



PROJETO GESTÃO FLORESTAL PARA PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA

ELABORAÇÃO DE ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DE
RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DA MADEIRA EM USINAS TEMOELÉTRICAS
NA REGIÃO DE ALTAMIRA

Fundo Suplementar Nº 01/2020/SFB

PRODUTO Nº 01

Plano de Trabalho

EMPRESA: INDDRA Energia e Resíduos

SETEMBRO / 2020

Financiador



Apoiador



MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



ELABORAÇÃO DE ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO INDUSTRIAL DA MADEIRA EM USINAS TEMOELÉTRICAS NA REGIÃO DE ALTAMIRA	
Contrato Número	Fundo Suplementar FS C Nº 01/2020/SFB
Produto Número	01
Título do Produto	Plano de Trabalho
Contratante	NIRAS - IP Consult/ DETZEL
Elaborado por	INDDRA Energia e Resíduos
Equipe Técnica	Rafael Ninno Muniz – M.Sc. Engenheiro Eletricista Pablo Pacheco – M.Sc. Biólogo

Parte 1

PLANO DE EXECUÇÃO

1.1 Introdução

Este Plano de Trabalho apresenta o planejamento das ações necessárias para cumprir os itens previsto no Projeto Gestão Florestal para Produção Sustentável na Amazônia – BMZ 2003 66 658, que consiste em desenvolver ações para implementar uma gestão florestal sustentável com o objetivo de promover o desenvolvimento socioeconômico e a conservação das florestas na Amazônia Legal com base no uso sustentável dos recursos florestais.

O presente documento segue as diretrizes constantes no Termo de Referência de Contrato do Fundo Suplementar Nº 01/2020/SFB. Este Plano de Trabalho está divido em duas partes: Plano de Execução e Metodologia. O Plano de Execução detalha o cronograma que será cumprido para o desenvolvimento das atividades previstas. A Metodologia consta dos procedimentos e métodos que serão realizados para elaboração do relatório final e seus produtos.

O objeto base do termo de referência prevê integração ao plano de componente intitulado “Difusão tecnológica para o aproveitamento de resíduos florestais com fins energéticos e outros produtos”. Como resultado final, será fornecido informações técnicas e econômicas para subsidiar empreendimentos voltados para geração de energia elétrica a partir de resíduos do processamento industrial de madeiras.

1.2 Área de Estudo

Conforme consta no documento Termo de Referência de Contrato (TdR) do Fundo Suplementar Nº 01/2020/SFB, a área de estudo é a Floresta Nacional (FLONA) de Altamira, localizada no Distrito Florestal Sustentável (DFS) da BR-163. Segundo o TdR, a escolha da área é devido a características de possuir quatro unidades de manejo florestal, previsibilidade na geração de resíduos, logística facilitada e possibilidade de consumo do excedente de energia pelo Distrito de Moraes de Almeida, do município de Itaituba-PA.

1.3 Previsão de Saída de Campo

Todo o trabalho desenvolvido será possível com o levantamento e consolidação dos dados necessários para os cálculos e desenvolvimento dos itens previstos no Termo de Referência. Caso haja necessidade de ir a campo, a viagem será realizada no mês de novembro do corrente ano, para fins de validação dos dados obtidos através do levantamento especificado na Tabela 2 – Seção 2.1 – Item 2.1.1. Como está orientado no item 4 do Termo de Referência (Especificação dos Serviços), nosso trabalho

ocorrerá em parceria com a equipe do SFB e o consórcio NIRAS-IP Consult/DETZEL, tendo previsto apoio logístico, orientações e disponibilizações de contatos e materiais relevantes para a plena realização do presente estudo.

1.4 Cronograma de Atividades

O cronograma de atividades está colocado na Tabela 1. Salientamos que a data de início de execução de cada produto passa a contar a partir do aceite do produto anterior pela equipe de avaliação.

Tabela 1 – Cronograma de atividades.

Mês/Ano	Ago/20	Set/20	Out/20	Nov/20	Dez/20			
Quinzena	1 ^a	2 ^a						
Acertos contratuais								
Reunião equipe NIRAS								
Reunião equipe SFB/LPF								
Elaboração da metodologia e cronograma de atividades								
Entrega do Produto 1 – Plano de Trabalho								
Obtenção dos dados DOF								
Análise dos dados DOF								
Pesquisa de iniciativas de reaproveitamento de resíduos oriundos do desdobra de madeira da FLONA Altamira								
Pesquisa e consolidação do CRV e da densidade para as principais espécies								
Obtenção dos dados de densidade, volume, quantidade e tipologia dos resíduos florestais								
Montagem do banco de dados de informações de desdobra de madeira								
Entrega do Produto 2 - Diagnóstico								
Coleta e Análise das informações sistematizadas sobre a material prima								
Coleta de informações necessárias para elaboração do EVTE								
Estudo das tecnologias viáveis para região da FLONA Altamira								
Análise de uso de outras fontes de resíduos além dos resíduos madeireiros para geração de energia								
Estudo da logística de transporte dos resíduos e infraestrutura de distribuição de energia								
Viagem para região da FLONA Altamira para validação dos dados obtidos								
Elaboração e consolidação do relatório do Produto 3								
Entrega do Produto 3 – Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica								
Seleção dos principais dados e informações para publicação futura de manual técnico sobre o estudo realizado								
Entrega do Produto 4 – Manual Técnico								

Fonte: Autores.

Parte 2

METODOLOGIA

2.1 Produto 2 – Diagnóstico

A seguir será apresentado os procedimentos metodológicos para realizar o diagnóstico da geração e utilização dos resíduos do processamento industrial de madeiras sob manejo florestal oriundas da FLONA de Altamira.

2.1.1 Levantamento qualitativo e quantitativo de resíduos florestais com estimativa de volumes gerados no processamento industrial da madeira – item (a) do TdR

No processo de desdobra na indústria madeireira, existem alguns procedimentos necessários para o controle de produção. A avaliação do rendimento volumétrico da transformação de toras em madeira serrada é uma variável importante e que permite ao produtor planejar melhor os processos anteriores ao desdobra, utilizar a matéria prima de forma mais racional, criar parâmetros avaliativos de ordem técnica e econômica para seu empreendimento contribuindo para uma utilização mais sustentável dos recursos madeireiros (ARRUDA et al., 2017).

Para realizar os cálculos necessários a essa etapa do estudo será utilizado os dados disponíveis no Documento de Origem Florestal (DOF) que dispõem (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS, 2020):

“O saldo volumétrico dos produtos contabilizados nos Pátios do sistema deve ser uma representação fiel do saldo físico existente no local de armazenamento, devendo o usuário realizar o controle e manter atualizado os seus estoques mediante lançamento das operações no sistema. As conversões de produtos florestais por meio da transformação (processamento industrial ou processo semi-mecanizado) deve ser informado no sistema, respeitando os limites máximos de Coeficiente de Rendimento Volumétrico (CRV) dispostos na norma. Eventuais perdas decorrentes da transformação também devem ser declaradas no sistema”¹.

Através da análise dos dados disponíveis no DOF, comparando dados de entrada (madeira em tora/volume total) e dados de saída/venda (madeira serrada e já processada), teremos uma taxa de conversão volumétrica para as espécies exploradas, esses dados serão comparados com dados de CRV disponíveis na literatura, como é sabido e reportado na literatura existe uma variação considerável entre

¹ <https://www.gov.br/ibama/pt-br/centrais-de-conteudo/2020-04-09-nota-tecnica-4-2020-dbflo-pdf>

os coeficientes de rendimento das espécies amazônicas para isso levaremos também em consideração o que foi proposto na Resolução nº 411 de Maio de 2009² e suas alterações (Resolução nº 474 de 6 de Abril de 2016³ e Resolução nº484 de 22 de março de 2018⁴).

O coeficiente de rendimento volumétrico – CRV, pode ser dado em porcentagem e é obtido a partir da razão entre volume das peças de madeira serrada e volume das toras. Os volumes são mensurados por variáveis dendrométricas e podem ser inclusos em equações de modelagem que procuram estimar de forma mais precisa o rendimento volumétrico a partir de variáveis como diâmetro, comprimento e volume da tora (LIMA, 2017).

Como colocado pelo Paulo Henrique na reunião⁵, as espécies mais exploradas mudam de ciclo exploratório para outro, de uma UPA para outra. Para otimizar a análise, utilizaremos dados disponíveis de movimentação de madeira em toras e serradas para os últimos 3 anos. Após isso incluímos todos os dados citados acima na análise para obtermos um Poder Calorífico Inferior (PCI) médio anual relativo aos últimos 3 anos. Optaremos por medidas conservadoras na adoção das taxas de desdobro, para que tenhamos certeza que os valores calculados nos cenários escolhidos representem dados operacionais reais, sem incorrermos no risco de superestimar a quantidade de resíduo produzida, consequentemente a quantidade de energia.

Dentre as variáveis que influenciam nos resultados de rendimento volumétrico das espécies madeireiras, destacam-se: um manejo florestal mal executado, capital financeiro mal administrado e equipamentos obsoletos, são em geral, os maiores influenciadores negativos no desempenho operacional de uma cadeia produtiva florestal. Além desses, existem variáveis intrínsecas às espécies florestais como os diâmetros e comprimento das toras, a diversidade de espécies, qualidade das toras, presença e grau de ocosidade, classes diamétricas e grau de conicidade das toras utilizadas, que se bem monitoradas podem agregar em qualidade ao processo de desdobro da madeira.

Estudos de Danielli *et al.* (2016) para o desdobro de *Manilkara sp.* (Maçaranduba) indicaram rendimento médio de 30,1% e que houve tendência de maiores rendimentos para as maiores classes de diâmetro, o que comprovou que a qualidade das toras influenciou de forma significativa no rendimento de *Mezilaurus itauba* (Itaúba) e *Couratari guianensis* (Tauari) (DANIELLI *et al.*, 2016).

Para Marchesan *et al.* (2018) o aumento da classe diamétrica proporcionou maiores rendimentos em madeira serrada de primeira qualidade para as espécies de *Hymenaea courbaril* (Jatobá), *Astronium lecointei* (Muiracatiara) e *Brosimum rubescens* (Pau Rainha) e de que as variáveis: tipo de espécie florestal, diâmetro, qualidade do fuste e as relações espécie x qualidade, diâmetro x qualidade, espécie

² <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=604>

³ https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TzC2Mb/content/id/22787983/do1-2016-05-02-resolucao-n-474-de-6-de-abril-de-2016--22787761

⁴ <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=733>

⁵ 1ª reunião realizada com a equipe técnica do SFB/LPF na data de 17/08/2020.

x diâmetro x qualidade influenciaram significativamente no processo de desdobro (MARCHESAN et al., 2018).

O coeficiente de rendimento volumétrico é um importante índice dentro da cadeia de processamento e que tem a capacidade de influenciar nas tomadas de decisão e planejamento florestal. Estudos dos coeficientes de espécies madeireiras podem servir de subsídio para melhorar o aporte tecnológico, aumentar rendimentos e reduzir desperdícios. Entende-se que mais estudos precisam ser realizados com vistas a potencializar o processo de desdobro e trazer ganhos mais substanciais ao produtor rural.

Em conversa prévia com profissionais da Patauá e da RRX, foi confirmado que ambos detêm CRV próprios aprovados pelo SEMA/SISLFORA – PA, para pelo menos 7 espécies. Ambas as concessionárias se responsabilizaram em disponibilizar os dados e estudos de CRV.

Além disso será feita entrevistas com profissionais e responsáveis técnicos das concessionárias (Patauá e RRX), como forma de realizar um cruzamento de dados (*cross-check*), nesses dados gerados.

Caso haja necessidade de cubagem de resíduos em serraria, como forma de validação dos dados, será necessário que as concessionárias se responsabilizem em separar as serragens, lascas e cavacos em um intervalo de tempo determinado (recomendamos 30 dias), para que essa volumetria de resíduos gerados seja comparada com os dados obtidos através das análises dos DOF's. Para isso necessitaremos de certo esforço por parte do Serviço Florestal Brasileiro, para garantir que os concessionários façam essa separação e essa cubagem.

Como o universo de serrarias é relativamente pequeno solicitamos uma planilha que contenham dados de movimentação dessas serrarias tanto de recebimento quanto de envio de madeiras e resíduos, solicitamos também a coordenada geográfica de cada uma das serrarias que recebem madeiras direta ou indiretamente dos PMFS bem como a malha de estradas endógenas à Flona de Altamira.

A base de estradas endógenas à Flona de Altamira, em conjunto com outras base de estradas e trajetos (IMAZON⁶ e Trajeto recenseadores-IBGE⁷), será utilizada para análise logística, dessa análise obteremos o dado de quanto custa o transporte do resíduo florestal, da área do manejo florestal até o local onde será gerada a energia, considerando a distância percorrida, a depreciação do veículo que transportará e custos com combustíveis. A área prioritária de análise está contida no Mapa 1. A área está destacada pelo círculo vermelho, que representa em torno de 120 km de deslocamento rodoviário, sendo área prioritária para análise de viabilidade logística e instalação da planta de conversão energética.

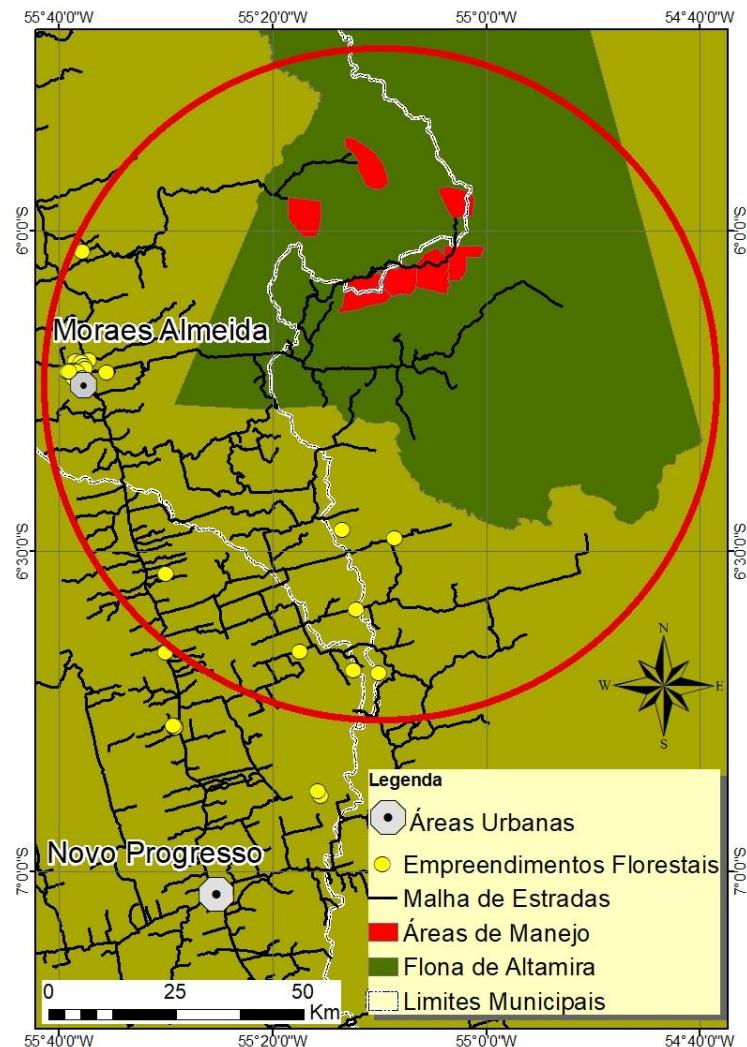
Salientamos também que a disponibilização dos dados totais de movimentação dos Planos de Manejo Florestal Sustentável (PMFS) para as serrarias que recebem as toras que provem dos PMFS da FLONA de Altamira (Volume de madeira em Tora) e **das serrarias para outras serrarias, moveleiras e carvoarias, entre outros, são de crucial importância, pois será através desses dados oficiais que**

⁶ <https://imazongeo.org.br/>

⁷ <https://censose.ibge.gov.br/agro/2017/resultados-censo-agro-2017/trajetos-dos-recenseadores.html>

validaremos as taxas de desdobros e aproveitamentos (Volume de Desdobra)⁸. De posse dessas informações, realizaremos um *cross-check* de dados oficiais X os dados que serão fornecidos pelos concessionários X dados que possivelmente serão coletados em campo. No caso de não obtenção dos dados, utilizaremos taxas de desdobra proposto pelo DOF⁹ e pelo SISFLORA-PA¹⁰.

Mapa 1 – Localização da FLONA de Altamira em relação a estradas, zonas urbanas e empreendimentos florestais.



Fonte: Autores.

Esses dados serão importantes para obtermos números realísticos que trarão segurança nos cálculos de tipos, quantidades e qualidades de resíduos, sua possibilidade de reaproveitamento e consequente geração de energia. Na Tabela 2 apresentamos o modelo estrutural da planilha com os dados necessários para elaboração do estudo de viabilidade técnica e econômica (EVTE).

⁸ Esses dados referentes ao volume de desdobra já foram solicitados para ambas as concessionárias (RRX e Patauá) em conversas prévias feitas por telefone e *whatsapp*. Caso esses dados não sejam fornecidos em intervalo de tempo de 15 dias, solicitamos a intervenção do Serviço Florestal Brasileiro para que os concessionários forneçam isso, ou a intervenção do Serviço Florestal Brasileiro para solicitar esses dados formalmente ao Governo do Estado do Pará através do SISFLORA.

⁹ <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=147801>

¹⁰ <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-497-de-19-de-agosto-de-2020-273217612>

Tabela 2 - Modelo da estrutura da planilha que será montada para os anos 2017, 2018 e 2019.

ID	Espécie	Densidade da madeira	Volume total	Volume comercial	Volume de resíduos (Galhadas)	Volume de entrada na serraria	Volume de saída da Serraria	Volume de resíduos oriundos do Desdobra
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
(...)								

Fonte: Autores.

2.1.2 Localização e descrição das iniciativas de aproveitamento energético ou para outros fins de resíduos florestais existentes – item (b) do TdR

Para essa parte do diagnóstico, será feito entrevistas semiestruturadas com os profissionais que trabalham nas concessionárias e com profissionais que operam nas serrarias. Essas entrevistas serão feitas através de ligações telefônicas, *conference call* e *survey* (utilizando o google formulários).

Na Tabela 3 segue uma lista de empresas que nos últimos 4 anos receberam madeiras provenientes da concessão da Flona de Altamira. Essas empresas serão as consultadas.

Tabela 3 – Empresas que serão consultadas.

ID	Nome da empresa consultada	CNPJ
1	Agroindustrial Serra Mansa Comercio de Madeiras Eireli	04.342.370/0001-68
2	C.Behling	03.182.593/0001-42
3	Cpx Madeiras da Amazonia Ltda - Me	02.629.177/0001-87
4	Francio & Francio Madeiras Ltda	13.860.459/0001-07
5	Garibaldi Industria e Comercio de Madeiras Eireli - Epp	04.420.254/0001-10
6	Gd Industria Comercio e Exportação de Mad. Ltda	11.909.794/0001-27
7	Geremia Madeiras Eireli	10.325.883/0001-63
8	Industria de Madeiras Perondi Ltda	04.119.669/0001-58
9	Js Industria e Comercio de Madeiras Ltda	09.010.204/0001-88
10	Lamifer Laminados e Madeiras do para Ltda - Epp	05.329.550/0001-72
11	Madeireira Guaporé do Pará Ltda. - Me.	07.756.011/0001-45
12	Madeireira Jequitibá Eireli - Epp	12.008.387/0001-01
13	Maderais Agroindustria de Madeiras Ltda - Epp	05.769.858/0001-39
14	Madex Norte Ltda	30.248.367/0001-90
15	Madlaminas Ind e com de Madeiras Ltda	05.765.592/0001-56
16	Onesio Alves da Silva - Me	04.420.254/0001-10
17	P S Nascimento Pinto Industria e Comercio Eireli-Epp	21.854.033/0001-79
18	Pororc Madeiras Industria e Comercio Eireli - Epp	21.996.767/0001-92
19	Rl Ind. e Com. Importação e Exportação de Madeiras Ltda	08.582.992/0001-14

20	RRX Timber Export Eireli	29.325.091/0002-06
21	S M para Madeiras e Laminados Ltda	02.626.013/0001-04
22	Santa Julia Indústria e Comércio de Madeiras Ltda - Epp	10.796.596/0001-31
23	Taiga do Pará Industria e Comercio de Madeiras - Eireli - Epp	03.182.593/0001-42
24	Zilio e Zilio Indústria, Comércio, Importação e Exportação de Madeiras Ltda – Me	04.979.876/0001-82

Fonte: Autores.

2.2 Produto 3 – Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica

O Produto 3 consiste em um relatório com os aspectos técnicos, econômicos, legais, tributários e ambientais para implementação de soluções tecnológicas no aproveitamento energético de resíduos madeireiros das áreas de concessão florestal da FLONA de Altamira. Abaixo a descrição dos procedimentos metodológicos que serão utilizados para elaboração do referido produto, iniciando com os conceitos financeiros envolvidos no Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica (EVTE).

2.2.1 Conceitos econômicos utilizados

Ao se analisar os empreendimentos produtivos, deve-se conhecer os indicadores financeiros e econômicos. O primeiro preocupa-se com as relações entre os custos e as receitas. O segundo, por representar a dimensão socioeconômica, apresenta índices relacionados com os aspectos sociais da economia no uso fonte renovável de biomassa residual madeireira.

Nessa parte, serão apresentados os resultados da análise financeira sobre os estudos técnicos realizados, para efeito comparativo entre os sistemas de energia estudados, afim de evidenciar as melhores tecnologias para investimentos. A metodologia empregada para a análise financeira considera o cálculo dos indicadores financeiros e socioeconômicos. A análise financeira apresenta indicadores que medem o quanto é atrativo o projeto para o empreendedor, suas condições de sustentabilidade e solvência. Os seguintes indicadores serão utilizados nesse estudo (BRUNI, 2008; BUARQUE, 1984; SANTANA, 2005):

- Fluxo de Caixa: é uma ferramenta que controla a movimentação financeira (as entradas e saídas de recursos), em um período determinado;
- Valor Presente Líquido (VPL): é definido como a diferença entre o valor presente de fluxo de caixa esperado de um projeto e seu custo inicial. Para valores de VPL positivo, o projeto é viável, enquanto que um valor negativo mostra que o investimento não é justificável;
- Taxa Interna de Retorno (TIR): esse parâmetro é obtido quando o VPL é igualado a zero, estando assim estritamente relacionado. Para comprovar a viabilidade do projeto, além do VPL ser superior a zero, a TIR deve ser maior que a taxa de desconto considerada;
- Relação Benefício Custo ($R_{b/c}$): relaciona os benefícios do projeto e os seus custos. Tanto os benefícios como os custos devem ser expressos em valores presentes.

- Tempo de Retorno do Capital (*Payback*): refere-se ao tempo decorrido entre o investimento inicial no momento que o lucro líquido se iguala ao valor do investimento. Sendo assim, o investimento com menor *payback* é considerado a melhor opção, pois o valor investido é recuperado em um prazo menor. Também um *payback* menor é visto como um menor risco, pois quanto mais longo o tempo de retorno mais incertos são os retornos positivos de caixa.

Para o cálculo dos indicadores financeiros apresentados (VPL, TIR, $R_{b/c}$ e *Payback*) foram utilizados Santana (2005) e Buarque (1984), através das seguintes equações:

$$VPL(i_m) = -I + \sum_{t=1}^n \frac{R_t - C_t}{(1 + i_m)^t} \quad \text{Equação 1}$$

$$I = \sum_{t=1}^n \frac{R_t - C_t}{(1 + TIR)^t} \quad \text{Equação 2}$$

$$R_{\frac{b}{c}} = \frac{\frac{\sum_{t=0}^n R_t}{(1 + i_m)^t}}{I + \frac{\sum_{t=0}^n C_t}{(1 + i_m)^t}} \quad \text{Equação 3}$$

Onde temos:

VPL = Valor Presente Líquido

I = Investimento ou capital aplicado

R_t = Fluxo de receitas do projeto no ano t

C_t = Fluxo de custo do projeto no ano t

n = número de anos do projeto (t=1,..., n)

i_m = Taxa de Juros de Longo Prazo (TJLP)

Para análise do VPL, será utilizado uma taxa de juros de longo prazo (TJLP) (SANTANA, 2005). Temos, através dos resultados da Equação 1, os custos de oportunidade sobre o capital investido no projeto. Obtendo um $VPL > 0$, o projeto é considerado economicamente viável, pois as receitas foram maiores que as despesas. A TIR avalia a viabilidade econômica do projeto, que pode ser calculada através da Equação 2 considerando $VPL=0$. Com uma TIR superior à taxa de juros que reflete o custo de oportunidade do capital, temos que o empreendimento é considerado viável. A $R_{b/c}$ de um projeto é dada pela razão entre a soma do fluxo de receitas e a soma do fluxo de custos, atualizadas pela taxa de juros (TJLP) segundo a Equação 3. O projeto apresenta viabilidade econômica para uma $R_{b/c} > 1$, pois com isso o somatório das receitas atualizadas é maior do que os custos atualizados somados (BUARQUE, 1984; RODRIGUES, 2014; SANTANA, 2005).

A taxa de juros adotada foi considerada como taxa mínima de atratividade (i_m), sendo essa taxa referente ao custo de oportunidade do investimento no projeto. O cálculo do *payback* simples foi obtido pela Equação 2, considerando o VPL igual a zero e calculando-se ano a ano o valor retornado pelo sistema, somando-se os valores obtidos no final.

2.2.2 Definição do volume mínimo de resíduos necessário ao funcionamento de usina termoelétrica – item (a) do TdR

Esse parâmetro é fundamental e será avaliado conforme dados trabalhados no Produto 2 – Diagnóstico. O volume mínimo do resíduo é o ponto de partida para o correto dimensionamento das soluções tecnológicas e será considerado ao longo de todo o relatório.

2.2.3 Levantamento do preço máximo do resíduo para viabilidade econômica da planta – item (b) do TdR

O preço máximo é importante, mas também tem igual importância o preço mínimo. Esse parâmetro será chamado de taxa de tratabilidade (*gate fee*) e iremos considerar diversos cenários de variação dessa taxa, através de uma análise de sensibilidade, representada na Tabela 4. Dessa forma, contemplamos um preço mínimo (Cenário 01) e um preço máximo (Cenário 04), supondo quatro cenários de variação da taxa de tratabilidade. Isso será repetido para cada tecnologia identificada como viável para o estudo.

Tabela 4 – Modelo da análise de sensibilidade utilizada.

Índices	Cenário 01	Cenário 02	Cenário 03	Cenário 04
Taxa de Tratabilidade	R\$ ____/ton	R\$ ____/ton	R\$ ____/ton	R\$ ____/ton
Retorno de Investimento do Projeto				
Retorno sobre Investimento (ROI)				
Taxa Interna de Retorno (TIR)				
VPL (10%) <i>Equity</i> (R\$ x1000)				
<i>Payback</i> do projeto (anos)				
Retorno sobre Patrimônio Líquido				
Retorno sobre Patrimônio (ROE)				
VPL (12%) <i>Equity</i> (R\$ x1000)				
<i>Payback Equity</i> (anos)				

Fonte: Autores.

Para análise logística do custo operacional do Resíduo florestal será considerado:

1. Custo operacional de extração e preparo do Resíduo florestal (galhada) para transporte;
2. Custo de pagamento desse resíduo de galhada para o SFB (R\$ 4,90/m³ de resíduo florestal)¹¹;
3. Custo logístico do transporte do insumo do local de extração até o local da conversão e reaproveitamento energético¹² ().

¹¹<http://www.florestal.gov.br/documentos/concessoes-florestais/concessoes-florestais-florestas-sob-concessao/floresta-nacional-de-altamira/producao-3/umf-4-pataua-1/4465-sei-sfb-0117359-apostila-n-06-2020/file>

¹² Este item já foi detalhado na seção 2.1.1 desta proposta.

2.2.4 Identificação dos tipos de usinas adequadas ao volume e à sazonalidade da produção de resíduos da FLONA de Altamira – item (c) do TdR

Para cumprir esse requisito, iremos trabalhar na perspectiva de dimensionamento de usinas da chamada rota tecnológica termoquímica, que compreende as tecnologias de pirólise, gaseificação e incineração (queima em caldeira/fornalha). Cada tecnologia possui suas características técnicas, vantagens e desvantagens na aplicação, o que será considerado nessa etapa. Os custos com logística do transporte dos resíduos até a localização da usina também será contabilizado aqui, assim como a descentralização da gestão dos resíduos, levando em consideração as distâncias entre as geradoras dos resíduos, rede elétrica pública e centros urbanos.

2.2.5 Análise do impacto da sazonalidade da atividade madeireira sobre o funcionamento da termoelétrica – item (d) do TdR

Essa análise sazonal é um dos fatores de sucesso de um empreendimento termoelétrico à biomassa. Os resíduos podem variar bastante em quantidade e qualidade e isso causa uma influência direta. Será incorporado no estudo de viabilidade a possibilidade de armazenamento dos resíduos nos períodos baixa produção sazonal, assim como a substituição de resíduos para compensar a falta de uma biomassa específica.

2.2.6 Identificar cenários de utilização de outras fontes de resíduos para uso misto na geração de energia – item (e) do TdR

Conforme conversado na 1^a reunião com a equipe técnica do SFB/LPF, na data de 17/08/2020, o uso de outras fontes de biomassa além dos resíduos madeireiros será apontado no estudo, considerando algumas biomassas residuais de bom valor energético agregado, como o caroço de açaí, casca de cacau, casca de castanha, entre outras. Porém, utilizar resíduos sólidos urbanos (RSU) trará problemas no quesito licenciamento ambiental das usinas, visto que pela atual legislação ambiental, o RSU não pode ser tratado em conjunto com outros tipos de resíduos, trazendo problemas técnicos e ambientais. Esse tipo de resíduos é muito heterogêneo, com alta umidade e com uma grande carga de matéria orgânica, o que implica na necessidade de um pré-tratamento desses resíduos antes do uso na geração de energia. Além do fato de que RSU demanda proximidade a centros urbanos para não inviabilizar a logística. Por isso preferimos não misturar esse resíduo específico com os resíduos florestais, que são considerados resíduos “nobres”, visto que são oriundos de madeira da Floresta Amazônica.

2.2.7 Levantamento de custos por km de implantação de infraestrutura de distribuição no contexto da FLONA de Altamira – item (f) do TdR

Esse item será contemplado nos estudos de logísticas, considerando soluções com usinas de grande porte centralizadas e/ou usinas de pequeno e médio porte descentralizadas. Como as distâncias entre os geradores de resíduos são grandes, uma solução descentralizada pode ser mais interessante que uma solução centralizada.

2.2.8 Identificação das exigências legais para implantação da usina e infraestrutura de distribuição; marco regulatório legal do setor elétrico aplicável; fontes de financiamento e potenciais parcerias; potenciais riscos e óbices jurídicos; comercialização da energia excedente – itens (g), (h), (i), (j), (k) do TdR

Todo o arcabouço jurídico referente às tecnologias de aproveitamento energético de resíduos será utilizado nos estudos, com suas normas regulatórias técnicas e ambientais, considerando a implantação das soluções propostas. No caso da geração de energia, serão consideradas as normativas da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) referentes à geração distribuída quanto à conexão das usinas ao sistema elétrico. As possíveis fontes de financiamento, através de fundos do sistema financeiro e bancos de fomento, serão consideradas no estudo, assim como a identificação de possíveis investidores privados, organizações, agências e fundos de investimentos. Todas as possíveis empresas e instituições serão citadas no documento final.

2.2.9 Identificação dos modelos de gestão de geração de energia a partir de resíduos florestais – item (l) do TdR

Iremos apresentar os diversos modelos existentes e consolidados no mercado, referente a gestão de resíduos com aproveitamento energético. Dentro do possível, faremos uma adaptação desses modelos à realidade amazônica, considerando o bioma, clima, sazonalidade dos resíduos, logística de acesso e de transporte da biomassa, potencial de geração elétrica, entre outros fatores.

2.2.10 Identificação de gargalos técnicos à implantação do empreendimento, propondo rotas de apoio e desenvolvimento científico e tecnológico – item (m) do TdR

Nessa etapa será realizado um comparativo entre as diversas tecnologias estudadas, dentro da rota tecnológica termoquímica para o aproveitamento energético dos resíduos madeireiros, que contempla a pirólise, a gaseificação e a incineração. Também será levantado os possíveis parceiros no desenvolvimento científico dessas tecnologias, considerando pesquisa, desenvolvimento e inovação.

2.2.11 Coleta de informações junto a órgãos de governo, empresas e outras organizações – item (n) do TdR

Os dados trabalhados e informações coletadas, assim como a identificação dos órgãos de governo, empresas e organizações necessárias para consulta, estão descritas na Seção 1.2.1 do presente documento.

2.2.12 Identificação dos locais apropriados para implantação da usina – item (o) do TdR

Levaremos em consideração os melhores locais conforme parâmetros já discutidos anteriormente, como distância entre centros urbanos, distância entre os geradores dos resíduos, condições propícias para o licenciamento ambiental, logística de transporte da biomassa, conexão à rede elétrica local, entre outros fatores.

2.3 Produto 4 – Manual de Elaboração de Projeto de Geração de Energia de Resíduos Florestais

Para a realização do Produto 4, iremos considerar as informações mais relevantes e fundamentais extraídas dos produtos anteriores, para compor um manual técnico de orientação na elaboração de projetos de geração de energia utilizando resíduos do processamento de madeireiras na FLONA de Altamira. Organizaremos alguns infográficos, mapas e cartogramas como forma de comunicar melhor e facilitar o entendimento de diferentes públicos alvos, procurando padronizar a linguagem de maneira amigável, para que diferentes públicos tenham entendimento das vantagens da utilização de resíduos.

REFERÊNCIAS

- ARRUDA, T. P. M. et al. **Rendimento Volumétrico de Madeiras Tropicais do Extremo Norte do Mato Grosso**. III CBCTEM. *Anais...* In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA MADEIRA. Florianópolis: 2017Disponível em: <<https://proceedings.science/cbctem/papers/rendimento-volumetrico-de-madeiras-tropicais-do-extremo-norte-do-mato-grosso>>. Acesso em: 10 ago. 2020
- BRUNI, A. L. **Avaliação de Investimentos**. 2^a edição ed. [s.l.] Atlas, 2008.
- BUARQUE, C. **Avaliação Econômica de Projetos**. 13^aedição ed. Rio de Janeiro: Campus, 1984.
- CAMPOS, R. T.; ROZA, M. X. T. DA; PINHEIRO, J. C. V. Valoração socioeconômica da água em projetos públicos de irrigação. **Revista de Política Agrícola**, v. 22, n. 3, p. 73-87–87, 2013.
- DANIELLI, F. E. et al. Modelagem do rendimento no desdobra de toras de *Manilkara* spp. (Sapotaceae) em serraria do estado de Roraima, Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 44, n. 111, 3 out. 2016.
- FRANÇA, F. M. C.; HOLANDA JUNIOR, E. V.; SOUSA NETO, J. M. DE. Análise da viabilidade financeira e econômica do modelo de exploração de ovinos e caprinos no Ceará por meio do sistema agrossilvipastoril. 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Nota Técnica Nº 4/2020/DBFLOIBAMA**, , 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/ibama/pt-br/centrais-de-conteudo/2020-04-09-nota-tecnica-4-2020-dbflo-pdf>>. Acesso em: 2 set. 2020
- LIMA, R. B. DE. **Produção volumétrica bruta, rendimento e modelagem de madeira serrada de espécies comerciais da Amazônia**. Tese (Doutorado)—Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2017.
- MARCHESAN, R. et al. Rendimento em madeira serrada de três espécies amazônicas para duas classes de qualidade. **Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**, v. 9, n. 3, 17 set. 2018.
- RODRIGUES, K. F. DE C. **Sistematização e análise da avaliação econômica de projetos de desenvolvimento de produtos e serviços**. Mestrado em Processos e Gestão de Operações—São Carlos: Universidade de São Paulo, 6 ago. 2014.
- SANTANA, A. C. **Elementos de Economia, Agronegócio e Desenvolvimento Local**. Belém: GTZ/TUD/UFRA, 2005.