

MARCELO PAIVA ULTRA

PROJETO DE PARCERIA ENTRE EMPRESAS PRIVADAS PARA A FABRICAÇÃO DE
PELLETS DE MADEIRA, UTILIZANDO A PODA URBANA COMO MATÉRIA PRIMA

SÃO PAULO

2021

MARCELO PAIVA ULTRA

PROJETO DE PARCERIA ENTRE EMPRESAS PRIVADAS PARA A FABRICAÇÃO DE
PELLETS DE MADEIRA, UTILIZANDO A PODA URBANA COMO MATÉRIA PRIMA

Monografia apresentada ao Programa de
Educação Continuada da Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para a obtenção do título
de Especialista em Energias Renováveis, Geração
Distribuída e Eficiência Energética

SÃO PAULO

2021

MARCELO PAIVA ULTRA

PROJETO DE PARCERIA ENTRE EMPRESAS PRIVADAS PARA A FABRICAÇÃO DE
PELLETS DE MADEIRA, UTILIZANDO A PODA URBANA COMO MATÉRIA PRIMA

Monografia apresentada ao Programa de
Educação Continuada da Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para a obtenção do
título de Especialista em Energias Renováveis,
Geração Distribuída e Eficiência Energética

Área de Concentração:
Engenharia Elétrica com Ênfase em Eletrônica

Orientadora:
Prof^ª. Dra. Suani T. Coelho

SÃO PAULO

2021

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo-na-publicação

Ultra, Marcelo Paiva

Projeto de parceria entre empresas privadas para a fabricação de pellets de madeira, utilizando a poda urbana como matéria prima. / M. P. Ultra -- São Paulo, 2021.

98 p.

Monografia (Especialização em Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia.

1. Título. 2. Biomassa. 3. Biocombustível sólido. 4. Madeira. 5. Pellets de madeira. I. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. PECE – Programa de Educação Continuada em Engenharia II.t.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a aqueles que, assim como eu, buscam agregar valor e deixar um legado construtivo e positivo para o mundo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, pela oportunidade de desenvolver este trabalho, a minha família, esposa e filhos pelo suporte e apoio nestes dois anos.

Agradeço aos professores que me ajudaram durante os últimos vinte e quatro meses com informações muito pertinentes e relevantes, além das professoras Virginia Parente e Hirdan Costa que me ajudaram a “pensar de uma forma diferente” sobre determinados temas.

Aos meus colegas agradeço pela parceria durante o período que estivemos juntos nesta empreitada.

A professora Suani Coelho, agradeço pela ajuda, exemplos e por compartilhar os projetos de sucesso vivenciados na área de biomassa, o que me incentivou e despertou interesse na referida área.

” Lembre-se que as pessoas podem tirar tudo de você, menos o seu conhecimento.” (Albert Einstein)

RESUMO

Este trabalho visa despertar e aguçar o nosso olhar para as oportunidades que gerem valor para a sociedade e para o meio ambiente, transformando algo que é desperdiçado em energia sustentável.

Este estudo teve como foco os resíduos das árvores urbanas, após o manejo de poda, queda das árvores em função do vento e demais fatores naturais ou acidentais.

Algumas cidades do país tiveram a iniciativa de utilizar estes resíduos em projetos de compostagem, gerando como produto final o adubo, utilizado em praças e parques da cidade. Os estudos apontados demonstram que grande parte dos resíduos de madeira oriundos de poda urbana são descartados em aterros sanitários e lixões no país e uma pequena parte é reutilizada.

Os resíduos de madeira, oriundos da poda urbana, podem ser aproveitados e utilizados como biomassa, substituindo combustíveis fósseis como óleo diesel e o carvão mineral para a geração de energia.

Existem várias iniciativas mundiais, como o protocolo de Quioto e o Acordo de Paris, que visam reduzir a emissão dos gases que produzem o efeito estufa, limitar o aumento da temperatura (média global), causadores do aquecimento global. A utilização da biomassa tem crescido no mundo, e a União Europeia é um dos principais consumidores de pellets de madeira.

Entende-se que a quantidade de dióxido de carbono gerado na combustão da biomassa é a mesma quantidade de CO₂ que a vegetação absorveu no processo de fotossíntese, durante todo seu ciclo de vida. Desta forma, na combustão da biomassa pode-se considerar que a emissão de CO₂ é nula, face ao balanço exposto.

No Brasil, a biomassa mais utilizada é o bagaço da cana de açúcar, que além de suprir a energia das usinas, ainda gera energia elétrica, que é exportada para o Sistema Integrado Nacional (SIN). As safras de cana de açúcar, bem como a utilização da referida biomassa, ocorrem no período de estiagem hídrica do país, contribuindo neste período para o setor elétrico brasileiro.

Por outro lado, os resíduos da poda urbana podem ser utilizados como insumos para a fabricação de pellets de madeira. Os pellets são de fácil fabricação, e por terem seu tamanho regular e serem pequenos, são mais fáceis de estocar e transportar. Por serem compactados e secos permitem um maior controle da quantidade a ser utilizada na queima, além do alto poder calorífico, quando comparados com demais biomassas de madeira, e possui uma quantidade baixa de cinzas, após a queima.

Na concepção inicial deste projeto entendíamos que a parceria público-privada (PPP) seria uma ótima alternativa, porém após interpretar a lei brasileira 11.079/2004 - PPP, identificamos que o projeto não se enquadra nos requisitos e preceitos da referida legislação. Face aos grandes benefícios propostos neste projeto, alteramos a concepção inicial, que era a PPP, para a parceria entre empresas privadas.

O trabalho em parceria entre as empresas privadas, proposta, visa a união das forças para o aproveitamento do resíduo da poda urbana, de forma inteligente, para a fabricação do pellet de madeira. A demanda crescente na Europa possibilita a exportação dos pellets de madeira do Brasil, para o bloco europeu.

A possibilidade de rastreamento da matéria prima, além de dar visibilidade para o consumidor da fonte de extração da madeira, garante que o processo de peletização foi produzido a partir dos materiais oriundos de manejo de poda urbana e não de material oriundo de desmatamento ilegal de áreas de preservação natural ou outras fontes que prejudicariam / degradariam o meio ambiente.

Concluimos que, com vasto potencial de matéria prima sustentável no Brasil, redução no custo direto e indireto para o descarte dos resíduos de poda urbana, grande possibilidade de elaborar acordos entre as empresas privadas, para os resíduos de poda, alta demanda de pellets nos países da EU, possibilidade de eliminar o cloro excessivo da madeira de forma a adequá-la as normas internacionais para a exportação, possibilidade de rastrear a matéria prima gerando maior credibilidade no processo sustentável, apontam viabilidade técnica para a elaboração do projeto.

Do ponto de vista econômico, para o período de 10 anos de contrato de parceria, esta empreitada é viável para os cenários 2 e 3 quando consideramos a venda dos pellets no mercado interno brasileiro. Quando consideramos a exportação dos pellets para a Europa, para o mesmo período de 10 anos, todos os três cenários são de passíveis de implementação, com ganhos financeiros ainda maiores para o empreendedor, quando comparado com a venda no mercado local.

No nosso estudo financeiro não foram considerados os aspectos de extração do cloro da madeira e o processo de rastreamento da matéria prima. Desta forma o projeto poderia ser implementado nos cenários economicamente viáveis, sem considerar inicialmente estes dois fatores mencionados.

Face aos dados expostos, benefícios apresentados com a utilização dos resíduos de poda urbana, viabilidade técnica e viabilidade econômica, para alguns cenários, entendemos que o projeto apresentado tem um grande potencial para atrair investidores do setor, de forma que seja possível implementá-lo nas cidades brasileiras.

Palavras-chave: Sustentabilidade, aproveitamento energético, biomassa de Pellets de madeira oriundos de poda urbana.

ABSTRACT

This project aims to awaken and sharpen our looking towards opportunities that generate value for society and for the environment, transforming something that is wasted into sustainable energy.

This study focused on the residues from urban trees, after pruning management, falling trees due to the wind and other natural or accidental factors.

Some cities in the country took the initiative to use this leftover in composting projects, generating fertilizer as a final product, used in city squares, parks, etc. The studies indicated that a large part of wood residues from urban pruning are discarded in landfills and dumps in Brazil country, and a small part is reused.

Wood leftovers from urban tree pruning can be used as biomass, replacing fossil fuels such as diesel oil and coal for energy generation.

There are several global initiatives, such as the Kyoto protocol and the Paris Agreement, which aim to reduce the emission of gases that produce the greenhouse effect, limit the increase in temperature (global average), which causes global warming. The use of biomass has grown in the world, and the European Union is one of the main consumers of wood pellets.

It is understood that the amount of carbon dioxide generated in the combustion of biomass is the same amount of CO₂ that the vegetation absorbed in the photosynthesis process, throughout its life cycle. In this way, in the combustion of biomass it can be considered that the emission of CO₂ is null, according to the balance shown.

In Brazil, the most used biomass is sugarcane bagasse, which supply power to the mills and also generates electricity. The surplus electrical energy is also exported to the SIN. Sugarcane harvests, as well as the use of the biomass, occur during the country's drought period, contributing in this period to the Brazilian electricity sector.

On the other hand, leftover from urban pruning can be used as inputs for the manufacture of wood pellets. Pellets are easy to manufacture, and because they are standardized format and small size, they are easier to store and transport.

They are compacted and dry, they allow greater control over the amount to be used in burning, in addition it has the high calorific value, when compared to other wood biomass, and it has a low amount of ash after burning.

In the initial conception of this project, we understood that the public-private partnership (PPP) would be a great alternative, but after interpreting the Brazilian law 11.079/2004 - PPP, we identified that the project does not comply with the legal requirements.

Due to the great benefits proposed in this project, we changed the initial concept, which was the PPP, to a partnership between private companies.

The work in partnership between private companies aims to join forces to use the leftover of urban tree pruning, in an intelligent way, for the manufacture of wood pellets. The growing demand in Europe makes it possible to export wood pellets from Brazil to the European countries.

The possibility of tracking the raw material, in addition giving visibility to the consumer of the source of wood extraction, ensures that the pelleting process was produced from urban tree pruning and does not from illegal deforestation in natural preservation areas or other sources that could degrade the environment.

We conclude that the vast potential for sustainable raw materials in Brazil, reduction in direct and indirect costs for disposal urban pruning leftover, great possibility of drawing up agreements between private companies for pruning leftover, high demand for pellets in the

EU countries, possibility of eliminating excessive chlorine from wood in order to adapt it to international standards for exportation, the possibility of tracking the raw material generating greater credibility in the sustainable process. All those points indicate the technical feasibility for this project.

From an economic view, considering 10-year partnership contract period, this project is feasible for scenarios 2 and 3 when we consider the sale of pellets in the Brazilian domestic market. When we consider the pellets exportation to Europe, for the same period of partnership contract, all three scenarios are feasible to be implemented, with even greater financial gains for the investor, when compared to sales in the local market.

In our financial business case, the aspects of wood chlorine extraction and the raw material tracking process were not considered. The project could be implemented in economically feasible scenarios, without these two mentioned factors, initially.

According to all data and benefits presented with the use of urban pruning leftover, technical and economic feasible, for some scenarios, we understand that the project has a great potential to attract investors to implement it in the Brazilian cities.

Keywords: Sustainability, energy use, wood pellet biomass from urban tree pruning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 4.1 - Evolução global da produção de pellets (milhões de toneladas)	34
Figura 4.2 - Distribuição mundial da produção de pellets em 2019 (%).....	35
Figura 4.3 - Consumo de pellets em 2019 distribuído pelo mundo (toneladas e %).....	36
Figura 4.4 - Top 10 Países consumidores de pellets por tipo de uso final em 2019 (toneladas)	37
Figura 4.5 - Consumo mundial de pellets por tipo de uso final em 2019 (toneladas e %).....	37
Figura 4.6 - Mapa e fluxo do comércio mundial de pellets em 2018 (milhões de toneladas)..	38
Figura 4.7 - Mapa da produção de pellets na Europa em 2019	39
Figura 4.8 - Mapa do consumo de pellets na Europa em 2019	40
Figura 4.9 - Consumo de pellets na Europa por tipo de uso final em 2019 (toneladas e %)....	41
Figura 4.10 - Mapa do consumo de pellets na Europa em 2019	41
Figura 5.1 - Variação da geração elétrica entre 2018 e 2019, com base nos dados da tabela 5.1	43
Figura 5.2 - Balanço energético nacional 2020 – matriz elétrica brasileira	44
Figura 5.3 - Participação das fontes renováveis na matriz elétrica do Brasil.....	44
Figura 5.4 - Matriz por origem de combustível.....	46
Figura 5.5 - Matriz UTE por origem de combustível.....	46
Figura 5.6 - Mapa com empreendimentos em operação utilizando biomassa na geração de energia elétrica.....	48
Figura 5.7 - Participação da biomassa de cana de açúcar na geração elétrica.....	49
Figura 5.8 - Autoconsumo e energia exportada pelas usinas de biomassa de cana.....	50
Figura 6.1 - Quantidade de resíduos de poda, por região [%].....	54
Figura 6.2 - Destinação dos resíduos de poda urbana [%]	55
Figura 7.1 - Processo de produção de pellets de madeira.....	59
Figura 7.2 - Fábrica - produção de pellets de madeira	61
Figura 7.3 - Fabricantes de pellets certificados em 2019, no mundo	64
Figura 7.4 - Produção de pellets com certificação ano a ano	64
Figura 7.5 - Top 20 Países produtores de pellets com certificação em 2019	65
Figura 7.6 - Produtores brasileiros com certificação ativa em 05/mai/2021	65
Figura 8.1 - Fluxo de caixa livre – cenário 1 - venda no mercado brasileiro	67
Figura 8.2 - Fluxo de caixa acumulado – cenário 1 - venda no mercado brasileiro.....	67
Figura 8.3 - Fluxo de caixa livre – cenário 2 - venda no mercado brasileiro	69

Figura 8.4 - Fluxo de caixa acumulado – cenário 2 - venda no mercado brasileiro.....	70
Figura 8.5 - Fluxo de caixa livre – cenário 3 - venda no mercado brasileiro	72
Figura 8.6 - Fluxo de caixa acumulado – cenário 3 - venda no mercado brasileiro.....	72
Figura 8.7 - Fluxo de caixa livre – cenário 1 - venda no mercado europeu	75
Figura 8.8 - Fluxo de caixa acumulado – cenário 1 - venda no mercado europeu.....	76
Figura 8.9 - Fluxo de caixa livre – cenário 2 - venda no mercado europeu	78
Figura 8.10 - Fluxo de caixa acumulado – cenário 2 - venda no mercado europeu.....	78
Figura 8.11 - Fluxo de caixa livre – cenário 3 - venda no mercado europeu	80
Figura 8.12 - Fluxo de caixa acumulado – cenário 3 - venda no mercado europeu.....	81
Figura 11.1 - Processo resumido para rastreio da origem da matéria prima	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Cenários com a quantidade de resíduos de poda urbana.....	21
Tabela 3.2 - Cálculo do potencial elétrico dos pellets, oriundos dos resíduos de poda urbana	23
Tabela 3.3 - Estimativa de preços de pellets granel na Europa (Euro/tonelada).....	25
Tabela 3.4 - Índice IGP-M acumulado desde Jan/2019 até Abr/2021:	26
Tabela 3.5 - Valor de venda dos pellets.....	28
Tabela 3.6 - Equipamentos e período de operação da fábrica	29
Tabela 3.7 - Produção anual de pellets para cada cenário	29
Tabela 3.8 - Receita bruta para cada cenário	29
Tabela 3.9 - Investimento inicial para cada cenário	30
Tabela 3.10 - Materiais diretos e indiretos para cada cenário	30
Tabela 3.11 - Custos diretos e indiretos de produção para cada cenário.....	30
Tabela 3.12 - Despesas gerais e administrativas para cada cenário	31
Tabela 3.13 - Despesas comerciais e impostos para cada cenário.....	31
Tabela 3.14 - Despesas trabalhistas e previdenciárias para cada cenário.....	32
Tabela 3.15 - Valor total geral com os custos e despesas para cada cenário.....	32
Tabela 5.1 - Geração elétrica em 2018 e 2019 e o delta de geração de energia.....	42
Tabela 5.2 - Participação das termelétricas na geração de energia	45
Tabela 5.3 - Participação de cada fonte termelétricas na geração de energia	45
Tabela 5.4 - Matriz por origem de combustível biomassa:	47
Tabela 5.5 - Matriz por origem de combustível biomassa, por estado	48
Tabela 6.1 - Quantidade, em toneladas/ano, dos resíduos de poda urbana, por Estado em 2007 e 2008	54
Tabela 7.1 - Poder calorífico de alguns tipos de materiais	57
Tabela 7.2 - Teor de cinzas de alguns tipos de materiais orgânicos.....	57
Tabela 7.3 - Comparativo normas internacionais e os pellets de pinus e eucalipto brasileiro .	62
Tabela 8.1 – Cálculos Cenário 1 – venda para o mercado interno brasileiro	68
Tabela 8.2 – Cálculos Cenário 2 – venda para o mercado interno brasileiro	70
Tabela 8.3 – Cálculos Cenário 3 – venda para o mercado interno brasileiro	73
Tabela 8.4 - Sumário com a produção, receita, custos, despesas e taxa de desconto para cada cenário – venda para o mercado interno brasileiro.....	74
Tabela 8.5 - Sumário com as informações financeiras dos três cenários – venda para o mercado interno brasileiro	74

Tabela 8.6 – Cálculos Cenário 1 - venda no mercado europeu	76
Tabela 8.7 – Cálculos Cenário 2 - venda no mercado europeu	79
Tabela 8.8 – Cálculos Cenário 3 - venda no mercado europeu	81
Tabela 8.9 - Sumário com a produção, receita, custos, despesas e taxa de desconto para cada cenário – venda para o mercado europeu	83
Tabela 8.10 - Sumário com as informações financeiras dos três cenários – venda para o mercado europeu.....	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

GBio - Grupo de Pesquisa em Bioenergia, Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo – IEE-USP

GDPR - General Data Protection Regulation, lei europeia de proteção de dados

IGP-M - Índice Geral de Preços do Mercado

LGPD – Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais, lei brasileira

PPP - Parceria público privada

Programa Open source – Código fonte de software aberto, ou seja, não possui custo de licença onde qualquer pessoa pode ter acesso.

RSU - resíduos sólidos urbanos

SIN - Sistema Interligado Nacional

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

TIR – Taxa Interna de retorno

VPL – Valor presente líquido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	19
2 OBJETIVO	20
2.1 CONCEITO DE BIOMASSA.....	20
3 METODOLOGIA.....	21
3.1 QUANTIDADE DE RESÍDUOS DE PODA URBANA.....	21
3.2 CÁLCULO DE ENERGIA	22
3.3 METODOLOGIA PARA O CÁLCULO FINANCEIRO DO PROJETO	24
4 PELLET`S, BIOMASSA NO MUNDO E NA EUROPA / EU28.....	33
4.1 ÂMBITO MUNDIAL.....	33
4.2 EUROPA / EU28.....	39
5 BIOMASSA NO BRASIL	42
6 PODA URBANA	51
6.1 PROCESSO DE PODA.....	51
6.1.1 Tipos diferentes de poda.....	52
6.2 QUANTIDADE DE RESÍDUOS ORIUNDOS DA PODA.....	53
7 PELLET DE MADEIRA.....	56
7.1 BENEFÍCIOS NA UTILIZAÇÃO DE PELLET DE MADEIRA	56
7.2 FONTES POTENCIAIS PARA A PRODUÇÃO DE PELLET DE MADEIRA	57
7.3 PROCESSO DE PRODUÇÃO DE PELLET DE MADEIRA.....	58
7.4 ALTO TEOR DE CLORO E SOLUÇÃO PARA RETIRÁ-LO DA MADEIRA.....	61
7.5 CERTIFICADO INTERNACIONAL DE QUALIDADE DO PELLET DE MADEIRA.....	63
8 ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA	66
8.1 VENDA DOS PELLETS NO MERCADO BRASILEIRO	66
8.2 EXPORTAÇÃO DOS PELLETS PARA O MERCADO EUROPEU.....	75
9 PARCERIA PÚBLICO PRIVADO - PPP	84
9.1 MODALIDADES DE CONTRATO ADMINISTRATIVO	84
9.2 REQUISITOS PARA A PARCERIA PÚBLICO PRIVADO - PPP.....	84
10 PARCERIA ENTRE EMPRESAS PRIVADAS.....	87
10.1 PRINCIPAIS BENEFÍCIOS DA PARCERIA.....	87
10.2 PRINCIPAIS RESPONSABILIDADES DAS PARTES.....	88
10.2.1 Empresas privadas que executam o serviço de poda urbana	88
10.2.2 Iniciativa privada – empreendedor	89

10.2.2.1 Infraestrutura e áreas segregadas para a operação e fabricação	89
10.3 POTENCIAL PARA FASE II DO PROJETO, A SER DESENVOLVIDO NO FUTURO	90
11 RASTREABILIDADE DA ORIGEM DA MATÉRIA PRIMA	91
12 EXPORTAÇÃO PARA A EUROPA.....	93
13 CONCLUSÃO.....	94
14 REFERÊNCIAS	96

1 INTRODUÇÃO

As energias renováveis e o foco nas reduções de gases que provocam o efeito estufa vem ganhando espaço mundialmente nas últimas décadas. A busca por fontes de energia sustentáveis, que gerem menos agressão ao planeta, vem sendo desenvolvidas, discutidas e implementadas como um plano real de mudança. Alguns países da Europa lideram esta iniciativa e investem neste “novo modelo” de geração de energia.

A atenção na sustentabilidade e o reaproveitamento dos insumos disponíveis fazem com que cada vez mais estejamos atentos às novas possibilidades de geração de energia, evitando assim o desperdício.

Os biocombustíveis sólidos são exemplos de novas possibilidades de geração de energia, considerando o reaproveitamento de materiais que anteriormente eram descartados. A utilização do bagaço da cana de açúcar, casca de arroz, casca de coco, casca de café, osso verde-oliva (caroço de azeitona), resíduos de madeira (ex. poda urbana, indústria moveleira, resíduos florestais) são alguns exemplos de aproveitamento de biomassa sólida para a geração de energia.

A proposta da biomassa de pellets de madeira tendo como insumo a poda urbana, tem vantagens importantes que estão sendo consideradas neste estudo.

A união das empresas privadas pode otimizar a utilização dos recursos naturais além de alavancar um negócio sustentável, evitando custos desnecessário, além de gerar emprego e renda para a população.

Em determinados fóruns, algumas pessoas tem a imagem de que a utilização da biomassa em grande escala é simplesmente “colocar fogo na madeira de forma descontrolada”. Na verdade, é muito importante ressaltar que a utilização da biomassa como combustível tem sempre que estar acompanhada de todas as licenças ambientais necessárias, seguindo a regulamentação federal e/ou estadual e/ou municipal, além da utilização dos filtros, dispositivos e controles necessários para conter os fumos, gases tóxicos, partículas e também a correta destinação dos resíduos sólidos após a queima dos biocombustíveis.

2 OBJETIVO

Os objetivos principais deste trabalho são utilizar fontes de energia sustentável, que gerem menos agressão ao planeta, reduzindo a emissão dos gases que provocam o efeito estufa, alavancar novos negócios para a fabricação de pellets de madeira, utilizando como matéria prima os resíduos de poda urbana, descartados atualmente e a parceria entre empresas privadas.

Objetivos Secundários são, aproveitar o alto consumo de pellets de madeira na União Europeia para exportar o produto fabricado no Brasil e possibilitar que os consumidores possam visualizar a origem da matéria prima a qual estão consumindo em forma de pellets.

2.1 CONCEITO DE BIOMASSA

A biomassa pode ser entendida como sendo todos os recursos renováveis de matéria orgânica animal ou matéria orgânica vegetal onde a mesma possa ser utilizada de alguma forma para a produção de energia (GBIO, 2019). Para ser considerada biomassa, por alguns autores, a matéria vegetal precisa ser renovada em um período menor que 100 anos (PROBSTEIN E HICKS, 1982; KLASS, 1998), excluindo assim o petróleo, carvão mineral e xistos betuminosos desta categoria.

Segundo Ushima (2006) entende-se biomassa como fonte natural de energia, por armazenar a energia solar nas reações de fotossíntese e tem como componentes a celulose, lignina e hemicelulose, porém dependendo da sua natureza, pode variar um pouco.

Karayildirim; Sinag e Kruse (2008) indica que a biomassa também apresenta na sua composição diversos sais e outros constituintes minerais. Os mesmos podem influenciar no aproveitamento energético oriundo das reações de conversão térmica.

Andrade et al. (2007) cita que os sais de dióxido de silício e o óxido de potássio, que fazem parte da composição da casca do arroz, se transformam em material vítreo quando submetidas a temperatura maior que 850 °C.

Estima-se que com a descoberta do fogo a madeira das árvores foi a primeira biomassa a ser utilizada, cerca de 500.000 AC, para a cocção e aquecimento térmico (GUARDABASSI, 2006).

3 METODOLOGIA

3.1 QUANTIDADE DE RESÍDUOS DE PODA URBANA

Cortez (2011) estudou o potencial de utilização da biomassa resultante da poda de árvores urbanas para a geração de energia, considerando um estudo de caso da então AES Eletropaulo, onde analisou três cenários para quantificar os resíduos de poda urbana na área de concessão da AES Eletropaulo, na região metropolitana de São Paulo, conforme mostrado na tabela 3.1

Tabela 3.1 - Cenários com a quantidade de resíduos de poda urbana



Região	Quantidade de resíduos de poda urbana					
	cenário 1		cenário 2		cenário 3	
	m ³ / ano	t / ano	m ³ / ano	t / ano	m ³ / ano	t / ano
Norte	10.116	1.517	10.116	1.517	10.116	1.517
Sul	7.116	1.067	7.116	1.067	7.116	1.067
Leste	3.336	500	3.336	500	3.336	500
ABC	6.756	1.013	12.847	1.927	32.450	4.868
Oeste	14.244	2.137	160.073	24.011	217.174	32.576
Total	41.568	6.235	193.488	29.023	270.192	40.529

Fonte: Cortez (2011), apud CENBIO, 2007d

Cortez (2011) elaborou a tabela 3.1 com a quantidade média anual de resíduos de poda urbana onde o cenário 1 considera a quantidade de resíduos na área de concessão da AES Eletropaulo apurados entre 2006 e 2008, onde a própria concessionária atuou no manejo de poda, época em que foi realizado o P&D (CENBIO, 2007d). O cenário 2 considerou a quantidade do cenário 1 somada a quantidade de resíduos de poda urbana das regiões Oeste e ABC. As quantidades de resíduos das regiões Oeste e ABC foram informadas pelos municípios das referidas regiões, que efetuaram a coleta dos resíduos de poda urbana gerados pela AES Eletropaulo e suas subcontratadas. Para o cenário 3 foi considerada a quantidade de resíduos do cenário 2, acrescido de uma estimativa volumétrica de resíduos referentes as cidades do ABC e zona Oeste, que não informaram as quantidades de resíduos de poda urbana gerados no

período. Conforme Cortez (2011) o cenário 1 foi considerado como pessimista, o cenário 2 foi considerado como realista e o cenário 3 foi considerado como otimista.

Para este trabalho, estão sendo utilizados como base os cenários descritos em Cortez (2011), porém considerando a implementação da fábrica de pellets na região Oeste e utilizando os resíduos de poda urbana somente desta região. Considerando que haverá uma pequena perda de parte dos resíduos de madeira na fabricação dos pellets, e considerando também a capacidade de máxima de produção dos equipamentos elencados neste estudo, teremos:

- a) Cenário 1 “pessimista” = 2112 toneladas/ano;
- b) Cenário 2 “realista” = 21.600 toneladas/ano;
- c) Cenário 3 “otimista” = 28.800 toneladas/ano.

A fábrica de pellets estará localizada na região Oeste, ou seja, na mesma região que serão realizados os manejos de podas urbanas. Desta forma o tempo e o custo de transporte serão reduzidos.

3.2 CÁLCULO DE ENERGIA

Para avaliar a quantidade de energia que pode ser aproveitada a partir dos pellets de madeira, oriundo de poda urbana, utilizaremos a metodologia abaixo para o cálculo do potencial de energia elétrica:

Premissas utilizadas:

Para a fabricação dos pellets foi considerado que parte da matéria prima oriunda da poda urbana é perdida e desta forma não é transformada em pellets de madeira.

O poder calorífico inferior PCI de pellets de madeira foi considerado para o cálculo, sendo igual a 4800 Kcal/kg, equivalente a 5,58 MWh/t de biomassa.

Capacidade instalada de médio porte (acima de 2MW) para a queima da biomassa, onde a eficiência de conversão elétrica do sistema (η) [%] considerada foi de 30%.

Na turbina a vapor no ciclo de Rankine, em um sistema convencional, o fator de capacidade para a geração elétrica utilizado é de 80% ou em horas 7008 horas de operação no ano.

Fórmulas para os Cálculos:

$$E = (\text{Quantidade de resíduo de poda}) \times (\text{percentual de resíduo útil}) \times (\text{PCI pellet}) \times (\eta)$$

Onde:

E = Potencial de Energia elétrica disponível [MWh];

Quantidade de resíduo de poda = galhos, toras, casca de árvore [T/ano];

Resíduos de Poda Aproveitados na Fabricação = matéria prima que será transformado em pellet [%]

PCI pellet = Poder calorífico inferior do pellet [MWh/t resíduo];

η = Eficiência de conversão elétrica do sistema [%].

$$P = E / (\text{FC})$$

Onde:

P = Potencial elétrico anual [MW]

E = Energia elétrica anual [MWh]

FC = Fator de capacidade [quantidade dias/ano]

A tabela 3.2 apresenta os cálculos elaborados.

Tabela 3.2 - Cálculo do potencial elétrico dos pellets, oriundos dos resíduos de poda urbana

Cenários	Resíduos de Poda Urbana da Região Oeste [Toneladas / ano]	Resíduo da Poda Urbana Transformada em Pellets [Toneladas/ano]	E = Potencial de Energia Elétrica [MWh/ano]	P = Potencial Instalado [MW]
		Resíduos de Poda Aproveitados na Fabricação	Cálculo, E = Resíduo Aproveitado x PCI x η	Cálculo, P = E / FC
Cenário 1	2.137	2.112	3.535	0,50
Cenário 2	24.011	21.600	36.150	5,16
Cenário 3	32.576	28.800	48.200	6,88

Fonte: Cálculos elaborados pelo autor, apud Cortez (2011)

3.3 METODOLOGIA PARA O CÁLCULO FINANCEIRO DO PROJETO

Para os cálculos relacionados a viabilidade econômica, foi utilizado como base o estudo financeiro apresentado pela Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets, que simula o caso financeiro utilizando como base os anos de 2018 e 2019.

No referido estudo da Brasil Biomassa foi considerada a produção de 7200 toneladas de pellets no ano, onde a fábrica funcionaria 25 dias por mês e 24 horas por dia. Os equipamentos considerados pela Brasil Biomassa são compactos e modulares e tem a capacidade de produzir 1 tonelada de pellets por hora. O valor de investimento para um conjunto de equipamentos, para a fabricação de pellets, era de R\$450.000,00 (preço CIF Itália) e o preço de venda na Itália dos pellets, ainda no estudo da Brasil Biomassa, era de R\$554,40 (taxa câmbio Euro de 3,36).

Premissas utilizadas para a definição dos custos e despesas a serem consideradas no nosso estudo de caso foram basicamente:

- a) preço médio de venda dos pellets no Brasil considerado neste estudo foi de:
 - R\$500,00 /tonelada

- b) a tabela 3.3 apresenta o preço de mercado dos pellets, a granel, nos países europeus. O menor preço, considerando no mês de dez/18 foi de € 170,00/ t comercializado na Bósnia (BA). No estudo apresentado pela Brasil Biomassa, o valor dos pellets para a exportação era de €165,00/t;

No nosso estudo de caso, iremos utilizar o valor de €165,00/t, utilizando a taxa de câmbio Euro de 6,5234 (venda 03/mai/21), para sermos mais conservadores. Desta forma o valor médio considerado no nosso projeto será de:

- € 165,00 * 6,5234 = R\$1.076,36 /tonelada.

Tabela 3.3 - Estimativa de preços de pellets granel na Europa (Euro/tonelada)

Estimation of bulk pellet prices between January 2018 and December 2018 (delivered 6t, distance 100 km, delivery fees included. In €/tonne VAT incl.)

	Jan-18	Feb-18	Mar-18	Apr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Aug-18	Sep-18	Oct-18	Nov-18	Dec-18
AL	180	175	175	170	172	175	175	175	180	185	185	190
AT	241	240	241	237	232	233	234	234	237	240	243	245
BA	175	175	170	155	150	150	150	150	155	165	165	170
BE	253	255	246	252	246	244	244	247	249	253	257	258
BG	220	220	220	200	200	200	200	200	240	240	240	240
CH	327	324	323	308	307	308	310	312	314	318	320	323
CZ	246	247	247	242	232	230	227	229	238	238	245	247
DE	251	253	255	252	239	238	236	237	241	250	254	261
DK	270	270	270	270	270	270	270	280	290	293	295	297
ES	250	250	250	255	255	255	252	252	252	267	267	267
FI	269	268	268	268	270	270	270	271	271	271	277	277
FR	273	273	273	263	263	263	262	262	262	283	283	283
HR	260	260	250	230	240	230	240	250	270	270	290	280
IT	282			283			293			318		
LT	180	178	180	179	171	171	172	165	175	204	200	192
LV	240	236	231	224	218	227	225	235	250	270	275	285
ME	175	165	162	157	160	160	160	160	165	165	173	180
PL	185	185	185	185	185	185	185	185	195	200	200	200
PT	190					180						190
RS	201	200	195	177	181	181	183	194	199	203	206	206
SE	282	284	284	278	285	285	290	296	312	310	316	321
SK	235	235	235	225	225	225	240	240	240	245	245	250

Source: EPC survey, 2019

Fonte: Bioenergy Europe Statistical Report 2019 - Report Pellet (2019)

- c) a matéria prima, resíduos da poda urbana, será doada pelas empresas que executam o serviço de poda, conforme proposta de parceria entre as empresas. Desta forma não foram considerados os custos dos insumos para a fabricação dos pellets;
- d) a locação da área com o galpão para a instalação da fábrica será emprestada pela empresa parceira, conforme proposta de parceria entre as empresas. Desta forma não foram considerados os custos com locação, taxas e impostos referentes a área que será construída a fábrica de pellets;
- e) a taxa de câmbio do Euro utilizada para a exportação dos pellets para o mercado Italiano, descrita no estudo financeiro do Brasil Biomassa, era de 3,36. Consideramos que o valor do equipamento, descrito no referido estudo, também utilizou esta mesma taxa de câmbio. A taxa de câmbio do Euro de 03/maio/21 estava em 6,5234;
- Desta forma o preço base de um conjunto /modulo para os equipamentos necessários para a fabricação dos pellets, com capacidade de produção de 1 t/hora será de:

- (Valor dos equipamentos da época / taxa de câmbio Euro da época) * taxa de câmbio Euro atual

$$(R\$450.000,00 / 3,36) * 6,5234 = R\$873.669,64$$

- f) os valores dos impostos de importação para o Brasil não foram informados no estudo realizado pela Brasil Biomassa. Desta forma o autor estimou que o valor será igual 1,5 vezes o preço do conjunto / modulo dos equipamentos;
- g) o valor do Frete Internacional não foi informado no estudo realizado pela Brasil Biomassa. Desta forma o autor estimou que o valor será igual a 25% do preço do conjunto / modulo dos equipamentos;
- h) o valor da Instalação dos equipamentos não foi informado no estudo realizado pela Brasil Biomassa. Desta forma o autor estimou que o valor será igual a 25% do preço do conjunto / modulo dos equipamentos;
- i) para os custos e despesas, consideramos o reajuste dos valores apresentados no estudo da Brasil Biomassa, do ano de 2018, reajustados pelo Índice Geral de Preços do Mercado (IGP-M) do período de Jan/2019 até Abr/21. O índice acumulado, segundo a calculadora do Banco Central do Brasil, tabela 3.4, é de 45,200860%;

Tabela 3.4 - Índice IGP-M acumulado desde Jan/2019 até Abr/2021:

Dados básicos da correção pelo IGP-M (FGV)	
Data inicial	01/2019
Data final	04/2021
Índice de correção no período	1,45200860
Valor percentual correspondente	45,200860%

Fonte: Calculadora do Cidadão - Banco Central do Brasil adaptada pelo autor

<https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADA0/publico/corrigirPorIndice.do?method=corrigirPorIndice>

- j) considerações para o cenário 1 – produção de 2112 t/ano:
- foi considerado o valor de 01 conjunto / módulo dos equipamentos para a fabricação dos pellets, com a capacidade de produzir 1 t/hora;
 - a quantidade de dias de operação da fábrica será de 22 dia por mês;
 - a quantidade de horas trabalhadas no mês será de 8 horas por dia;

- consideramos o valor descrito no estudo da Brasil Biomassa (dados 2018), reajustado pelo IGP-M do período (Jan/19 até Abr/21) para os materiais Indiretos, mão de obra terceirizada (segurança e limpeza), manutenção industrial de equipamentos e veículos, material de expediente e de escritório, combustível, telefone, água, administração e Contabilidade, internet turbo, sistema de vigilância eletrônica, correio, treinamento, publicidade e propaganda, comissões sobre as vendas, seguro sobre as vendas e impostos municipais;
- neste cenário teremos somente 01 turno de trabalho e desta forma foi considerado o valor descrito no estudo da Brasil Biomassa (03 turnos), dados de 2018, reajustado pelo IGP-M do período (Jan/19 até Abr/21) dividido 3, para as despesas trabalhistas e previdenciárias, alimentação dos funcionários e energia elétrica.

k) considerações para o cenário 2 – produção de 21.600 t/ano:

- foi considerado o valor de 03 conjuntos / módulos dos equipamentos para a fabricação dos pellets, com a capacidade de produzir 3 t/hora;
- a quantidade de dias de operação da fábrica será de 25 dia por mês;
- a quantidade de horas trabalhadas no mês será de 24 horas por dia;
- foram mantidos os custos e despesas inerentes aos 03 turnos de trabalho;
- consideramos o valor descrito no estudo da Brasil Biomassa (dados 2018), reajustado pelo IGP-M do período (Jan/19 até Abr/21) para a mão de obra terceirizada (segurança e limpeza), telefone, água, administração e contabilidade, internet turbo, sistema de vigilância eletrônica, correio, treinamento e publicidade e propaganda;
- para os custos e despesas afetadas pela quantidade de pellets produzidos, foi considerado o valor descrito no estudo da Brasil Biomassa (4700t/ano) dados 2018, reajustado pelo IGP-M do período (Jan/19 até Abr/21) multiplicado por 3 (número de conjuntos / módulos de equipamentos). As linhas consideradas foram os materiais indireto, manutenção industrial de equipamentos e veículos, energia elétrica, material de expediente e de escritório, alimentação dos funcionários, comissão sobre as vendas, seguro sobre as vendas, impostos municipais e despesas trabalhistas e previdenciárias.

l) considerações para o cenário 3 – produção de 28.800 t/ano:

- foi considerado o valor de 04 conjuntos / módulos dos equipamentos para a fabricação dos pellets, com a capacidade de produzir 4 t/hora;
- a quantidade de dias de operação da fábrica será de 25 dia por mês;
- a quantidade de horas trabalhadas no mês será de 24 horas por dia;
- foram mantidos os custos e despesas inerentes aos 03 turnos de trabalho;
- Consideramos os valores descritos no estudo da Brasil Biomassa (dados 2018), reajustado pelo IGP-M do período (Jan/19 até Abr/21), para a mão de obra terceirizada (segurança e limpeza), telefone, água, administração e contabilidade, internet turbo, sistema de vigilância eletrônica, correio, treinamento e publicidade e propaganda.
- para os custos e despesas afetadas pela quantidade de pellets produzidos, foi considerado o valor descrito no estudo da Brasil Biomassa (4700t/ano), dados de 2018, reajustado pelo IGP-M do período (Jan/19 até Abr/21) multiplicado por 4 (número de conjuntos / módulos de equipamentos). As linhas consideradas são os materiais indiretos, manutenção industrial de equipamentos e veículos, energia elétrica, material de expediente e de escritório, alimentação dos funcionários, combustível, comissão sobre as vendas, seguro sobre as vendas, impostos municipais, despesas trabalhistas e previdenciárias.

m) as tabelas 3.5 até 15, consolidam os valores dos custos e despesas utilizados nos cálculos, que tem como base o estudo financeiro da Brasil Biomassa e as premissas listadas acima, definidas pelo autor.

Tabela 3.5 - Valor de venda dos pellets

Valor Médio de Venda de Pellet	R\$	€
Venda no Brasil [R\$ / Tonelada]	R\$500,00	-
Exportação para EU [R\$ / Tonelada]	R\$1.076,36	€ 165,00

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Tabela 3.6 - Equipamentos e período de operação da fábrica

Produção	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Quantidade de Conjuntos / Módulos de Equipamentos	1	3	4
Produção Total [t/hora]	1	3	4
Horas de Operação/dia [h]	8	24	24
Quantidade dias/mês [dias]	22	25	25

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Tabela 3.7 - Produção anual de pellets para cada cenário

Produção Proposta	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Produção Anual de Pellets [Toneladas]	2112	21600	28800

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Tabela 3.8 - Receita bruta para cada cenário

Receita Bruta com a Venda dos Pellets	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Venda no Brasil [R\$ / ano]	R\$ 1.056.000,00	R\$ 10.800.000,00	R\$ 14.400.000,00
Exportação para EU [R\$ / ano]	R\$ 2.273.274,43	R\$ 23.249.397,60	R\$ 30.999.196,80

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Tabela 3.9 - Investimento inicial para cada cenário

Investimento Inicial	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Equipamentos Preço CIF Itália [R\$]	R\$873.669,64	R\$2.621.008,93	R\$3.494.678,57
Impostos de Importação para o Brasil [R\$]	R\$1.310.504,46	R\$3.931.513,39	R\$5.242.017,86
Frete Internacional [R\$]	R\$218.417,41	R\$655.252,23	R\$873.669,64
Instalação dos Equipamentos [R\$]	R\$218.417,41	R\$655.252,23	R\$873.669,64
Total Investimento Inicial R\$	R\$2.621.008,93	R\$7.863.026,79	R\$10.484.035,71

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Tabela 3.10 - Materiais diretos e indiretos para cada cenário

Materiais Diretos e Indiretos	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Matéria Prima	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Locação do Galpão para a Fábrica	R\$ 0,00	R\$ 0,00	R\$ 0,00
Materiais Indiretos	R\$49.658,69	R\$148.976,08	R\$198.634,78
Total Materiais Diretos e Indiretos [R\$/ano]	R\$49.658,69	R\$148.976,08	R\$198.634,78

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Tabela 3.11 - Custos diretos e indiretos de produção para cada cenário

Custos Diretos e Indiretos de Produção	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Mão de Obra Terceirizada (Segurança e Limpeza)	R\$34.848,21	R\$34.848,21	R\$ 34.848,21
Manutenção Industrial e Equipamentos e Veículos	R\$17.424,10	R\$52.272,31	R\$ 69.696,41
Energia elétrica	R\$64.662,44	R\$581.962,00	R\$775.949,33
Total Custos Diretos e Indiretos de Produção [R\$/ano]	R\$116.934,75	R\$669.082,51	R\$880.493,95

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Tabela 3.12 - Despesas gerais e administrativas para cada cenário

Despesas Gerais e Administrativa	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Material de expediente e de escritório	R\$34.848,21	R\$104.544,62	R\$139.392,83
Alimentação dos funcionários	R\$11.616,07	R\$104.544,62	R\$139.392,83
Combustível	R\$34.848,21	R\$104.544,62	R\$139.392,83
Telefone	R\$34.848,21	R\$34.848,21	R\$34.848,21
Água	R\$34.848,21	R\$34.848,21	R\$34.848,21
Administração e Contabilidade	R\$34.848,21	R\$34.848,21	R\$34.848,21
Internet Turbo	R\$17.424,10	R\$17.424,10	R\$17.424,10
Sistema de Vigilância Eletrônica	R\$34.848,21	R\$34.848,21	R\$34.848,21
Correio	R\$34.848,21	R\$34.848,21	R\$34.848,21
Treinamento	R\$34.848,21	R\$34.848,21	R\$34.848,21
Publicidade e Propaganda	R\$34.848,21	R\$34.848,21	R\$34.848,21
Total Despesas Gerais e Administrativa [R\$/ano]	R\$342.674,03	R\$574.995,41	R\$679.540,02

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Tabela 3.13 - Despesas comerciais e impostos para cada cenário

Despesas Comerciais e Impostos	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Comissões sobre as Vendas	R\$87.120,52	R\$261.361,55	R\$348.482,06
Seguro sobre as Vendas	R\$34.848,21	R\$104.544,62	R\$139.392,83
Impostos Municipais	R\$34.848,21	R\$104.544,62	R\$139.392,83
Total de Despesas Comerciais e Impostos [R\$/ano]	R\$156.816,93	R\$470.450,79	R\$627.267,72

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Tabela 3.14 - Despesas trabalhistas e previdenciárias para cada cenário

Despesas Trabalhistas e Previdenciárias [ano]	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Despesas Trabalhistas e Previdenciárias [ano]	R\$152.867,47	R\$1.375.807,19	R\$1.834.409,58
Total Despesas Trabalhistas e Previdenciárias [R\$/ano]	R\$152.867,47	R\$1.375.807,19	R\$1.834.409,58

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Tabela 3.15 - Valor total geral com os custos e despesas para cada cenário

Total Geral	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Total Geral Custos + Despesas [R\$/ano]	R\$818.951,87	R\$3.239.311,98	R\$4.220.346,05

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

4 PELLETS, BIOMASSA NO MUNDO E NA EUROPA / EU28

4.1 ÂMBITO MUNDIAL

Em Pellets Statistical Report 2020 - Bioenergy Europe Statistical Report 2020 - Reports Pellet (2020), a produção de pellets vem crescendo mundialmente e teve entre 2018 e 2019 um aumento de 12%. Países da Europa, fora do EU28, tiveram um crescimento em 2019 de 37% na produção de pellets. Já os países da América do Sul, contribuíram com o crescimento de 21% em 2019. Os percentuais de crescimento reportados em 2019, são comparados com a produção de 2018.

Quanto ao aumento nos volumes de pellets produzido, destacam-se os Estados Unidos, com 1.264K toneladas, Alemanha com 405K toneladas e Rússia com 350K toneladas de pellets

Conforme figuras 4.1 e 4.2, a EU28 teve um crescimento de 5% na produção de pellets em 2019 quando comparado com o ano de 2018. Já a Rússia, teve o aumento na produção de 21%, demonstrando um alto potencial de crescimento nos próximos anos.

Por sua vez a América do Norte cresceu 13% puxado também pelo Canadá com 7%, que consagrou o referido país como o segundo produtor mundial. Já os Estados Unidos cresceram em 2019 mais do que o dobro do Canada, com 15% de aumento quando comparado com o ano de 2018. Existe uma grande expectativa de novos projetos e investimentos nos dois países para os próximos anos, com foco em resíduos florestais, lascas de madeira, resíduos de serralherias, para a produção de pellets.

Dois países da América do Sul se destacaram na produção de pellets em 2019, quando comparado com 2018. O Brasil, com produção de 850K toneladas em 2019, com grandes expectativas de aumento da produção a partir de 2023. O Chile teve uma produção de 121K toneladas e adicionou três novas plantas no país, em 2020, com capacidade total para a produção de 340K toneladas ano.

A Oceania cresceu em 2019 7%, quando comparado a 2018, mesmo com o fechamento da planta na Austrália no início de 2019, que tinha capacidade de 250K toneladas por ano. Já a Nova Zelândia cresceu em 2019. Existe a expectativa de crescimento nesta região, para os próximos anos, com novos projetos.

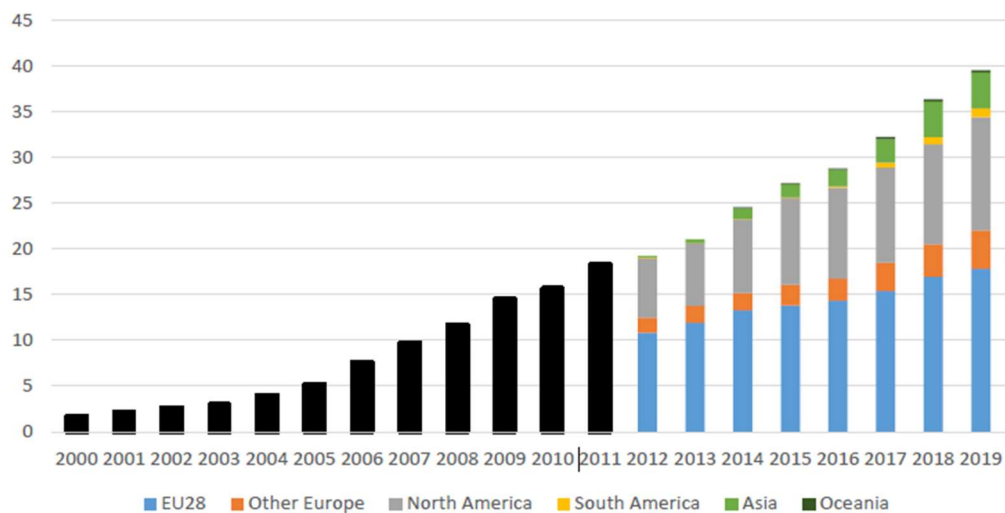
Quando analisada a região do Sudeste da Asiático, houve um crescimento expressivo dos países, Vietnam, Malásia, Tailândia e Indonésia nos anos anteriores a 2019. Em 2019 houve uma desaceleração no crescimento, certamente ocasionado pelo baixo consumo do produto na

Coreia do Sul, grande importados de pellets do Sudeste da Ásia, devido ao colapso do REC (Renewable Energy Certificate), que reduziu o uso dos Pellets no referido país.

Em Pellets Statistical Report 2020 - Bioenergy Europe Statistical Report 2020 - Reports Pellet (2020), não houve menção sobre a produção de pellets da China. Devido ao tamanho do país e o mercado ser composto por principalmente por pequenos produtores, se tornou difícil a extração de dados do país. Adicionalmente o mercado de pellets Chineses parece ser mais voltado para o abastecimento interno do país, não gerando grandes impactos na oferta e demanda mundial.



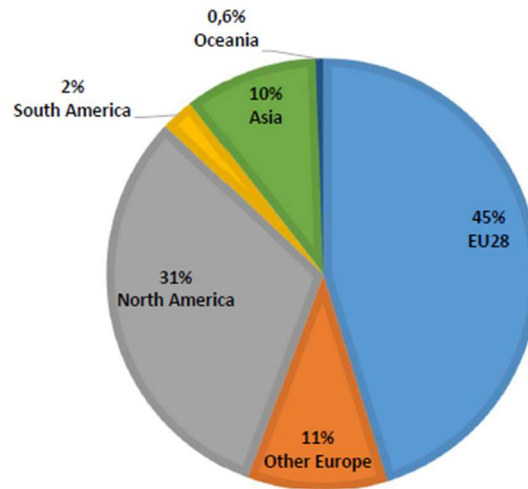
Figura 4.1 - Evolução global da produção de pellets (milhões de toneladas)



Note: NL & HU: 2019 production is a replication of 2018.
Source: EPC survey 2020; FAO; FutureMetrics

Fonte: Pellets Statistical Report 2020 - Bioenergy Europe Statistical Report 2020 - Reports Pellet (2020)

Figura 4.2 - Distribuição mundial da produção de pellets em 2019 (%)



Note: NL & HU: 2019 production is a replication of 2018.
Source: EPC survey 2020; FAO; FutureMetrics

Fonte: Pellets Statistical Report 2020 - Bioenergy Europe Statistical Report 2020 - Reports Pellet (2020)

Houve o crescimento no consumo mundial de pellets de 7% em 2019, quando comparado com 2018, alcançando 37.184.259 toneladas. O consumo mundial para a indústria cresceu cerca de 1,4 milhões de toneladas, já o consumo residencial e comercial cresceu aproximadamente 1,1 milhões de toneladas.

Os países europeus, contidos no EU28, continuam sendo os maiores consumidores de pellets no mundo, onde o consumo cresceu aproximadamente 1.8 milhões de toneladas em 2019. O alto consumo dos pellets nas indústrias, liderado pelo Reino Unido, foi um dos fatores para este aumento no consumo. Já a Itália, que também faz parte do EU28, liderou o consumo residencial e comercial em 2019, com 3,4 milhões de toneladas, representando um crescimento de 10% quando comparado com o ano de 2018.

Para os países fora do bloco EU28, o consumo dos pellets também cresceu em 14%, ou seja 1,1 milhões de toneladas em 2019, porém representa uma quantidade bem menor que a do bloco EU28.

Em Norte América não houve um alto crescimento de consumo em 2019 tanto nos Estados Unidos como no Canadá.

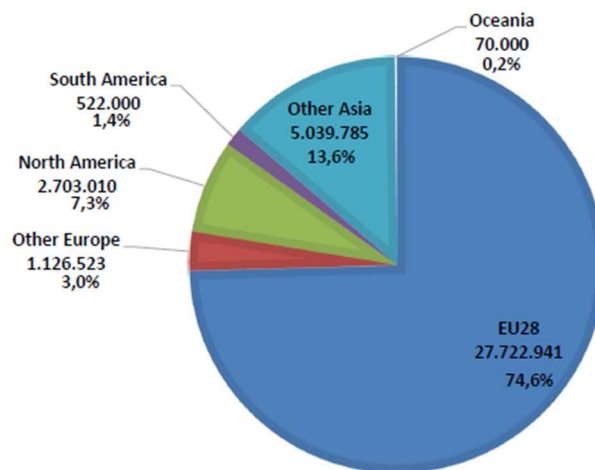
Na América do Sul, o consumo de pellet é mais voltado para o uso residencial, em média escala.

No consumo de pellets na Ásia destacam-se dois países, sendo a Coreia do sul e o Japão, ambos para o uso industrial. Em 2019, com o problema no REC (Renewable Energy Certificate)

e queda no consumo, na Coreia do Sul, o futuro está incerto. Já o Japão, tem um sólido crescimento no consumo industrial dos pellets e em função do crescimento, estima-se que em 2030 o país poderá alcançar o consumo de 10 milhões de toneladas.

A figura 4.3 ressalta a enorme fatia da EU28 (74,6%) no consumo de pellets mundial. O consumo da América do Norte (7,3%) representa aproximadamente 10% da fatia da EU28.

Figura 4.3 - Consumo de pellets em 2019 distribuído pelo mundo (toneladas e %)

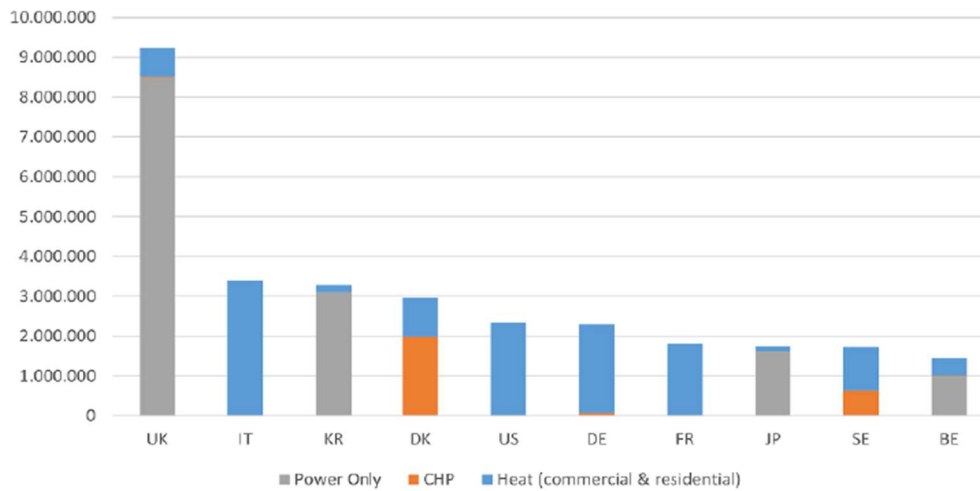


Note: EE, LT, NL, UK & NO: 2019 consumption is a replication of 2018.
 JP; KR: 2019 residential consumption is a replication of 2018
 Source: EPC survey 2020; FutureMetrics; FAO; Hawkins Wright

Fonte: Pellets Statistical Report 2020 - Bioenergy Europe Statistical Report 2020 - Reports Pellet (2020)

Na figura 4.4, é fácil visualizar os 10 países no mundo que mais consumiram pellets em 2019. Grande destaque para o Reino Unido, com mais de 9 milhões de toneladas, onde a geração de energia elétrica representa aproximadamente 90% da utilização dos pellets. Na sequência vem a Itália, Coreia do Sul e a Dinamarca, onde cada um representa aproximadamente um terço do consumo do Reino Unido.

Figura 4.4 - Top 10 Países consumidores de pellets por tipo de uso final em 2019 (toneladas)



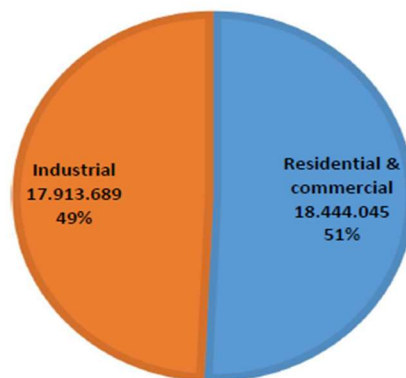
Note: EE, LT, NL, UK & NO: 2019 consumption is a replication of 2018.
 JP; KR: 2019 residential consumption is a replication of 2018
 Source: EPC survey 2020; FutureMetrics; FAO; Hawkins Wright

(*) UK = Reino Unido, IT = Itália, KR = Coreia do Sul, DK= Dinamarca, US= Estados Unidos, DE = Alemanha, FR = França, JP = Japão, SE = Suécia, BE= Bélgica

Fonte: Pellets Statistical Report 2020 - Bioenergy Europe Statistical Report 2020 - Reports Pellet (2020)

Quando observamos o consumo mundial de 2019, por tipo de uso final, fica bem claro que praticamente metade da utilização dos pellets é empregada nas indústrias e a o restante é empregado nas residências e comércio, conforme figura 4.5

Figura 4.5 - Consumo mundial de pellets por tipo de uso final em 2019 (toneladas e %)



Note: EE, LT, NL, UK & NO: 2019 consumption is a replication of 2018.
 JP; KR: 2019 residential consumption is a replication of 2018
 Source: EPC survey 2020; FutureMetrics; FAO; Hawkins Wright

Fonte: Pellets Statistical Report 2020 - Bioenergy Europe Statistical Report 2020 - Reports Pellet (2020)

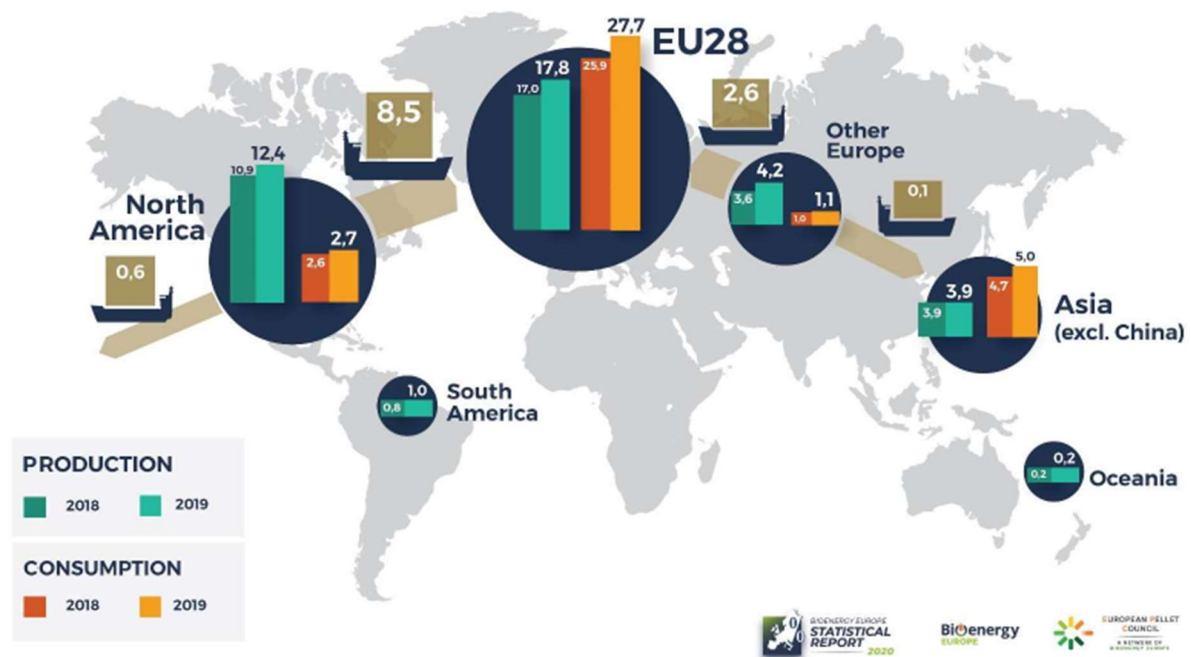
No comércio mundial de pellets (figura 4.6), os países da EU28 e da Ásia se destacam pelo consumo maior que a produção, necessitando assim da importação dos pellets, vindas de outras regiões. Os países europeus, importam principalmente dos Estados Unidos e Canadá.

O Japão importa os pellets principalmente do Vietnã (aproximadamente 52% em 2019) e do Canadá (aproximadamente 39% em 2019). A Coreia do Sul importa principalmente do Vietnã (aproximadamente 65% em 2019) e da Malásia (aproximadamente 17% em 2019).

As maiores regiões exportadoras são América do Norte, tanto Estados Unidos como Canadá, Sudeste da Ásia com foco no Vietnã, Malásia Tailândia e Indonésia, além da Rússia.

Na América do Sul, destacam-se o Brasil e o Chile, com grande potencial de aumento na produção e exportação dos pellets.

Figura 4.6 - Mapa e fluxo do comércio mundial de pellets em 2018 (milhões de toneladas)



Note: NL & HU: 2019 production is a replication of 2018. EE, LT, NL, UK & NO: 2019 consumption is a replication of 2018. JP; KR: 2019 residential consumption is a replication of 2018
 Source: EPC survey 2020; FAO; FutureMetrics; Hawkins Wright; UNComtrade

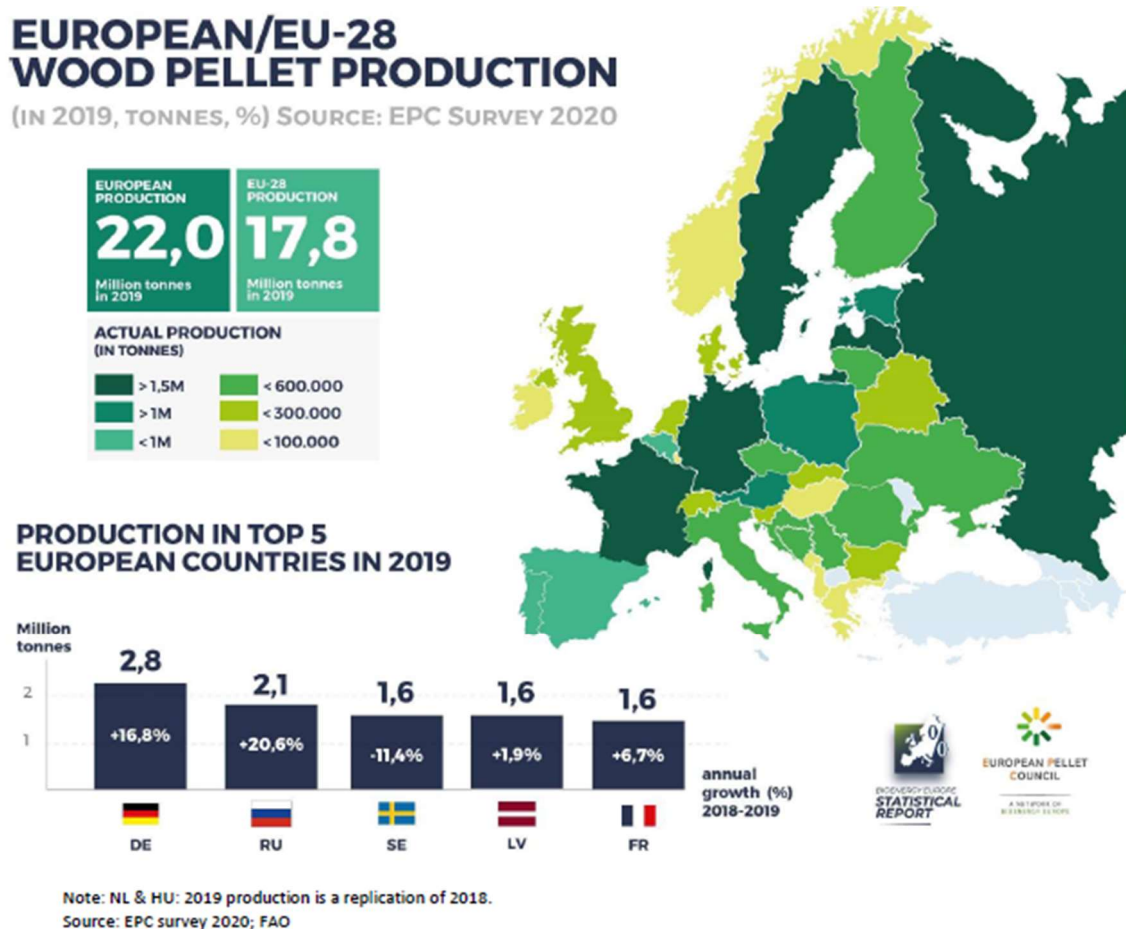
Fonte: Pellets Statistical Report 2020 - Bioenergy Europe Statistical Report 2020 - Reports Pellet (2020)

4.2 EUROPA / EU28

A representatividade da Europa na produção de pellets está em destaque quando comparado com as demais regiões. No mundo foram produzidos aproximadamente 39,5 milhões de toneladas de pellets, em 2019, sendo que 22 milhões (55,69%) foram produzidos pelos países da Europa.

Dos 22 milhões de toneladas de pellets produzidos na Europa, o conglomerado de países da EU28 representou 80,9%, ou seja 17,8 milhões de toneladas produzidas em 2019, conforme figura 4.7. A Alemanha lidera o ranking entre os 5 países europeus com a maior crescimento na produção em 2019, quando comparado com 2018, seguida da Rússia, Suécia Letônia e França.

Figura 4.7 - Mapa da produção de pellets na Europa em 2019



(*) DE = Alemanha, RU = Rússia, SE = Suécia, LV = Letônia, FR = França

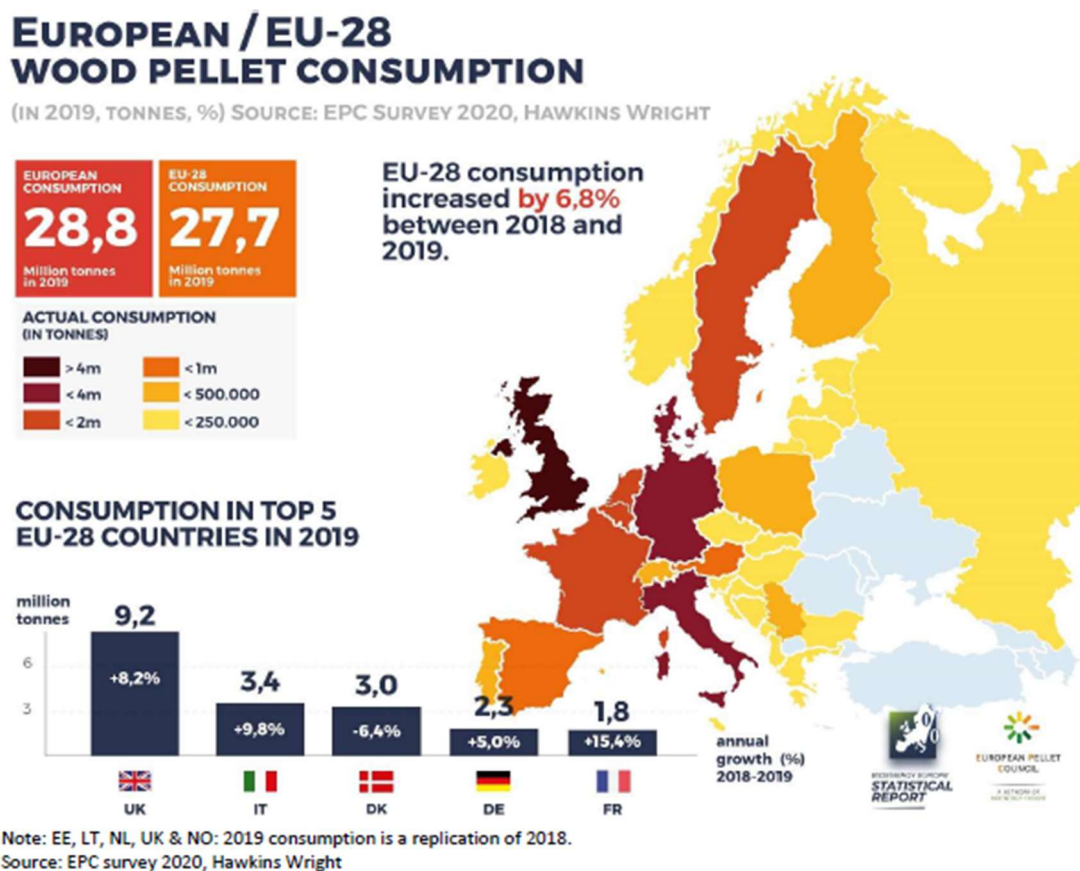
Fonte: Pellets Statistical Report 2020 - Bioenergy Europe Statistical Report 2020 - Reports Pellet (2020)

Quando falamos de consumo de pellets, a Europa também tem um grande destaque.

No mundo foram consumidos 37,18 milhões de toneladas de pellets, em 2019, sendo que 28,8 milhões (77,46%) foram consumidos na Europa.

Dos 28,8 milhões de toneladas de pellets consumidos na Europa, os países EU28 representaram 96,18%, ou seja 27,7 milhões de toneladas consumidas em 2019, conforme figura 4.8. O Reino Unido lidera o ranking entre os 5 países europeus com a maior consumo em 2019, seguido da Itália, Dinamarca, Alemanha e França.

Figura 4.8 - Mapa do consumo de pellets na Europa em 2019

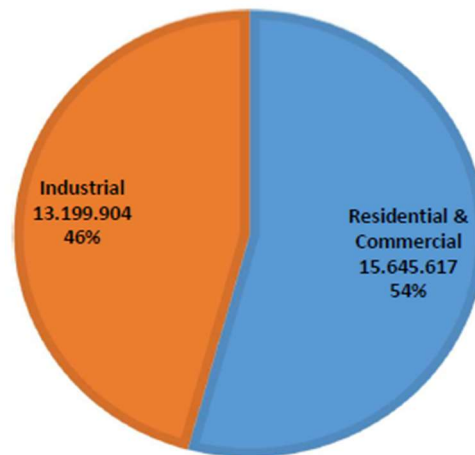


(* UK = Reino Unido, IT = Itália, DK= Dinamarca, DE = Alemanha, FR = França.

Fonte: Pellets Statistical Report 2020 - Bioenergy Europe Statistical Report 2020 - Reports Pellet (2020)

Quando comparamos o percentual mundial de pellets consumidos na indústria (49%) versus nas residências + comercial (51%), percebemos que esta relação está bem próxima da característica de uso na Europa, ou seja, indústria 46% e residências + comercial (54%), figura 4.9

Figura 4.9 - Consumo de pellets na Europa por tipo de uso final em 2019 (toneladas e %)



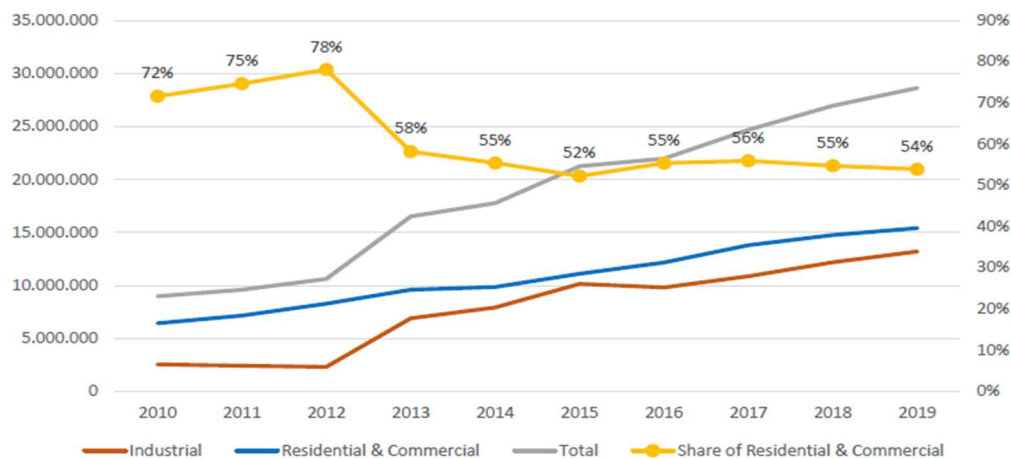
Note: EE, LT, NL, UK & NO: 2019 consumption is a replication of 2018.
Source: EPC survey 2020, Hawkins Wright

Fonte: Pellets Statistical Report 2020 - Bioenergy Europe Statistical Report 2020 - Reports Pellet (2020)

A estratégia pela descarbonização, bem como ações efetivas para a redução do uso de combustíveis fósseis, na Europa, pode ser exemplificada na figura 4.10, que demonstra o crescimento ano a ano na utilização dos pellets como combustível.

Adicionalmente, o gráfico demonstra o aumento expressivo na utilização dos pellets na indústria, a partir de 2013.

Figura 4.10 - Mapa do consumo de pellets na Europa em 2019



Note: EE, LT, NL, UK & NO: 2019 consumption is a replication of 2018.
Source: EPC survey 2020, Hawkins Wright

Fonte: Pellets Statistical Report 2020 - Bioenergy Europe Statistical Report 2020 - Reports Pellet (2020)

5 BIOMASSA NO BRASIL

No Brasil a matriz elétrica é majoritariamente hídrica. Nos últimos anos as novas fontes de energia elétrica, renováveis, vem ganhando cada vez mais espaço na matriz do país. O aproveitamento hídrico para esta finalidade já se encontra bem consolidado o que indica a necessidade de buscarmos outras fontes alternativas e sustentáveis para a expansão da nossa matriz elétrica. As usinas eólicas e solar fotovoltaicas vem aumentando ano a ano sua participação na geração de energia elétrica. A usina termoelétrica a biomassa, por característica, é despachável, ou seja, no momento que precisa do aumento da energia no sistema a usina a biomassa pode ser acionada para suprir a demanda. Já a eólica depende da sazonalidade dos ventos e a solar depende da energia do sol para gerar energia elétrica.

No comparativo da geração elétrica entre 2018 e 2019, a fonte hidrelétrica mantém o crescimento. O destaque para o crescimento percentual de 02 dígitos, na geração de energia elétrica neste período, está a solar fotovoltaica (92,2%), seguida da eólica (15,5%) e o gás natural (10,7%). A geração elétrica com biomassa cresceu 0,5%, ou 277GWh ano a ano. A geração elétrica utilizando os derivados de petróleo reduziu em 25,5% ou 2.367GWh ano a ano. A tabela 5.1 demonstram a variação percentual entre 2018 e 2019 e a geração de energia elétrica nos referidos anos A figura 5.1 apresenta a variação da geração de energia elétrica entre os referidos anos.

Tabela 5.1 - Geração elétrica em 2018 e 2019 e o delta de geração de energia

BEN 2020 - Geração Elétrica ¹				
(GWh)				
Fonte	2018	2019	Delta	
			19/18	
Hidrelétrica	388.971	397.877	2,3%	
Gás Natural	54.622	60.448	10,7%	
Eólica	48.475	55.986	15,5%	
Biomassa ²	52.267	52.543	0,5%	
Nuclear	15.674	16.129	2,9%	
Carvão Vapor	14.204	15.327	7,9%	
Derivados do Petróleo ³	9.293	6.926	-25,5%	
Solar Fotovoltaica	3.461	6.655	92,2%	
Outras ⁴	14.429	14.438	0,1%	
Geração Total	601.396	626.328	4,1%	

Notas:

¹ Inclui geração distribuída

² Inclui lenha, bagaço de cana, biodiesel e lixívia

³ Inclui óleo diesel e óleo combustível

⁴ Inclui outras fontes primárias, gás de coqueria e outras secundárias

Fonte: BEN 2020 - Relatório Síntese – Ano base 2019 – EPE, adaptado pelo autor

Figura 5.1 - Variação da geração elétrica entre 2018 e 2019, com base nos dados da tabela 5.1

BEN 2020 | Geração Elétrica¹ (GWh)



¹ Inclui geração distribuída

² Inclui lenha, bagaço de cana, biodiesel e lixívia

³ Inclui óleo diesel e óleo combustível

⁴ Inclui outras fontes primárias, gás de coqueria e outras secundárias

Fonte: BEN 2020 - Relatório Síntese – Ano base 2019 – EPE, adaptado pelo autor

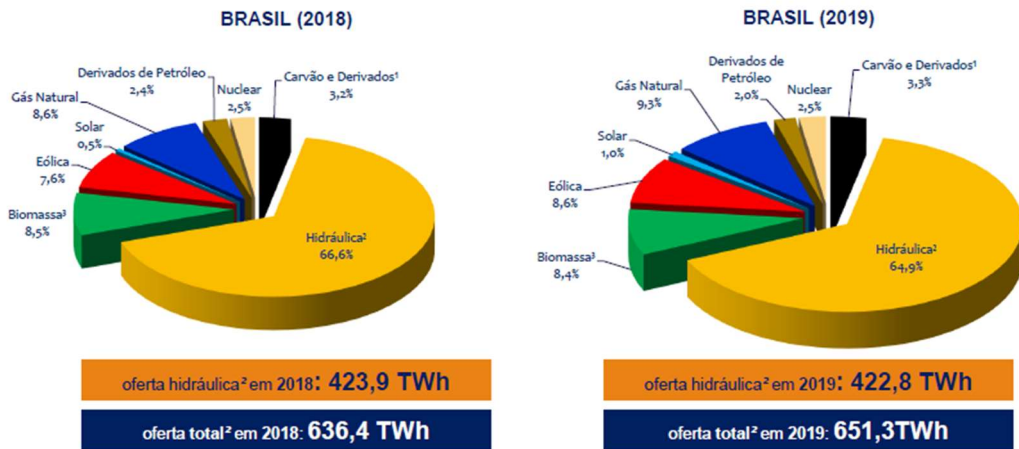
Na figura 5.2, é possível comparar o percentual de oferta interna de energia elétrica, por fonte, dos anos de 2018 e 2019. A oferta total de energia em 2018 foi de 636,4 TWh, já em 2019 houve crescimento, onde a oferta total chegou a 651,3TWh. Neste mesmo período houve uma redução da parcela hídrica de 1,1TWh em 2019, quando comparado a 2018, o que retrata o aumento na oferta das demais fontes geradoras de energia elétrica no ano de 2019.

Destacando o percentual de representatividade entre as diversas fontes geradoras, as variações de oferta em 2019, quando comparado com 2018, foram:

Hidráulica (- 1,7%), Biomassa (-0,1%), Eólica (+1%), Solar (+0,5%), Gás Natural (+0,7%), Derivados de Petróleo (-0,4%), Nuclear (0%) e Carvão e Derivados (-0,1%).

A geração eólica teve o maior percentual de crescimento na matriz energética (+1%), seguido do gás natural (+0,7%) e da Solar (+0,5%). Houve redução na geração de energia com combustíveis derivados de petróleo (-0,4%).

Figura 5.2 - Balanço energético nacional 2020 – matriz elétrica brasileira

BEN 2020 | Matriz Elétrica Brasileira

¹ Inclui gás de coqueria, gás de alto forno, gás de aciaria e alcatrão

² Inclui importação

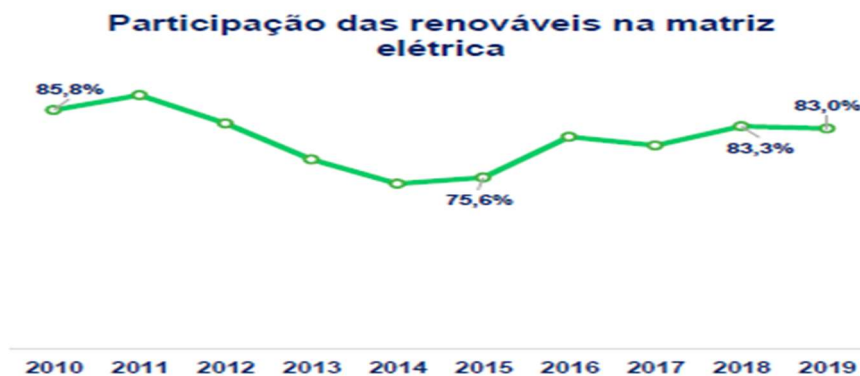
³ Inclui lenha, bagaço de cana, lixo, biodiesel e outras fontes primárias.

Fonte: BEN 2020 - Relatório Síntese – Ano base 2019 - EPE

Ainda na figura 5.2, ano de 2019, é possível observar que a maior oferta ainda é de fontes hídricas (64,9%), ficando em segundo lugar o gás natural (9,3%), seguido da eólica (8,6%) e em quarto lugar, muito próximo da eólica, vem a biomassa (8,4%) na matriz elétrica brasileira no ano de 2019.

Conforme exposto, a matriz elétrica brasileira, tem um percentual bem alto de participação de fontes renováveis, e na figura 5.3, é possível observar o percentual histórico, desde 2010 até 2019.

Figura 5.3 - Participação das fontes renováveis na matriz elétrica do Brasil



Fonte: EPE; Agência Internacional de Energia. Elaboração: EPE

Fonte: BEN 2020 - Relatório Síntese – Ano base 2019 - EPE

Conforme as tabelas 5.2 e 5.3, no ano de 2019 houve uma pequena redução de 0,2% no total de geração de energia elétrica, pelas termoeletricas, quando comparado com 2018. A participação da biomassa cresceu 4,1% entre os anos de 2010 e 2019, sendo a fonte com maior crescimento percentual, quando comparado com gás natural, carvão e derivados, nuclear e derivados do petróleo.

Tabela 5.2 - Participação das termelétricas na geração de energia

Participação das térmicas no total da geração	2018	2019
	26,7%	26,5%

Fonte: BEN 2020 - Relatório Síntese – Ano base 2019 - EPE, adaptada pelo autor

Tabela 5.3 - Participação de cada fonte termelétricas na geração de energia

Participação de cada fonte na geração termelétrica	2010	2019
Gás Natural	33,1%	36,5%
Biomassa ²	29,0%	33,1%
Carvão e Derivados	10,3%	12,9%
Nuclear	13,2%	9,7%
Derivados de Petróleo	14,6%	7,8%

Notas:

¹ Não inclui importação (hidráulica) no total de geração de energia elétrica

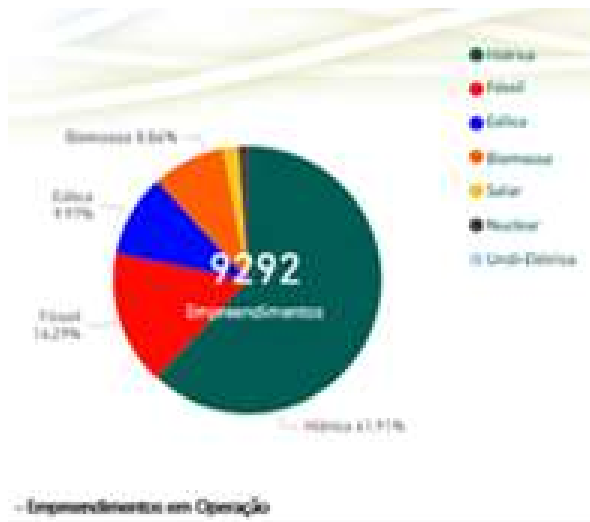
² Inclui bagaço de cana-de-açúcar, lixo, lenha, e outras fontes primárias

Fonte: BEN 2020 - Relatório Síntese – Ano base 2019 – EPE, adaptada pelo autor

Conforme informação na ANEEL de mar/2021 figura 5.4, dos 9292 empreendimentos em operação na matriz energética do Brasil, 579 (8,84% do total) tinham como combustível a biomassa, com potência outorgada de 15.617.114,45 KW.

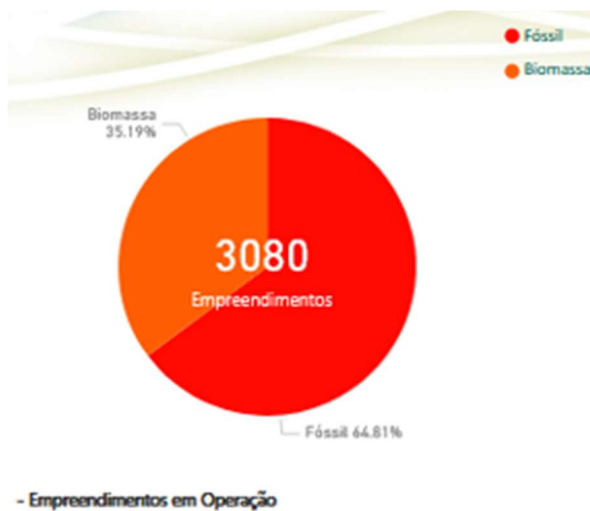
Quando falamos de UTE - Usina Termoeletricas para a geração de eletricidade no Brasil, total de 3080 unidades, 37,19% dos empreendimentos tinham como fonte de combustível a biomassa, figura 5.5.

Figura 5.4 - Matriz por origem de combustível



Fonte: ANEEL em 15/mar/2021

Figura 5.5 - Matriz UTE por origem de combustível



Fonte: ANEEL em 15/mar/2021

O Estado de São Paulo representa 41,16% da potência outorgada de biomassa do país, ou seja 6.428.207,20KW, seguido de Mato Grosso do Sul com 11,51% e 1.797.641KW de potência outorgada e Minas Gerais com 10,93% e 1.707.718,85KW de potência outorgada. Os demais Estados representam individualmente, menos de 10% da potência outorgada.

A biomassa mais utilizada e consolidada no país, na geração elétrica, é o bagaço da cana de açúcar, com 410 empreendimentos, 11.963.514,20 KW de potência outorgada ou 76,61% da potência outorgada total de biomassa.

Em segundo lugar vem o licor negro com 16,26% de potência outorgada, seguido dos resíduos florestais com 3,33% da potência outorgada.

As demais fontes têm, separadamente, menos de 1,2% de da potência outorgada total de biomassa, figura 5.6 e tabelas 5.4 e 5.5.

Diferente dos países da Europa, o Brasil não utiliza pellets de madeira de forma destacada na matriz elétrica, apesar do grande potencial de produção do produto.

Tabela 5.4 - Matriz por origem de combustível biomassa:

Origem	Tipo	Combustível	Quantidade	Potência Outorgada (kW)	% Potência Outorgada
Biomassa	Agroindustriais	Bagaço de Cana de Açúcar	410	11,963,514.20	76.61%
Biomassa	Floresta	Licor Negro	18	2,538,634.00	16.26%
Biomassa	Floresta	Resíduos Florestais	60	520,010.00	3.33%
Biomassa	Resíduos sólidos urbanos	Biogás - RU	22	180,639.60	1.16%
Biomassa	Floresta	Gás de Alto Forno - Biomassa	12	127,705.05	0.82%
Biomassa	Floresta	Lenha	8	104,575.00	0.67%
Biomassa	Agroindustriais	Casca de Arroz	13	53,333.00	0.34%
Biomassa	Floresta	Carvão Vegetal	7	38,197.00	0.24%
Biomassa	Agroindustriais	Biogás - AGR	4	31,867.00	0.20%
Biomassa	Agroindustriais	Capim Elefante	2	31,700.00	0.20%
Biomassa	Resíduos sólidos urbanos	Carvão - RU	3	8,250.00	0.05%
Biomassa	Floresta	Biogás - Floresta	1	5,000.00	0.03%
Biomassa	Resíduos animais	Biogás - RA	15	4,741.20	0.03%
Biomassa	Biocombustíveis líquidos	Óleos vegetais	2	4,350.40	0.03%
Biomassa	Resíduos sólidos urbanos	Resíduos Sólidos Urbanos -	1	4,278.00	0.03%
Biomassa	Biocombustíveis líquidos	Etanol	1	320.00	0.00%
Total			579	15,617,114.45	100%

Fonte: ANEEL em 15/mar/2021, adaptado pelo autor

Tabela 5.5 - Matriz por origem de combustível biomassa, por estado

UF	Potência Outorgada (kW)	Potência Fiscalizada (kW)	Quantidade	%
AC	1,500.00	1,500.00	1	0.01%
AL	317,462.00	317,462.00	20	2.03%
AM	17,027.00	17,027.00	4	0.11%
AP	1,700.00	1,700.00	1	0.01%
BA	531,800.00	522,245.00	7	3.41%
ES	281,100.00	270,800.00	5	1.81%
GO	1,375,858.00	1,312,858.00	34	8.81%
MA	286,840.00	286,840.00	6	1.84%
MG	1,707,718.85	1,681,218.85	76	10.93%
MS	1,797,641.00	1,772,641.00	29	11.51%
MT	348,103.00	348,103.00	23	2.23%
PA	95,110.40	95,110.40	11	0.61%
PB	106,500.00	104,500.00	6	0.88%
PE	315,567.00	333,307.00	20	2.02%
PI	18,000.00	18,000.00	1	0.12%
PR	1,082,672.00	1,099,949.00	46	6.93%
RJ	73,072.00	73,072.00	6	0.47%
RN	61,000.00	57,000.00	2	0.39%
RO	26,288.00	26,288.00	2	0.17%
RR	4,800.00	4,800.00	1	0.03%
RS	334,318.00	330,070.00	19	2.14%
SC	251,620.00	204,987.00	24	1.61%
SE	59,700.00	59,700.00	5	0.38%
SP	6,428,207.20	6,229,660.20	228	41.16%
TO	91,500.00	91,500.00	2	0.59%

Fonte: ANEEL em 15/mar/2021, adaptado pelo autor

Figura 5.6 - Mapa com empreendimentos em operação utilizando biomassa na geração de energia elétrica

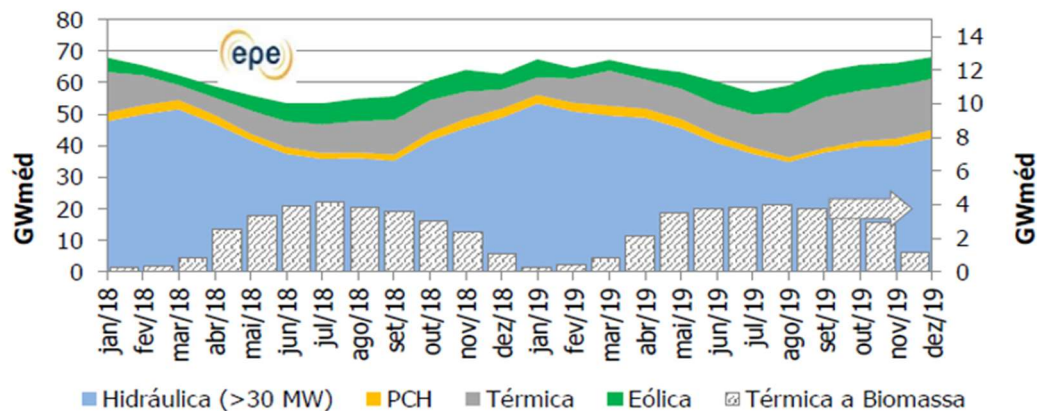


Fonte: ANEEL <https://sigel.aneel.gov.br/portal/home/webmap/viewer.html>

Na indústria sucroalcooleira a utilização do bagaço da cana de açúcar como biomassa no processo de cogeração, gerando energia térmica e eletromecânica, contribui significativamente na geração de energia dentro da usina e também na nossa matriz elétrica. As safras da cana de açúcar, bem como a utilização do bagaço como combustível, ocorrem no momento da estiagem hídrica, onde é necessário reduzir a utilização da geração hídrica de energia. Na figura 5.7 demonstra claramente os meses onde a participação do bagaço de cana é utilizado juntamente com a redução da participação das usinas hidroelétricas. Além da produção de energia elétrica para a planta, o setor sucroalcooleiro exporta para o SIN a energia excedente ajudando assim a matriz elétrica brasileira, figura 5.8.

Em 2019 o total de cana processada foi de 654 milhões de toneladas, onde representou um aumento de 7,5% quando comparado com 2018. As usinas sucoenergéticas injetaram 2,6GW_{méd} no SIN, sendo 4,5% maior que no ano de 2018, conforme Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis Ano 2019 da EPE.

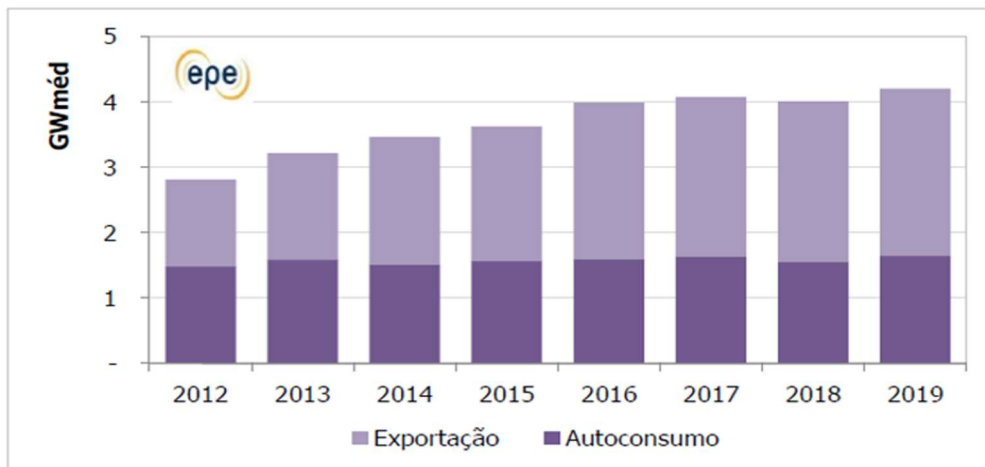
Figura 5.7 - Participação da biomassa de cana de açúcar na geração elétrica



Fonte: EPE a partir de (CCEE, 2020)

Fonte: EPE – Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis Ano 2019

Figura 5.8 - Autoconsumo e energia exportada pelas usinas de biomassa de cana



Fonte: EPE a partir de (CCEE, 2020) e (EPE, 2020a)

Fonte: EPE – Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis Ano 2019

No Brasil, o mercado de pellet de madeira está voltado para o aquecimento de água de piscinas, utilização em hotéis, motéis, lavanderias, pizzarias, secadores industriais, utilizados para animais de estimação (gatos) como material higiênico e também para a calefação nos aviários de uma das maiores empresas do setor alimentício do Brasil.

6 PODA URBANA

Antes de entender o processo de poda, é importante mencionar os principais motivos para a arborização urbana.

Além dos benefícios estéticos, as árvores nos centros urbanos são fundamentais para o meio ambiente e para a população.

As árvores afetam positivamente o bem estar psicológico das pessoas, além de serem responsáveis as árvores são responsáveis por regular o ecossistema.

A arborização ajuda no controle da umidade do ar e da temperatura, evitando áreas de concentração “ilhas de calor” (alta incidência de concreto e asfalto).

As árvores proporcionam sombra e também amortecer as gotas de chuva antes de tocar o solo, além de reter naturalmente parte da água na sua estrutura. Adicionalmente as árvores são barreiras naturais do vento e ajudam a reduzir a poluição sonora.

As folhas retêm as partículas de poluição do ar e após a chuva, as mesmas são levadas pela água.

No processo natural de fotossíntese, as árvores absorvem o gás carbônico da atmosfera ajudando na redução do aquecimento global.

Após o plantio das árvores urbanas é necessário proceder com algumas técnicas e manejos para viabilizar a longevidade saudável da árvore e adequá-la ao espaço e estrutura urbana. Este processo de manejo e controle é realizado durante todo o ciclo de vida da árvore.

O manejo considera desde a irrigação, poda, limpeza e readequação dos canteiros onde as árvores estão plantadas.

A poda precisa ser realizada considerando a preservação da árvore, de forma saudável, mantendo sua forma natural/original sempre que for possível e também as necessidades do entorno urbano.

6.1 PROCESSO DE PODA

No Manual Técnico de Poda de Árvores da Prefeitura de SP, indica que antes de iniciar a poda da árvore nos logradouros é necessário que haja uma vistoria prévia e também precisa de autorização publicada no Diário Oficial da cidade. Caso haja necessidade emergencial, quando existe risco iminente para a sociedade, não será necessário seguir o processo de autorização prévia.

Antes de iniciar o processo, o entorno deve ser restringido da circulação de pessoas e veículos, para evitar acidentes durante o manejo da poda.

Para aumentar a eficiência, o planejamento da poda considera a execução das atividades seguindo um cronograma e buscando atuar em áreas próximas para evitar o deslocamento excessivo da equipe durante o determinado dia de trabalho.

A orientação no Manual Técnico de Poda de Árvores da Prefeitura de SP é que as empresas que prestam serviço de poda para o município de São Paulo não executem o procedimento nas proximidades da rede elétrica, estejam elas energizadas ou não.

As podas próximas a rede elétrica são executadas pelas concessionárias de energia, que possuem equipes treinadas para esta atividade.

Para a execução da poda, é imprescindível a utilização de ferramentas adequadas para esta atividade, além da utilização de todos os equipamentos de proteção individual, de forma a garantir a segurança dos profissionais que estão executando o serviço, assim como da população, bens moveis e imóveis do entorno.

6.1.1 Tipos diferentes de poda

No Manual Técnico de Arborização Urbana da Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente - Prefeitura de São Paulo, indica que a árvore pode sofrer o manejo de poda, durante a sua vida, de 7 formas ou tipos diferentes, sendo:

a) Poda de formação

Durante o crescimento das mudas, no viveiro, a árvore é condicionada seguindo normas específicas de forma a ter um caule único e ereto “haste única”, com altura mínima de dois metros.

b) Poda de condução

Esta poda é realizada no local onde a árvore está plantada e tem como objetivo molda-la de acordo com a sua espécie e com o local onde a mesma está inserida. Desta forma evita os possíveis problemas e conflitos com a fiação elétrica do local e demais características específicas no entorno.

c) Poda de limpeza

Este tipo de poda, como o próprio nome diz, é responsável pela retirada de galhos secos, doentes, brotos ou raízes que impactem a saúde da planta e também possam causar acidentes como por exemplo queda de galhos.

A identificação e o tratamento da árvore, para a retirada de praga ou parasitas também é considerada nesta etapa.

d) Poda de correção

Tem como objetivo corrigir problemas na estrutura da árvore que possa comprometer a estabilidade ou equilíbrio da árvore.

e) Poda de adequação

É utilizada para adequar a árvore ao ambiente, ou seja, poda executada em função dos galhos estarem próximos da rede elétrica, ou impedindo a visibilidade da sinalização de trânsito ou prejudicando a iluminação da região, ou prejudicando edificações no entorno

f) Poda de levantamento

Normalmente este tipo de poda é realizado para melhorar a circulação de pessoas e ou veículos, cortando os galhos mais baixos da árvore, sem prejudicar a estabilidade ou a saúde da mesma.

g) Poda de emergência

São podas que podem gerar risco para a população e para o entorno, oriundos de chuvas, ventos entre outros fatores, que possam causar queda de galhos ou da própria árvore. Também são executados quando a árvore sofreu queda e é necessária a remoção, de forma a liberar o local para a circulação de pessoas e veículos.

6.2 QUANTIDADE DE RESÍDUOS ORIUNDOS DA PODA

Conforme Cortez (2011), dos 372 municípios brasileiros aderentes ao levantamento efetuado pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) de 2008, somente 78 municípios informaram a quantidade de resíduos oriundos de poda urbana, bem como a destinação dos mesmos. A quantidade total de resíduos reportados pelos respectivos 78 municípios chegou a 426.934 toneladas no ano de 2018. Na tabela 6.1 é possível verificar a quantidade de resíduos de poda urbana, por município.

Tabela 6.1 - Quantidade, em toneladas/ano, dos resíduos de poda urbana, por Estado em 2007 e 2008

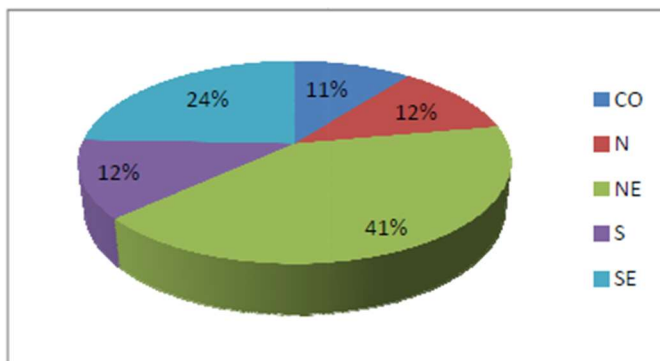
Estado	Quantidade de resíduos de poda urbana (t/ ano)	
	2007 ^a	2008 ^b
AL	7.989	1.064
AM	9.075	3.906
AP	1.440	936
BA	12.698	33.625
CE	46.061	48.003
ES	2.809	4.229
GO	1.413	2.702
MA	2.425	101
MG	110.329	19.261
MS	390	4.959
PA	537	42.803
PB	2.800	29.547
PE	967	30.513
PR	355.761	5.144
RJ	4.844	14.616
RN	9.312	32.284
RO	16.259	1.964
RS	300	47.658
SE	47.659	280
SP	440	66.051
TO	1.417	37.288

Fonte: (Elaborado a partir de ^a SNSA, 2009b e ^b SNSA, 2010b)

Fonte: Cortez (2011)

Em Cortez (2011) a região nordeste do Brasil, segundo SNSA 2010, era a região com maior quantidade de resíduos de poda urbana declarada na época, conforme figura 6.1.

Figura 6.1 - Quantidade de resíduos de poda, por região [%]



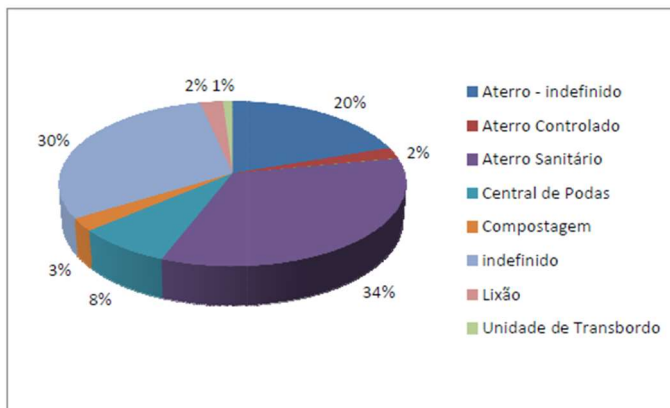
Fonte: Cortez (2011), apud SNSA 2010b

Em Cortez (2011), a quantidade de resíduos oriundos de poda urbana, declarados, foram descartados na proporção indicada na figura 6.2

Segundo o estudo, apenas 8% dos resíduos seguem para centrais de poda e 3% para a compostagem, porém a grande parcela de 30%, os municípios não informaram o destino dos resíduos. Considerando o somatório dos 3 aterros declarados o percentual ainda é maior, ficando com 56% do total dos descartes dos resíduos

Infelizmente grande parte do potencial de transformação de energia é desperdiçado pela forma incorreta de destinação dos resíduos da poda urbana.

Figura 6.2 - Destinação dos resíduos de poda urbana [%]



Fonte: Cortez (2011), apud SNSA 2010b

7 PELLET DE MADEIRA

7.1 BENEFÍCIOS NA UTILIZAÇÃO DE PELLET DE MADEIRA

O pellet de madeira é uma das excelentes opções para a geração de energia.

Entre as vantagens desta biomassa destacam -se:

- a) formato padronizado e tamanho reduzido, permitia a utilização de forma dosada, com quantidade previamente estabelecida para a queima e geração de energia até mesmo em processos automatizados;
- b) considerando o formato e tamanho reduzido, o armazenamento se torna mais fácil e menos custoso;
- c) o custo do transporte também é beneficiado com o formato e tamanho reduzido dos pellets, acomodando melhor o produto e reduzindo assim o custo de transporte;
- d) a quantidade de dióxido de carbono gerado na combustão do pellet de madeira é a mesma quantidade de CO₂ que a vegetação absorveu no processo de fotossíntese, durante todo seu ciclo de vida. Desta forma, na combustão da biomassa pode-se considerar que a emissão de CO₂ é nula, face ao balanço, do CO₂ absorvido e liberado na combustão;
- e) o poder calorífico do pellet é bem alto, pois no processo de produção, a matéria prima, passa pela redução do teor de umidade. Com menos umidade, há o aumento no poder calorífico. A tabela 7.1, apresenta o comparativo do poder calorífico de alguns matérias;
- f) o pellet tem o baixo teor de cinzas, que reduz os danos nos equipamentos utilizados para a queima da biomassa, face a ter menos material “grudando” no interior do equipamento. As cinzas dificultam o processo de geração de energia, pois inibem a queima do material. Abaixo segue a tabela 7.2 com o comparativo do teor de cinzas com alguns materiais.

Tabela 7.1 - Poder calorífico de alguns tipos de materiais

<i>Combustível</i>	Poder Calorífico Inferior - PCI*	
	(MJ)	(kcal)
cavaco de madeira (kg)	13	3100
pellets de madeira (kg)	18	4800
gás natural (m ³)	35	8447
etanol (l)	22	5100
óleo diesel (l)	38	9160

Adaptado pelo autor, fonte: Escobar (2016), apud (ANP, 2016); (MME, 2007).

(*) Quantidade de energia liberada por unidade de massa.

Tabela 7.2 - Teor de cinzas de alguns tipos de materiais orgânicos

Tipo de Biomassa	Média do teor de cinzas (%)
Pellets Madeira Pinus	0,3
Pellets madeira eucalipto	0,5
Pellets de bagaço de cana	2,0
Pellets de (palha/ponta) de cana	10,0
Pellets bambu	2,0
Pellets casca de arroz	17,0
Pellets de palha de milho	6,0
Pellets de casca de amendoim	6,0
Pellets de fibra de coco	2,5

Fonte: Escobar (2016), apud (HUANG, et, al.,2001); (ABIPEL, 2013); (STANISLAV et. al., 2010); (JONES, 2014).

7.2 FONTES POTENCIAIS PARA A PRODUÇÃO DE PELLET DE MADEIRA

Os resíduos florestais, oriundos da extração da madeira, tem um alto potencial de crescimento na geração energética. Os galhos, ramos, cascas de árvore, são alguns dos resíduos sólidos que podem ser aproveitados, inclusive, na fabricação dos pellets de madeira.

Os resíduos da indústria madeireira e de móveis também são um grande potencial para a geração de energia. As sobras, cepilhos e serragem não são utilizadas nestas indústrias e servem como matéria prima para a fabricação dos pellets de madeira.

O bagaço de cana de açúcar é muito utilizado nas usinas, gerando energia térmica e eletromecânica no processo interno, além de exportar a sobra da energia elétrica para o SIN. Em 2016, a japonesa Sumitomo e a Cosan, fizeram um joint venture onde o principal objetivo era produzir e exportar pellets oriundos de bagaço de cana.

Os resíduos da poda urbana, foco deste trabalho, visa reaproveitar a biomassa oriunda do manejo da poda das árvores que estão nas praças, parques e ruas das cidades na fabricação dos pellets de madeira.

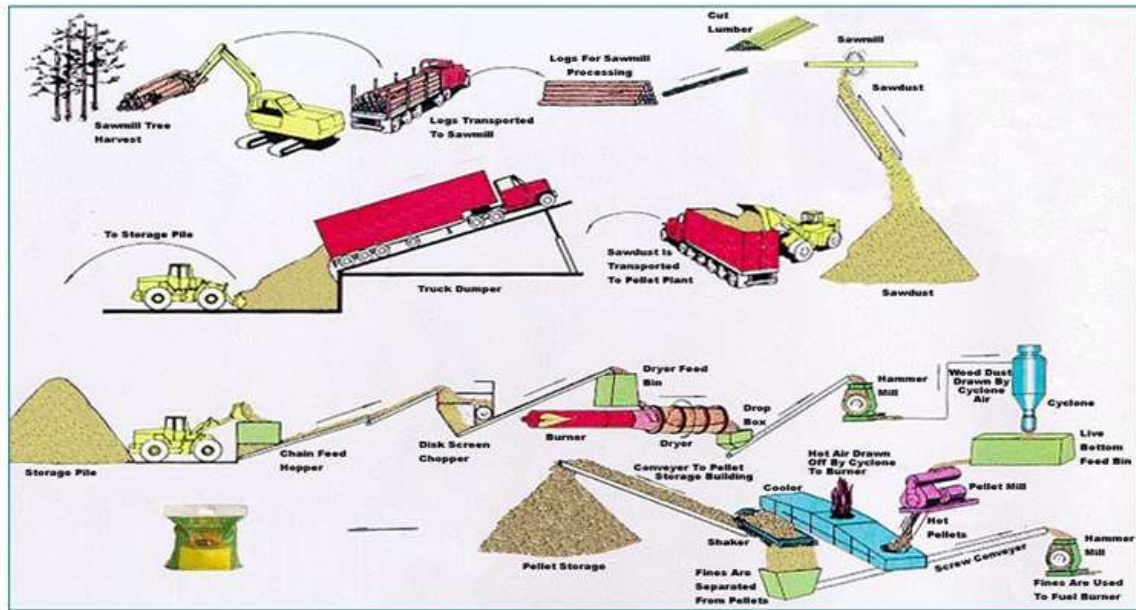
O processo de poda, conforme exposto anteriormente é vital na arborização urbana, e gera uma quantidade alta de resíduos de madeira, após o manejo.

Outras fontes de biomassa também podem ser utilizadas como matéria prima na fabricação dos pellets, tais como resíduos de agroindústria e agropecuária, oriundos de madeira.

7.3 PROCESSO DE PRODUÇÃO DE PELLET DE MADEIRA

A produção do pellet se baseia na compactação em alta pressão da matéria prima, biomassa vegetal moída. O calor que é gerado com a passagem da biomassa, sob pressão, pelos pequenos orifícios da matriz, transforma os componentes lignocelulósicos. Desta forma o produto final se torna bem adensado, com boa resistência mecânica e o poder calorífico alto (LI e LIU, 2000, KALIYAN e MOREY, 2009).

Figura 7.1 - Processo de produção de pellets de madeira



Fonte: GEMCO Energy (<http://www.biomass-energy.org/blog/wood-pellet-plant-process.html>)

No processo de fabricação, figura 7.1, são contempladas algumas etapas:

- o processo inicia com o triturador da madeira, que tem como objetivo triturar as toras, cascas em partículas pequenas, menores que 50mm. Nesta etapa inicial, é muito importante garantir que o material introduzido na picadora não contenha outros materiais, tais como pedra, terra, de forma a evitar danos nas máquinas e acidentes com os colaboradores;
- a próxima etapa consiste na secagem do material, triturado anteriormente. O principal objetivo é reduzir a umidade da matéria prima. O secador é um dos principais consumidores de energia no processo de produção de pellets. Existem alguns tipos de secadores disponíveis, sendo o secador a tambor rotativo, com preço mais baixo, o secador de suspensão, secador a vapor que é mais utilizado em grandes plantas face ao alto preço, secador de flash, secador de correia, entre outros;
- após o processo de secagem, o material segue para a peneiramento inicial, onde é realizada a separação da madeira e possíveis materiais tais como pedras e metais;
- nesta etapa, o material passa pelo triturador / moagem, onde o moinho de martelo reduz o tamanho do material para o diâmetro de 5mm;
- o próximo passo é a peletização, onde a escolha do equipamento é baseada na capacidade de produção, tipo de matéria prima, qualidade do produto, além do

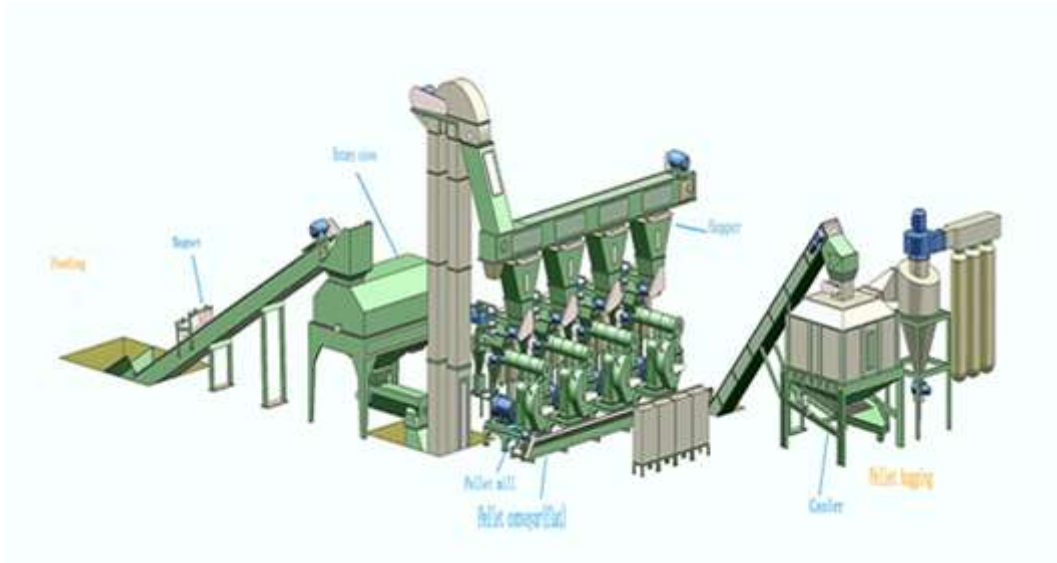
diâmetro e do comprimento do produto final, o pellet. Basicamente são utilizados dois tipos de moinho de pellets, sendo o de matriz plana e o de matriz de anel. Para ambos, a matéria prima é adicionada no moinho, passa pela câmara onde a matéria prima é pressionada por rolos, gerando fricção e calor, onde a lignina da madeira atuará como uma cola natural e o material será expelido pelos orifícios da matriz. Do lado de fora dos orifícios, existe uma faca, que efetua o corte dos pellets no comprimento determinado.

O moinho de matriz plana, tem preço mais competitivo e é recomendado para aplicações domésticas, de baixa escala. Já o moinho de matriz de anel é mais utilizado para larga escala de produção e processamento automatizado;

- f) o resfriamento é a próxima etapa e consiste em enviar o pellet com temperatura e umidade mais alta, após o processo de pelletização, para um resfriador. Isto evita a deformação do pellet. O resfriador atua e os pellets ficam com a rigidez e temperatura adequada. Existem os resfriadores horizontais, verticais e de contrafluxo, onde o resfriador de contrafluxo é o mais utilizado nas plantas industriais;
- g) com o pellet resfriado, o próximo processo é o peneiramento final, que tem como objetivo retirar pequenos pedaços e o pó separando do produto final, o pellet de madeira;
- h) nesta etapa o produto está pronto e será embalado e armazenado. Os pellets são ensacados seja ensacamento para a venda no varejo ou a granel para exportação ou venda para indústrias.

A figura 7.2 apresenta a disposição dos equipamentos utilizados na fábrica de pellets.

Figura 7.2 - Fábrica - produção de pellets de madeira



Fonte: GEMCO Energy (<http://www.biomass-energy.org/blog/wood-pellet-plant-process.html>)

7.4 ALTO TEOR DE CLORO E SOLUÇÃO PARA RETIRÁ-LO DA MADEIRA

Escobar (2016) desenvolveu diversas pesquisas e entre elas, verificou que o eucalipto brasileiro contém cinco vezes mais cloro concentrado do que o permitido nas normas e regulamentações do mercado internacional.

Nos estudos, Escobar (2016) menciona que nas regiões tropicais a taxa de produtividade de biomassa, por metro quadrado, é bastante elevada e em contrapartida a taxa de cloro na biomassa também é bastante alta. Nestas regiões, a formação da chuva conta com uma grande parcela da evaporação da água dos oceanos. Nas regiões tropicais, a condensação da chuva se forma mais rapidamente, fazendo com que o processo natural de filtração do cloro e outros inorgânicos não seja efetivo. Esta filtração natural, ocorre de forma mais efetiva nas regiões glaciais e temperadas, reduzindo assim o teor de cloro na madeira.

Escobar (2016) estudou e conseguiu extrair, em escala laboratorial, o cloro da madeira do eucalipto brasileiro. Os testes e experimentos foram realizados com material plantado no Mato Grosso do Sul “plantação de clone híbrido de (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) e de (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus sligna*)”, e os resultados apresentados indicaram sucesso neste processo de extração do cloro da biomassa. Em Escobar (2016) foram realizadas parcerias para produção dos primeiros pellets de madeira, sem cloro aceitos pela ENplus®.

O que inicialmente era um experimento, se tornou um processo efetivo e patentado junto ao INPI (BR 10 2016 023862 5).

Importante mencionar que dioxinas e organoclorados, que são extremamente tóxicos, são liberadas na combustão da biomassa em função da taxa de cloro presente na madeira. Quando falamos de combustão em grande escala de pellets de eucalipto, ou seja, em processos industriais, as indústrias possuem filtros e processos para tratar os fumos expelidos na queima, antes de liberá-los para a atmosfera. Já na queima da biomassa em processos mais simples, ou seja, residenciais, os fumos não são tratados e desta forma trás risco e perigo para o meio ambiente e para a saúde das pessoas. O grande potencial brasileiro é o eucalipto, pois é uma árvore de curta rotação. Com a solução disponível para a extração do cloro, este tema deixa de ser um limitador para a exportação dos pellets, que utilizam o eucalipto como matéria prima.

Tabela 7.3 - Comparativo normas internacionais e os pellets de pinus e eucalipto brasileiro

Norma e Padrão do pellets combustivel	Unidade	Cloro (Cl)	Enxofre (S)	Teor de cinzas	
Uso residencial	<i>(Enplus) -A1</i>	w-%	≤ 0,02	≤ 0,04	≤ 0,7
	<i>(Enplus) -A2</i>	w-%		≤ 0,05	≤ 1,2
	<i>(Enplus) -B</i>	w-%	≤ 0,03	≤ 0,05	≤ 2,0
Uso industrial	<i>(ISO18122) -I1</i>	w-%	≤ 0,03		≤ 1,0
	<i>(ISO18122) -I2</i>	w-%	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 1,5
	<i>(ISO18122) -I3</i>	w-%	≤ 0,06		≤ 3,0
Pellets de madeira brasileiro	<i>Pinus ssp.</i>	w-%	≤ 0,02	≤ 0,04	≤ 0,3
	<i>Eucalyptus ssp.</i>	w-%	0,02 ≥ 0,1	≤ 0,05	≤ 0,5
	<i>short rotation Eucalyptus ssp.</i>	w-%	0,02 ≥ 0,1	≤ 0,05	≤ 2,7

Fonte: Escobar (2016), apud (ENPLUS,2015); (ISO18122)

Observando a tabela 7.3, para os pellets de eucalipto brasileiro a taxa de Cloro (Cl) indica a variação entre 0,02 e 0,1%, enquanto a ENplus® A1 e A2 residencial indicam o máximo de 0,02% de cloro. Vale ressaltar que a tabela 7.3 indica o eucalipto sem o tratamento para a retirada do cloro, desenvolvida em Escobar (2016).

Quanto as cinzas (Ash) após a queima, o pellet de eucalipto brasileiro, indica 0,5% ou menos enquanto a ENplus® e a ISO18122 permitem um percentual maior que o 0,5%, desta forma o eucalipto brasileiro se enquadra neste requisito. No comparativo com as taxas de Enxofre (S), o pellet de eucalipto brasileiro, indica a taxa de até 0,05%, adequando-se as categorias A2 e B da ENplus® e também da ISO18122.

Já o pellet de Pinus brasileiro, está aderente a ENplus® e a ISO18122-11 / 12 /13, para os três quesitos, cloro, enxofre e cinzas, ou seja, para todas as categorias, residencial e industrial. A desvantagem do pinus é que o mesmo não tem a mesma característica de curta rotação entre o plantio e extração apresentada pelo eucalipto apresenta.

7.5 CERTIFICADO INTERNACIONAL DE QUALIDADE DO PELLETT DE MADEIRA

Um dos certificados de qualidade existentes e necessários para a venda dos pellets em muitos países, principalmente na Europa, é o ENplus®.

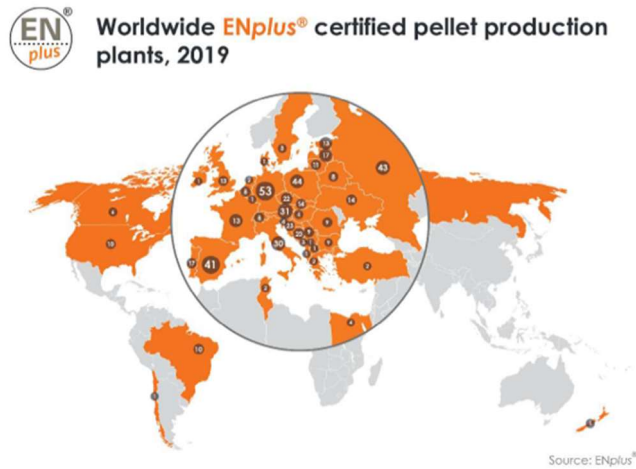
O certificado tem como objetivo garantir a qualidade dos pellets, incluindo taxas de enxofre, cinzas e cloro nos fumos, após a queima da biomassa. Este certificado é gerenciado pelo órgão European Pellet Council (network of Bioenergy Europe) com o suporte da National Associations.

Em 2020, 45 países tinham a certificação, sendo 531 produtores de pellets, 449 comercializadores, conforme Pellets Statistical Report 2020. A figura 7.3 apresenta a quantidade de certificações por países em 2019. O volume da produção estimada de pellets, para o ano de 2021, é de mais de 14 milhões de toneladas considerando somente os produtores com a certificação ENplus®, conforme figura 7.4.

A ENplus® é praticamente uma certificação uniforme da União Europeia e para exportar os pellets brasileiros para aos países do bloco, o fabricante precisa seguir as normas e estar devidamente certificado na entidade. Alguns países europeus, também podem ter outras exigências e /ou normativas.

Os produtores normalmente classificam os pellets de madeira como qualidade superior “premium”, para uso residencial ou qualidade padrão “standard” para uso industrial. A principal diferença entre as duas classificações está no limite de cinzas inorgânicas geradas após a queima do pellet. A ISO17225-2 classifica o pellet em três formas diferentes, sendo a ENplus-A1 como premium, a ENplus-A2 como intermediária e a ENplus-B como menos restritiva (HAHN, 2014).

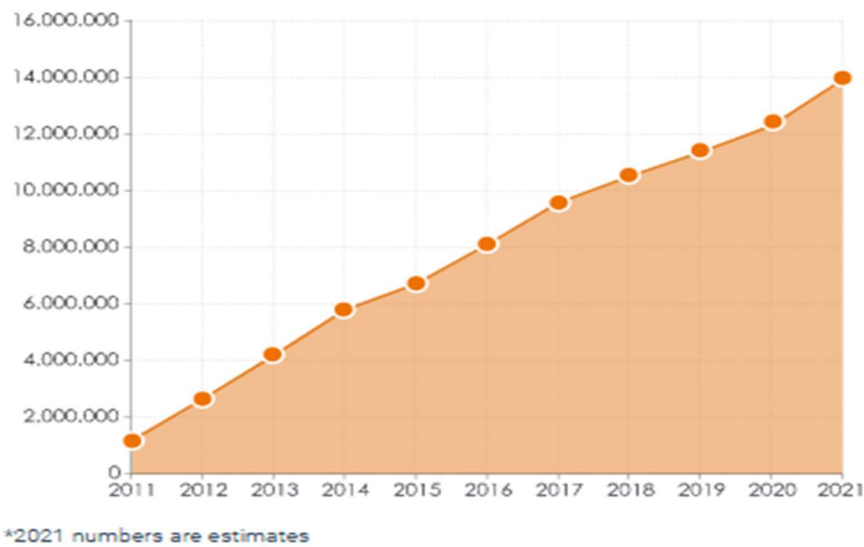
Figura 7.3 - Fabricantes de pellets certificados em 2019, no mundo



Fonte: Pellets Statistical Report 2020 - Bioenergy Europe Statistical Report 2020 - Reports Pellet (2020)

Figura 7.4 - Produção de pellets com certificação ano a ano

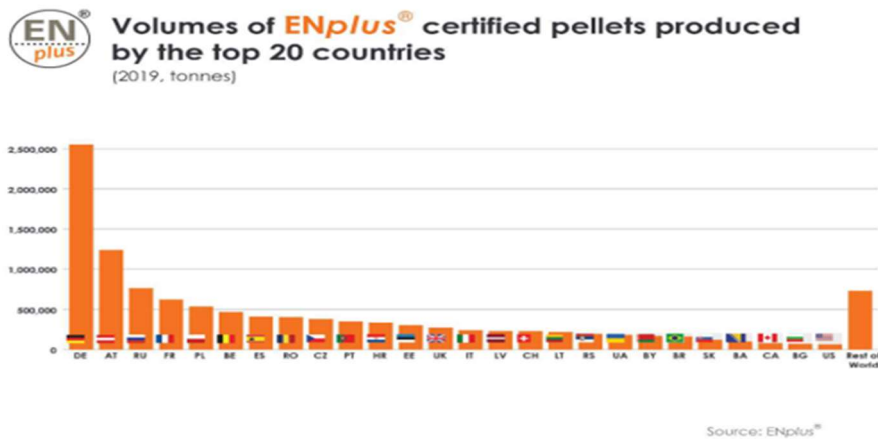
ENplus® certified pellets produced worldwide
(2011-2021, tonnes)



Fonte: ENplus® <https://enplus-pellets.eu/en-in/latest-statistics.html>

Considerando os top 20 produtores de pellets em 2019, com certificação, a Alemanha vem em primeiro lugar e o Brasil está na 21ª colocação, conforme figura 7.5.

Figura 7.5 - Top 20 Países produtores de pellets com certificação em 2019



Fonte: Pellets Statistical Report 2020 - Bioenergy Europe Statistical Report 2020 - Reports Pellet (2020)

Conforme consulta realizada no site da ENplus®, em 05/maio/2021, o Brasil tinha 14 produtores com certificação ativa na entidade, conforme figura 7.6

Figura 7.6 - Produtores brasileiros com certificação ativa em 05/mai/2021

ENplus®

International CONTACT US

About Certifications Key Contacts Resources News & Events Consumers

Among all the good reasons for pellet professionals to become certified, we have chosen the best four and made a short video to present them.

WATCH THE VIDEO →

CHOOSE A PROFILE:

Producer →

Trader

Service provider

COMPLETE LIST

LIST VIEW MAP VIEW ITEMS PER PAGE: 10 25 50 100 CLEAR ALL

TYPE OF CERTIFICATE: Active Suspended Terminated Brazil Search

Map showing 14 active producers in Brazil.

Fonte: ENplus® (05/mai/2021) <https://www.enplus-pellets.eu/en-in/certifications-en-in/producer-en-in.html>

8 ANÁLISE TÉCNICA E ECONÔMICA

Tecnicamente é possível implementar este projeto, considerando todos os cenários apresentados,

Com a avaliação econômica do projeto, identificamos que a solução é viável para o cenário 2 e o cenário 3 considerando a venda dos pellets no mercado brasileiro.

Quando analisamos os três cenários, considerando a exportação dos pellets para o mercado europeu, ambos são viáveis do ponto de vista econômico.

8.1 VENDA DOS PELLETS NO MERCADO BRASILEIRO

Cenário 1 – Venda no Mercado Brasileiro:

Neste cenário, o investimento inicial foi de MR\$2,62 e o total de custos e despesas anuais representam 77,6% da receita bruta no ano. A figura 8.1 demonstra os referidos valores no fluxo de caixa livre.

Ao calcular o valor presente líquido, considerando a taxa anual de desconto (FC) de 10%, identificamos que o valor presente líquido (VPL) ficou negativo, ou seja, MR\$ -1,16 no período de 10 anos.

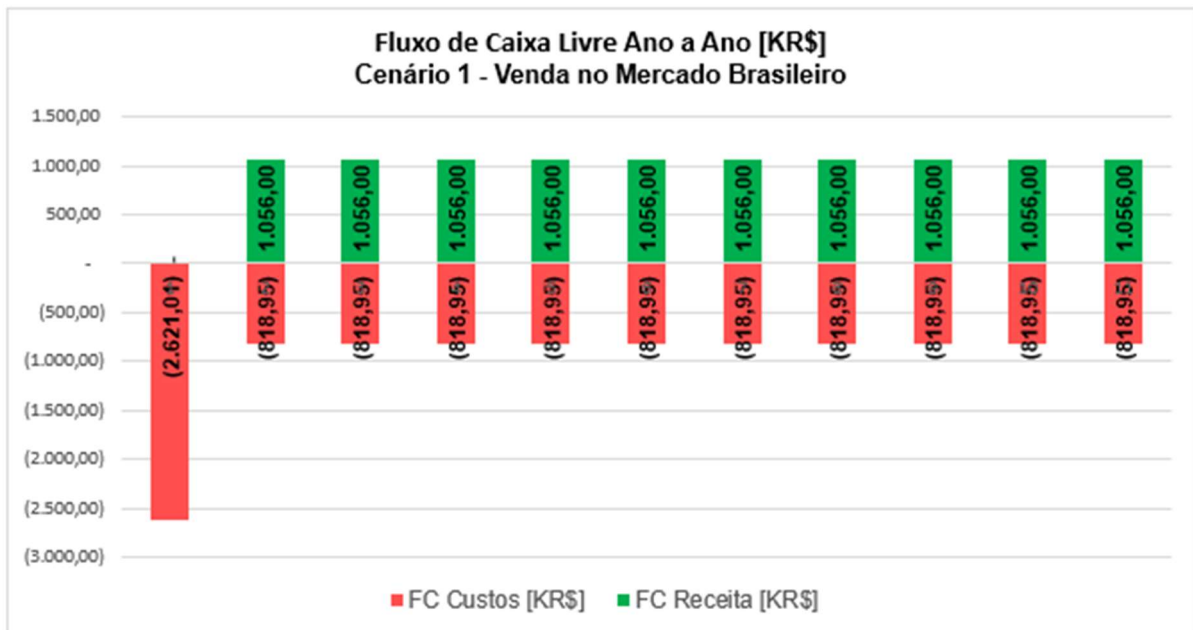
A figura 8.2 apresenta o fluxo de caixa acumulado, demonstrando o crescimento do valor presente, porém o mesmo não se torna positivo com o passar dos 10 anos.

O payback simples ficou em 11,057 anos e o payback descontado é maior que 10 anos.

Para este cenário, o valor da taxa Interna de retorno (TIR) também ficou negativa, ou seja -1,79%.

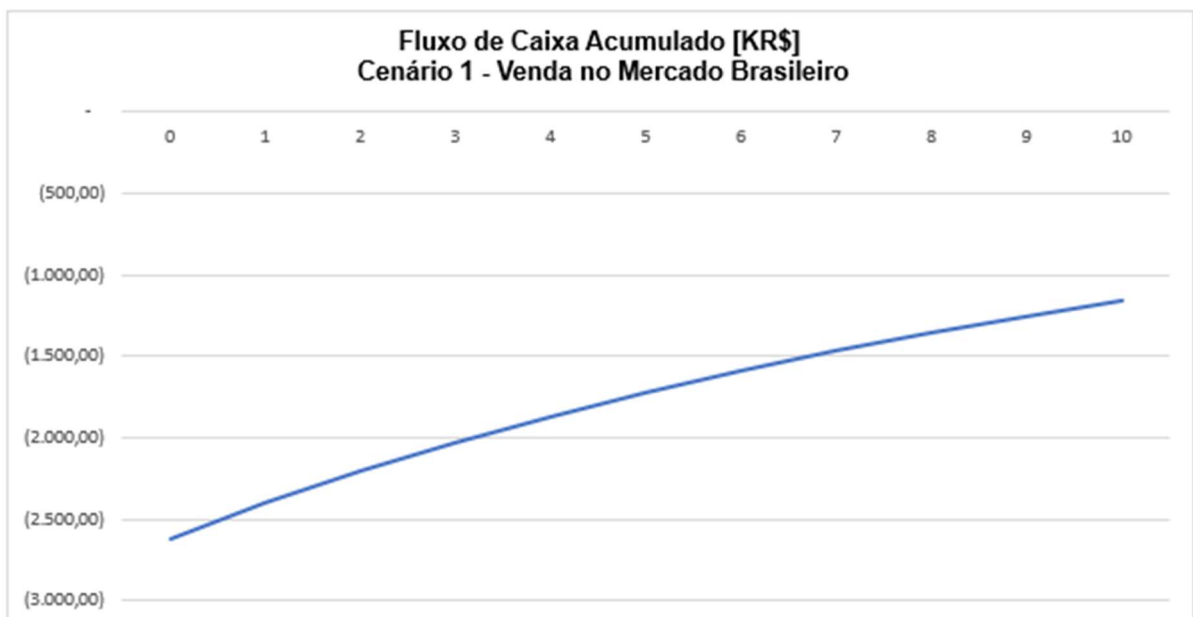
Concluimos que o cenário 1 é inviável economicamente, considerando as premissas apontadas no projeto.

Figura 8.1 - Fluxo de caixa livre – cenário 1 - venda no mercado brasileiro



Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Figura 8.2 - Fluxo de caixa acumulado – cenário 1 - venda no mercado brasileiro



Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Tabela 8.1 – Cálculos Cenário 1 – venda para o mercado interno brasileiro

Produção Anual de Pellets [toneladas/ano]	Receita Bruta/Ano [KR\$]	Investimento Inicial [KR\$]	Total Geral Custos + Despesas [KR\$/ano]	
2112	KR\$1.056,00	KR\$2.621,01	KR\$818,95	

Taxa Anual Desconto FC [%]	VPL [KR\$]	Payback Simples [anos]	Payback Descontado [anos]	TIR
10,00%	KR\$ -1.164,45	11,057	Maior que 10 anos	-1,79%

Ano	FC Custos [KR\$]	FC Receita [KR\$]	FC Total [KR\$] = FC Receita - FC Custo 	VP [KR\$] Total	Fluxo de Caixa Acumulado KR\$ Cenário 1
0	(2.621,01)	-	(2.621,01)	(2.621,01)	(2.621,01)
1	(818,95)	1.056,00	237,05	215,50	(2.405,51)
2	(818,95)	1.056,00	237,05	195,91	(2.209,60)
3	(818,95)	1.056,00	237,05	178,10	(2.031,51)
4	(818,95)	1.056,00	237,05	161,91	(1.869,60)
5	(818,95)	1.056,00	237,05	147,19	(1.722,41)
6	(818,95)	1.056,00	237,05	133,81	(1.588,60)
7	(818,95)	1.056,00	237,05	121,64	(1.466,96)
8	(818,95)	1.056,00	237,05	110,58	(1.356,37)
9	(818,95)	1.056,00	237,05	100,53	(1.255,84)
10	(818,95)	1.056,00	237,05	91,39	(1.164,45)

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Cenário 2 – Venda no Mercado Brasileiro:

Neste cenário, o investimento inicial foi de MR\$7,86 e o total de custos e despesas anuais representam 30,0% da receita bruta no ano. A figura 8.3 demonstra os referidos valores no fluxo de caixa livre.

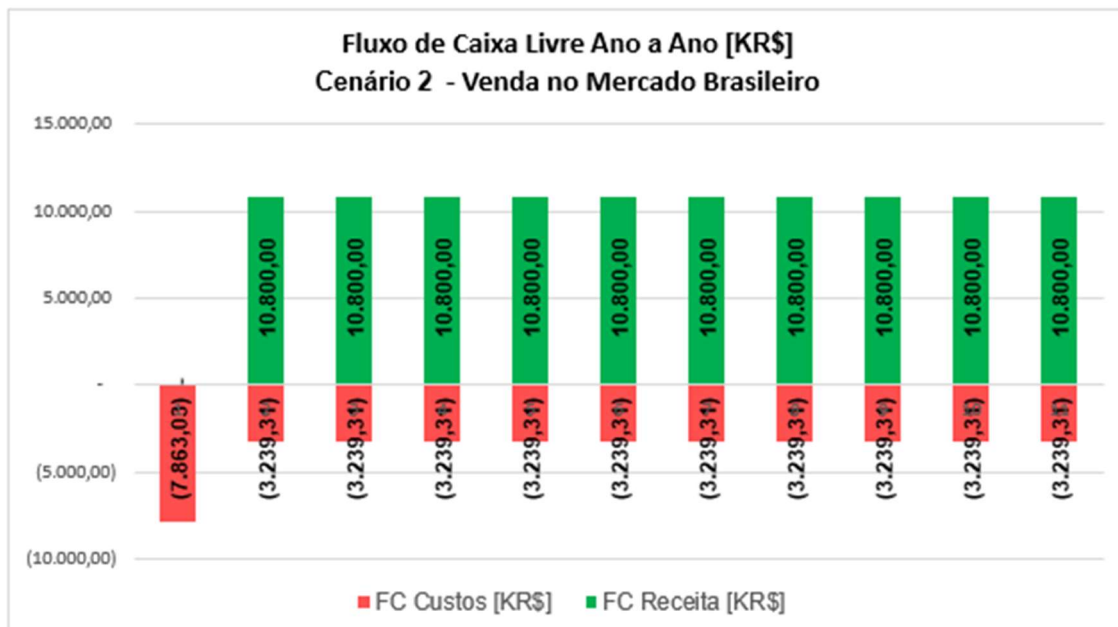
Ao calcular o valor presente líquido, considerando a taxa anual de desconto (FC) de 10%, identificamos que o VPL ficou positivo, ou seja, MR\$ 38,59 no período de 10 anos.

A figura 8.4 apresenta o fluxo de caixa acumulado, demonstrando o crescimento do valor presente onde o mesmo se torna positivo em 1,158 anos, ou seja, o payback descontado neste cenário foi de 1,158 anos. Já o payback simples ficou em 1,040 anos

Para este cenário, o valor da TIR foi de 96,04% ficando bem acima da taxa de desconto utilizada no fluxo de caixa.

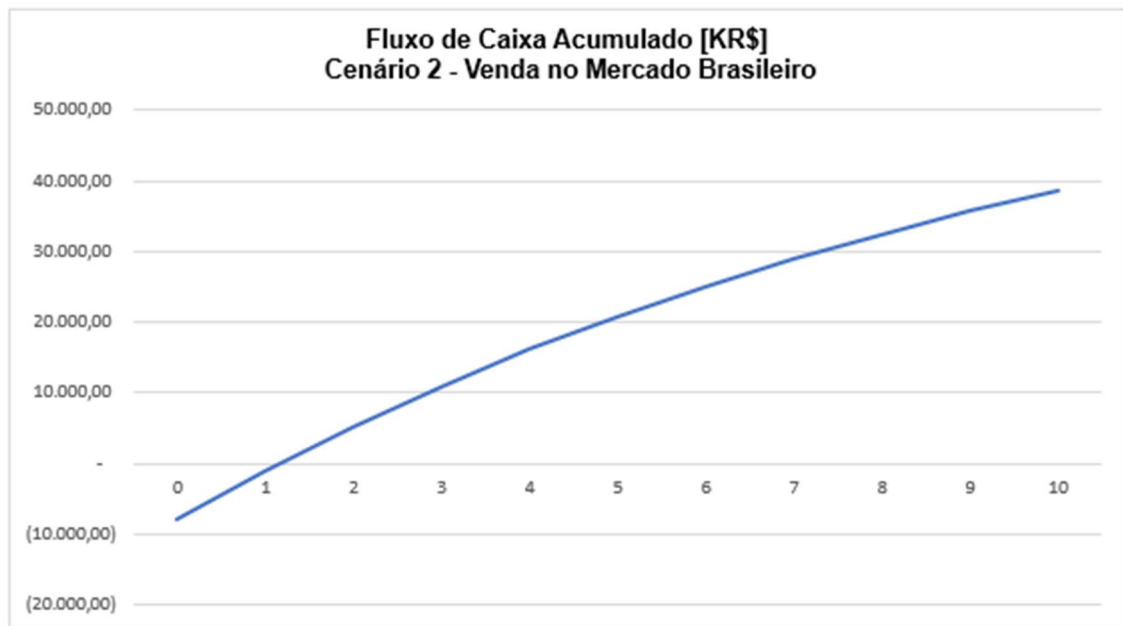
Concluimos que o cenário 2 é viável economicamente, considerando as premissas apontadas no projeto.

Figura 8.3 - Fluxo de caixa livre – cenário 2 - venda no mercado brasileiro



Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Figura 8.4 - Fluxo de caixa acumulado – cenário 2 - venda no mercado brasileiro



Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Tabela 8.2 – Cálculos Cenário 2 – venda para o mercado interno brasileiro

Produção Anual de Pellets [toneladas/ano]	Receita Bruta/Ano [KR\$]	Investimento Inicial [KR\$]	Total Geral Custos + Despesas [KR\$/ano]
21600	KR\$10.800,00	KR\$7.863,03	KR\$3.239,31

Taxa Anual Desconto FC [%]	VPL [KR\$]	Payback Simples [anos]	Payback Descontado [anos]	TIR
10,00%	KR\$38.594,13	1,040	1,158	96,04%

Ano	FC Custos [KR\$]	FC Receita [KR\$]	FC Total [KR\$] = FC Receita - FC Custo	VP [KR\$] Total	Fluxo de Caixa Acumulado KR\$ Cenário 2
0	(7.863,03)	-	(7.863,03)	(7.863,03)	(7.863,03)
1	(3.239,31)	10.800,00	7.560,69	6.873,35	(989,67)
2	(3.239,31)	10.800,00	7.560,69	6.248,50	5.258,83
3	(3.239,31)	10.800,00	7.560,69	5.680,46	10.939,29
4	(3.239,31)	10.800,00	7.560,69	5.164,05	16.103,34
5	(3.239,31)	10.800,00	7.560,69	4.694,59	20.797,93
6	(3.239,31)	10.800,00	7.560,69	4.267,81	25.065,74
7	(3.239,31)	10.800,00	7.560,69	3.879,83	28.945,57
8	(3.239,31)	10.800,00	7.560,69	3.527,12	32.472,69
9	(3.239,31)	10.800,00	7.560,69	3.206,47	35.679,16
10	(3.239,31)	10.800,00	7.560,69	2.914,97	38.594,13

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Cenário 3 – Venda no Mercado Brasileiro:

Neste cenário, o investimento inicial foi de MR\$10,48 e o total de custos e despesas anuais representam 29,3% da receita bruta no ano. A figura 8.5 demonstra os referidos valores no fluxo de caixa livre.

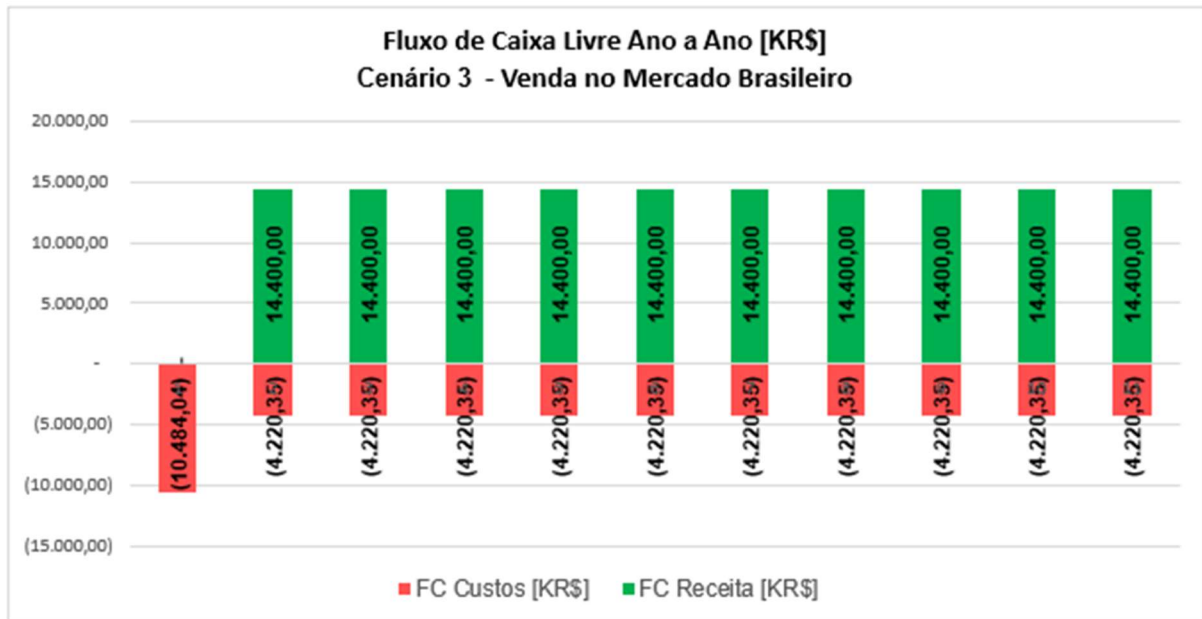
Ao calcular o valor presente líquido, considerando a taxa anual de desconto (FC) de 10%, identificamos que o VPL ficou positivo, ou seja, MR\$52,06 no período de 10 anos.

A figura 8.6 apresenta o fluxo de caixa acumulado, demonstrando o crescimento do valor presente onde o mesmo se torna positivo em 1,146 anos, ou seja, o payback descontado neste cenário foi de 1,146 anos. Já o payback simples ficou em 1,030 anos

Para este cenário, o valor da TIR foi de 96,99% ficando também bem acima da taxa de desconto utilizada no fluxo de caixa.

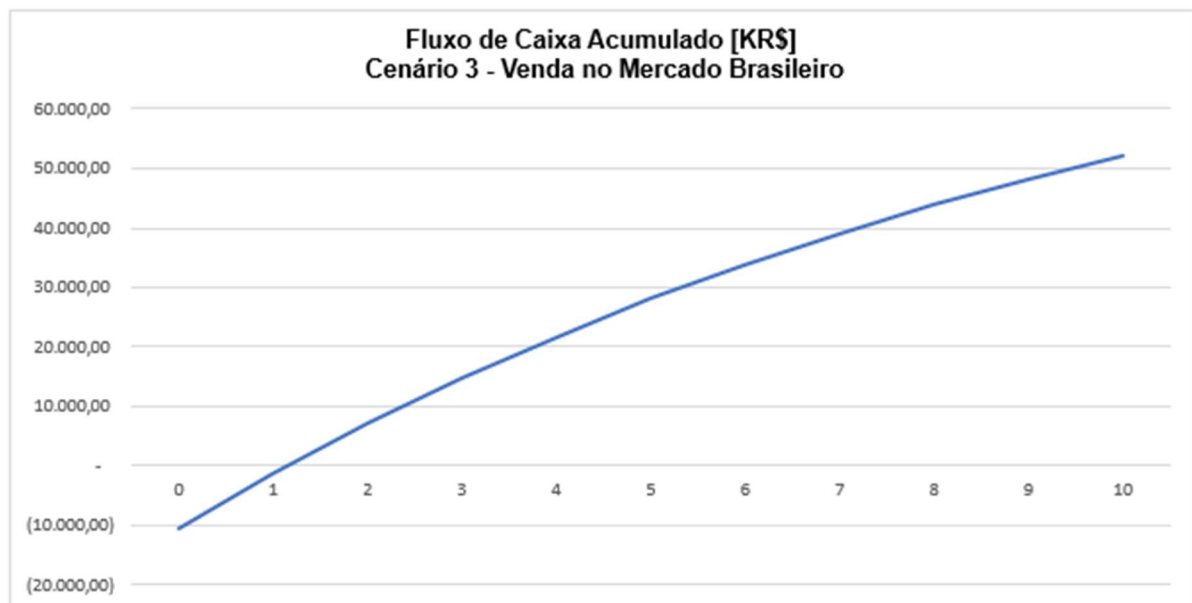
Concluimos que o cenário 3 é viável economicamente, considerando as premissas apontadas no projeto.

Figura 8.5 - Fluxo de caixa livre – cenário 3 - venda no mercado brasileiro



Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Figura 8.6 - Fluxo de caixa acumulado – cenário 3 - venda no mercado brasileiro



Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Tabela 8.3 – Cálculos Cenário 3 – venda para o mercado interno brasileiro

Produção Anual de Pellets [toneladas/ano]	Receita Bruta/Ano [KR\$]	Investimento Inicial [KR\$]	Total Geral Custos + Despesas [KR\$/ano]		
28800	KR\$14.400,00	KR\$10.484,04	KR\$4.220,35		

Taxa Anual Desconto FC [%]	VPL [KR\$]	Payback Simples [anos]	Payback Descontado [anos]	TIR
10,00%	KR\$52.065,53	1,030	1,146	96,99%

Ano	FC Custos [KR\$]	FC Receita [KR\$]	FC Total [KR\$] = FC Receita - FC Custo 	VP [KR\$] Total	Fluxo de Caixa Acumulado KR\$ Cenário 3
0	(10.484,04)	-	(10.484,04)	(10.484,04)	(10.484,04)
1	(4.220,35)	14.400,00	10.179,65	9.254,23	(1.229,80)
2	(4.220,35)	14.400,00	10.179,65	8.412,94	7.183,13
3	(4.220,35)	14.400,00	10.179,65	7.648,12	14.831,26
4	(4.220,35)	14.400,00	10.179,65	6.952,84	21.784,10
5	(4.220,35)	14.400,00	10.179,65	6.320,76	28.104,86
6	(4.220,35)	14.400,00	10.179,65	5.746,15	33.851,01
7	(4.220,35)	14.400,00	10.179,65	5.223,77	39.074,78
8	(4.220,35)	14.400,00	10.179,65	4.748,88	43.823,67
9	(4.220,35)	14.400,00	10.179,65	4.317,17	48.140,83
10	(4.220,35)	14.400,00	10.179,65	3.924,70	52.065,53

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia

Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

A tabela 8.4 apresenta do sumário com a quantidade de pellets a serem produzidos por ano, o investimento inicial, custos e despesas anuais, renda bruta no ano. Adicionalmente estamos apresentando, na tabela 8.5, a taxa de desconto anual, considerada no cálculo, bem como o VPL, payback simples, payback descontado e a TIR, de forma que seja possível comparar os três cenários.

Tabela 8.4 - Sumário com a produção, receita, custos, despesas e taxa de desconto para cada cenário – venda para o mercado interno brasileiro

Sumário	Cenário 1 “Pessimista”	Cenário 2 “Realista”	Cenário 3 “Otimista”
Produção Anual de Pellets [toneladas/ano]	2112	21600	28800
Receita Bruta/Ano [KR\$]	KR\$1.056,00	KR\$10.800,00	KR\$14.400,00
Investimento Inicial [KR\$]	KR\$2.621,01	KR\$7.863,03	KR\$10.484,04
Total Geral Custos + Despesas [KR\$/ano]	KR\$818,95	KR\$3.239,31	KR\$4.220,35
Taxa Anual Desconto FC [%]	10,00%	10,00%	10,00%

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Tabela 8.5 - Sumário com as informações financeiras dos três cenários – venda para o mercado interno brasileiro

Sumário	Cenário 1 “Pessimista”	Cenário 2 “Realista”	Cenário 3 “Otimista”
Período do Contrato	10 anos	10 anos	10 anos
VPL [KR\$]	KR\$ -1.164,45	KR\$38.594,13	KR\$52.065,53
Payback Simples [anos]	11,057	1,040	1,030
Payback Descontado [anos]	Maior que 10 anos	1,158	1,146
TIR	-1,79%	96,04%	96,99%

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

8.2 EXPORTAÇÃO DOS PELLETS PARA O MERCADO EUROPEU

Cenário 1 – Venda no Mercado Europeu:

Neste cenário, o investimento inicial foi de MR\$2,62 e o total de custos e despesas anuais representam 36,0% da receita bruta no ano. A figura 8.7 demonstra os referidos valores no fluxo de caixa livre.

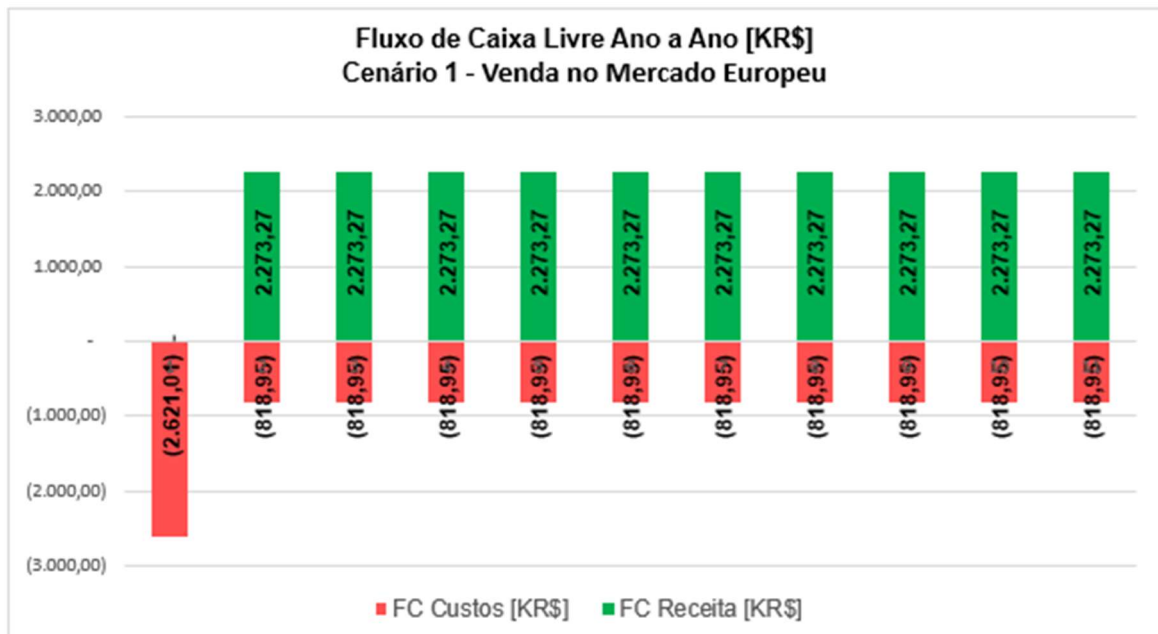
Ao calcular o valor presente líquido, considerando a taxa anual de desconto (FC) de 10%, identificamos que o VPL ficou positivo, ou seja, MR\$6,32 no período de 10 anos.

A figura 8.8 apresenta o fluxo de caixa acumulado, demonstrando o crescimento do valor presente onde o mesmo se torna positivo em 2,089 anos, ou seja, o payback descontado neste cenário foi de 2,089 anos. Já o payback simples ficou em 1,802 anos

Para este cenário, o valor da TIR foi de 54,78% ficando bem acima da taxa de desconto utilizada no fluxo de caixa.

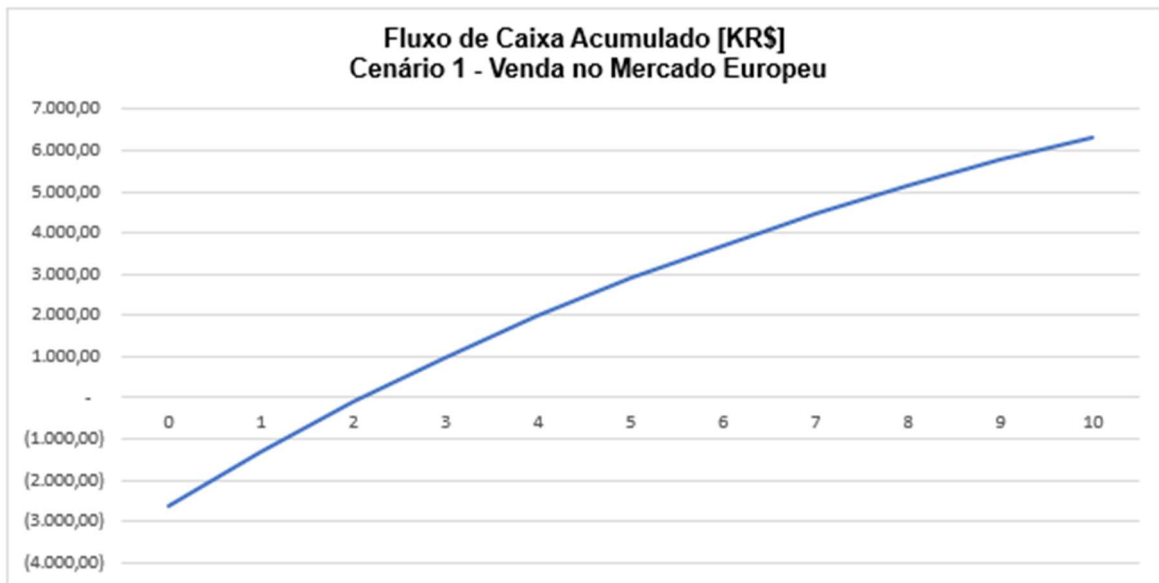
Concluimos que o cenário 1 é viável economicamente, considerando as premissas apontadas no projeto.

Figura 8.7 - Fluxo de caixa livre – cenário 1 - venda no mercado europeu



Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Figura 8.8 - Fluxo de caixa acumulado – cenário 1 - venda no mercado europeu



Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Tabela 8.6 – Cálculos Cenário 1 - venda no mercado europeu

Produção Anual de Pellets [toneladas/ano]	Receita Bruta/Ano [KR\$]	Investimento Inicial [KR\$]	Total Geral Custos + Despesas [KR\$/ano]
2112	KR\$2.273,27	KR\$2.621,01	KR\$818,95

Taxa Anual Desconto FC [%]	VPL [KR\$]	Payback Simples [anos]	Payback Descontado [anos]	TIR
10,00%	KR\$6.315,17	1,802	2,089	54,78%

Ano	FC Custos [KR\$]	FC Receita [KR\$]	FC Total [KR\$] = FC Receita - FC Custo	VP [KR\$] Total	Fluxo de Caixa Acumulado KR\$ Cenário 1
0	(2.621,01)	-	(2.621,01)	(2.621,01)	(2.621,01)
1	(818,95)	2.273,27	1.454,32	1.322,11	(1.298,90)
2	(818,95)	2.273,27	1.454,32	1.201,92	(96,98)
3	(818,95)	2.273,27	1.454,32	1.092,65	995,68
4	(818,95)	2.273,27	1.454,32	993,32	1.989,00
5	(818,95)	2.273,27	1.454,32	903,02	2.892,02
6	(818,95)	2.273,27	1.454,32	820,93	3.712,94
7	(818,95)	2.273,27	1.454,32	746,30	4.459,24
8	(818,95)	2.273,27	1.454,32	678,45	5.137,69
9	(818,95)	2.273,27	1.454,32	616,77	5.754,47
10	(818,95)	2.273,27	1.454,32	560,70	6.315,17

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia

Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Cenário 2 – Venda no Mercado Europeu:

Neste cenário, o investimento inicial foi de MR\$7,86 e o total de custos e despesas anuais representam 13,9% da receita bruta no ano. A figura 8.9 demonstra os referidos valores no fluxo de caixa livre.

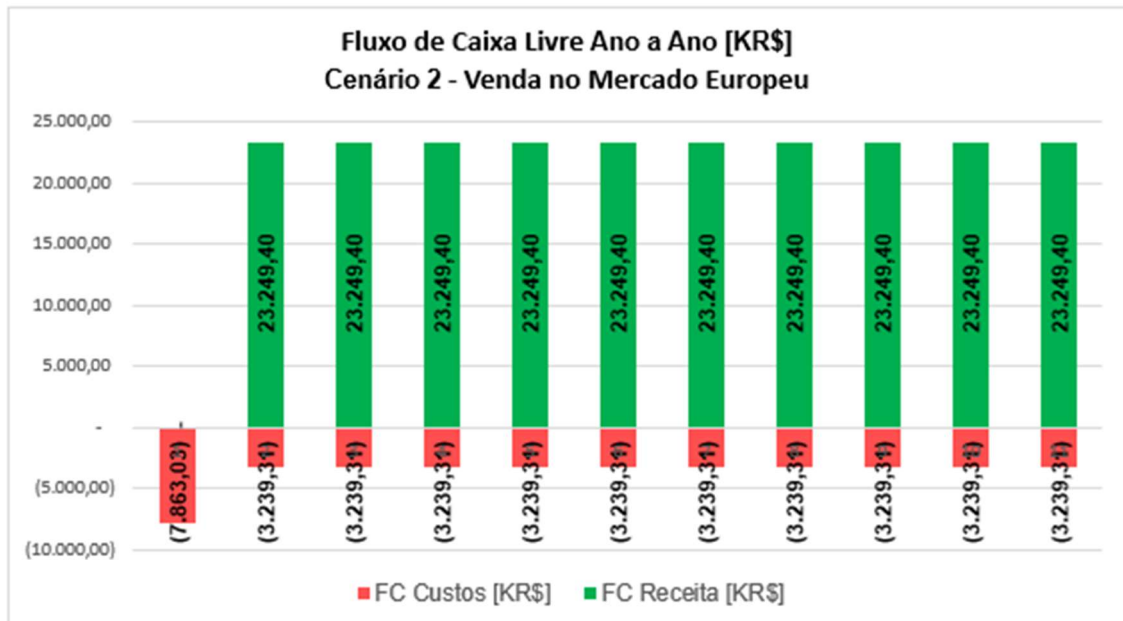
Ao calcular o valor presente líquido, considerando a taxa anual de desconto (FC) de 10%, identificamos que o VPL ficou positivo, ou seja, MR\$115,09 no período de 10 anos.

A figura 8.10 apresenta o fluxo de caixa acumulado, demonstrando o crescimento do valor presente onde o mesmo se torna positivo em 0,432 anos (5,19 meses), ou seja, o payback descontado neste cenário foi de 0,432 anos (5,19 meses). Já o payback simples ficou em 0,393 anos (4,72 meses).

Para este cenário o valor da TIR foi de 254,48% ficando muito acima da taxa de desconto utilizada no fluxo de caixa.

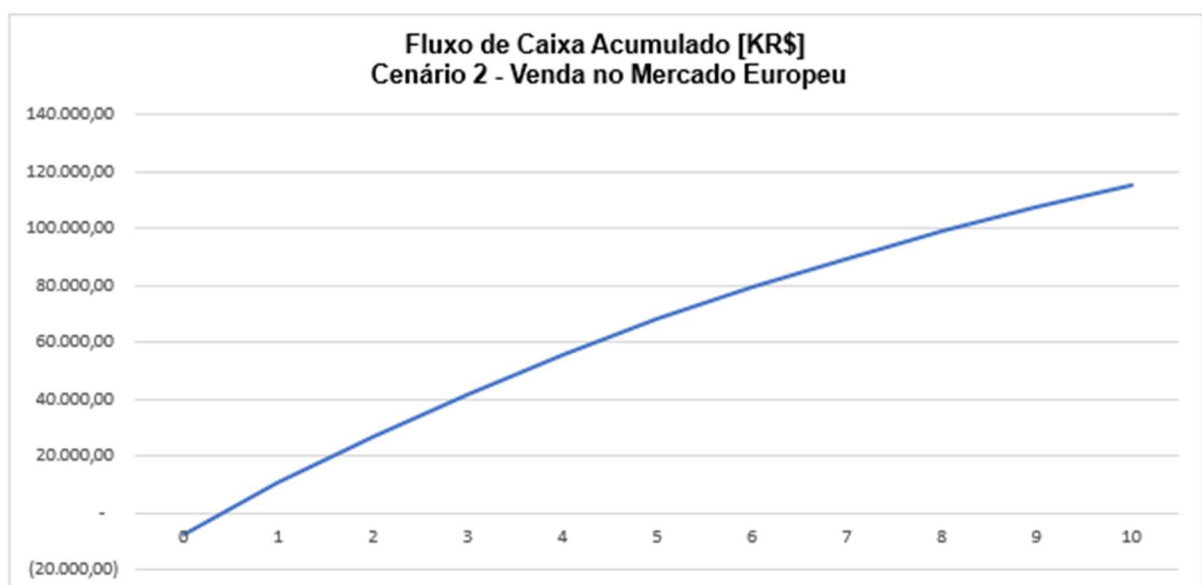
Concluimos que o cenário 2 é viável economicamente, com uma lucratividade altíssima, considerando as premissas apontadas no projeto.

Figura 8.9 - Fluxo de caixa livre – cenário 2 - venda no mercado europeu



Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Figura 8.10 - Fluxo de caixa acumulado – cenário 2 - venda no mercado europeu



Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Tabela 8.7 – Cálculos Cenário 2 - venda no mercado europeu

Produção Anual de Pellets [toneladas/ano]	Receita Bruta/Ano [KR\$]	Investimento Inicial [KR\$]	Total Geral Custos + Despesas [KR\$/ano]		
21600	KR\$23.249,40	KR\$7.863,03	KR\$3.239,31		

Taxa Anual Desconto FC [%]	VPL [KR\$]	Payback Simples [anos]	Payback Descontado [anos]	TIR
10,00%	KR\$115.090,29	0,393	0,432	254,48%

Ano	FC Custos [KR\$]	FC Receita [KR\$]	FC Total [KR\$] = FC Receita - FC Custo 	VP [KR\$] Total	Fluxo de Caixa Acumulado KR\$ Cenário 2
0	(7.863,03)	-	(7.863,03)	(7.863,03)	(7.863,03)
1	(3.239,31)	23.249,40	20.010,09	18.190,99	10.327,96
2	(3.239,31)	23.249,40	20.010,09	16.537,26	26.865,22
3	(3.239,31)	23.249,40	20.010,09	15.033,87	41.899,09
4	(3.239,31)	23.249,40	20.010,09	13.667,16	55.566,25
5	(3.239,31)	23.249,40	20.010,09	12.424,69	67.990,94
6	(3.239,31)	23.249,40	20.010,09	11.295,17	79.286,11
7	(3.239,31)	23.249,40	20.010,09	10.268,34	89.554,45
8	(3.239,31)	23.249,40	20.010,09	9.334,85	98.889,30
9	(3.239,31)	23.249,40	20.010,09	8.486,23	107.375,53
10	(3.239,31)	23.249,40	20.010,09	7.714,75	115.090,29

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia

Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Cenário 3 – Venda no Mercado Europeu:

Neste cenário, o investimento inicial foi de MR\$10,48 e o total de custos e despesas anuais representam 13,6% da receita bruta no ano. A figura 8.11 demonstra os referidos valores no fluxo de caixa livre.

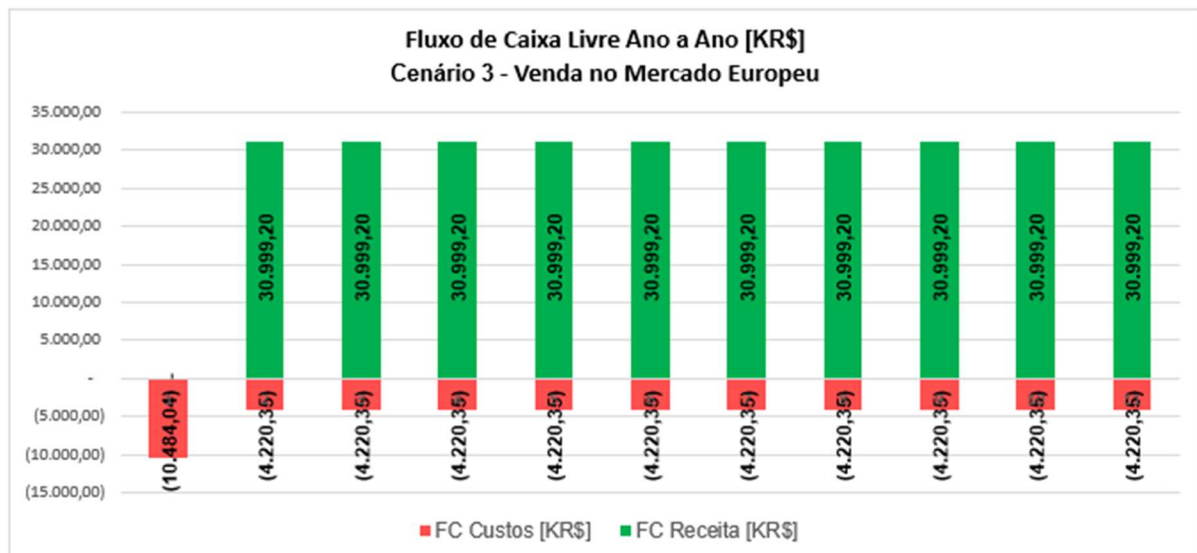
Ao calcular o valor presente líquido, considerando a taxa anual de desconto (FC) de 10%, identificamos que o VPL ficou positivo, ou seja, MR\$154,06 no período de 10 anos.

A figura 8.12 apresenta o fluxo de caixa acumulado, demonstrando o crescimento do valor presente onde o mesmo se torna positivo em 0,431 anos (5,17 meses), ou seja, o payback descontado neste cenário foi de 0,431 anos (5,17 meses). Já o payback simples ficou em 0,392 anos (4,70 meses).

Para este cenário o valor da TIR foi de 255,42% ficando muito acima da taxa de desconto utilizada no fluxo de caixa.

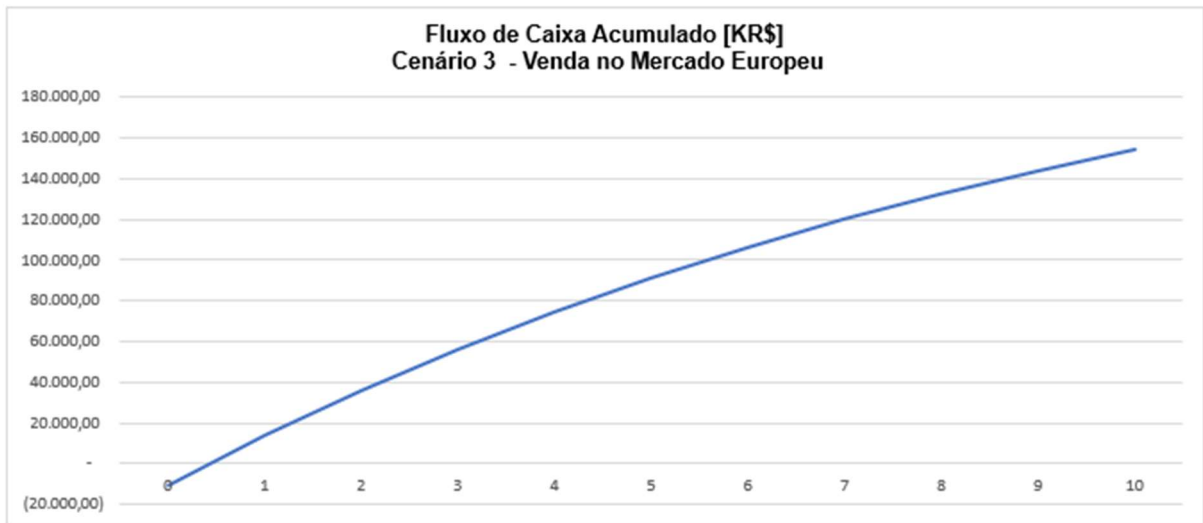
Concluimos que o cenário 3 é viável economicamente, com uma lucratividade altíssima, considerando as premissas apontadas no projeto.

Figura 8.11 - Fluxo de caixa livre – cenário 3 - venda no mercado europeu



Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Figura 8.12 - Fluxo de caixa acumulado – cenário 3 - venda no mercado europeu



Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Tabela 8.8 – Cálculos Cenário 3 - venda no mercado europeu

Produção Anual de Pellets [toneladas/ano]	Receita Bruta/Ano [KR\$]	Investimento Inicial [KR\$]	Total Geral Custos + Despesas [KR\$/ano]
28800	KR\$30.999,20	KR\$10.484,04	KR\$4.220,35

Taxa Anual Desconto FC [%]	VPL [KR\$]	Payback Simples [anos]	Payback Descontado [anos]	TIR
10,00%	KR\$154.060,41	0,392	0,431	255,42%

Ano	FC Custos [KR\$]	FC Receita [KR\$]	FC Total [KR\$] = FC Receita - FC Custo 	VP [KR\$] Total	Fluxo de Caixa Acumulado KR\$ Cenário 3
0	(10.484,04)	-	(10.484,04)	(10.484,04)	(10.484,04)
1	(4.220,35)	30.999,20	26.778,85	24.344,41	13.860,37
2	(4.220,35)	30.999,20	26.778,85	22.131,28	35.991,66
3	(4.220,35)	30.999,20	26.778,85	20.119,35	56.111,00
4	(4.220,35)	30.999,20	26.778,85	18.290,32	74.401,32
5	(4.220,35)	30.999,20	26.778,85	16.627,56	91.028,88
6	(4.220,35)	30.999,20	26.778,85	15.115,96	106.144,84
7	(4.220,35)	30.999,20	26.778,85	13.741,78	119.886,63
8	(4.220,35)	30.999,20	26.778,85	12.492,53	132.379,16
9	(4.220,35)	30.999,20	26.778,85	11.356,85	143.736,00
10	(4.220,35)	30.999,20	26.778,85	10.324,41	154.060,41

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia

Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

A tabela 8.9 apresenta do sumário com a quantidade de pellets a serem produzidos por ano, o investimento inicial, custos e despesas anuais, renda bruta no ano, além da taxa de desconto anual, considerada nos cálculos. Os indicadores financeiros VPL, payback simples, payback descontado e a TIR, calculados, são apresentados na tabela 8.10, de forma que seja possível comparar os três cenários.

Tabela 8.9 - Sumário com a produção, receita, custos, despesas e taxa de desconto para cada cenário – venda para o mercado europeu

Sumário	Cenário 1 “Pessimista”	Cenário 2 “Realista”	Cenário 3 “Otimista”
Produção Anual de Pellets [toneladas/ano]	2112	21600	28800
Receita Bruta/Ano [KR\$]	KR\$2.273,27	KR\$23.249,40	KR\$30.999,20
Investimento Inicial [KR\$]	KR\$2.621,01	KR\$7.863,03	KR\$10.484,04
Total Geral Custos + Despesas [KR\$/ano]	KR\$818,95	KR\$3.239,31	KR\$4.220,35
Taxa Anual Desconto FC [%]	10,00%	10,00%	10,00%

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

Tabela 8.10 - Sumário com as informações financeiras dos três cenários – venda para o mercado europeu

Sumário	Cenário 1 “Pessimista”	Cenário 2 “Realista”	Cenário 3 “Otimista”
Período do Contrato	10 anos	10 anos	10 anos
VPL [KR\$]	KR\$6.315,17	KR\$115.090,29	KR\$154.060,41
Payback Simples [anos]	1,802	0,393	0,392
Payback Descontado [anos]	2,089	0,432	0,431
TIR	54,78%	254,48%	255,42%

Fonte: Elaborada pelo autor, com base no estudo da Brasil Biomassa – Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets

9 PARCERIA PÚBLICO PRIVADO - PPP

A lei brasileira número 11.079/2004 de 30 de dezembro de 2014 rege as regras para licitação e contratação da parceria público-privada para os Poderes da União, Estados, Municípios e Distrito Federal.

9.1 MODALIDADES DE CONTRATO ADMINISTRATIVO

A PPP contempla duas modalidades de contrato administrativo para a concessão, sendo:

- a) concessão Patrocinada, onde a administração pública paga para o parceiro privado, além da receita recebida pelo parceiro privado referente a tarifa cobrada dos usuários finais. Como exemplo, a concessão de uma rodovia, com uma quantidade baixa de veículos circulando, a administração pública paga para o parceiro privado e o parceiro privado também recebe o valor do pedágio pago pelos usuários finais que trafegam na rodovia;
- b) concessão Administrativa, onde o parceiro privado é remunerado somente pela administração pública. Como exemplo, a concessão de presídios, onde a receita do parceiro privado é oriunda somente da administração pública. Neste caso a administração pública é a usuária direta ou indireta do serviço que está sendo prestado.

Importante ressaltar que a concessão comum, não constitui parceria público privada.

9.2 REQUISITOS PARA A PARCERIA PÚBLICO PRIVADO - PPP

Requisitos para a celebração do contrato de parceria público privada:

- a) o valor do contrato firmado tem que ter o valor igual ou superior a R\$ 10.000.000,00 (dez milhões de reais);
- b) o período do contrato não pode ser menor que 5 anos ou maior que 35, já incluindo a prorrogação;
- c) O objeto não pode ser somente o fornecimento de mão de obra ou o fornecimento e instalação de equipamentos ou a execução de obra pública.

Trecho da lei 11.079/2004:

“Capítulo I

DISPOSIÇÕES PRELIMINARES

Art. 1º Esta Lei institui normas gerais para licitação e contratação de parceria público-privada no âmbito dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios.

Parágrafo único. Esta Lei aplica-se aos órgãos da administração pública direta dos Poderes Executivo e Legislativo, aos fundos especiais, às autarquias, às fundações públicas, às empresas públicas, às sociedades de economia mista e às demais entidades controladas direta ou indiretamente pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios. (Redação dada pela Lei nº 13.137, de 2015)

Art. 2º Parceria público-privada é o contrato administrativo de concessão, na modalidade patrocinada ou administrativa.

§ 1º Concessão patrocinada é a concessão de serviços públicos ou de obras públicas de que trata a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, quando envolver, adicionalmente à tarifa cobrada dos usuários contraprestação pecuniária do parceiro público ao parceiro privado.

§ 2º Concessão administrativa é o contrato de prestação de serviços de que a Administração Pública seja a usuária direta ou indireta, ainda que envolva execução de obra ou fornecimento e instalação de bens.

§ 3º Não constitui parceria público-privada a concessão comum, assim entendida a concessão de serviços públicos ou de obras públicas de que trata a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, quando não envolver contraprestação pecuniária do parceiro público ao parceiro privado.

§ 4º É vedada a celebração de contrato de parceria público-privada:

I - cujo valor do contrato seja inferior a R\$ 10.000.000,00 (dez milhões de reais);
(Redação dada pela Lei nº 13.529, de 2017)

II – cujo período de prestação do serviço seja inferior a 5 (cinco) anos; ou

III – que tenha como objeto único o fornecimento de mão-de-obra, o fornecimento e instalação de equipamentos ou a execução de obra pública.”

A partir da interpretação da lei 11.079/2004 - PPP, face as modalidades e aos requisitos mínimos, concluímos que este projeto que estamos desenvolvendo não se enquadra na lei de parceria público privada.

Face aos grandes benefícios gerados neste projeto, alteramos a concepção inicial, que era a PPP, para a parceria entre empresas privadas, que será apresentada no próximo item.

10 PARCERIA ENTRE EMPRESAS PRIVADAS

A correta destinação dos resíduos de poda urbana é fundamental para o meio ambiente, onde a reutilização do material no processo de transformação de energia, é uma das melhores formas de reaproveitamento sustentável dos resíduos de madeira.

Em muitas cidades brasileiras, os resíduos de poda urbana são enviados para aterros sanitários ou lixões, onde os mesmos ocupam espaço, sofrem o processo de decomposição aumentando a contaminação por metano e por consequência aumenta o efeito estufa, além de não aproveitar todo o potencial energético. Os aterros sanitários normalmente ficam longe dos centros das cidades, gerando um alto custo de transporte do material. Adicionalmente existe o custo da área/espaço físico dos aterros sanitários e lixões onde estes resíduos são descartados incorretamente.

A parceria entre as empresas privadas possibilitará a implementação de um novo negócio sustentável e lucrativo onde tanto as empresas privadas e concessionárias de energia elétrica que prestam o serviço de poda urbana quanto ao empreendedor privado obtêm ganhos. A exportação dos pellets, em função da alta demanda deste produto na União Europeia também é um grande atrativo para esta empreitada.

A parceria proposta envolve as empresas contratadas pelo poder público que executam o serviço de poda urbana, bem como as concessionárias de energia que também efetuam este serviço e o empreendedor que será responsável pela planta que fabricará os pellets de madeira.

Na nossa proposta o contrato de parceria entre as empresas privadas teria a vigência de 10 anos, de forma a consolidar o projeto proposto.

10.1 PRINCIPAIS BENEFÍCIOS DA PARCERIA

- a) aderência a política de resíduos sólidos que proíbe, desde 2014, o descarte de resíduos passíveis de reutilização ou reciclagem;
- b) eliminação do descarte irregular em aterros, lixões, que causam:
 - Aumento na contaminação por metano face a decomposição do material, contribuindo para aumento do efeito estufa;
 - Alto custo com o transporte, face a distância entre os aterros/lixões e áreas urbanas;

- Utilização de muito espaço, devido ao volume dos rejeitos, diminuindo a área útil dos aterros sanitários.

- c) “saving” ou economia no descarte e transporte dos resíduos oriundos da poda urbana;
- d) destinação eficaz dos resíduos de poda urbana oriundo dos parques, jardins, ruas, garantindo a reutilização do material e aproveitamento energético;
- e) utilização dos resíduos da madeira como matéria prima para biomassa, de forma sustentável, para a geração de energia elétrica e / ou aquecimento de água ou calefação;
- f) possibilita aos consumidores o credito e / ou venda dos certificados de emissão de carbono “credito de carbono” em função da redução da emissão de CO2;
- g) mercado europeu aquecido para a compra de biomassa, seja para o mercado residencial (de água ou calefação) ou industrial (termoelétricas);
- h) incentivo para o poder público aumentar a arborização das cidades, visto que o descarte da poda urbana inerente, deixará de ser um grande problema na cidade;
- i) incentivo no processo produtivo e criação de novas plantas para a fabricação dos pellets de madeira;
- j) aumento na arrecadação de impostos fruto da fabricação e comercialização do produto final;
- k) geração de empregos e renda na região onde os empreendimentos estiverem estabelecidos.

10.2 PRINCIPAIS RESPONSABILIDADES DAS PARTES

10.2.1 Empresas privadas que executam o serviço de poda urbana

- a) ceder o terreno cercado contendo também um galpão fechado com, sem ônus e/ou qualquer custo e/ou taxas e/ou impostos, pelo período mínimo de 10 anos. A concessionária de energia elétrica da região, seria a responsável por este item;

- b) após a poda das árvores, realizadas a critério do poder público, as empresas privadas doariam os resíduos de madeira para o empreendedor, sem ônus e/ou qualquer custo e/ou taxas e/ou impostos;
- c) o transporte dos resíduos de madeira oriundos da poda urbana, realizadas a critério do poder público, serão transportados pelas empresas que executaram o serviço de poda urbana, do local da poda até o endereço do empreendimento (fabrica de pellets) sem ônus e/ou qualquer custo e/ou taxas e/ou impostos para o empreendedor;
- d) todo o material que for entregue no empreendimento (fábrica de pellets), que não seja resíduo de madeira, será coletado pelas empresas parceiras e transportado para o local de descarte definido pelo poder público, sem ônus e/ou qualquer custo e/ou taxas e/ou impostos para o empreendedor.

10.2.2 Iniciativa privada – empreendedor

- a) utilizar o terreno, bem como a infraestrutura cedida pela concessionária de energia da cidade;
- b) receber os resíduos de madeira, oriundos das podas urbanas, que serão utilizados como insumo para a fabricação dos pellets de madeira;
- c) montar, com recursos próprios e ou de terceiros, a fábrica de pellets de madeira;
- d) efetuar o pagamento de água, energia elétrica e demais itens necessários para operação da fábrica;
- e) venda dos produtos ora fabricados, a seu critério e com preços estabelecidos pelo empreendedor.

10.2.2.1 Infraestrutura e áreas segregadas para a operação e fabricação

- a) área de recepção dos resíduos oriundos da poda;
- b) área de limpeza e separação dos materiais, madeira, folhagem;
- c) área de armazenagem da madeira antes de iniciar o processo de fabricação;
- d) área de rejeito que não serão utilizados na fabricação dos pellets, tais como pedras, areias, etc;

- e) área de processamento da madeira para a fabricação de pellets e embalagem;
- f) área de armazenagem dos pellets finalizados e embalados;
- g) área de expedição e carga dos pellets nos veículos de transporte.

10.3 POTENCIAL PARA FASE II DO PROJETO, A SER DESENVOLVIDO NO FUTURO

- a) Laboratório de análise, tratamento e retirada do excesso de cloro e metais alcalinos da madeira “eucalipto” para evitar a formação de dioxinas, organoclorados que prejudicam a saúde humana e reduzir a formação de cinzas.
- b) Identificação da origem dos resíduos de madeira, oriundos da poda urbana, para o rastreio da matéria prima;
- c) Automação e investimento tecnológico para o processo de rastreio da matéria prima.

11 RASTREABILIDADE DA ORIGEM DA MATÉRIA PRIMA

A rastreabilidade tem um grande potencial e poderia ser desenvolvido em uma segunda fase deste projeto. Utilizando a tecnologia da informação disponível no mercado, associada a processos bem definidos, é possível rastrear a origem da matéria prima utilizada na fabricação dos pellets de madeira oriundos da poda urbana.

O principal objetivo é garantir que a matéria prima que está sendo utilizada na fabricação de pellets realmente tem como base a sustentabilidade, e desta forma não são oriundas de desmatamento e ou ações ilegais e ou prejudiciais ao meio ambiente.

Para o consumidor final, que está muito atento e consciente as necessidades de preservação da natureza e redução do aquecimento global. Este tema é muito relevante, principalmente porque demonstra a seriedade do fabricante e transparência no processo, identificando as árvores que foram utilizadas como matéria prima.

A possibilidade de rastreio, traria adicionalmente a maior credibilidade no produto e certeza da seriedade da empresa nas ações efetivas em prol da sustentabilidade, respeito a biodiversidade, alinhado a descarbonização mundial.

Basicamente o início do processo de rastreio estaria na central de abertura de ocorrências, onde os cidadãos interagem e solicitam a execução dos serviços de poda, relatos de queda de árvores e demais ações inerentes. Utilizando o número das ordens de serviço do chamado, que contêm as informações do endereço onde está localizada a árvore, tipo de serviço a ser executado, equipe que executará o serviço, data efetiva da conclusão da ação requerida, seriam a base para a extração dos dados iniciais do processo.

No momento da entrega dos resíduos de poda, no local de fabricação dos pellets, os números das ordens de serviços pertinentes, também seriam disponibilizados e desta forma a data de entrega do material também faria parte do processo de rastreio. O referido material seria separado, juntamente com os números das ordens de serviço, aguardando o momento de processamento e fabricação dos pellets. No momento da utilização da matéria prima, seria adicionada a data de fabricação, além do número do lote, seguindo o processo de registro sistêmico “amarrando” as demais informações desde o número original da ordem de serviço.

No momento do envase do produto final, pellet de madeira, seria adicionado o código de rastreio na embalagem do produto, de forma que possam ser consultadas as informações elegíveis. Nas consultas realizadas pelos consumidores, as principais informações seriam o endereço do local da execução do serviço de manejo de poda urbana, bem como as datas de execução de serviço, entrega do material, data da fabricação dos pellets. Também seria possível

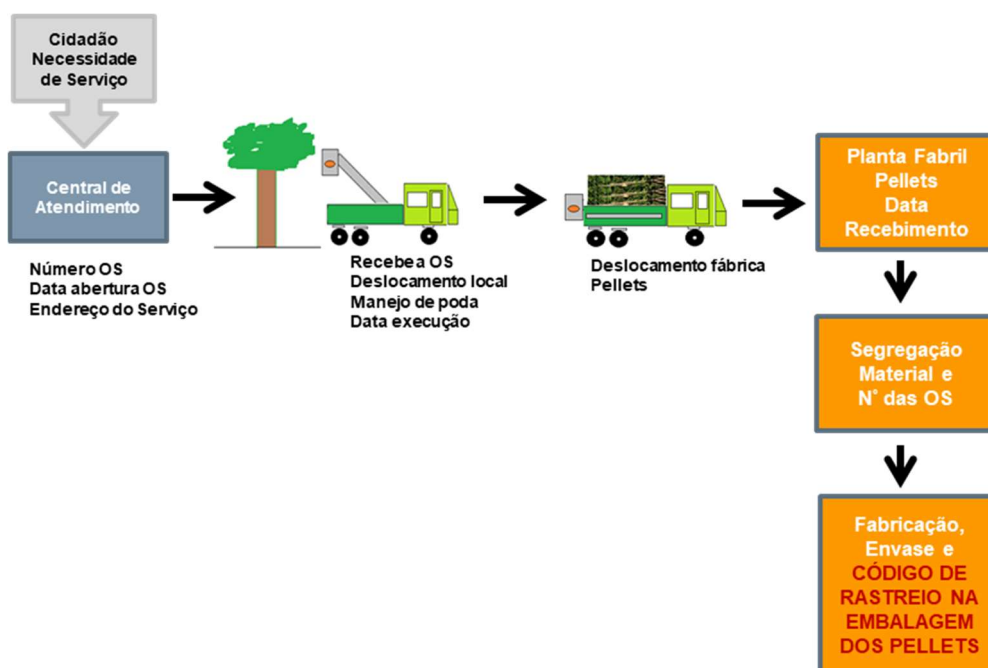
alimentar o sistema de rastreio com dados adicionais, tais como empresa que comprou o produto (pellets) do fabricante e dar sequência na alimentação dos dados até o consumo final.

Em virtude das leis de proteção de dados pessoais, Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) (brasileira), General Data Protection Regulation (GDPR) (Lei Europeia), entre outras, é muito importante que os dados disponibilizados de rastreio sigam as legislações vigentes.

No que tange a tecnologia da informação, a utilização dos serviços de “Cloud Computing” para o processamento, armazenamento e consulta dos dados, baseado nesta plataforma, é uma opção bastante valiosa.

Quanto ao rastreamento, uma das tecnologias “Open Source” bastante difundidas no mercado e confiável é o “blockchain”, que possivelmente poderia ser utilizado para registrar, rastrear transações, utilizando sua característica de blocos para tal. Permite a visualização de todos os detalhes e passos de um processo, com alta confiabilidade, segurança pois os registros e transações são fixados e não podem ser alterados. Adicionalmente será necessária a integração do sistema para obtenção dos dados da central de atendimento. A figura 11.1 demonstra as principais etapas para o registro dos dados, de forma a viabilizar o rastreamento de todos os passos do processo, bem como a origem da matéria prima.

Figura 11.1 - Processo resumido para rastreio da origem da matéria prima



Fonte: Elaborado pelo autor

12 EXPORTAÇÃO PARA A EUROPA

Conforme mencionado o mercado europeu de pellets é crescente e atualmente os países do bloco EU necessitam de pellets estrangeiros para suprir a demanda interna dos países. Conforme Mapa e Fluxo do Comércio Mundial de Pellets em 2018, apresentado anteriormente, o consumo de pellets na EU28 foi maior que a produção.

O Brasil tem um grande potencial para a fabricação dos pellets e exportação dos mesmos, onde a solução proposta, de utilização da poda urbana como matéria prima, é bastante viável, sustentável, além de possibilitar o aproveitamento energético dos resíduos de poda, que hoje não são utilizados na sua totalidade.

Com a possibilidade de retirada do cloro da madeira, através o processo desenvolvido em Escobar (2016), é possível adequar os pellets brasileiros aos padrões internacionais.

Como mencionado também, para o Brasil aumentar a exportação dos pellets, é mandatório que as exigências do mercado internacional sejam cumpridas, assim como a certificação do fabricante na ENplus®, além da adequação aos processos para seguir as demais normas tais como a ISO18122, Norma DIN51731 (Alemanha), Norma MM7135 (Áustria), Norma 187120 Suécia, entre outras.

A EU tem metas agressivas para a descarbonização dos países do bloco e diversas ações efetivas em andamento, o que incentiva ainda mais os países fora do bloco a pensarem em soluções e novos mercados para suprir as demandas da EU.

Um dos sinais que retratam o crescimento nesta empreitada de pellets é a quantidade crescente de empresas certificadas pela ENplus®, em âmbito mundial. O Brasil também está neste seleto grupo de empresas com certificação ativa na entidade e vem buscando esta fatia do mercado europeu.

13 CONCLUSÃO

Conforme descrito neste estudo, a demanda de pellets de madeira é crescente no mercado global. Destaque para os países da EU28, que foram os maiores consumidores mundiais de pellets de madeira, nos anos de 2018 e 2019. O conglomerado de países EU28 consumiu mais pellets de madeira do que conseguiu produzir nos anos de 2018 e 2019, alavancando ainda mais o mercado de exportação do produto vindo de outros países produtores fora do EU28. Os países europeus tem uma série de compromissos e ações em andamento que visam reduzir a emissão dos gases que produzem o efeito estufa, substituindo os combustíveis fósseis pelos renováveis. Com isto a expectativa é que o mercado de pellets de madeira cresça ainda mais ano a ano.

No Brasil, a demanda interna está mais voltada para o aquecimento de água e calefação, onde uma das maiores empresas do setor alimentício do Brasil utiliza os pellets na calefação dos aviários.

A poda urbana é um dos manejos vitais e inerentes a todo o ciclo de vida das árvores na urbanização das cidades. Os resíduos, fruto da poda urbana, são uma realidade nas cidades e precisam ser tratados / descartados. Infelizmente, em algumas cidades brasileiras, grande parte dos resíduos são descartados de forma incorreta em aterros e lixões, sem o aproveitamento do imenso potencial para a geração de energia. Quanto mais arborizada é a cidade mais resíduos precisam ser descartados, o que hoje acaba sendo um “problema”. Com o projeto proposto, todos estes resíduos deixariam de ser um “problema”, sendo utilizados na fabricação de pellets de madeira e transformados em energia limpa.

Juntando a alta demanda no mercado de pellets, principalmente na EU28, e a grande quantidade de resíduos de poda urbana, matéria prima dos pellets, temos um conjunto de fatores que propiciam a implementação do projeto proposto.

No escopo do projeto não foi possível viabilizar a PPP face a legislação vigente, porém a parceria entre as empresas privadas que executam o manejo de poda, juntamente com o empreendedor (fabricante de pellet) proporcionam um negócio muito bom para ambas as partes. Por um lado, as empresas que executam a poda urbana descartam os resíduos junto a empresa fabricante de pellets, normalmente localizada na região próxima ao manejo. As principais vantagens são o menor custo de transporte, otimização das rotas, menor tempo de deslocamento entre o local de manejo e a fábrica, aderência a política de descarte de resíduos sólidos para resíduos elegíveis a reutilização ou reciclagem, correta destinação dos resíduos de poda urbana, incentivo para o poder público aumentar a arborização da cidade aumentando assim a demanda

de manejos de poda, geração de empregos e renda, além de proporcionar o aproveitamento energético dos resíduos de poda urbana.

Tecnicamente o projeto é passível de ser implementado e do ponto de vista econômico, o projeto é viável para os cenários 2 e 3 quando consideramos a venda dos pellets no mercado interno brasileiro e quando consideramos a venda dos pellets para o mercado europeu, os três cenários são viáveis economicamente. Os ganhos financeiros são ainda maiores quando consideramos a exportação dos pellets para a EU.

Para uma segunda fase do projeto elencamos a possibilidade da extração do cloro excessivo da madeira eucalipto, de forma a ampliar a quantidade de resíduos de poda urbana, estando aderente as normas ENplus® para a exportação dos pellets. Adicionalmente entendemos que a implementação do processo de rastreabilidade da matéria prima com automação e investimentos tecnológicos, também em uma segunda fase do projeto, ratificaria o compromisso com a sustentabilidade e garantiria que a matéria prima utilizada nos pellets é oriunda da poda urbana e não de extração ilegal de madeira, desmatamento, ou outra forma prejudicial ao meio ambiente.

Face aos dados expostos referentes a demanda mundial dos pellets de madeira, abundância da matéria prima, fruto da poda urbana, benefícios da parceria entre as empresas privadas, viabilidade técnica para a implementação, viabilidade econômica para a grande maioria dos cenários apresentados e a possibilidade de expandir e melhorar o projeto em uma segunda fase, entendemos que o projeto apresentado tem um grande potencial para atrair investidores do setor, de forma que seja possível implementá-lo nas cidades brasileiras.

14 REFERÊNCIAS

ANEEL (Agencia Nacional de Energia Elétrica). SIGA (Sistema de Informação de Geração da ANEEL). Disponível em:

<<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNjc4OGYyYjQtYWM2ZC00YjllLWJlYmEtYzdkNTQ1MTc1NjM2IiwidCI6IjQwZDZmOWI4LWVjYTctNDZhMi05MmQ0LWVhNGU5YzAxNzBlMSIsImMiOiR9>>. Acesso em: 15 mar. 2021

BACEN (Banco Central do Brasil). Calculadora do Cidadão. Cálculo do índice IGP-M acumulado no período. Disponível em:

<<https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADA0/publico/corrigirPorIndice.do?method=corrigirPorIndice>>. Acesso em: 29 mai. 2021.

BACEN (Banco Central do Brasil). Taxa de câmbio de venda do Euro. Disponível em:

<<https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/historicocotacoes>>. Acesso em: 30 mai. 2021.

BEN (Balanço Energético Nacional) 2020. EPE (Empresa de Pesquisa Energética).

Disponível em: <

<https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2020>>. Acesso em: 27 mar. 2021.

Bioenergy Europe. Statistical Report 2020 - Reports Pellet.

Disponível em:

<https://bioenergyeurope.org/component/attachments/?task=download&id=1478:20201210_nomembers_SR20_pellets>. Acesso em: 27 mar. 2021.

Bioenergy Europe. Statistical Report 2019 - Report Pellet. Disponível em: <

https://epc.bioenergyeurope.org/wp-content/uploads/2020/02/SR19_Pellet_final-web-1.pdf>. Acesso em 27 mar. 2021.

Brasil Biomassa. Tecnologia Industrial Pellets – Tecnologia Compacta e Modular Pellets.

Disponível em: <<https://www.brasilbiomassa.com.br/modular-pellets-1?lang=en>>. Acesso em: 30 mai. 2021.

Brasil Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 11.079, de 30 de Dezembro de

2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/111079.htm>. Acesso em: 22 mai. 2021.

Cortez, C. L. Estudo do potencial de utilização da biomassa resultante da poda de árvores urbanas para a geração de energia - estudo de caso: AES Eletropaulo. São Paulo, 2011. 245p.

Tese (Doutorado). Interunidades em Energia, São Paulo, 2011. Disponível em:

<<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/86/86131/tde-13092011-151318/pt-br.php>>. Acesso em: 16 mar. 2021.

ENplus®. Statistics, 2021. Disponível em: <<https://enplus-pellets.eu/en-in/latest-statistics.html>>.

Acesso em: 07 jun. 2021.

Escobar, J. F. A produção sustentável de biomassa florestal para energia no Brasil: O caso dos pellets de madeira. São Paulo, 2016. 122p. Tese (Doutorado). Instituto de Energia e

Ambiente, São Paulo, 2016. Disponível em:

<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/106/106131/tde-23032017-171758/pt-br.php>>. Acesso em: 16 mar. 2021.

GBio (Grupo de Pesquisa em Bioenergia, Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo – IEE-USP). P&D Aneel “Estudo do Potencial de Utilização da Biomassa Resultante da Poda e Remoção de Árvores na Área de Concessão da AES Eletropaulo”. (Suani T. Coelho e outros). Mapeamento das cidades de concessão da AES Eletropaulo, bem como o destino dos resíduos de poda urbana. Junho de 2009. Disponível em:

<https://www.google.com/url?sa=t&ret=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiB4_SWu7PvAhV3JbkGHb1cDAdAcQFjABegQIAhAD&url=http%3A%2F%2Fwww.cgti.org.br%2Fpublicacoes%2Fwp-content%2Fuploads%2F2016%2F03%2FEstudo-do-Potencial-de-Utilizac%25CC%25A7a%25CC%2583o-da-Biomassa-Resultante-da-Poda-e-Remoc%25CC%25A7a%25CC%2583o-de-A%25CC%2581rvores-na-A%25CC%2581rea-de-Concessa%25CC%2583o-da-AES-Eletropaulo.pdf&usq=A0vVaw26xZ7mSE3l4qvz6lsHTpZv>. Acesso em: 16 mar. 2021.

GBio (Grupo de Pesquisa em Bioenergia, Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo – IEE-USP). Conceitos de Biomassa. 2019. Disponível em:

<<http://gbio.webhostusp.sti.usp.br/?q=pt-br/livro/conceituando-biomassa>> Acesso em: 16 mar. 2021.

GBio - (Grupo de Pesquisa em Bioenergia, Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo – IEE-USP). “Atlas de Bioenergia do Estado de São Paulo”. 2021. Cálculo da estimativa do potencial elétrico.

Disponível em:

<http://gbio.webhostusp.sti.usp.br/sites/default/files/Atlas_Bioenergia_SP_2020_livro_DIGITAL_FINAL.pdf>. Acesso em: 15 mai. 2021.

GEMCO ENERGY. Wood Pellet Plant Process: A Step By Step Guide. Disponível em:

<<http://www.biomass-energy.org/blog/wood-pellet-plant-process.html>>. Acesso em: 02 mai. 2021.

MME (Ministério das Minas e Energias). - Análise de Conjuntura dos Biocombustíveis 2019.

EPE (Empresa de Pesquisa Energética) Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-489/Analise_de_Conjuntura_Ano_2019.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2021.

REN21 (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century). Renewables 2020 Global Status Report.

Disponível em: <https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2020_full_report_en.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2021.

São Paulo (Cidade) Coordenação das Subprefeituras Verde e Meio Ambiente. Manual Técnico de Poda de Árvores. Disponível em: <

<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/MPODA.pdf>>. Acesso em: 11 mai. 2021.

São Paulo (Cidade) Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente.

Manual Técnico de Arborização Urbana 3ª ed. Disponível em:

<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/publicacoes_svma/index.php?p=188452>. Acesso em: 11 mai. 2021.

Ultra, M. P. e outros Processo de Produção de Pellets de Madeira. São Paulo, 2020. 20p. Trabalho (Especialização). Matéria ERG-012 Uso de Biomassa, Biodigestores e Biogás da PECE/Escola Politécnica da USP Especialização em Energias Renováveis, Geração Distribuída e Eficiência Energética, entregue em 25/maio/2020. Acesso em: 16 mar. 2021.