da Marinha do Brasil, de 7 de abril de 2020. Disponível em: <  
<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-102/dpc-de-7-de-abril-de-2020-251702270>>. Acesso em 13 abr. 2021.

MINISTÉRIO DA DEFESA. Portaria nº 103/DPC da Diretoria de Portos e Costas da Marinha do Brasil, de 7 de abril de 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-103/dpc-de-7-de-abril-de-2020-251702274>. Acesso em 13 abr. 2021.

MF Rural Market Place. Disponível em: <https://www.mfrural.com.br/detalhe/199037/silo-metalico>

MF Rural Market Place. Disponível em: <https://www.mfrural.com.br/detalhe/199037/silo-metalico>

MP-B. Eta , P. Dolzan , AG Eta , JH Lut , MJ Uu , TR Lut , A. Walter Mercados e indústria globais de pellets de madeira: direcionadores de políticas, situação do mercado e potencial de matéria-prima ( 2007 ).

MUNICIPIO DE RONDÔNIA. Lei Complementar nº 108/2001. Disponível em:

<<https://leismunicipais.com.br/a/ro/p/porto-velho/lei-complementar/2001/13/138/lei-complementar-n-138-2001-institui-o-codigo-municipal-de-meio-ambiente-e-da-outras-providencias>>. Acesso em 20 jul. 2021.

National Renewable Energy Laboratory. “*Pre-Feasibility Analysis of Pellet Manufacturing on the Former Loring Air Force Base Site*», Randolph Hunsberger and Gail Mosey, 2014

NEVES, T. A. Qualidade da madeira e do carvão vegetal de clones de Eucalyptus cultivados no sul de Minas Gerais. Dissertação de Mestrado. UFL Lavras, 2012

Normas sobre transportes terrestres da ANTT. Disponível em

<[https://anttlegis.antt.gov.br/action/ActionDatalegis.php?cod\\_menu=7760&cod\\_modulo=421&acao=recuperarTematicasCollapse](https://anttlegis.antt.gov.br/action/ActionDatalegis.php?cod_menu=7760&cod_modulo=421&acao=recuperarTematicasCollapse)>

Normas sobre transportes terrestres da ANTT. Disponível em

<[https://anttlegis.antt.gov.br/action/ActionDatalegis.php?cod\\_menu=7760&cod\\_modulo=421&acao=recuperarTematicasCollapse](https://anttlegis.antt.gov.br/action/ActionDatalegis.php?cod_menu=7760&cod_modulo=421&acao=recuperarTematicasCollapse)>

O futuro da biomassa e implantação e comércio de bioenergia: uma síntese de 15 anos IEA Bioenergy Task 40 sobre o comércio de bioenergia sustentável

OBERNBERGER, I; THEK, G. The Pellet Handbook: The Production and Thermal Utilisation of Pellets. 2010. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-PT&lr=&id=597yh15Q6kEC&oi=fnd&pg=PP5&dq=pellets+definition&ots=XCu-TybKIT&sig=JKRpRlbND9RvBEbirXvHh7xvjVQ#v=onepage&q=pellets%20definition&f=false>.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA.

Statistics Division Forestry Production and Trade. Roma: FAO, Disponível em: <Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ALIMENTAÇÃO E AGRICULTURA.

Statistics Division Forestry Production and Trade. Roma: FAO, Disponível em: <Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>.

PELLETBRAZ. Segmentos: Uso de pellets: versatilidade sob medida. Disponível em:  
<http://pelletbraz.com.br/>, 2021.

PELLETS@LAS (2009a) Advancement of pellets-related European standards. WIP Renewable Energies. Disponível em:  
[http://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/pelletslas\\_pellet\\_standards.pdf](http://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/pelletslas_pellet_standards.pdf). Acesso em 6 dez. 2020.

PINTO, A. A. S.; PEREIRA, B. L. C.; CÂNDIDO, E. L.; OLIVEIRA, A. C.; CARNEIRO, A. C. O.; CARVALHO, A. M. M. L. Caracterização de pellets de ponteira de eucalipto. Ciência da Madeira, v. 6 (3): 232-236, 2015.

PRADHAN, P., ARORA, A., MAHAJANI, S. M. "Pilot scale evaluation of fuel pellets production from garden waste biomass", Energy for Sustainable Development, v. 43, p. 1–14, abr. 2018. DOI: 10.1016/j.esd.2017.11.005. Disponível em:  
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0973082617306841>.

QUENO, Laurent Roger Marie. Produção de pellets de madeira no brasil: estratégia, custo e risco do investimento. Orientador Álvaro Nogueira de Souza. Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2015.

QUENÓ, L. R. M. Produção de Pellets de Madeira no Brasil: Estratégia, Custo e Risco do Investimento. Tese de Doutorado. UNB, Brasilia/DF, 2015.

RECEITA FEDERAL DO BRASIL. Instrução Normativa RFB nº 1.612, de 26 de janeiro de 2016. Disponível em: <  
<http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/link.action?idAto=71178&visao=original>>. Acesso em 13 abr. 2021.

RECEITA FEDERAL DO BRASIL. Instrução Normativa RFB nº 948, de 15 de junho de 2009. Disponível em: <  
<http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/link.action?visao=anotado&idAto=15910>>. Acesso em 13 abr. 2021.

RECEITA FEDERAL DO BRASIL. Instrução Normativa SRF nº 1.191, de 11 de outubro de 2019. Disponível em: <  
<http://normas.receita.fazenda.gov.br/sijut2consulta/link.action?visao=anotado&idAto=104314#2058243>>. Acesso em 13 abr. 2021.

REN21 2014. Renewables 2014 Global Status Report. Paris: REN21 Secretariat. 178p.

SIKKEMA, R.; STEINER, M.; JUNGINGER, M.; HIEGL, W.; HANSEN, M.T.; FAAIJ, A. Os mercados europeus de pellets de madeira: situação atual e perspectivas para 2020. Biocombustíveis, bioproductos e biorefinaria, 5 (2011), pp. 250 – 278.

REMADE - revista da madeira - edição 140 - 2016. Biomassa: Tecnologia de Aproveitamento. Disponível em: <https://pt.calameo.com/read/002298648264381cf7e4e>

ROSA, R. A.; ARANTES, M. D. C.; PAES, J. B.; ANDRADE, W. S. DE P.; MOULIN, J. C. Qualidade do carvão vegetal para o consumo doméstico. J. Biotec. Biodivers. v. 3, n.2, p. 41-48, 2012

SAIDUR, R.; ABDELAZIZ, E. A.; DEMIRBAS, A.; HOSSAIN, M.S.; MEKHILEF, S. A review on biomass as a fuel for boilers. Renew. Sustain. Energy. Rev., 15 (5), pp. 2262-2289, 2011.

SCATOLINO, M. V.; CABRAL NETO, L. F.; T. P.; TRUGILHO, P. F.; CARNEIRO, A.C.O.; ANDRADE, C. R.; GUIMARÃES JÚNIOR, J. B.; MENDES, L. M. Options for generation of sustainable energy: production of pellets based on combinations between lignocellulosic biomasses. Waste and Biomass Valorization, v. 8 (39): 1-11, 2017.

SCHIPFER, F; KRANZL, L; OLSSON, O; LAMERS, P. Conjunto de dados de preços e comércio de pellets de madeira residencial na Europa - Dados resumidos. 2020.

Seguro de Caminhões de Transporte. Disponível em: <<https://www.seguroauto.org/qual-o-valor-medio-do-seguro-de-caminhao>>

Seguro de Caminhões de Transporte. Disponível em: <https://www.seguroauto.org/qual-o-valor-medio-do-seguro-de-caminhao>

SERVIÇO NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS. Base de Dados: Exportação de Produtos Florestais Madeireiros. Brasília: SNIF, 2019. Disponível em: <<http://snif.florestal.gov.br/pt-br/estatisticas-florestais>>. Acesso em: 19 de março de 2021.

SETTE JUNIOR, C. R.; FREITAS, P. C.; FREITAS, V. P.; YAMAJI, F. M.; ALMEIDA, R. A. A. Production and characterization of bamboo pellets. Bioscience Journal, v. 32 (4): 922-930, 2016.

SHAHRUKH, H.; OYEDUN, A.O.; KUMAR, A.; GHIASI, B.; KUMAR, L.; SOKHANSANJ, S. Techno-economic assessment of pellets produced from steam pretreated biomass feedstock. *Biomass and Bioenergy*, v. 87, p. 131– 143, 2016.

SHAHRUKH, H.; OYEDUN, A.O.; KUMAR, A.; GHIASI, B.; KUMAR, L.; SOKHANSANJ, S. Techno-economic assessment of pellets produced from steam pretreated biomass feedstock. *Biomass and Bioenergy*, v. 87, p. 131– 143, 2016.

SILVA, S. B. Dissertação: Caracterização De Pellets De Diferentes Biomassas Para Fins Energéticos. Universidade Federal do Espírito Santo. 2016. 46 pg.

SILVA J.L., GANDOLPHO M.R., CARNIELLO M.F.. "Comparação dos custos entre frota própria e terceirizada em uma transportadora do Vale do Paraíba-SP", 09/07/2015.

Sinduscon - Sindicato da Industria da Construção Civil e Mobiliaria de Porto Velho-RO.

Disponível em: <[http://sindusconro.com.br/home/?page\\_id=378](http://sindusconro.com.br/home/?page_id=378).>

Sinduscon - Sindicato da Industria da Construção Civil e Mobiliaria de Porto Velho-RO.

Disponível em: [http://sindusconro.com.br/home/?page\\_id=378](http://sindusconro.com.br/home/?page_id=378).

SOLEIMANI, M., TABIL, X. L., GREWAL, R., et al. "Carbohydrates as binders in biomass densification for biochemical and thermochemical processes", *Fuel*, v. 193, p. 134–141, abr. 2017. DOI: 10.1016/j.fuel.2016.12.053. Disponível em:

<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S001623611631290X>.

Taxa de Inflação dos Estados Unidos, US Inflation Rate . The Balance, 12/2020.

Disponível em: <<https://www.thebalance.com/u-s-inflation-rate-history-by-year-and-forecast-3306093>>

Taxa de Inflação dos Estados Unidos, US Inflation Rate . The Balance, 12/2020. Disponível em: <<https://www.thebalance.com/u-s-inflation-rate-history-by-year-and-forecast-3306093>>

THEERARATTANANOON, K., XU, F., WILSON, J., et al. "Physical properties of pellets made from sorghum stalk, corn stover, wheat straw, and big bluestem", *Industrial Crops and Products*, v. 33, n. 2, p. 325–332, mar. 2011. DOI: 10.1016/j.indcrop.2010.11.014.

Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0926669010003158>.

TTHRÄN, D., SCHÄUBACH, K., PEETZ, D., et al. "The dynamics of the global wood pellet markets and trade - key regions, developments and impact factors", *Biofuels, Bioproducts*

and Biorefining, v. 13, n. 2, p. 267–280, mar. 2019. DOI: 10.1002/bbb.1910. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/bbb.1910>.

TREASY. “Taxa Interna de Retorno: como a TIR é aplicada na análise de viabilidade de investimento em um projeto?” Disponível em: <https://www.treasy.com.br/blog/taxa-interna-de-retorno-tir/>

QUASCHNING, Volker. Global Carbon Dioxide Emissions and Concentration in Atmosphere. Disponível em: [https://www.volker-quaschning.de/daterv/index\\_e.php](https://www.volker-quaschning.de/daterv/index_e.php), 2020.

## ANEXO I - FLUXO DE CAIXA

<b>Fluxo de Caixa</b> (BRL, em 000 000 ')	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Receitas	-	16 992	17 332	17 679	18 033	18 393	18 761	19 130	19 498
Custos O&M	-	(13 535)	(13 887)	(14 249)	(14 621)	(15 004)	(15 398)	(15 791)	(16 183)
(Aumento) / Diminuição do Capital de Giro	-	(996)	(13)	(13)	(13)	(13)	(13)	(13)	(13)
Imposto pago no período	-	-	(271)	(287)	(312)	(337)	(362)	(387)	(412)
<b>FC Operacional</b>	<b>-</b>	<b>2 462</b>	<b>3 162</b>	<b>3 130</b>	<b>3 087</b>	<b>3 039</b>	<b>2 988</b>	<b>2 941</b>	<b>2 893</b>
Investimento no período		(17 398)	-	-	-	-	-	-	-
Juros e taxas de dívida sênior		(561)	(754)	(649)	(551)	(450)	(344)	(234)	(124)
<b>FC de Investimento</b>	<b>(17 959)</b>	<b>(754)</b>	<b>(649)</b>	<b>(551)</b>	<b>(450)</b>	<b>(344)</b>	<b>(234)</b>	<b>(124)</b>	<b>(10)</b>
Capital próprio injetado no período	5 388	-	-	-	-	-	-	-	-
Dívida Sênior sacada no Período	12 572	-	-	-	-	-	-	-	-
Reembolso programado da dívida sênior	-	(1 761)	(1 621)	(1 695)	(1 765)	(1 837)	(1 910)	(1 982)	(2 054)
Juros e taxas da dívida sênior	(561)	(754)	(649)	(551)	(450)	(344)	(234)	(124)	(10)
Dividendos pagos	-	(505)	(535)	(581)	(628)	(675)	(723)	(770)	(817)
<b>FC Financeiro</b>	<b>17 398</b>	<b>(2 034)</b>	<b>(2 855)</b>	<b>(2 878)</b>	<b>(2 893)</b>	<b>(2 906)</b>	<b>(2 916)</b>	<b>(2 927)</b>	<b>(2 937)</b>

## ANEXO II - DEMONSTRATIVO DE RESULTADOS DO EXERCÍCIO (DRE)

(BRL, em 000 000 ')	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
<b>Receita Líquida</b>	-	<b>16 992</b>	<b>17 332</b>	<b>17 679</b>	<b>18 033</b>	<b>18 393</b>	<b>18 761</b>	<b>19 136</b>	<b>19 519</b>	<b>19 909</b>	<b>20 308</b>	
% de crescimento	n/m	n/m	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%	2%
<b>Custos Operacionais</b>	-	(13 535)	(13 887)	(14 249)	(14 621)	(15 004)	(15 398)	(15 802)	(16 219)	(16 647)	(17 087)	
<b>Margem bruta</b>	-	<b>3 458</b>	<b>3 445</b>	<b>3 430</b>	<b>3 411</b>	<b>3 389</b>	<b>3 363</b>	<b>3 334</b>	<b>3 300</b>	<b>3 263</b>	<b>3 221</b>	
% da receita líquida	n/m	20%	20%	19%	19%	18%	18%	17%	17%	16%	16%	
G&A	-	(13 535)	(13 887)	(14 249)	(14 621)	(15 004)	(15 398)	(15 802)	(16 219)	(16 647)	(17 087)	
% de vendas	n/m	-80%	-80%	-81%	-81%	-82%	-82%	-83%	-83%	-84%	-84%	
<b>EBITDA</b>	-	(10 077)	(10 441)	(10 819)	(11 210)	(11 615)	(12 034)	(12 468)	(12 918)	(13 384)	(13 866)	
% da receita líquida	n/m	-59%	-60%	-61%	-62%	-63%	-64%	-65%	-66%	-67%	-68%	
D&A	-	(1 796)	(1 796)	(1 796)	(1 796)	(1 796)	(1 796)	(1 796)	(1 796)	(1 796)	(1 796)	(1 796)
<b>EBIT</b>	-	(11 873)	(12 237)	(12 615)	(13 006)	(13 411)	(13 830)	(14 264)	(14 714)	(15 180)	(15 662)	
% da receita líquida	n/m	-70%	-71%	-71%	-72%	-73%	-74%	-75%	-75%	-76%	-77%	
Impostos Corporativos	-	(347)	(368)	(400)	(432)	(464)	(497)	(530)	(563)	(549)	(799)	
<b>Lucro Líquido</b>	-	<b>505</b>	<b>535</b>	<b>581</b>	<b>628</b>	<b>675</b>	<b>723</b>	<b>771</b>	<b>819</b>	<b>798</b>	<b>1 162</b>	
% da receita líquida	n/m	3%	3%	3%	3%	4%	4%	4%	4%	4%	4%	6%

### ANEXO III - BALANÇO PATRIMONIAL

(BRL, em 000 000 ')	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
Saldo Ativo Imobilizado	17 959	16 163	14 368	12 572	10 776	8 980	7 184	5 388	3 592	1 796	0	
Saldo de Caixa	-	428	735	987	1 180	1 314	1 387	1 398	3 403	5 367	601	
Capital de Giro a Receber	-	2 124	2 167	2 210	2 254	2 299	2 345	2 392	2 440	2 489	2 538	
<b>Total de Ativos</b>	<b>17 959</b>	<b>18 715</b>	<b>17 269</b>	<b>15 768</b>	<b>14 210</b>	<b>12 593</b>	<b>10 915</b>	<b>9 178</b>	<b>9 435</b>	<b>9 651</b>	<b>9 140</b>	
Saldo de Impostos a Pagar	-	347	445	558	678	806	941	1 084	1 234	1 344	1 716	
Capital de giro a pagar	-	1 128	1 157	1 187	1 218	1 250	1 283	1 317	1 352	1 387	1 424	
Capital de Giro Financiado	-	996	996	996	996	996	996	996	996	996	996	-
Saldo da Dívida Sênior	12 572	10 811	9 190	7 495	5 729	3 893	1 983	-	-	-	-	
Saldo Empréstimo de Acionistas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Total de Passivos</b>	<b>12 572</b>	<b>13 283</b>	<b>11 788</b>	<b>10 236</b>	<b>8 622</b>	<b>6 945</b>	<b>5 204</b>	<b>3 397</b>	<b>3 582</b>	<b>3 728</b>	<b>3 140</b>	
Capital Social Final do Período	5 388	5 388	5 388	5 388	5 388	5 388	5 388	5 388	5 388	5 388	5 388	-
Saldo do lucro retido	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Lucro depois do imposto	-	505	535	581	628	675	723	771	819	798	1 162	
Reserva legal	-	45	92	144	200	260	324	393	465	536	-	
Dividendos pagos	-	(505)	(535)	(581)	(628)	(675)	(723)	(771)	(819)	(798)	(1 162)	
<b>Total de Patrimônio Líquido</b>	<b>5 388</b>	<b>5 433</b>	<b>5 480</b>	<b>5 532</b>	<b>5 588</b>	<b>5 648</b>	<b>5 712</b>	<b>5 780</b>	<b>5 853</b>	<b>5 924</b>	<b>-</b>	

## ANEXO IV: RELATORIO LAPEM

Amostra	Grupo	Umidade (Base Umidada)		Cinzas %	Cloro µg g-1	Cloro %
		%	%			
1-Tamarindo	A (Costaneira)	30,33	21,23	0,33	159 ± 7	0,0159%
2-Cedrinho		33,68				
3-Angelim Pedra		21,87				
4-Oticica Amarela		31,15				
5-Catuaba		23,91				
6-Pequi		22,48				
7-Cupiuba		31,67				
8-Jatobá		24,40				
9-Ipê		17,60				
10-Sucupira Amarela		12,47				
11-Cumaru		14,51				
12-Freijo		16,90				
13-Cedro Rosa		18,53				
14-Faveiro Ferro		2,21				
15-Cedro Mara		16,81				
16-Roxinho	B (Resíduos Florestais)	19,99	25,03	0,65	151 ± 6	0,0151%
17-Garapeira		22,68				
18-Muiracatiara		15,11				
19-Orelha de Macaco		28,07				
20-Muirapiranga		14,03				
21-Tauari Carvão		31,59				
22-Massaranduba		21,78				
23-Fava amargosa		25,08				
24-Mandioqueira		27,39				
25-Cambará		37,27				
26-Jequitibá		25,49				
27-Amapá		28,31				
28-Abiurana		28,63				
30-Pó de serra da fita	C (Pó de Serra Fita e Plaina)	47,46	58,32	1,24	212 ± 9	0,0212%
31-Pó de serra de plaina		58,95				
32-Pó de serra estocado		63,61				
33-Pó de serra estocado a anos	C (Pó de Serra Estocado)	63,25				

## **ANEXO V: DADOS DO MUNICÍPIO DE INSTALAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

### História

Os primeiros habitantes do lugar foram os índios que viviam em economia de subsistência. As principais etnias viviam às margens do Rio Maici (Torá) Rio Marmelo (Tenharim) e Rio Madeira (Parintintin, Pama, Arara e Mura).

O comerciante José Francisco Monteiro foi um dos primeiros colonizadores que em busca de riquezas, se interessou em ficar definitivamente na região. Ele chegou em 15 de maio de 1869 e instalou-se num lugar chamado Pasto Grande onde era a Sede da Freguesia de São Francisco, no Rio Preto, próximo à atual cidade.

Devido a ataques constantes dos índios, em 1888, a sede da Freguesia foi transferida para o lugar onde hoje está a cidade de Humaitá, com o nome Freguesia de Nossa Senhora da Conceição do Beem de Humaitá.

O topônimo Humaitá é de origem indígena e seu significado é: Hu = negro, ma = agora e itá = pedra = a pedra agora é negra.

### Formação Administrativa

Distrito foi criado com a denominação de São Francisco do Rio Madeira, pela Lei n.<sup>º</sup> 686, de 02-06-1885, subordinado ao município de Manicoré. Pela Lei n.<sup>º</sup> 790, de 13-11-1888, transfere a de do distrito para o lugar Humaitá, conservando esta denominação.

Elevado à categoria de vila com a denominação de Humaitá, pelo Decreto n.<sup>º</sup> 31, de 04-02-1890, desmembrada do município de Manicoré. Mantido como município pela Lei n.<sup>º</sup> 33, de 04-11-1892.

De acordo com o Decreto n.<sup>º</sup> 95-A de 10 de abril de 1891, assinado pelo Governador Eduardo Ribeiro, foi criado a Comarca de Humaitá. Em outubro de 1894, Humaitá é elevada à categoria de cidade. Elevado à condição de cidade com a denominação de Humaitá, pela Lei Estadual n.<sup>º</sup> 90, de 04-10-1894.

Em divisão administrativa referente ao ano de 1911, o município é constituído de 5 distritos: Humaitá, Cavalcante, Lago Cunitiá e Santo Antônio e Três Casas. Nos quadros de apuração do recenseamento geral de 1-IX-1920, o município aparece constituído de 5 distritos: Humaitá, Foz do Rio Javari, Mirari, Missão de São Francisco e Três Casas. Em

divisão administrativa referente ao ano de 1933, o município aparece constituído do distrito sede.

Assim permanecendo em divisões territoriais datadas de 31-XII-1936 e 31-XII-1937. Pela Lei Estadual n.<sup>º</sup> 176, de 01-12-1938, é criado o distrito de Calama e anexado ao município de Humaitá. No quadro fixado para vigorar no período de 1939-1943, o município é constituído de 2 distritos: Humaitá e Calama. Pelo Decreto-lei Federal n.<sup>º</sup> 6550, de 31-05-1944, transfere o distrito do município de Humaitá para Porto Velho, do Território Federal do Guaporé. Em divisão territorial datada de 1-VII-1960, o município é constituído do distrito sede. Assim permanecendo em divisão territorial datada de 2009.

### Caracterização do território

Tabela 82 - Dados demográficos de Humaitá- AM

População (Censo 2010)	44.227 hab.
População Estimada (2020)	56.144 hab.
Densidade demográfica	1,34 hab./km <sup>2</sup>
Ano de instalação	1890
Microrregião	Madeira
Mesorregião	Sul Amazonense
Área	33211,68 km <sup>2</sup>
IDHM 2010	0,605
Faixa do IDHM Médio (IDHM)	entre 0,600 e 0,699

IDHM: Índice de Desenvolvimento Humano

### IDHM

Humaitá ocupa a 4029<sup>a</sup> posição entre os 5.565 municípios brasileiros segundo o IDHM. Nesse ranking, o maior IDHM é 0,862 (São Caetano do Sul) e o menor é 0,418 (Melgaço).

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) - Humaitá é 0,605, em 2010, o que situa esse município na faixa de Desenvolvimento Humano Médio (IDHM entre 0,600 e 0,699). A dimensão que mais contribui para o IDHM do município é Longevidade, com índice de 0,791, seguida de Renda, com índice de 0,621, e de Educação, com índice de 0,451.

Tabela 83 - Índice de Desenvolvimento Humano /Humaitá- AM

**Índice de Desenvolvimento Humano Municipal e seus componentes - Município -  
Humaitá - AM**

IDHM e componentes	1991	2000	2010
IDHM Educação	0,080	0,272	0,451
% de 18 anos ou mais com fundamental completo	9,19	25,59	40,90
% de 5 a 6 anos na escola	14,85	51,85	69,80
% de 11 a 13 anos nos anos finais do fundamental REGULAR SERIADO ou com fundamental completo	11,47	30,86	66,47
% de 15 a 17 anos com fundamental completo	1,33	17,36	30,04
% de 18 a 20 anos com médio completo	1,89	12,50	22,76
IDHM Longevidade	0,669	0,699	0,791
Esperança de vida ao nascer	65,15	66,96	72,47
IDHM Renda	0,485	0,565	0,621
Renda per capita	163,40	269,39	382,13

O IDHM passou de 0,475 em 2000 para 0,605 em 2010 - uma taxa de crescimento de 27,37%. O hiato de desenvolvimento humano, ou seja, a distância entre o IDHM do município e o limite máximo do índice, que é 1, foi reduzido em 75,24% entre 2000 e 2010. Nesse período, a dimensão cujo índice mais cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,179), seguida por Longevidade e por Renda.

O IDHM passou de 0,296 em 1991 para 0,475 em 2000 - uma taxa de crescimento de 60,47%. O hiato de desenvolvimento humano foi reduzido em 74,57% entre 1991 e 2000. Nesse período, a dimensão cujo índice mais cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,192), seguida por Renda e por Longevidade.

De 1991 a 2010, o IDHM do município passou de 0,296, em 1991, para 0,605, em 2010, enquanto o IDHM da Unidade Federativa (UF) passou de 0,430 para 0,674. Isso implica em uma taxa de crescimento de 104,39% para o município e 56% para a UF; e em uma taxa de redução do hiato de desenvolvimento humano de 56,11% para o município e 53,85% para a UF. No município, a dimensão cujo índice mais cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,371), seguida por Renda e por Longevidade. Na UF, por sua vez, a dimensão cujo índice mais cresceu em termos absolutos foi Educação (com crescimento de 0,358), seguida por Longevidade e por Renda.

### População

Entre 2000 e 2010, a população de Humaitá cresceu a uma taxa média anual de 3,04%, enquanto no Brasil foi de 1,17%, no mesmo período. Nesta década, a taxa de urbanização do município passou de 73,15% para 68,96%. Em 2010 viviam, no município, 44.227 pessoas.

Entre 1991 e 2000, a população do município cresceu a uma taxa média anual de - 1,85%. Na UF, esta taxa foi de 3,28%, enquanto no Brasil foi de 1,63%, no mesmo período. Na década, a taxa de urbanização do município passou de 48,21% para 73,15%.

Tabela 84 - Dados da população /Humaitá- AM

<b>População Total, por Gênero, Rural/Urbana - Município - Humaitá - AM</b>						
População	População (1991)	% do Total (1991)	População (2000)	% do Total (2000)	População (2010)	% do Total (2010)
População total	38.792	100,00	32.796	100,00	44.227	100,00
População residente masculina	20.301	52,33	17.133	52,24	23.204	52,47
População residente feminina	18.491	47,67	15.663	47,76	21.023	47,53
População urbana	18.700	48,21	23.991	73,15	30.501	68,96
População rural	20.092	51,79	8.805	26,85	13.726	31,04

### Educação

Proporções de crianças e jovens frequentando ou tendo completado determinados ciclos indica a situação da educação entre a população em idade escolar do estado e compõe o IDHM Educação. No município, a proporção de crianças de 5 a 6 anos na escola é de 69,80%, em 2010. No mesmo ano, a proporção de crianças de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental é de 66,47%; a proporção de jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo é de 30,04%; e a proporção de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo é de 22,76%. Entre 1991 e 2010, essas proporções aumentaram, respectivamente, em 54,95 pontos percentuais, 55,00 pontos percentuais, 28,71 pontos percentuais e 20,87 pontos percentuais.

Em 2010, 67,82% da população de 6 a 17 anos do município estavam cursando o ensino básico regular com até dois anos de defasagem idade-série. Em 2000 eram 62,87%

e, em 1991, 77,24%. Dos jovens adultos de 18 a 24 anos, 6,23% estavam cursando o ensino superior em 2010. Em 2000 eram 0,62% e, em 1991, 0,00%.

O indicador Expectativa de Anos de Estudo também sintetiza a frequência escolar da população em idade escolar. Mais precisamente, indica o número de anos de estudo que uma criança que inicia a vida escolar no ano de referência deverá completar ao atingir a idade de 18 anos. Entre 2000 e 2010, ela passou de 6,56 anos para 7,53 anos, no município, enquanto na UF passou de 6,68 anos para 8,54 anos. Em 1991, a expectativa de anos de estudo era de 4,57 anos, no município, e de 6,52 anos, na UF.

Também compõe o IDHM Educação um indicador de escolaridade da população adulta, o percentual da população de 18 anos ou mais com o ensino fundamental completo. Esse indicador carrega uma grande inércia, em função do peso das gerações mais antigas, de menor escolaridade. Entre 2000 e 2010, esse percentual passou de 25,59% para 40,90%, no município, e de 39,76% para 54,92%, na UF. Em 1991, os percentuais eram de 9,19%, no município, e 30,09%, na UF. Em 2010, considerando-se a população municipal de 25 anos ou mais de idade, 22,82% eram analfabetos, 36,45% tinham o ensino fundamental completo, 25,23% possuíam o ensino médio completo e 6,53%, o superior completo. No Brasil, esses percentuais são, respectivamente, 11,82%, 50,75%, 35,83% e 11,27%.

### Renda

A renda per capita média de Humaitá cresceu 133,86% nas últimas duas décadas, passando de R\$ 163,40, em 1991, para R\$ 269,39, em 2000, e para R\$ 382,13, em 2010. Isso equivale a uma taxa média anual de crescimento nesse período de 4,57%. A taxa média anual de crescimento foi de 5,71%, entre 1991 e 2000, e 3,56%, entre 2000 e 2010. A proporção de pessoas pobres, ou seja, com renda domiciliar per capita inferior a R\$ 140,00 (a preços de agosto de 2010), passou de 66,90%, em 1991, para 57,94%, em 2000, e para 41,89%, em 2010. A evolução da desigualdade de renda nesses dois períodos pode ser descrita através do Índice de Gini, que passou de 0,56, em 1991, para 0,69, em 2000, e para 0,66, em 2010.

Tabela 85 - Dados econômicos e sociais /Humaitá- AM

<b>Renda, Pobreza e Desigualdade - Município - Humaitá - AM</b>			
	1991	2000	2010

Renda per capita	163,40	269,39	382,13
% de extremamente pobres	42,11	35,48	25,86
% de pobres	66,90	57,94	41,89
Índice de Gini	0,56	0,69	0,66

*Índice de Gini:* É um instrumento usado para medir o grau de concentração de renda. Ele aponta a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e dos mais ricos. Numericamente, varia de 0 a 1, sendo que 0 representa a situação de total igualdade, ou seja, todos têm a mesma renda, e o valor 1 significa completa desigualdade de renda, ou seja, se uma só pessoa detém toda a renda do lugar.

## Trabalho

Entre 2000 e 2010, a taxa de atividade da população de 18 anos ou mais (ou seja, o percentual dessa população que era economicamente ativa) passou de 61,13% em 2000 para 58,45% em 2010. Ao mesmo tempo, sua taxa de desocupação (ou seja, o percentual da população economicamente ativa que estava desocupada) passou de 10,04% em 2000 para 9,09% em 2010.

Tabela 86 - Dados de ocupação trabalhista /Humaitá- AM

<b>Ocupação da população de 18 anos ou mais - Município - Humaitá - AM</b>		
	2000	2010
Taxa de desocupação - 18 anos ou mais	10,04	9,09
Grau de formalização dos ocupados - 18 anos ou mais	33,59	34,33
<b>Nível educacional dos ocupados</b>		
% dos ocupados com fundamental completo - 18 anos ou mais	28,95	49,18
% dos ocupados com médio completo - 18 anos ou mais	17,52	33,35
<b>Rendimento médio</b>		
% dos ocupados com rendimento de até 1 s.m. - 18 anos ou mais	61,62	38,21
% dos ocupados com rendimento de até 2 s.m. - 18 anos ou mais	82,45	79,48
% dos ocupados com rendimento de até 5 s.m. - 18 anos ou mais	94,27	93,95

Em 2010, das pessoas ocupadas na faixa etária de 18 anos ou mais do município, 30,73% trabalhavam no setor agropecuário, 3,13% na indústria extrativa, 4,59% na indústria de transformação, 8,04% no setor de construção, 0,76% nos setores de utilidade pública, 10,25% no comércio e 39,65% no setor de serviços.

### Habitação

O tema habitação que faz parte da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD objetiva analisar dados e gerar informações sobre as condições de moradia da população. Esse diagnóstico envolve coleta de dados sobre saneamento básico e outras características habitacionais e conjunto de bens duráveis, que influenciam diretamente no nível da qualidade de vida das pessoas. Essas informações geradas anualmente permitem acompanhar a evolução das condições habitacionais da população.

Tabela 87 - Indicadores de habitação municipal /Humaitá- AM

<b>Indicadores de Habitação - Município - Humaitá - AM</b>			
	1991	2000	2010
% da população em domicílios com água encanada	25,07	47,38	77,32
% da população em domicílios com energia elétrica	49,19	79,01	90,73
% da população em domicílios com coleta de lixo	5,47	65,85	91,88

### Vulnerabilidade social

Vulnerabilidade social caracteriza a condição dos grupos que estão à margem da sociedade, ou seja, pessoas ou famílias que estão em passando pelo processo de exclusão social, principalmente por fatores socioeconômicos.

Tabela 88 - Dados sobre a vulnerabilidade /Humaitá- AM

<b>Vulnerabilidade Social - Município - Humaitá - AM</b>			
Crianças e Jovens	1991	2000	2010

Mortalidade infantil	43,21	39,86	18,90
% de crianças de 0 a 5 anos fora da escola	-	89,53	78,00
% de crianças de 6 a 14 fora da escola	57,00	16,65	9,58
% de pessoas de 15 a 24 anos que não estudam, não trabalham e são vulneráveis, na população dessa faixa	-	23,30	22,21
% de mulheres de 10 a 17 anos que tiveram filhos	3,43	7,88	7,27
Taxa de atividade - 10 a 14 anos	-	13,35	7,00
<b>Família</b>			
% de mães chefes de família sem fundamental e com filho menor, no total de mães chefes de família	18,90	25,85	27,49
% de vulneráveis e dependentes de idosos	3,26	4,73	4,84
% de crianças extremamente pobres	48,92	43,92	34,11
<b>Trabalho e Renda</b>			
% de vulneráveis à pobreza	83,28	74,38	63,98
% de pessoas de 18 anos ou mais sem fundamental completo e em ocupação informal	-	66,27	54,60
<b>Condição de Moradia</b>			
% da população em domicílios com banheiro e água encanada	23,44	31,96	58,58

## Empresas

*Quantidade de Empresas por Setor CNAE*

Tabela 89 - Dados do setor empresarial /Humaitá- AM

Classificação	Número de Empresas
A - Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura ver empresas	30
B - Indústrias extractivas ver empresas	06
C - Indústrias de transformação ver empresas	09
D - Eletricidade e gás ver empresas	03
E - água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação ver empresas	07
F - Construção ver empresas	135
G - Comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas ver empresas	1.442
H - Transporte, armazenagem e correio ver empresas	235
I - Alojamento e alimentação ver empresas	147
J - Informação e comunicação ver empresas	17
K - Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados ver empresas	06
L - Atividades imobiliárias ver empresas	05
M - Atividades profissionais, científicas e técnicas ver empresas	37
N - Atividades administrativas e serviços complementares ver empresas	184
O - Administração pública, defesa e segurança social ver empresas	12
P - Educação ver empresas	31
Q - Saúde humana e serviços sociais ver empresas	
R - Artes, cultura, esporte e recreação ver empresas	36
S - outras atividades de serviços ver empresas	298
T - Serviços domésticos ver empresas	02

*Empresas do Setor de Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura*

Tabela 90 - Dados setoriais /Humaitá- AM

Classificação (código)	Número de empresas
Agricultura, pecuária e serviços relacionados (A-01)	16
Produção florestal (A-02)	14
Pesca e aquicultura (A-03)	0

*Empresas do Subsetor de Produção Florestal*

Tabela 91 - Dados do subsetor florestal /Humaitá- AM

Classificação (código)	Número de empresas
Produção Florestal - Florestas Plantadas (A-021)	03
Produção Florestal - Florestas Nativas (A-022)	05
Atividades De Apoio À Produção Florestal (A-023)	06