

LEVANTAMENTO DO CONSUMO ENERGÉTICO (LENHA), NA INDUSTRIA
ALIMENTICIA VERDES MARES LTDA., LOCALIZADA EM PATOS-PB.
UM ESTUDO DE CASO.

EVANDRO WAGNER FERREIRA LOPES

Monografia apresentada à
Coordenação do Curso de Engenharia
Florestal da UFPB/CSTR/ Campus-VII
como parte das exigências para a
obtenção do título de **Engenheiro
Florestal.**

PATOS - PB

NOVEMBRO/1994



Biblioteca Setorial do CDSA. Maio de 2022.

Sumé - PB

LEVANTAMENTO DO CONSUMO ENERGÉTICO (LENHA), NA INDÚSTRIA
ALIMENTÍCIA VERDES MARES LTDA., LOCALIZADA EM FATÓS-PB.

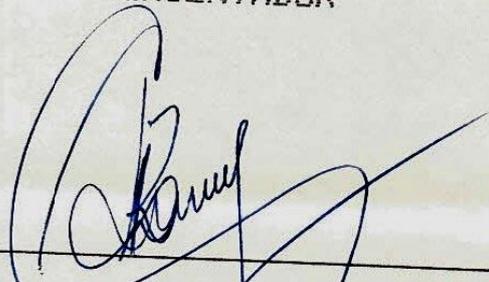
UM ESTUDO DE CASO

EVANDRO WAGNER FERREIRA LOPES



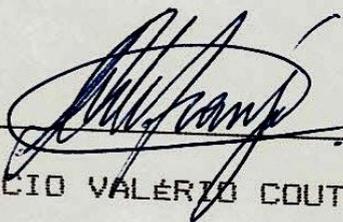
VALDIR MAMEDE DE OLIVEIRA

ORIENTADOR



CARLOS ROBERTO DE LIMA

EXAMINADOR



LÚCIO VALÉRIO COUTINHO DE ARAÚJO

EXAMINADOR.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela iluminação e bênçãos durante toda vida.

aos meus pais, pelo apoio moral e afetivo necessários em todos os momentos.

à minha irmã (in memoriam), pelo sentimento que continuas despertando.

ao Edmilson e Cleide pela convivência e o apoio fundamentais.

ao professor Valdir Mamede de Oliveira, pela orientação e amizade preciosas.

aos professores Lúcio e Carlos pela contribuição valiosa, neste trabalho.

a todos os meus colegas de curso, que de uma maneira ou de outra contribuíram para a minha formação.

ao sr. Francisco Leite, proprietário da indústria em questão, pela oportunidade e a seus funcionários pela colaboração.

a todos aqueles que comigo conviveram, Gorete, Ivonete, Cristina, Rosemário, Ana Paula, Robério, Cecília, Diana, Mano entre tantos, contribuindo para a obtenção de conhecimentos e sentimentos indispensáveis à formação do meu caráter profissional e pessoal.

A todos,

o meu muito obrigado.

INDICE.

I-	<u>INTRODUÇÃO</u>	01
II-	<u>REVISÃO BIBLIOGRAFICA</u>	03
II.1-	A utilização da lenha; uma realidade preocupante.....	03
II.2-	Rendimento sustentado no manejo da caatinga.....	05
II.3-	A importância da volumetria no planejamento florestal..	09
II.4-	Algumas considerações sobre madeira e energia.....	12
III-	<u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	15
III.1-	Acompanhamento do Consumo Diário de Lenha na Indústria..	16
III.2-	Parâmetros Dendrométricos Levantados, por Metro Estere, na Madeira Utilizada.....	17
III.3-	Medição do Volume pelo Método de Smalian.....	18
III.4-	Pesagem da Lenha.....	18
III.5-	Medição do Volume pelo Xilômetro.....	19
IV-	<u>RESULTADOS E DISCUSSÕES</u>	20
4.1-	Consumo Médio Diário da Caldeira.....	22
4.2-	Dados da Caldeira.....	22
4.3-	Resumo Informativo dos Parâmetros Médios Encontrados em 1 Metro Estere.....	24
V-	<u>CONCLUSÕES</u>	26
VI-	<u>BIBLIOGRAFIA CONSULTADA</u>	27
VII-	<u>ANEXOS</u>	30

INDICE DE QUADROS.

QUADRO I - RESULTADOS (MÉDIAS), POR ESPÉCIE, QUANTIDADE DE TORAS
PESO(Kgs) E VOLUME REAL (m^3 XILOMETRO E SMALIAM).....20

QUADRO II - DEMONSTRATIVO MÉDIO DA PARTICIPAÇÃO DAS ESPÉCIES EM
QUANTIDADES DE TORAS, PERCENTAGEM E SEU DIAMETRO
MÉDIO ENCONTRADOS EM 1 METRO ESTERE DE LENHA.....21

QUADRO III- DISTRIBUIÇÃO DAS TORAS POR CLASSE DIAMÉTRICA.....23

RESUMO.

O trabalho aqui apresentado, trata de um estudo feito na Indústria Alimentícia Verdes Mares Ltda. localizada no município de Patos- PB, distante cerca de 5 kms do centro da cidade, antiga consumidora de lenha da região. Analizando e acompanhando o consumo frequente deste recurso por uma caldeira responsável pela emissão de calor em forma de vapor para o processamento do doce, seu principal produto, foi possível coletar dados dendrométricos que caracterizaram o metro estere de lenha, volume mais comercializável na região, que, conjuntamente com o acompanhamento da demanda diária da caldeira, indicaram um consumo mensal médio de 30 metros estereres de lenha, chegando a quase 360 metros por ano. Dado o atual contexto em que se encontra a exploração de madeira do Estado e considerando as evidências de escassez apresentadas pelo balanço energético (IBAMA 1993), foi possível afirmar que o proprietário, que compra lenha de terceiros, precisará de uma área de mata nativa mínima de 200 ha, considerando que 1 ha de mata nativa de caatinga próxima a Patos pode fornecer, em média 29,5 st/ha, desde que a mesma seja explorada sob regime de rendimento sustentado, e que a capacidade produtiva da indústria não cresça, objetivando evitar um futuro colapso no seu abastecimento energético.

I- INTRODUÇÃO.

" A madeira é acima de tudo uma fonte de energia solar barata e renovável."

Sendo a madeira um energético renovável, de fácil e barata obtenção comparada às outras fontes convencionais de energia como o petróleo e a energia elétrica, as indústrias, de modo particular as alimentícias do sertão paraibano, preferem a lenha oriunda da mata nativa da caatinga.

No Brasil, a lenha ocupava, em 1991, a 2ª posição no consumo total de energia primária renovável, com 17% de participação.

A nível de nordeste, ela participou com 29% no consumo total de energia primária sendo o produto mais consumido em toneladas equivalentes de petróleo (tEPs).

Na Paraíba, o setor industrial é responsável por 13,2% do consumo de lenha, com 30.000 tEPs e o ramo mais estável é o de alimentos e bebidas. (Leimar 1992).

Dados do IBAMA (1993), indicam a existência de mais de 8.000 indústrias ligadas ao setor florestal paraibano, e a lenha é o primeiro energético, 46% da matriz energética representando 26% do consumo residencial.

Consumindo anualmente 5.820.000 de esteres(st) de lenha, o balanço energético paraibano apontou apenas mais 28 anos de auto abastecimento, com o manejo atendendo a 50% desse consumo.

A indústria levantada em questão é a Alimentícia Verdes Mares Ltda., que possui uma caldeira horizontal "Linard".

Ela é responsável por um consumo diário em torno de 1,5 a 2,0 metros esterres (mst) de lenha, oriundas do sertão paraibano, distando aproximadamente 30 kms da fábrica, chegando a um consumo mensal médio da ordem de 30 mst.

A grande preferência é pela espécie jurema-preta (Mimosa hostilis), entre outras como o marmeleiro (Croton sp), a catin-gueira (Caesalpinia pyramidalis), o mofumbo (Combretum leprosum), as quais nem sempre possuem um bom poder calorífico, mas justificam sua aquisição devido, por enquanto, à sua fácil obtenção.

Dependendo de terceiros para suprir a demanda energética, pois o proprietário da fábrica não possui área própria para obtenção de lenha, já houve período em que o abastecimento foi insuficiente, provocando a aquisição de lenha de baixa qualidade, resultando na queda do rendimento e em conseqüente aumento nos custos de produção do doce.

Dado o contexto preocupante em que se encontra a cobertura florestal regional, merecem atenção trabalhos de pesquisa voltados para esta realidade.

Daí surgiu a necessidade de se realizar o levantamento do consumo lenheiro desta indústria, com a finalidade de se ter em mãos informações que possam refletir a real dimensão do volume de madeira da caatinga que está sendo consumida, procurando através de princípios de manejo sustentado, conservar o máximo possível deste recurso tão importante para a vida do sertanejo.

II- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.

III.1 -A UTILIZAÇÃO DA LENHA: UMA REALIDADE PREOCUPANTE.

Em 1980, a FAO afirmou que quase a metade da população mundial dependia de um combustível para satisfazer suas necessidades energéticas, a madeira.

Em alguns dos países africanos mais pobres, mais de 90% da energia consumida provinha da madeira.

No Brasil, cerca de 84% do total de madeira produzida foi utilizada para energia.

A FAO (1981), mostrou que faltavam 400 milhões de m³ de lenha para suprir o déficit mundial.

Com relação à Paraíba, Leimar (1992) revelou que de 1980 a 1988 a lenha caiu de 61,6% para 33,6% na participação, em tEP, no consumo total de energia estadual, perdendo para os derivados da cana-de-açúcar.

De acordo com os dados apresentados pelo Projeto de Desenvolvimento Florestal Integrado no Nordeste, a Paraíba se encontra apenas com 33% de seu território com cobertura florestal, existindo 23.000 ha em unidades de conservação.

O PNUD/FAO (1993), informou que a oferta atual de energéticos florestais no estado é de 163.389.000 st estando a oferta sustentada em 3.627.000 st /ano, não sendo suficiente para atender uma demanda de 5.820.000 st/ano, tendo, as indústrias do estado, participação de 1.700.000 st nesta demanda.

A participação florestal no balanço energético chega a ser

de 46% , como informa o IBAMA(1993).

Apresentado pelo Nordeste Florestal(1993), a floresta natural do nordeste, a caatinga , fornece ao produtor rural praticamente tudo o que necessita para sobreviver em região tão árida . Ao longo de muitos anos, ela tem suprido a maior parte da energia necessária as atividades produtivas e à subsistência da população sendo a lenha e o carvão vegetal importante fonte de renda para o agricultor nordestino.

Na Paraíba, a exploração intensa da caatinga no interior do estado vem provocando o empobrecimento gradativo da cobertura florestal .

Já Paula (1982), citou que dentre as espécies produtivas de madeira para carvão e uso direto como fonte primária de energia na caatinga temos: Caesalpinia ferrea (jucá) , C. pyramidalis (catingueira), Mimosa caesalpinifolia (sabiá), M. acutistipula (jurema preta), Piptadenia macrocarpa (angico vermelho), Prosopis grandulosa (algaroba), Schinopsis brasiliensis (braúna), Helicteres sp e Croton sp (marmeleiro branco e preto).

No semi-árido, afirmou Leimar (1992), toda a lenha para consumo local ou não, residencial ou industrial, provém de matas nativas, não se registrando reflorestamento para utilização da madeira como combustível. Apesar de uma cobertura pobre a derrubada de árvores ou arbustos serve para obtenção de varas e estacas utilizadas na construção de casas e cercas, obtenção de carvão vegetal e para queima direta como lenha.

Confirmou, ainda, que os grandes responsáveis pelo desmatamento da caatinga são dentre outros: o consumo de lenha nos

grandes centros (residencial e industrial), o consumo de cerâmicas locais e a obtenção do carvão vegetal. É legítimo afirmar que, considerando o período de seca, onde a caatinga demora mais a regenerar-se, associado a velocidade do desmatamento, em bem pouco tempo o quadro de escassez de lenha ficará bem confirmado.

II.2- RENDIMENTO SUSTENTADO NO MANEJO DA CAATINGA.

Oedekoven & Schwab apud Thibau 1982, confirmou que rendimento sustentado é o objetivo para se manejar uma propriedade florestal para a produção contínua com a finalidade de obter, no mais breve tempo, um equilíbrio entre o corte e a produção, anualmente ou por longos períodos de tempo.

O IBAMA (1992), avisou que sempre que seja possível conhecer com boa precisão a disponibilidade de recursos florestais na região, sua distribuição espacial e sua relação com outros usos da terra, além de sua demanda, a execução de balanços projetados, segundo diversas hipóteses de consumo e produção, possibilitará a estimativa das áreas e estoques florestais futuras entre outras ações.

Outra importante informação é que quando se realiza corte seletivo para produção sustentada (conservando árvores com diâmetro na base menor que 8 cm), os estoques energéticos exploráveis terão, na região do seridó do RN, próxima a cidade de Patos, valores médios variando entre 17,5 e 57,7 st/ha para diferentes tipos florestais ali encontrados. Acrescenta que a média ponderada para os tipos florestais, dá um volume obtido, após corte seletivo, de 29,5 st/hectare.

Thibau (1982), evidenciou que o principal objetivo da técnica de produção sustentada é determinar para cada tipologia, o intervalo entre cortes sucessivos. Para efetivar a produção e possibilitar a regeneração é necessário que as áreas exploradas sejam protegidas contra incêndios, pastoreio nos primeiros anos de vedação, e em alguns casos, desbastes seletivos especialmente de cipós.

A possível substituição por reflorestamento, tem como principal objetivo ordenar a produção em cada reserva florestal por um ciclo de rotação compatível com sua regeneração, de sorte que sempre se tenha lenha disponível para exploração.

O conceito metodológico a ser aplicado na produção sustentada de lenha visa a idéia de estabelecer contingente constante por ano, podendo a área de exploração anual variar, logicamente em função da tipologia e rendimento por hectare envolvido.

Como informado no projeto Floram 1990, existem informações acumuladas sobre as variações da produtividade silvicultural em função de condicionantes ambientais relativos a diferentes partes do globo.

Os fatores responsáveis por tais variações da produtividade florestal são relativamente conhecidos quando visualizados separadamente. Entretanto, apresentam grande dificuldade de caracterização quando considerados em sua interação coletiva. São faixas de fatores variáveis de região para região e até de caso para caso. Numa listagem, e independente das possíveis combinações entre vários deles, os principais fatores atuando sobre os índices de produtividade podem ser discriminados como segue:

Intensidade de insolação, concentração de CO₂, disponibilidade de água, composição do solo, a temperatura ambiente, genótipo vegetal e a intervenção humana no processo produtivo silvicultural.

Brito (1981), confirmou que o Brasil é um país com altíssima vocação florestal, apresentando condições edafoclimáticas excelentes em extensas áreas para a implantação de florestas para uso industrial racionalizado.

Caracterizando-se como renováveis, declarou ~~LIMA~~ (1993), as fontes de origem vegetal não são necessariamente inexauríveis, especialmente a exploração de madeira como produtos energéticos. Utilizando espécies da caatinga como o marmeleiro (Croton sonderianus wild), catingueira (Caesalpinia pyramidalis Tull), Mofumbo (Combretum leprosum Mart), o autor obteve resultados satisfatórios no sertão do Ceará, para incremento médio anual (IMA) em altura destas espécies realizando manejo visando a produção sustentada de lenha, citando que sua metodologia é viável para o nordeste semi-árido uma vez que o corte raso em faixas alternadas garante uma cobertura florestal mínima das áreas em exploração de pelo menos 50% de cada talhão e conseqüentemente o suprimento de sementes para que ocorra a regeneração natural por sementes.

Lembrando Thibau (1982), que falou sobre levantamentos realizados indicando que o intervalo entre intervenções na mata é de 6 anos para a caatinga arbórea, sendo esperado em média a produção de 50 st/ha.

Carvalho (1984), considerou que cada planta é regeneração da outra de dimensões imediatamente superiores, dentro da mesma espécie e que para se estudar a regeneração natural e chegar a definição de parâmetros, que possibilitem um manejo adequado, deve se considerar dentre outros os seguintes aspectos: O estudo da estrutura da regeneração, o crescimento e os tratamentos silviculturais a serem aplicados na floresta. Citou, ainda, que o volume de um povoamento varia em função da capacidade produtiva do solo e da distribuição irregular das espécies, por esse motivo não é de se esperar que a divisão da área em partes iguais vá corresponder à divisão do volume também em partes iguais.

Se o objetivo é retirar o mesmo volume em cada ano, pode-se relacionar as produções volumétricas e as concentrações de espécies em função da área. Agindo assim os sítios de alta produtividade devem ter áreas menores e aqueles de baixa produtividade devem ter áreas maiores; ou também menor área para uma maior concentração de espécies e vice-versa.

Deve-se considerar, ainda, que o número de áreas parciais é função inversa da velocidade de crescimento, ou seja para um crescimento mais lento será necessário um maior número de áreas parciais.

Simões et al (1981), chamam de regeneração, o processo de recuperação da floresta que lhe confere condições de continuidade de crescimento, visando à nova rotação para produção de madeira, e diz que a idade de corte refere-se ao tempo necessário para que uma floresta, ou parte dessa, cresça e produza ótima quantidade de madeira.

A definição técnica da idade de corte pode ser obtida em razão do crescimento da floresta. Para isso, deve haver um acompanhamento por meio de parcelas permanentes representativas onde, de ano em ano, são medidos o diâmetro, a altura e o volume das árvores, obtendo-se o incremento médio anual e o incremento corrente anual; quando o incremento do ano passar a ser menor que o médio até a idade correspondente a última medição, tendendo portanto a abaixar a média geral de produção da floresta, este seria o ano para a sua exploração .

II.3- A IMPORTANCIA DA VOLUMETRIA NO PLANEJAMENTO FLORESTAL.

Scolforo (1993), afirmou que para estabelecer uma base consistente e precisa de dados que possibilitarão a implementação e análise de propostas ou planos de manejo sustentado é importante quantificar o volume real das árvores ou de partes destas.

O mesmo citou que uma das maneiras de se calcular o volume real é pelo princípio do deslocamento da água, através do uso do xilômetro. Consistindo de um tambor metálico no qual é feita graduação, podendo ser em litros ou em decímetros cúbicos, ou múltiplos. Estando em nível, é cheio de água até o ponto que corresponde ao zero da graduação; a partir daí adiciona-se quantidades constantes e conhecidas de água. A mudança de nível ocorrida a cada acréscimo de água, indica um novo volume.

Seu uso é limitado à pesquisas e eventualmente numa condição muito excepcional, à áreas de vegetação sem fuste principal definido, com tortuosidade e onde o acesso ao local de medição é fácil, como a caatinga.

Finger (1992), afirma que a determinação rigorosa do volume é entendida como a cubagem rigorosa de uma árvore e o volume da tora é obtido pelo somatório dos volumes parciais das seções e quanto menor o comprimento da seção, tanto mais próximo será o volume calculado do volume verdadeiro.

Um dos métodos de cubagem rigorosa é o de Smalian, citado por Scolforo (1993), o mesmo exprime que o volume de cada sub-tora é obtido, pelo produto da média aritmética das áreas seccionais dos extremos da seção, pelo seu comprimento, cuja fórmula é dada por:

$$V = [(g_i + g_{i+1})] / 2 \times L \text{ onde:}$$

V = Volume da seção considerada. (Sub-tora)

g_i = Área seccional do extremo da seção.

g_{i+1} = Área seccional do outro extremo da seção.

L = Comprimento da seção.

Colocando, ainda, que para se fazer cubagem rigorosa em floresta nativa de caatinga, é inevitável o abate da árvore, devido a enfermidade de galhos e/ou pela falta de fuste principal, já que a utilização desta madeira é para lenha ou carvão.

Finger (1992), também expôs que quando ocorrem irregularidades nos troncos, seja devido a existência de galhos, nós, o ponto de medição pode ser transferido para o local onde o tronco volta ao normal.

O mesmo, disse também que a madeira comercializada empilhada possui volume em metros esterres (mst), volume aparente de madeira contido em 1 metro de largura por 1 metro de altura e 1

metro de profundidade, e necessita de um fator de cubicação ou de conversão para se conhecer o volume sólido ali existente. Este valor varia de acordo com a espécie, classe de diâmetro, tortuosidade e comprimento dos toretes; é o fator de forma da pilha, dado por:

$F_c = V_r/V_a$ onde: V_r = Volume real ou sólido

V_a = Volume aparente.

A altura das pilhas varia de acordo com o método de empilhamento, manual ou mecânico.

Na região estudada, a madeira oferecida as indústrias é apresentada ordenadamente dentro do espaço de 1 metro cúbico (mst). Como mostrou Leimar (1992), o volume desta madeira depende da densidade da lenha e de seu teor de umidade, das formas e dimensões das toras e da perícia com que é empilhada.

Torquato (1983), divulgou que se quisermos descobrir a quantidade de esteres que um metro cúbico pode produzir, lançamos mão do fator de empilhamento (f_e) que é a razão entre o volume de madeira empilhada (st) e o volume sólido de madeira (m^3).

Assim, $1/f_e$ é a expressão da porcentagem de material sólido que um estere de madeira contém.

Na realidade, dependendo da utilização e do meio de transporte, as árvores são desdobradas em toras maiores ou menores que um metro, e o estere toma diferentes formas, e a arrumação das pilhas sofre influência do método de empilhamento. Estes dois fatores, o comprimento das toras e a arrumação destas na pilha afetam a quantidade de material sólido existente por unidade de

volume empilhado.

Ao se fazer o reempilhamento mecânico de uma pilha de madeira, o fator de empilhamento aumenta e o de cubicagem diminui.

Outra variável a se considerar na volumetria é o peso da madeira. Scolforo (1993) comentou que pode se usar uma densidade aparente média e através da pesagem do veículo, que transporta a madeira, pode se obter o volume (para tal desconta-se o peso do caminhão vazio).

$$V = F / d, \text{ onde:}$$

V= Volume em cm^3 .

F= Peso em gramas.

d= densidade em gramas / cm^3 .

Como esta densidade varia muito, a medida que, após o corte, pode se deixar a madeira mais ou menos tempo no campo, pode se obter o volume ou peso verde da madeira com muito boa precisão fazendo uso do xilômetro.

II.4- ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE MADEIRA E ENERGIA.

Brito (1981), relatou que na escolha de espécies de madeiras para fins energéticos, devem ser levados em conta diversos parâmetros físicos e químicos que influem em suas propriedades de modo a que se possa alcançar o máximo de aproveitamento da energia gerada. Uma das mais importantes propriedades de um combustível é seu poder calorífico que é obtido pela queima de uma quantidade conhecida de combustível, medindo-se o calor liberado, encontrando-se, em madeiras, valores entre 3.000 e 5.400 Kcal/Kg .

Diniz (1981), defendeu que uma caldeira é tão boa quanto a sua fornalha, que é o lugar ou espaço onde se inicia e se completa a combustão. Geralmente a lenha possui:

MATERIAL VOLATIL	-	70 a 75%
CARBONO FIXO	-	20 a 27%
CINZAS	-	0,5 a 2%

A queima de lenha se dá em três estágios:

- Secagem, de fora para dentro, dependendo do diâmetro.
- Destilação e queima dos voláteis. Alto teor de voláteis.
- Queima do carbono fixo, 400 a 550 °C de temperatura.

Numa fornalha temos as três fases ocorrendo simultaneamente, pois a lenha é continuamente alimentada e há interferência do vapor d'água que desprende-se no primeiro estágio com a destilação e assim por diante.

O caldeireiro alimenta a caldeira quando há demanda de vapor, porém se os troncos são grandes a sua ação reguladora de produção somente ocorre quando talvez já não haja demanda de vapor, ocorrendo grandes flutuações de carga.

Lima (1993), comentou que além da pressão exercida sobre a caatinga, outros fatores contribuem para o uso inadequado desta formação florestal, tais como:

- FATORES CLIMATICOS
- DESCONHECIMENTO SOBRE O COMPORTAMENTO DA PROPRIA COBERTURA FLORESTAL.
- FATORES ECONOMICOS, SOCIAIS E CULTURAI
- POLITICA FLORESTAL INADEQUADA PARA A REGIAO.

Lima (1992), concluiu que prescindimos de uma política energética que antevêja os problemas futuros, com relação ao desenvolvimento e a energia, estabelecendo metas agora a serem atingidas quando tais problemas se fizerem presentes.

Evidenciou que precisamos eliminar, urgentemente, o preconceito de que país que utiliza lenha e carvão não é país desenvolvido .

Por fim, lembrou que a madeira não é apenas uma alternativa como muitos apregoam, e, sim, uma realidade.

III- MATERIAL E MÉTODOS.

As atividades foram realizadas na Indústria Alimentícia Verdes Mares Ltda., localizada na cidade de Patos, distando cerca de 5 kms do centro, durante o decorrer do expediente normal de trabalho (8 hs/ dia).

Inicialmente foi necessário definir estratégias de acompanhamento do consumo de lenha da indústria, bem como discutir a efetivação dos tipos de medições mais precisas e práticas possíveis objetivando uma coleta de dados mais confiáveis .

Buscando-se conhecer a situação estrutural e funcional da empresa estudada, adotou-se o questionário elaborado pelo IBAMA em seu Plano de Manejo Florestal para a Região do Seridó do RN (1992), quando da realização da amostragem do setor industrial. Anexo 1.

As informações foram fornecidas pelo proprietário da empresa e também pelo seu assistente de produção.

Posteriormente passou-se à fase de levantamento de dados, constituindo de um acompanhamento do consumo diário de lenha na fábrica e da análise dendrométrica da lenha utilizada em questão.

III.1- ACOMPANHAMENTO DO CONSUMO DIÁRIO DE LENHA NA INDÚSTRIA.

A lenha chega na indústria em caminhões que a colhem na mata a uma distância aproximada de 30 Kms, com toras de aproximadamente 1 metro de comprimento, sendo a carga, medida com fita diâétrica, utilizando a seguinte fórmula:

$$VOL \text{ mst} = L \times Am \times C, \text{ onde:}$$

L = largura da carga

Am = Altura média da carga.

C = comprimento da carga.

Depois que se confere o volume, em média 20 mst por caminhão, é feito o pagamento, valendo em 06/10/94, R\$ 4,4 o metro estere.

Em seguida a lenha é arremessada desordenadamente para dentro do pátio de estocagem, secando ao ar livre. Havendo o inconveniente de que, a lenha posicionada mais perto da caldeira conter um maior teor de umidade que aquela localizada mais distante, devido ao seu menor tempo de estocagem.

O fornecimento de lenha para a caldeira está diretamente relacionado com a manutenção da pressão que é fornecida aos tachos. Estes contém a matéria-prima e os componentes necessários ao processamento do doce.

Existem 5 tachos, que, necessariamente, não operam com carga total diariamente, considerando que quanto mais tachos forem colocados em operação mais lenha será consumida.

Aproximadamente de 15 em 15 minutos se coloca uma fornada que tem seu intervalo e quantidade de lenha, proporcionais ao

número de tachos em operação, necessitando de uma pressão constante de 110 lbs/pol ou 7,5 kgf/cm², qualquer que seja o número de tachos operando. Os parâmetros foram assim observados:

A lenha era empilhada, em metros esterres, e no final do dia era medida a parte que não foi consumida conhecendo-se, assim, a quantidade de metros esterres consumidos por dia.

Anotava-se, também, a quantidade de tachos em operação.

A quantidade de toras que era fornecida à caldeira, em fornadas, era acompanhada durante todo o dia, anotando-se a respectiva espécie. Obtendo-se, então, a percentagem de jurema, marmeleiro, catingueira e outras em relação ao total consumido.

Através da contagem do número de toras em cada metro, obteve-se um valor médio que também serviu para estimar, pela quantidade de toras das fornadas, o consumo diário em metros esterres, (mst).

III.2- PARAMETROS DENDROMÉTRICOS LEVANTADOS, POR METROS ESTERES, NA MADEIRA UTILIZADA .

Neste período foram analisados separadamente alguns mst com intuito de se obter os seguintes dados, em médias:

Quantidade de toras em 1 mst. (Toras).

Frequência por espécie (%).

Distribuição por classe diamétrica (% de espécie por classe)

Peso por metro (Kgs).

Volume real (m³).

Procurou-se empilhar 1 metro estere de lenha medindo-se 1 m de largura por 1 m de altura por 1 metro de profundidade. Para isto foi utilizado uma fita diâométrica de aço de 7,5 m que possui de um lado a escala métrica convencional, que serve para medir circunferência e de outro a escala para medição direta de diâmetros.

Optou-se por formar o metro, com lenha oriunda do pátio de estocagem, de forma aleatória, como praticada pelo caldereiro.

As toras eram separadas, por espécies de maior ocorrência, em jurema, marmeleiro, catingueira e outras.

III.3- MEDIÇÃO DO VOLUME PELO MÉTODO DE SMALIAM.

Com o auxílio da fita diâométrica anteriormente citada, foram tomados o comprimento de cada tora e o diâmetro nas suas duas extremidades, para se obter o volume utilizando a fórmula:

$$V_t = [(g_i + g_{i+1}) / 2] \times L, \text{ sendo:}$$

V_t = Volume da tora

g_i = Área seccional da extremidade da tora.

g_{i+1} = Área seccional da outra extremidade.

L = Comprimento da tora .

A tabulação destes dados, em anexo, foi feita utilizando-se o software SUPERCALC 4 (SC 4), através do qual obteve-se as áreas seccionais nas extremidades das toras e os seus respectivos volumes.

III.4- PESAGEM DA LENHA.

A lenha era pesada logo após a medição das toras, em balança romana com capacidade para 300 Kgs, realizando-se várias pesagens devido a tortuosidade da lenha e a separação por espécies.

Esta variável foi utilizada, com a finalidade de descobrir uma densidade para cada espécie, objetivando facilitar a obtenção do volume em locais onde não se disponha de aparelhos para esta fim.

III.5- MEDIÇÃO DO VOLUME PELO XILOMETRO.

Após a pesagem, as toras eram submergidas no xilómetro contendo água.

O aparelho consiste de um barril de metal de 1,30 m de altura por 60 cm de diâmetro. Contendo uma mangueira transparente de 0,5 polegada e 40 cm de comprimento, acoplada, verticalmente, externamente, tendo ligação com a parte interna do aparelho.

Foi graduada em decímetro cúbico (dm^3), considerando que 1 litro = $1 dm^3$, da seguinte forma:

Colocou-se água no barril até atingir o zero da graduação; daí em diante, adicionou-se quantidades iguais de 1 litro com uma proveta de 1.000 ml. A cada litro acrescido, era indicado, na mangueira, um novo volume de $1 dm^3$. Procedeu-se assim até atingir $50 dm^3$.

As toras eram submergidas em feixes, após a pesagem, tomando-se o cuidado de partir ao meio aquelas acima de 1,30 de comprimento para que todas ficassem submersas.

IV - RESULTADOS E DISCUSSÕES.

As avaliações e os acompanhamentos foram realizados no período de 4 semanas e os resultados serão demonstrados a seguir .

QUADRO I- RESULTADOS (MÉDIAS) POR ESPÉCIE, QUANTIDADE DE TORAS, PESO (Kgs), VOLUME REAL (M³- XILÔMETRO E SMALIAM).

ESPÉCIES	QTD TORAS	PESO Kgs	VOL XI M ³	VOL SMA M ³
Jurema	122	256	0,240	0,309
Marmeleiro	56,5	67,5	0,077	0,082
Catingueira	28,5	36	0,032	0,027
Outras	27	31,5	0,033	0,035
TOTAL	234	391	0,382	0,453

É importante salientar que o resultado do xilômetro nos fornece um fator de empilhamento médio de 2,6 mst/m³, ou seja cada metro estere contém em média 39% de material sólido.

QUADRO II - DEMONSTRATIVO MÉDIO DA PARTICIPAÇÃO DAS ESPÉCIES EM QUANTIDADE DE TORAS, PERCENTAGEM E SEU DIÂMETRO MÉDIO ENCONTRADOS EM 1 METRO ESTERE DE LENHA.

ESPÉCIE	QTD TORAS	% NO METRO	DIAM. MÉDIO (cm)
Jurema	123,7	55,2	4,9
Marmeleiro	60,0	26,8	3,9
Catingueira	23,3	10,4	3,9
Outras	17,0	7,6	3,8
TOTAL	224	100,0	

A jurema, é certamente, a mais preferida por produzir calor por peça queimada, durante mais tempo do que as outras espécies, segundo informações do caldeireiro, e foi possível constatar que quase sempre esta é consumida com menor teor de umidade do que as outras, possuindo também um diâmetro superior, e um maior número de toras, chegando, em algumas fornadas, a mais de 75 % do total.

4.1 - CONSUMO MÉDIO DIÁRIO DA CALDEIRA :

1º DIA =	552 TORAS,	aproximadamente	2,46 Mst.
2º DIA =	337 TORAS,	aproximadamente	1,50 Mst.
3º DIA =	332 TORAS,	aproximadamente	1,48 Mst.
4º DIA =	368 TORAS,	aproximadamente	1,64 Mst .

TOTAL =	1589 TORAS,	aproximadamente	7,06 Mst.
MÉDIA =	397,3 TORAS	aproximadamente	1,77 Mst/dia.

Considerando que a caldeira , normalmente, opera 4 dias por semana, e que no primeiro dia foram utilizados 5 tachos enquanto que nos outros dias variou-se entre 3 e 4 tachos, influenciando no fornecimento de lenha, este seria o consumo semanal. Considerando -se a média de toras encontrada, chegamos a um consumo mensal aproximado de 30 mst.

4.2- DADOS DA CALDEIRA:

Marca: LINARD Modelo: Horizontal Cilíndrica
Ano: 1977 N: SE 440
Comprimento: 3,0 metros Diâmetro: 1,20 metros
Pressão de regime: 120 lb
Capacidade de produção de vapor: 820 Kg/Hr
Consumo de combustível: 0,33 m³/hora.

QUADRO III - DISTRIBUIÇÃO DAS TORAS POR CLASSE DIAMÉTRICA.

CLASSES (cm)	1 ^o METRO	2 ^o METRO	3 ^o METRO	MÉDIA
I - 2,0 a 5,0	82 %	75 %	56 %	71 %.
II - 5,1 a 8,0	13,7%	21,7%	36,7%	24 %.
III - 8,1 a 11,0	3 %	2,9 %	7,3 %	4,4 %.
IV -11,1 a 15,0	0,9 %	0,4 %	—	0,5 %.
V -15,0 acima	0,4 %	—	—	0,1 %.

A lenha das fornadas é heterogênea, muitas vezes nem está totalmente seca e seus diâmetros variam de 2,0 a 15,0 ou mais centímetros com comprimento geralmente superior a 1,0 metro.

Como 95% destas toras possuem diâmetro inferior a 8,0 cm no final do mês do total de lenha consumido, 28,5 mst possuirão estes diâmetros.

Para a classificação dos diâmetros, no quadro acima, utilizou-se o maior diâmetro da peça.

4.3 - RESUMO INFORMATIVO DOS PARAMETROS MÉDIOS ENCONTRADOS
EM 1 METRO ESTERE .

QUANT. DE TORAS	224
PESO	391 Kgs.
VOLUME REAL (x11)	0,382 M ³ .
VOLUME REAL (Sma)	0,453 M ³ .
FATOR DE EMPILHAMENTO	2,6 Mst/M ³ .
FATOR DE CUBICAÇÃO	0,38 M ³ /Mst.
COMPRIMENTO DAS TORAS	117 cm
DIAMETRO DAS TORAS	4,5 cm
% DE JUREMA	55,2 %
% DE MARMELEIRO	26,8 %
% DE CATINGUEIRA	10,4 %
% DE OUTRAS	7,6 %

O quadro acima, mostra, entre outras coisas, uma diferença entre o volume obtido pelo xilômetro e o calculado pela fórmula de Smaliam. Isto se deve ao fato de que tais resultados, apesar de medidos na mesma pilha, foram obtidos de quantidades diferentes de metros esterres. Quanto às percentagens, foram obtidas considerando tanto os metros medidos como os acompanhamentos diários de consumo da caldeira.

Precisam ser feitas algumas considerações sobre o tema abordado e a atual situação da empresa para o enriquecimento destas discussões.

O Estado da Paraíba, não explora nenhuma fonte de combustível fóssil, nem dispõe de produção ou refino de petróleo e não consome carvão vapor ou metalúrgico.

A atual situação alarmante em que se encontram os recursos florestais na região paraibana, possuindo apenas 33 % de cobertura vegetal, capaz de atender a demanda dos produtos florestais por mais 28 anos.

A possível ampliação da capacidade produtiva da indústria em questão e demais indústrias da região que usam matéria florestal, somada ao crescimento populacional que aumenta direta ou indiretamente a exploração destes recursos naturais renováveis.

O prognóstico da aptidão agrícola e preocupação com os zoneamentos agro-ecológicos e ecológico-econômicos .

A exploração da mata nativa vem sendo feita de forma empírica e sem planejamento no que se refere à produção sustentada.

A indústria consome cerca de 30 mst ($11,2 \text{ m}^3$) de lenha / mês.

De acordo com os resultados emitidos pelo IBAMA em seu plano de manejo florestal para o seridó do RN, de 1 ha de mata nativa de caatinga naquela região após corte seletivo, são obtidos em média 29,5 st e no mínimo 23,9 st.

Sob regime de manejo sustentado, 1 ha de mata nativa leva 13 anos para atingir seu potencial produtivo original através de regeneração natural.

VI- CONCLUSÕES.

Por tudo que já foi exposto e discutido conclui-se que, a indústria consome diariamente 1,77 st ou $0,68 \text{ m}^3$ de lenha, com o predomínio da espécie jurema-preta (Mimosa hostilis). Considerando um consumo de lenha anual em torno de 360 metros esterres (aprox. $138,5 \text{ m}^3$), e sendo necessários 13 ha/ano de mata nativa para que, em sistema de manejo sustentado, possa ser retirado volume suficiente para manter seu estoque energético, é que podemos propor a aquisição de uma área, contínua ou não, de no mínimo 200 ha de mata nativa oriunda do sertão paraibano, área esta passível de modificação com o passar do tempo em função de provável ampliação da capacidade produtiva da indústria em estudo.

Pode-se, também, recomendar outros estudos dentro da empresa no que diz respeito à melhoria de rendimento da caldeira, bem como a um melhor conhecimento sobre as qualidades dendroenergéticas desta lenha, tais como determinação do seu poder calorífico e teor de umidade, incluindo o controle da secagem da madeira, dentre outras.

VII- BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.

- BRITO, J.O. et al, Usos diretos e propriedades da madeira para geração de energia. Anais do 3o Congresso Florestal Brasileiro, vol II, Belo Horizonte-MG, 1981.
- CARVALHO, J.O.P, Manejo de Regeneração Natural de Espécies Florestais. Belém-PA: EMBRAPA-CPATU, 1984, 22p.
- DINIZ, V. Y., Caldeiras a lenha. In: Gaseificação de madeira e Carvão Vegetal. CETEC, Belo Horizonte, 1981. 131 p.
- FAO. Madeira Para Produzir Energia. Informe Sobre Questiones Forestales Ng 1, Roma - Itália: 40 p.
- FINGER, C.A.G, Fundamentos de Biometria Florestal. Santa Maria-RS: UFSM, 1992. 269 p.
- LIMA, C.R, Madeira: Fonte Alternativa e Renovável de Energia I. In: Encontro Brasileiro em Madeira e em Estruturas de Madeira. 4. São Carlos, 1992.
- LIMA, C.R, Madeira: Fonte Alternativa e Renovável de Energia II In: Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira. 5. São Carlos, 1992.

LIMA, M.F., et al., Efeito da Recuperação da Caatinga Submetida ao Manejo Visando a Produção Sustentada de Lenha. Anais 1o Congresso Florestal Panamericano e 7o Congresso Florestal Brasileiro. Curitiba, 1993.

OLIVEIRA, Leimar de, Estimativa do Consumo de Lenha do Setor Residencial do Semi-árido Paraibano. Campina Grande: COPELE/UFPB, 1992. 124 p. Dissertação (M.sc. Engenharia Elétrica). Universidade Federal da Paraíba, COPELE, 1992.

FNUD/FAO/BRA/87, Plano de Manejo Florestal p/ a Região do Seridó do RN. Vol II-Def. de Estratégias. Natal-RN: 1992.

FNUD/FAO/BRA/87, Plano de Manejo Florestal p/ a Região do Seridó do RN. Vol III- Plano de Manejo. Natal-RN: 1992.

FNUD/FAO/BRA/87, Nordeste Florestal. Informativo do PDF Nº 1 João Pessoa-PB: abril-maio/1993. 4p.

FNUD/FAO/IBAMA/SUDENE. Desenvolvimento Florestal Integrado no Nordeste. I Reunião sobre desenvolvimento do setor florestal no nordeste. Recife: FNUD/FAO/IBAMA/SUDENE, 1993 s.p. (Documentos e Relatório Final).

RODÉS, L., BARRICHELO, L.G.E., FERREIRA, M. A biodiversidade e o projeto FLORAM: produtividade x condições ambientais. In: PROJETO FLORAM-UMA PLATAFORMA, 4, 1990, São Paulo. p 175-200

SCOLFORO, J.R.S; FILHO, A.F, Mensuração Florestal 2: Volume
tria .Lavras-MG: ESAL, 1994. 126p.

SIMÕES et al, Formação, Manejo e Exploração de Florestas
com Espécies de Rápido Crescimento, IBDF, Brasília, 1981. 126p

THIBAU, C.E, Florestas Energéticas- Produção Sustentada de
Lenha Para Energia. Anais do 4o Congresso Florestal Bra -
sileiro, Belo Horizonte-MG; 1982. p 517-523.

TORQUATO, M.C, Fator de Empilhamento - Implicações Técnicas
na Medição da Madeira Empilhada. São Paulo-Sp, ANAIIS-IUFRO
Sociedade Brasileira de Silvicultura, Mai/Jun 1983. p 230.

ANEXO 1.

QUESTIONARIO PARA AMOSTRAGEM DO SETOR INDUSTRIAL (IBAMA 1992).

I- Informações gerais sobre a empresa.

Razão Social: Indústria Alimentícia Verdes Mares Ltda.

End: BR 230 - Km 327

Município: Patos

Estado: Paraíba

CEP: 58704-000

Telex:

Tel: 421-3357

II- Tipo de Indústria: Alimentícia

III- Principais produtos:

Tipo: Doce de banana e de goiaba.

IV- Combustível consumido:

Comb: Lenha Unidade: Metro estere' Quantidade: 3 Mst/dia

V - Origem do combustível:

Terceiros.

VI- Custo do combustível: R\$ 4,4 /st de lenha.

VII- Distância em média de transporte: 30 Kms

VIII- Possui áreas para obtenção de lenha ?.

NAO

IX - Observações: Pretende trocar a caldeira por uma de maior potência. Opera o ano todo.