

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL DA
TESE DEFENDIDA POR Gisela de An-
drade Brugnara E APROVADA PELA
COMISSÃO JULGADORA EM 31/10/01.

José Tomaz Vieira Pereira
ORIENTADOR

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA

FLORESTAS, MADEIRA E HABITAÇÕES
análise energética e ambiental da produção e uso de madeira
como uma contribuição ao desafio da valorização da
Floresta Amazônica

Autora: Gisela de Andrade Brugnara

Orientador: José Tomaz Vieira Pereira

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENERGIA**

FLORESTAS, MADEIRA E HABITAÇÕES
análise energética e ambiental da produção e uso de madeira
como uma contribuição ao desafio da valorização da
Floresta Amazônica

Autora: Gisela de Andrade Brugnara

Orientador: José Tomaz Vieira Pereira

Curso: Planejamento de Sistemas Energéticos

Dissertação de mestrado apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Planejamento de Sistemas Energéticos

**Campinas, 2001
S.P. – Brasil**

UNIDADE	PC
N.º CHAMADA:	UNICAMP
V.	B833f
T.	47539
PROC.	837102
C	☐
D	☒
PRECOS	R\$ 11,00
DATA	06-02-02
N.º CPD	

CM00163085-5

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

B833f

Brugnara, Gisela de Andrade

Florestas, madeira e habitações: análise energética e ambiental da produção e uso de madeira como uma contribuição ao desafio da valorização da Floresta Amazônica / Gisela de Andrade Brugnara. --Campinas, SP: [s.n.], 2001.

Orientador: José Tomaz Vieira Pereira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Florestas – Conservação - Amazônia. 2. Energia – Conservação. 3. Madeira. 4. Materiais de construção.
I. Pereira, José Tomaz Vieira. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENERGIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

FLORESTAS, MADEIRA E HABITAÇÕES
análise energética e ambiental da produção e uso de madeira
como uma contribuição ao desafio da valorização da
Floresta Amazônica

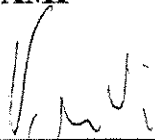
Autora: Gisela de Andrade Brugnara
Orientador: José Tomaz Vieira Pereira



**Prof. Dr. José Tomaz Vieira Pereira, Presidente
FEM/UNICAMP**



**Prof. Dr. Arsênio Oswaldo Sevá Filho
FEM/UNICAMP**



**Prof. Dr. Virgílio Maurício Viana
ESALQ/USP**

Campinas, 31 de julho de 2001

Dedico este trabalho:

Aos meus pais,
que me proporcionaram uma infância junto à natureza
dando-me, assim, a oportunidade de admirar a beleza de
um ipê florido no meio da mata.

A Frans Krajberg,
que despertou em mim, através de sua obra, a vontade
de participar da luta pela preservação dessa beleza.

Agradecimentos

A Ernesto, meu físico predileto e incentivador primeiro desta empreitada, cuja ausência neste último ano foi por mim sentida de muitas maneiras: do companheirismo cotidiano às esclarecedoras aulas sobre a termodinâmica e os outros fenômenos da natureza.

A Sam Cavanagh, amigo divertido, que me introduziu ao tema da energia na arquitetura.

A Thomaz (*inho*), amigo paciente, por ler meus primeiros esboços para o projeto e me apresentar ao Tomaz.

A Tomaz, meu corajoso orientador - e de todos os outros arquitetos que aportam no PSE, por me acolher de pronto mesmo via uma então conexão transatlântica. Pela sua extrema simpatia em nossa primeira e longa conversa ao vivo, quando me contou deliciosas histórias de Minas, pela serenidade contagiante e pelo incentivo de todas as horas.

Aos caríssimos professores Sevá e Virgílio:

A Sevá, pelas aulas memoráveis em “Energia, Sociedade e Meio Ambiente”, com seus mapas estupendos, sua visão sistêmica e por sempre lembrar do mundo além da Universidade. Pela amizade. Pela paciência e disposição com que me recebeu inúmeras vezes, me fazendo ir mais fundo na finalização deste trabalho.

A Virgílio, por sua participação fundamental e estimulante em meu exame de qualificação. Pelos e-mails sempre prontamente respondidos e a eficiência com a qual me pôs em contato com o pessoal da ESALQ. Pelas portas abertas, pelo desafio proposto e pela nova amizade.

Aos meus entrevistados, pela gentileza, sem os quais este trabalho não existiria.

Ao prof. Célio Bermann, Sr. Sérgio Marola, Eng. Flávio Nogueira, Carlos Lima, Kay Damen e ao pessoal da ESALQ: Isandra, prof. Fernando Seixas, prof. Mário Tomazello, Daniela Cury, pelas informações fundamentais.

Aos professores e colegas de curso, a Neusa, Rodrigues, Maria Helena, Sônia e Ana Paula.

A Cleci, Mariana e Juliana, fundamentais presenças femininas.

A Marcelo pelo apoio de anos e a Tatá pelas dúvidas belamente sanadas.

Ao contribuinte brasileiro, aqui representado pelo Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), pela bolsa concedida. Ao contribuinte paulista, pela manutenção desse rico espaço em que se constitui a Universidade Pública, aqui representada pela UNICAMP.

Por fim, para me remeter às raízes de meu universo, à Vera Maria, minha mãe, à Cris e Pat, minhas irmãs, pelo apoio incondicional e por compreender minhas ausências. Pelo amor, de sempre...

*“Atentei outra vez nos baixios indecisos, nas ilhas ou pré-ilhas
meio diluídas nas marejadas – e vi a gestação de um mundo. O que
se me afigurara um bracejo angustioso era o arranco de um
triunfo. Era a flora salvando a terra numa luta onde vislumbra uma
inteligência singular...”*

*Compreendi os mesmos céus resplandecentes e limpos; e que a
terra toda surge à flor das águas e emerge mais e mais, crescendo
na ascensão da seiva das florestas atraídas vigorosamente pelas
energias incomensuráveis da luz.”*

Euclides da Cunha

“Amazônia: a gestação de um mundo”

Um paraíso perdido

Resumo

BRUGNARA, Gisela de Andrade. *Florestas, Madeira e Habitações: Análise Energética e Ambiental da Produção e Uso de Madeira como uma Contribuição ao Desafio da Valorização da Floresta Amazônica*. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2001. 157p. Dissertação (Mestrado)

Neste trabalho faz-se uma análise do consumo de energia e emissões de CO₂ na cadeia produtiva de três sistemas de suprimento de madeira para uso em construções residenciais: (1) madeira proveniente de floresta nativa manejada; (2) madeira proveniente de floresta nativa explorada sem manejo e (3) madeira proveniente de plantações de eucalipto. A sustentabilidade energética da cadeia produtiva é aqui apontada como um critério chave para a classificação da madeira como um material sustentável.

Os resultados demonstram que o manejo da floresta nativa constitui-se no modelo mais recomendável devido ao potencial alcançado na redução da demanda de energia em relação aos outros dois modelos.

Dessa forma, a promoção do uso das madeiras tropicais certificadas é indicada como uma medida de conservação de energia nas construções e como uma estratégia para a conservação da Floresta Amazônica por meio da valorização de um de seus principais recursos.

Palavras Chave

Florestas – Conservação – Amazônia, Energia – Conservação, Madeira, Materiais de Construção.

Abstract

BRUGNARA, Gisela de Andrade. *Forests, Timber and Dwellings: Energetic and Environmental Analysis of Wood Production and Utilisation as a Contribution to the Challenge of the Amazonian Rain Forest Valuation*. Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2001. 157p. Dissertação (Mestrado)

This work carries out an energy consumption and CO₂ emissions assessment on the production chain of three supplying systems for timber use in residential buildings: (1) timber obtained from the management of native forest; (2) timber obtained from the predatory extraction of native forest and (3) timber from eucalyptus plantations. The energetic sustainability on wood production is pointed out as a key criterion to classify timber as a sustainable material.

Results demonstrate, through the reached potential on reducing energy demands, that native forest management is the most recommended system.

Thus, the use of certified tropical timber is indicated as a measure of energy conservation on building construction as well as a strategy for the Amazonian Rain Forest conservation by the valuation of one of its main resources.

Key Words

Forests – Conservation – Amazon, Energy – Conservation, Timber, Building Materials.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. FLORESTAS, MADEIRA E HABITAÇÕES: UMA PERSPECTIVA PARA A RELAÇÃO MEIO AMBIENTE, ENERGIA E SOCIEDADE	4
2.1 – Os significados atribuídos à floresta: visões temporais	4
2.1.1 – Outros tempos: a Mata Atlântica	4
2.1.2 – História recente: a Floresta Amazônica	5
2.1.3 – A perspectiva contemporânea	6
2.2 – Questões colocadas e instrumentos para novos modelos	7
2.2.1 – Planejamento energético e articulações espaciais: a fronteira rural x urbano	7
2.2.2 – Estilos de desenvolvimento: as bases dos processos produtivos e o modelo de uso dos recursos	10
2.2.3 – Mudança climática: do impasse planetário à oportunidade para a valorização da floresta	12
2.2.4 – Madeira: material “potencialmente” renovável	17
2.3 – Habitações e habitantes: a construção da consciência sobre estilo de vida e a contribuição da arquitetura	21
2.3.1 – Habitação: escala. Moradia: indivíduo	21
2.3.2 – Moradores, arquitetos e o papel do poder público	22
2.4 – Comentário final	31

3. UM INVENTÁRIO LOCAL: CARACTERIZAÇÃO DO CONSUMO DE MADEIRAS PARA CONSTRUÇÃO EM HABITAÇÕES EM CAMPINAS	32
3.1 – Método utilizado	32
3.1.1 - Coleta de dados	32
3.1.2 - Limitações	34
3.1.3 - Definição da amostra	35
3.2 – Quantificação do mercado consumidor	39
3.2.1 – As espécies	39
3.2.2 – Os usos finais	45
3.2.3 – A origem	54
3.2.4 – O transporte	61
3.3 – Qualificação do mercado consumidor	71
3.3.1 – Os consumidores de madeira	71
3.3.2 – Os comerciantes varejistas	75
3.4 – Identificação dos agentes da fase final da cadeia produtiva de madeira	79
 4. CONSUMO DE ENERGIA E EMISSÕES DE CO₂ NA CADEIA PRODUTIVA DE MADEIRA PARA CONSTRUÇÃO: COMPARAÇÃO ENTRE TRÊS MODELOS DE SUPRIMENTO	 80
4.1 – Informações preliminares	81
4.2 – Cadeia produtiva de madeira da floresta nativa da Amazônia: modelos Convencional e Recomendado	85
4.2.1 – O consumo de energia ao longo das etapas de um modelo convencional de suprimento de madeira	88
4.2.2 – O consumo de energia ao longo das etapas de um modelo recomendado de suprimento de madeira	90
4.2.3 – Comparação entre etapas: o peso do transporte na intensidade energética da cadeia	92
4.2.4 – Madeira – material sustentável: a importância da busca na sustentabilidade energética	95
4.2.5 – Comparação entre modelos: análise do potencial de redução da demanda de energia ao longo da cadeia	96

4.2.6 – Comparação entre modelos: emissões de CO ₂ em função do consumo de energia e da perda de biomassa florestal	101
4.2.7 – Conclusões parciais	103
4.3 – Cadeia produtiva de madeira de floresta plantada de eucalipto	104
4.3.1 – O consumo de energia ao longo das etapas de um modelo de plantação	107
4.3.2 – Comparação entre sistemas produtivos de madeira com origem diversa: florestas plantadas e florestas naturais	110
4.3.3 – Comparação entre modelos de suprimento: a fronteira de competitividade energética entre um modelo de plantação e um modelo de extração	113
4.4 – Sugestões para futuros trabalhos	121
4.4.1 – Balanço de emissões	121
4.4.2 – Comparação entre diferentes materiais em Análise de Ciclo de Vida	121
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	124
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127
ANEXO I	134
ANEXO II	139
ANEXO III	144
ANEXO IV	154

Lista de Figuras

1	Definição da amostragem para empresas entrevistadas	36
1.1	Média do volume comercializado (sem a empresa n. 6) e linha de tendência	37
2	Participação dos usos finais no total comercializado	49
3	Participação das espécies em cada uso final	52
4	Participação dos estados produtores no volume total comercializado (m ³ /ano)	57
4.1	Participação dos estados produtores no volume total comercializado (%)	57
5	Origem da madeira por tipos de floresta	58
6	Os compradores de madeira	71
7	Fatores de influência na escolha das espécies	72
8	Interesse dos compradores sobre a procedência da madeira	74
9	Conhecimento sobre madeira certificada	76
10	Interesse em comercializar madeira certificada	77
11	Preocupação com a oferta futura de madeira	78
12	Participação de cada etapa no consumo total de energia final	93
13	Participação de cada etapa no consumo total de energia – modelo plantação de eucalipto	110
14	Participação de cada etapa no consumo total de energia: comparação entre modelos Plantação e Nativa Recomendado	115

Lista de Tabelas

1	Volume total comercializado ao ano por empresa	35
2	Amostragem: pontos com média do volume anual comercializado	36
3	Volume total consumido ao ano em Campinas – madeira serrada e equivalente em toras (m^3 /ano)	38
4	Volume comercializado ao ano por espécie e distribuído por empresas (m^3 /ano - madeira serrada)	40
4.1	Resultados finais: volume comercializado ao ano por espécie (m^3 /ano) - madeira serrada e equivalente em toras - amostra e extrapolação para Campinas	43
5	Classificação e densidades para as espécies comercializadas	44
6	Volume comercializado ao ano por espécie e usos finais associados	45
6.1	Participação dos usos finais no total consumido por espécie	47
6.2	Volume comercializado ao ano por uso final e distribuído por espécies (desmembramento da Tab. 6.1)	48
7	Participação dos estados produtores no volume comercializado por espécie e no vol. Total (m^3 /ano e %)	55
8	Origem da madeira comercializada em Campinas por regiões e tipos de floresta (m^3 /ano/região e % do vol. total)	56
9	Participação de algumas regiões consumidoras em relação à produção brasileira de madeira da amazônia	59
10	Pólos madeireiros e distâncias até Campinas considerados para o cálculo do consumo de combustível do transporte final	60
11	Participação do frete no custo total da madeira colocada em Campinas	63

12	Volume equivalente à carga máxima permitida em carreta para cada espécie (m ³ /carreta)	66
13	Consumo anual de combustível referente ao transporte do volume total de madeira procedente da amazônia comercializado em Campinas – para madeira verde e seca	67
13.1	Potencial de redução no número de viagens e no consumo anual de combustível para o transporte do volume total com madeira seca (considerando atuais fronteiras de exploração)	67
14	Aumento no consumo anual de combustível em função da migração das madeireiras para novas fronteiras de exploração (considerando-se o carregamento de madeira verde)	68
15	Aumento no consumo de combustível e nas emissões de CO ₂ em função do transporte de madeira verde e das migrações das madeireiras	69
16	Consumo total de energia, pela soma das etapas, na cadeia produtiva de madeira nativa da amazônia – modelos convencional e recomendado	91
17	Volume em toras e área total demandados por ano em cada modelo para suprir o mercado campineiro de madeira da amazônia	97
18	Consumo de energia por unidade de volume extraído demandado pelo mercado de Campinas em cada modelo	99
19	Consumo de energia por unidade de área explorada demandada pelo mercado de Campinas em cada modelo	99
20	Emissões de CO ₂ por hectare em função do consumo de óleo diesel ao longo da cadeia produtiva e da perda de biomassa na extração	102
21	Consumo total de energia, pela soma das etapas, na cadeia produtiva de madeira de eucalipto cultivado	109
22	Consumo de energia das etapas na floresta: comparação entre modelos plantação e extração de floresta nativa	111
23	Consumo total de energia para fronteira de competitividade – modelo plantação de eucalipto	114
24	Volume em toras e área total demandados por ano para suprir o mercado local - modelos plantação e nativa recomendado	117
25	Consumo total de energia por unidade de volume extraído e de área explorada - modelos plantação e nativa recomendado	117

26	Emissões de CO ₂ por hectare em função do <u>consumo de óleo diesel</u> – modelos plantação e nativa recomendado	118
----	--	-----

TABELAS - ANEXO 3

1.1	Consumo anual de combustível para o volume total procedente de <u>Mato Grosso</u> com carregamento de madeira verde e seca (fronteira antiga: Sinop)	145
1.2	Redução no número de viagens e no consumo anual de combustível para o transporte de madeira seca procedente de Sinop/MT (atual fronteira de exploração)	146
1.3	Aumento no consumo anual de combustível em função da migração para uma nova fronteira de exploração: de Sinop/MT para Novo Progresso/PA (considerando-se somente o carregamento de madeira verde)	146
2.1	Consumo anual de combustível para o volume total procedente do <u>Pará</u> com carregamento de madeira verde e seca (fronteira antiga: Paragominas)	147
2.2	Redução no número de viagens e no consumo anual de combustível para o transporte de madeira seca procedente de Paragominas/PA (atual fronteira de exploração)	147
2.3	Aumento no consumo anual de combustível em função da migração para uma nova fronteira de exploração: de Paragominas/PA para Sen. José Porfírio/PA (considerando-se somente o carregamento de madeira verde)	148
3.1	Consumo anual de combustível para o volume total procedente de <u>Rondônia</u> com carregamento de madeira verde e seca (fronteira antiga: Ji Paraná)	149
3.2	Redução no número de viagens e no consumo anual de combustível para o transporte de madeira seca procedente de Ji Paraná/RO (atual fronteira de exploração)	149
3.3	Aumento no consumo anual de combustível em função da migração para uma nova fronteira de exploração: de Ji Paraná/RO para Apuí/AM (considerando-se somente o carregamento de madeira verde)	150
4.1	Consumo anual de combustível para o volume total procedente de <u>Acre</u> com carregamento de madeira verde e seca (fronteira antiga: Rio Branco)	150
4.2	Redução no número de viagens e no consumo anual de combustível para o transporte de madeira seca procedente de Rio Branco/AC (atual fronteira de exploração)	151

5.1	Consumo anual de combustível para o volume total procedente de <u>Tocantins</u> com carregamento de madeira verde e seca (fronteira antiga: região de Araguaína)	151
5.2	Redução no número de viagens e no consumo anual de combustível para o transporte de madeira seca procedente de Araguaína/TO (atual fronteira de exploração)	152
5.3	Aumento no consumo anual de combustível em função da migração para uma nova fronteira de exploração: de Araguaína/TO para Novo Progresso/PA (considerando-se somente o carregamento de madeira verde)	152
6.1	Consumo anual de combustível para o volume total de “outras espécies” procedentes de “ <u>diversas origens</u> ” com carregamento de madeira verde e seca (fronteiras antigas)	153
6.2	Redução no número de viagens e no consumo anual de combustível para o transporte de madeira seca correspondente ao volume comercializado de “outras espécies” (atuais fronteiras de exploração)	153
6.3	Aumento no consumo anual de combustível em função da migração para novas fronteiras de exploração - (para o volume comercializado de “outras espécies”) (considerando-se somente o carregamento de madeira verde)	153

Capítulo 1

Introdução

O ambiente englobado pela região amazônica é, nas palavras de Clóvis Cavalcanti, *“um universo em si mesmo, com peculiaridades, uma história e uma etnologia que desafiam a compreensão”* (CAVALCANTI, 1991).

A citação acima foi colocada para introduzir este texto com o intuito de remeter à cautela, à reverência e à humildade ao abordar este universo. Entende-se que, primordialmente, a floresta deva ser compreendida como o espaço de manutenção da vida de todos os seus seres e da cultura de seus povos habitantes – um espaço que abriga não só recursos, mas que é também sagrado para alguns, um espaço de identificação.

É a partir dessa noção como premissa básica que se passará, aqui, a abordar alguns aspectos sobre a utilização dos recursos da floresta, no caso, os recursos madeireiros e as alternativas colocadas para a busca da sustentabilidade na sua exploração.

A justificativa para este trabalho é contextualizada nos desafios hoje colocados para a valorização da Floresta Amazônica, como um passo em direção à sua conservação. A estratégia adotada para abordar este desafio constitui-se na defesa do uso de um dos principais recursos da floresta: a madeira, particularmente, a madeira como material de construção.

A madeira é apontada pela literatura que trata de arquitetura sustentável, ou “eco-compátivel”, como um dos materiais menos impactantes ao ambiente, seja pela incorporação da energia comercial ao longo de sua cadeia produtiva, seja pela sua particularidade em relação aos materiais concorrentes: a sua renovabilidade. Tais características, combinadas às propriedades térmicas, resistência físico-mecânicas e à diversidade de espécies, levam a se indicar a madeira como um material a ter seu uso incentivado, principalmente para construções de pequena escala como as edificações residenciais.

Inicialmente, deve-se, então, compreender as implicações florestais de uma utilização intensiva de madeira no panorama atual de sua produção no Brasil e identificar sistemas de extração, processamento e distribuição para um suprimento que atenda de forma sustentável, não somente a demanda interna por madeira (o Brasil é o maior consumidor de madeiras tropicais do mundo, segundo SMERALDI e VERÍSSIMO (1999, p. 18), mas as demandas sociais por qualidade de vida, gerando trabalho e renda nas zonas rurais.

Defender o uso da madeira em substituição aos materiais concorrentes na construção requer a adoção de parâmetros comparativos. Um dos métodos comumente utilizados é provar que a intensidade energética de seu processo produtivo é menor do que aquela dos outros materiais, dado que o uso intensivo de energia, principalmente de origem fóssil, está relacionado à problemas ambientais de ampla magnitude, como os prováveis efeitos da mudança climática.

Este trabalho, entretanto, se limitará a gerar os parâmetros energéticos da produção de madeira como um insumo para trabalhos futuros que tratem da análise comparativa com os outros materiais. O que se faz aqui, constitui-se em uma fase anterior, na qual procura-se identificar um sistema sustentável de produção de madeira através da análise de seu potencial de redução na demanda de energia ao longo da cadeia produtiva em relação a outros dois modelos:

- ao modelo atual de exploração de madeira na Amazônia.
- e a um modelo de plantação de eucalipto, elaborado com o intuito de se verificar a “viabilidade energética” de plantações florestais próximas às maiores regiões consumidoras de madeira.

A base para os valores de consumo de madeira, no ponto final da cadeia produtiva, foi elaborada através de uma pesquisa de campo na cidade de Campinas/SP, onde se caracteriza a utilização atual de madeira em edificações residenciais.

Quer-se provar, através da comparação entre estes três modelos e sob a ótica da temática energética, que o manejo da floresta nativa constitui-se no modelo ideal, por acreditar-se que a disponibilização de madeira proveniente de uma exploração manejada, signifique a *“colocação no mercado de um sistema de conservação da natureza”*, como definido por Mauro Almeida em referência aos produtos do extrativismo sustentado feito pelos povos habitantes da Amazônia (ALMEIDA, 2000).

Capítulo 2

Florestas, madeira e habitações: uma perspectiva para a relação meio ambiente, energia e sociedade

2.1 – Os significados atribuídos à floresta: visões temporais

“... é como se fosse uma língua estrangeira, com tantas palavras, tantas sintaxes, tantas gramáticas espalhadas por toda parte, que ninguém jamais conseguirá aprendê-la toda. Ela é, em si mesma, a sua revelação e a sua máscara.”

Gilles Lapouge

2.1.1 – Outros tempos: a Mata Atlântica

A história brasileira, de acordo com Virgílio Viana, fundamenta-se na exploração predatória das florestas, desde o uso do pau-brasil pelos portugueses até os dias de hoje (VIANA, 2000). De fato, Clóvis Cavalcanti afirma que o primeiro ciclo econômico brasileiro foi o ciclo do pau-brasil: *“um presente da natureza explorado ao limite máximo possível sem nenhuma preocupação com a conservação”* (CAVALCANTI, 1991, p. 477). Ainda segundo Cavalcanti, o saque de madeiras brasileiras pelos portugueses alimentou a construção e recuperação de conventos, igrejas, palácios, barcos e navios naquele país.

Warren Dean demonstra como a Floresta Atlântica, provedora de todos os recursos materiais e energéticos para a ocupação do sudeste brasileiro, foi sendo desmatada. A floresta era

vista como uma barreira ao desenvolvimento, um símbolo do atraso, do selvagem, que dificultava os transportes e os assentamentos. Agricultura itinerante de corte e queima, monocultura de exportação, trabalho escravo, exclusão social, concentração da propriedade da terra, urbanização e o impacto da introdução das ferrovias foram, segundo o autor, os elementos que marcaram a destruição da Mata atlântica. Dessa forma, a ocupação humana (européia) de suas áreas, se deu com base em uma relação de completa ignorância acerca dos benefícios de se manter a floresta em pé e dos danos irreversíveis que se instaurariam com sua destuição. Dean alerta que a história da Mata Atlântica deva ser contada como um testemunho para que o mesmo não venha a ocorrer com a Floresta Amazônica (DEAN, 1995).

2.1.2 – História recente – a Floresta Amazônica

Este modelo vai se repetir para a Amazônia a partir dos anos 70, segundo Cavalcanti, iniciando-se com os mega-projetos governamentais - rodovias (Transamazônica), mineradoras (Carajás) e hidroelétricas (Tucuruí), onde a negligência para com o ambiente aliada ao desconhecimento sobre o meio contribuíram para a rápida devastação dos ecossistemas locais: *“o uso impróprio da terra pode ser conectado à falta de conhecimento sobre a ecologia amazônica e à avaliações equivocadas acerca do potencial produtivo da floresta”*. Apesar disso, continua o autor, *“um saber milenar, meticuloso e preciso, adaptado aos ecossistemas ambientais e que respeita profundamente a vida, encontra-se entre a cultura indígena brasileira. O processo de desenvolvimento na Amazônia, que desestabilizou e reduziu as populações indígenas, vai contra este conhecimento pacientemente acumulado ao longo do tempo”* (CAVALCANTI, 1991, p. 480).

Os padrões dominantes para uso do solo na Amazônia são ainda, de acordo com Oriana Almeida e Christopher Uhl, a extração predatória de madeira, a pecuária e a agricultura extensivas (Amazônia Oriental, no caso analisado pelos autores), constituindo-se em práticas insustentáveis de superexploração dos recursos locais sem visão de longo prazo. Os autores identificaram três fatores que contribuem diretamente para esse quadro: terra abundante e barata; pouco capital para investimento em usos sustentáveis dos recursos naturais e insuficiência de conhecimento técnico e concluem pela improbabilidade de que práticas sustentáveis sejam

adotadas voluntariamente, sem uma participação governamental mais efetiva (ALMEIDA e UHL, 1998).

Robert Schneider *et alli*, apresentam uma análise semelhante afirmando que “*se as forças de mercado atuarem livremente na região, o uso do solo será baseado na exploração predatória de madeira associada à pecuária extensiva*”. A economia dos municípios da Amazônia se caracteriza por um ciclo denominado pelos autores como “*boom-colapso*” onde, com a chegada de madeiras, inicia-se um rápido crescimento econômico. O colapso surge quando, cerca de 20 anos depois, o recurso madeireiro é exaurido, implicando em desemprego, migrações de pessoas e empresas e redução nos serviços públicos. Para os autores, “*a gravidade desse colapso depende do potencial agrícola local*” pois, com a saída das madeiras, entra em cena a pecuária extensiva. A partir de uma análise comparativa, concluem que a base econômica do manejo florestal supera a do atual modelo predatório porque “*o manejo pressupõe um investimento de longo prazo, fortalecimento da comunidade e investimento em capital humano*” (SCHNEIDER *et alli*, 2000).

2.1.3 – A perspectiva contemporânea

No final dos anos 80, movimentos de resistência política de populações locais tradicionais em defesa de seu espaço de sobrevivência (no caso, povos indígenas no encontro de Altamira/PA e o movimento dos seringueiros), tiveram uma importância fundamental para a disseminação de uma nova consciência na sociedade brasileira acerca da necessidade em se definir políticas mais apropriadas para o desenvolvimento na Amazônia.

Aliada a este fato, a amplitude dos problemas ambientais gerados pelo modelo convencional de ocupação, como: alterações no regime hídrico, perda de biodiversidade, incêndios, desmatamento acelerado, ocupação desordenada, identificados por pesquisadores e divulgados pela imprensa do país, despertam a atenção para a definição de novos modelos, que incluam uma visão heterogênea do espaço e mais holística para o desenvolvimento.

Essa perspectiva mais atual, que aponta para novos modelos de uso e de tomadas de decisão, é abordada por diversos autores (ALMEIDA, 2000; CAVALCANTI, 1991;

SCHNEIDER et alli, 2000; VIANA, 2000.b) e compreende o desenvolvimento a partir da vocação natural local, que inclui tanto o saber acumulado pelos povos habitantes da floresta sobre o manejo de seus recursos aliado ao conhecimento científico como a descentralização decisória a partir do fortalecimento político das comunidades. As propostas para zoneamento da região incluem não somente Parques e Reservas (como Áreas de Preservação da Biodiversidade) mas também Reservas Extrativistas e Florestas Nacionais - as FLONAS (como Unidades de Conservação de Uso Sustentado).

Surge daí para os municípios na Amazônia, como antítese ao “pólo madeireiro”, o que seria um “pólo de produtos da floresta” para o processamento local dos recursos primários (madeira, borracha, castanha, plantas, essências entre outros, transformados em móveis, sistemas construtivos pré-fabricados, produtos de couro vegetal, pneus, cosméticos e produtos medicinais). Produtos que agregam o valor da floresta conservada trazendo, assim, a melhoria da qualidade de vida local e até mesmo planetária.

2.2 – Questões colocadas e instrumentos para novos modelos

2.2.1 – Planejamento energético e articulações espaciais: a fronteira rural x urbano

Ao propor um estudo que trata de um material cuja fonte de suprimento são as florestas (no caso, a Floresta Amazônica) mas cujo consumo mais intenso ocorre em zonas urbanas (particularmente no sul e sudeste do Brasil), faz-se necessário, em primeira instância, tecer algumas considerações sobre a noção de espaço urbano e espaço rural e as implicações decorrentes de uma concepção espacial compartimentada e polarizante para o desenvolvimento de localidades diversamente distribuídas pelo território.

Paul Singer coloca que o aparecimento da divisão entre urbe e campo inicia-se com o estabelecimento de um sistema produtivo que cria excedentes alimentares. Os excedentes da agricultura *“permitem a uma parte da população viver aglomerada, dedicando-se a outras atividades que não a produção de alimentos”* (SINGER, 1973). Estes excedentes, apropriados pelas classes dominantes, sustentaram o desenvolvimento de sistemas de dominação territorial e

política para garantir a transferência do “mais-produto” do campo à cidade, dando origem às relações de exploração entre classes distribuídas espacialmente de forma distinta.

Nos dias de hoje, interessa verificar em que medida as práticas políticas e de planejamento podem contribuir para dissolver essa tradicional relação de dominação entre classes que se traduz, em termos de espaço, tão claramente pela concepção, segundo a qual, urbano e rural são opostos e não partes diferenciadas de um mesmo conjunto.

Para Ortiz e Hue, a compartimentação do espaço em urbano e rural mascara a compreensão de que os desequilíbrios nas cidades são fruto de questões muito mais amplas que também desequilibram o espaço rural:

“enquanto não se pensar na questão da sedentarização de grupos humanos em termos mais amplos, e a política adotada oficialmente desconsiderar que o inchaço urbano, nas grandes cidades, tem seu correlato na desarticulação dos espaços rurais e das pequenas cidades que não têm como oferecer os meios de sobrevivência à população, o impasse para dar melhores condições de vida não terá resultados duradouros a longo prazo.” (ORTIZ, HUE, 1987, p. 225)

Sachs argumenta que a polarização espacial gera relações assimétricas de troca entre o centro e a periferia (entendendo que estas podem se dar tanto a nível nacional como internacional), levando a uma situação de dependência e subordinação da periferia em relação ao exterior, aumentando os fluxos de transporte de bens – e conseqüentemente de consumo energético, e inibindo uma valorização dos recursos locais que poderiam reverter essa situação (SACHS, 1986, p.174).

Furtado e Gouvello apontam para a necessidade de uma nova concepção do espaço que integre as várias dimensões da heterogeneidade espacial. Para os autores, as práticas adotadas pelo planejamento energético no Brasil, baseadas em uma concepção homogeneizante do espaço que intende diminuir as disparidades regionais por meio de instrumentos como a perequação tarifária e a subtarifação, conduzem a um “monotecnologismo” que inibe a adoção de tecnologias mais apropriadas para localidades específicas e acentuam ainda mais a desigualdade entre as

regiões, na medida em que favorecem a concentração das atividades econômicas nas regiões melhor providas de infra-estrutura (FURTADO, GOUVELLO, 1989).

Entende-se que romper as tradicionais barreiras erguidas pelas oposições entre espaço urbano e rural, signifique resgatar a integração das relações humanas básicas, valorizando a interpenetração da diferença, a criação de espaços de transição, estes sim verdadeiros indicadores do grau de permeabilidade existente em uma sociedade.

Dessa forma, parece claro que uma maior compreensão acerca da complexidade espacial, de suas formas de articulação e dos elementos causadores de desequilíbrios seja um ponto de partida crucial na definição de políticas que abordem a diferença de maneira não hierárquica e sim complementar.

Vários autores tratam da questão dos fluxos entre regiões como fatores determinantes de desequilíbrios espaciais estruturais.

Para Sachs, *"o espaço é uma variável chave no campo energético"* porque os fluxos de transportes, altamente consumidores de energia, dependem da configuração espacial da economia e da sociedade, do grau de articulação interna das economias locais e de suas relações externas com as economias regional, nacional e mundial (SACHS, 1986, p.173).

Singer, analisando as relações entre as migrações internas de populações e o desenvolvimento, afirma que *"é preciso considerar o mecanismo que pôs em movimento os fluxos migratórios e suas conseqüências para a economia urbana"*. As causas, segundo Singer, *"são quase sempre de fundo econômico – deslocamento de atividades no espaço, crescimento diferencial da atividade em lugares distintos"*, etc. Ocorre que, muitos centros urbanos de países não desenvolvidos não absorvem a mão de obra imigrante porque a economia desses países é fortemente dependente de exportações e *"o ritmo de crescimento da demanda externa pelos produtos dos países não desenvolvidos é muito inferior ao afluxo humano às áreas urbanas destes países"* (SINGER, 1973, p.49-50).

Assim, o fortalecimento de atividades que dinamizem internamente a economia e que proporcionem maiores condições de igualdade no estabelecimento de relações externas, poderão, em níveis diferentes, tanto fornecer condições para que as populações se fixem em suas regiões quanto favorecer a absorção pelas cidades da mão de obra migrante.

Segundo Gouvello, a intensidade e a direção dos fluxos de bens, mão de obra, capital e informação são os elementos que definem uma *“heterogeneidade estrutural do território”*, na qual os desequilíbrios espaciais são produto das atividades humanas de transformação do ambiente natural e cultural, também este heterogêneo. Para o autor, a redução das disparidades regionais passa por uma reorientação desses fluxos e pela criação de novas atividades para substituir importações de outras regiões. Isto pode ser alcançado através da valorização dos potenciais locais, *“aproveitando-se da heterogeneidade natural e cultural para reduzir a heterogeneidade estrutural”* (FURTADO e GOUVELLO, 1989, Parte II).

Portanto, o reconhecimento das especificidades do território coloca-se como fundamental para que o planejamento energético possa ser um elemento indutor ao necessário fortalecimento das atividades econômicas locais, para que se caminhe em direção a um desenvolvimento mais equilibrado entre regiões distintas.

Esta abordagem, que inclui o fator espacial como elemento fundamental na formulação de políticas energéticas, favorece a descentralização e a diversificação de fontes energéticas, na medida em que a análise da demanda se torna *“territorializada”* permitindo, assim, que a oferta seja planejada segundo necessidades específicas.

2.2.2 – Estilos de desenvolvimento: as bases dos processos produtivos e o modelo de uso dos recursos

A contribuição do estilo de desenvolvimento difuso pelo Ocidente, a partir da industrialização, para o aumento da concentração atmosférica do dióxido de carbono – o CO₂, principal gás de efeito estufa segundo o IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), pode ser explicada pelos seguintes fatores:

- modelo linear de uso dos recursos materiais e energéticos – “*fluxo unidirecional de não renovação*” (YEANG, 1999);
- a base energética do modo de produção predominante: os **combustíveis fósseis**;
- a base espacial do modo de produção predominante: a **conversão do uso da terra** através da eliminação das florestas para dar lugar à agricultura, pastagens, urbanização, construção de estradas, etc. (UNEP, 2000).

Tal modelo de uso e produção gerou não somente o aquecimento global mas também a desigualdade entre povos e classes, o esgotamento de recursos, a degradação ambiental, a eliminação de culturas.

Com relação à base energética, no contexto internacional, ela é predominantemente de origem fóssil, tendo se iniciado com o carvão mineral e depois o petróleo. A partir dos dados do Balanço Energético Nacional, pode-se dividir a produção de **eletricidade** em renovável: energia hidráulica = 265.773 MWh e não renovável: energia térmica = 24.042 MWh. Em termos da produção de **combustíveis**, os combustíveis renováveis correspondem a 47.686 tep e os não renováveis a 50.108 tep (BRASIL - BEN, 1997, p. 15, 33, 43). O uso intenso do transporte de cargas rodoviário e da mecanização agrícola tem provocado a “fossilização” gradativa da matriz energética brasileira (BERMANN e MARTINS, 2000; FERREIRA, 92).

Ainda no contexto nacional, mas no que tange a conversão do uso da terra, alguns fatores históricos foram já enumerados anteriormente: as florestas forneceram o suprimento energético para a indústria nascente, a lenha para o consumo urbano, deram lugar às monoculturas de exportação, à agricultura itinerante, aos grandes projetos desenvolvimentistas. Vias de penetração na mata podem ser enumeradas pelas ferrovias, rodovias e linhas de transmissão de eletricidade. A madeira constitui-se na base das maiores indústrias exportadoras brasileiras: como matéria prima para a indústria de celulose e como fonte energética para a produção de aço, ferro-liga, entre outros (SEVÁ FILHO, 2001). Até 1987, 80% dessa demanda industrial por carvão vegetal era suprida pelas matas nativas, cuja participação passou para 25% em 1997 (BACHA, 1999). A mata nativa foi, nesse caso, sendo consumida e depois reflorestada com espécies exóticas para as indústrias diversas.

O quadro descrito acima brevemente, traz à tona uma constatação: a de que o “*dilema da busca pela matéria prima*”, como referido por Oswaldo Sevá, (SEVÁ FILHO, 2001), deva ser abordado também pelo lado oposto, ou seja, pela procura por formas de redução do consumo, modificação dos modelos de uso e estilo vida, substituição de produtos intensivos em energia, adoção de fontes renováveis de energia e práticas de uso do solo referidas à sua vocação natural.

2.2.3 – Mudança climática: do impasse planetário à oportunidade para a valorização da floresta

A mudança climática, entende-se, representa uma situação limite para a sociedade planetária e vem explicitar a insustentabilidade do modo de produção predominante mencionado acima.

A UNFCCC, sigla em inglês para a Convenção das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, foi adotada em 1992 como uma consequência das preocupações acerca do aquecimento global e com o principal objetivo de alcançar a estabilização da concentração dos gases de efeito estufa na atmosfera em um nível que impedisse interferências antrópicas danosas ao sistema climático (UNFCCC, 1992, artigo 2).

“Mudança climática” é definida pela Convenção como “*uma mudança do clima atribuída, direta ou indiretamente, às atividades humanas que alteram a composição da atmosfera global e que excede a variabilidade climática observada ao longo de períodos de tempo comparáveis*” (UNFCCC, 1992, artigo 1).

As medidas para mitigação das mudanças climáticas que vêm sendo observadas, especialmente o aquecimento global, passam pela definição de projetos para **evitar**, **sequestrar** ou **reduzir** as emissões dos gases de efeito estufa – GEEs e têm uma relação direta com os ecossistemas florestais.

A Floresta Amazônica, seus ciclos vitais e sua importância no contexto de mudança climática.

Em seu livro sobre a ecologia da Amazônia, Harald Sioli afirma que a investigação ecológica da região deve começar pelo estudo das águas. Citando o anatomista Hans Bluntschli, Sioli menciona: *“a circulação da água do mar pelos ares, por cima da terra coberta de floresta, e desta através da planície fluvial novamente para o eterno mar é o grande quadro da Amazônia, o fator que controla sua vida e sua essência”*. Mais à frente, o autor esclarece que *“os corpos d’água, sobretudo as águas correntes, não são fenômenos autônomos, independentes da superfície da Terra, mas integrantes de unidades superiores desta, a saber, as paisagens, que lhes impingem peculiaridades e sobre as quais, por seu turno, reagem, moldando-as”* (SIOLI, 1985, p. 12).

Além do ciclo da água, a floresta tem uma participação fundamental no ciclo vital do carbono, de cujo funcionamento contínuo depende toda a vida na Terra. De acordo com Margareth Vickery, *“o ciclo do carbono (ou dióxido de carbono) consiste em duas partes: a conversão do dióxido de carbono inorgânico em componentes de carbono orgânico com o simultâneo armazenamento da energia solar e a degradação desses compostos novamente em dióxido de carbono através da liberação desta energia”* (VICKERY, 1984, p.5).

No que concerne a relação das plantas com a atmosfera, o processo da fotossíntese é de extrema importância na manutenção da concentração do oxigênio atmosférico que, sem esta, seria rapidamente reduzido. Os ciclos do oxigênio – dióxido de carbono, como descritos por Vickery, explicam esta relação:

“o oxigênio é absorvido durante a respiração das plantas e animais e pela queima de qualquer substância, enquanto é liberado durante a fotossíntese. O dióxido de carbono é absorvido durante a fotossíntese e liberado durante a respiração, a queima de matéria orgânica e a decomposição de matéria orgânica ou de rochas carbonadas” (VICKERY, 1984, p.78).

Porém, o que ocorre é que a dinâmica natural destes fluxos de gases vem sendo alterada pela interferência humana, particularmente pelos fatores citados no item 2.2.2 deste capítulo. De

acordo com a FAO, as mudanças no uso da terra, principalmente o desflorestamento em áreas tropicais, constituem cerca de 20% das emissões antrópicas globais de CO₂, o principal gás de efeito estufa. Nesse contexto, as florestas possuem um papel significativo na moderação do fluxo de alguns GEEs entre a superfície terrestre e a atmosfera:

- atuam como **reservatórios** (“reservoirs”) armazenando carbono na biomassa e nos solos;
- atuam como **sumidouros** (“sinks”) de carbono quando sua área ou produtividade é aumentada, resultando em uma maior absorção do CO₂ atmosférico;
- atuam também como uma **fonte** (“source”) de GEEs quando a queima e o decréscimo de biomassa ou distúrbios no solo resultam em emissões de CO₂ e outros gases (FAO, 2000).

O artigo 1 da UNFCCC apresenta as definições para os termos grifados acima:

RESERVATÓRIO (“reservoir”) significa um componente, ou componentes, do sistema climático onde é estocado um gás de efeito estufa ou um precursor de um gás de efeito estufa.

SUMIDOURO (“sink”) significa qualquer processo, atividade ou mecanismo que remove da atmosfera um gás de efeito estufa, um aerossol ou um precursor de um gás de efeito estufa.

FONTE (“source”) significa qualquer processo ou atividade que libera na atmosfera um gás de efeito estufa, um aerossol ou um precursor de um gás de efeito estufa (UNFCCC, 1992, artigo 1).

Para a FAO, decisões apropriadas de manejo florestal podem resultar em reduções líquidas das emissões de GEEs economicamente viáveis tanto pela diminuição da contribuição das florestas às emissões globais como pelo aumento de sua importância como sumidouros de carbono. Assim, as florestas podem dar uma contribuição de longo prazo para a mitigação das mudanças climáticas proporcionando materiais e combustíveis renováveis e, ao mesmo tempo, mantendo o seu papel como reservatórios de carbono (FAO, 2000). As práticas florestais citadas que podem cooperar significativamente com a redução da acumulação de CO₂ na atmosfera, são apresentadas no quadro a seguir.

Conservação:

- manutenção dos estoques de carbono existentes nas florestas através da proteção florestal, conservação e exploração sustentável;
- atividades para reduzir as taxas de desflorestamento e de degradação das florestas, prevenindo as emissões de CO₂ a estas associadas.

Armazenamento:

aumento da absorção líquida de CO₂ da atmosfera por meio do armazenamento de carbono nas florestas e nos produtos florestais, através de:

- aumento da área florestada;
- acréscimo do carbono estocado nas florestas por unidade de área através de práticas silviculturais (por ex., rotações mais longas, árvores de maiores densidades, extração com impactos reduzidos);
- extensão do período de tempo no qual a madeira extraída permanece em uso.

Substituição:

- substituição de combustíveis fósseis por energia da biomassa de florestas manejadas de forma sustentável;
- uso de produtos de madeira em substituição às alternativas energo-intensivas (como concreto e aço) (FAO, 2000).

A despeito da urgência em se definir e aplicar instrumentos eficazes no combate à mudança climática e da relatada contribuição das florestas para esta questão, é importante que se mantenha uma certa distância da exclusividade da visão da floresta como sumidouro ou estoque de carbono. Como já mencionado, a mata é também, e fundamentalmente, um reservatório de água: o desmatamento provoca sérias alterações no regime hídrico, assoreamento dos rios e perda do potencial de geração hidrelétrica. As florestas representam, ainda, o espaço de conservação da biodiversidade e da cultura de seus habitantes tradicionais. No entanto, mecanismos como o CDM, descrito abaixo, podem significar uma oportunidade para a valorização das florestas.

O Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, ou CDM

O CDM (sigla para *Clean Development Mechanism*), é uma das ferramentas criadas no Protocolo de Kyoto que possibilita aos países que se obrigaram a reduzir suas emissões, negociarem “créditos” com os países que não têm esta obrigação – os países em desenvolvimento, aí incluindo-se o Brasil (LOSA, 2000). Ainda de acordo com Losa, dentre os diversos aspectos do CDM, o que se revela mais importante para a discussão brasileira sobre florestas é aquele referente aos projetos florestais para “sequestro” de carbono.

As rodadas de negociações internacionais foram marcadas por dificuldades e polêmicas quanto a um acordo acerca do que poderia ou não ser incluído nos projetos de CDM (florestas nativas, só reflorestamento, áreas intocadas, áreas manejadas, etc). A última resolução, definida na COP6-II (Conferência das Partes, Protocolo de Kyoto, sexta sessão, parte 2) ocorrida em Bonn, Alemanha, no final de julho de 2001, aprovou somente a inclusão do reflorestamento nos

projetos florestais para sequestro de carbono (<http://cop6.unfccc.int>). Entretanto, entende-se ser importante ampliar a discussão sobre esse mecanismo para investigar possíveis oportunidades ou oportunismos. Alguns pontos a ressaltar incluem:

- CDM, entende-se, configura-se como um instrumento de mercado que legitima a poluição:

em escala planetária, uma hipotética usina a carvão na Europa que compensa suas emissões em um projeto florestal no Brasil, está equilibrando os gases na atmosfera. Porém, os moradores vizinhos à essa usina, estarão expostos à poluição e sofrerão diretamente suas consequências.

- valores financeiros atribuídos à tonelada de carbono a sequestrar:

para as empresas energéticas que têm que balancear suas emissões, se o valor do investimento for muito baixo (como citado por BERMANN (2001) acerca de um projeto piloto na Costa Rica, onde se verificou o valor do investimento como US\$1,00 ton/C) significa que estas poderão obter lucros com os projetos de CDM. Ou seja, estaria-se criando um novo negócio vantajoso para estas empresas com base, mais uma vez, nas condições reinantes nos países em desenvolvimento (clima favorável, baixo preço da terra, mão de obra abundante e barata). Portanto, a clareza em eventuais contratos constitui-se em fator fundamental para que o CDM seja uma oportunidade aos países em desenvolvimento e não aos criadores do problema.

- no que concerne especificamente as práticas florestais, eventuais contratos de CDM, assegurados a longo prazo, podem significar uma oportunidade em recursos financeiros para o manejo florestal (e não para áreas intocadas):

a possibilidade de exploração manejada dos recursos florestais (madeireiros e não madeireiros), aliada às vantagens ambientais da conservação (controle hidrológico, solos, conforto ambiental, paisagem, diversidade biológica, etc), pode se constituir no salto para além do conservacionismo que tornaria o CDM um mecanismo que realmente poderia contribuir com questões de desenvolvimento.

2.2.4 – Madeira: material “potencialmente” renovável

“excepcional e insubstituível material que, por ter o decoro de sua origem, não se deixa dobrar por frias fórmulas matemáticas, pois já foi árvore altaneira que em muitos confrontos venceu mais desafios que simples peça de estrutura”

Jean Campredon

Como um dos mais antigos materiais utilizados pelo homem, a madeira adquire hoje um aspecto contemporâneo:

- é de origem renovável, podendo ser reposta pela natureza.
- é apontada pela literatura que trata de energia incorporada nas edificações como um dos materiais de menor consumo de energia ao longo de seu processo produtivo comparada aos outros materiais como aço, concreto, alumínio, entre outros (BUCHANAN, 1988; COLE, 1999; THERMIE, 1995).
- Já a literatura que aborda a questão das mudanças climáticas, mais especificamente o aquecimento global, indica, como uma das estratégias de minimização do acúmulo de CO₂ na atmosfera, o uso de produtos de madeira por um longo período, principalmente nas construções, pelo fato de a madeira armazenar o carbono absorvido pela floresta no processo da fotossíntese (COLE, 1999; FAO, 2000)
- Particularmente no que tange as construções e, mais ainda, no caso deste trabalho, nas edificações residenciais, de pequena escala, a madeira pode ser utilizada em todos os seus elementos: da estrutura à cobertura, vedações, pisos, revestimentos, portas e janelas, bem como em elementos externos. Apresenta resistência mecânica tanto à tração como à compressão, alta resistência a impactos, relevantes características de isolamento térmico e absorção acústica. (BAUER 1979; KRONKA 1998).
- As madeiras tropicais, pela sua alta diversidade, proporcionam uma variedade de alternativas em composições de cores, texturas e padrões volumétricos.
- Pode ser trabalhada com ferramentas simples e tem vida útil prolongada quando convenientemente preservada.

Após tantas afirmações, resta, então, uma pergunta:
como disponibilizar esse material de forma sustentável?

Esse elenco de qualidades, algumas muito conhecidas, outras referentes a contextos mais atuais, não parece garantir a primeira afirmação. Quer-se enfatizar aqui, a noção abordada por GOODLAND (1991), de que a madeira deva ser tratada como um recurso “potencialmente” renovável.

Entende-se que a garantia dessa renovabilidade dependa, fundamentalmente, de uma mudança de orientação não só política mas, mais profunda ainda, uma mudança cultural: a mentalidade exploratória instaurada no país desde o início da colonização e respaldada pela idéia da abundância, dos recursos inesgotáveis e de todos os superlativos do ufanismo nacional.

William Mac Donough defende a idéia de que *“no lugar de se considerar a floresta como uma mina a ser saqueada para a confecção de produtos, devemos começar a desenhar nossos produtos em função do que a floresta está disposta a nos dar”* (MAC DONOUGH, *apud* PILATOWICZ, 1995).

Assim, práticas mais sustentáveis se referem tanto a aspectos da produção de madeira como da sua utilização, aos critérios para as escolhas e especificações. Considerar as espécies mais abundantes na floresta em alternativa às poucas e raras espécies normalmente requeridas, pode ser uma estratégia de valorização de sua fonte (VIANA, 2001). Valorizar a floresta pelo que esta possui em abundância, pode refletir-se em sua conservação e assim, garante-se não somente a renovabilidade da madeira mas, principalmente, a diversidade da vida que ali tem lugar.

Os benefícios subsequentes à uma produção sustentável de madeira

A análise dos princípios e critérios utilizados nos padrões para certificação de manejo florestal, em particular os padrões do FSC – *Forest Stewardship Council* para o manejo em terras firmes da Amazônia e em plantações florestais, pode esclarecer o que se entende por uma produção sustentável de madeira.

São critérios que apontam não somente para aspectos diretamente relacionados ao recurso em si, mas a tudo o quanto envolve a sua exploração: questões sociais, políticas, complexidade dos ecossistemas, enfim, são ao todo 10 princípios, desmembrados em uma série de critérios, que vale a pena elencar:

1. Cumprimento das leis e dos princípios do FSC
2. Direitos e responsabilidades de posse e uso da terra
3. Direitos dos povos indígenas e comunidades tradicionais
4. Relações comunitárias e direitos dos trabalhadores da unidade de manejo florestal
5. Benefícios da floresta
6. Impacto ambiental
7. Plano de manejo
8. Monitoramento e avaliação
9. Manutenção de florestas de alto valor de conservação
10. Critérios específicos para plantações florestais (FSC – Brasil, documento 5.2, 1999)

Acredita-se portanto que, os empreendimentos de manejo florestal que cumprirem estes princípios, credenciando-se assim para a obtenção da certificação, estarão ampliando o leque de benefícios de sua atividade para além de suas fronteiras particulares.

A importância da certificação e seu papel como veículo de informações

A certificação florestal é aqui entendida como um instrumento de duas vias: um produto certificado traz embutido uma série de informações aos seus usuários acerca de sua procedência e das bases de sua produção contribuindo, assim, para aumentar a consciência e a exigência por produtos certificados e forçando mudanças na produção para que as empresas conquistem esses “mercados emergentes”.

Ou seja, a conscientização daqueles que consomem constitui-se em um considerável potencial de pressão para a implementação de políticas para uma produção sustentável de madeira. Portanto, é fundamental que haja: disseminação da informação, campanhas, incentivos, créditos, metas, políticas, prêmios e, certificados.

Cabe ainda ressaltar o papel de protagonistas que as ONGs têm representado neste processo em favor da certificação, talvez inteiramente conduzido por estas no Brasil. Para dar uma idéia da

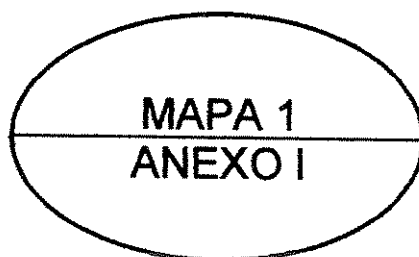
abrangência de sua atuação, descreve-se os tipos de certificação atualmente existentes e aqueles ainda em estudo pela Rede SmartWood, que usa os padrões do FSC:

Certificação de manejo florestal – para operações que manejem florestas naturais ou plantadas.
Certificação de cadeia de custódia – para operações que envolvam manufatura, processamento, compra, venda ou distribuição de produtos florestais certificados.
Certificação de “madeira redescoberta” ou reaproveitada – para produtos feitos de madeira reciclada/reutilizada, reintegrada ou recuperada. (em análise)
Certificação de produtos florestais não madeireiros (em estudo)
(SMARTWOOD, 1998)

Quanto ao Estado, a impressão que se tem é a de que este está completamente ausente na formulação de diretrizes que contemplem todas as variáveis relacionadas à questão florestal. O relatório da Comissão Externa da Câmara dos Deputados, destinada a averiguar a vinda de madeiras asiáticas para a Amazônia, afirma:

“o Brasil é o único país do mundo que tem uma vasta área coberta por uma floresta tropical e que não tem uma política florestal definida. A Floresta Amazônica cobre ainda hoje 41% do território nacional. Não ter uma política para ela é não ter política para quase metade do território nacional” (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 1997).

Mas apesar de a certificação ser um instrumento de mercado, seus custos e exigências provavelmente não poderiam ser arcados por produtores de porte médio, ou pequenos, ou ainda por populações que fazem manejo comunitário, sem uma participação mais efetiva dos governos nesse processo. O mapa da certificação no mundo, demonstra claramente como esta se distribui.



Pode-se observar pelo mapa, que a grande maioria das florestas certificadas concentra-se nos países desenvolvidos. De acordo com o FSC, a área total certificada no mundo, até abril de 2001, corresponde a 22.379.980 ha. No Brasil, a área de florestas certificadas corresponde a 720.207 ha, de propriedade privada ou industrial, sendo que de um total de 12 empreendimentos,

3 são de floresta nativa e 6 de monoculturas, a maioria destes, exportadores. Como comparação, o México possui 9 florestas certificadas (6 nativas, 2 mistas e 1 semi-natural) correspondendo à 409.564 ha, todas comunais (FSC, 2001).

2.3 – Habitações e habitantes: a construção da consciência sobre estilo de vida e a contribuição da arquitetura

2.3.1 – Habitação: escala. Moradia: indivíduo

“...o “morar” mostra como o homem racionaliza e organiza o espaço em que vive – sua utilização e distribuição. E mostra mais do que isso: como ele vê a si mesmo no conjunto da sociedade, qual o espaço que lhe é devido e reservado ou do qual se apropria”. (ORTIZ, HUE, 1987, pág. 6).

Enfocar o tema da habitação significa enfocar o **indivíduo**, célula básica do tecido social. Em questões sobre estilo de vida, mudança cultural e conscientização, se esta célula estruturadora não for modificada, pouco ou quase nada poderá ser realmente transformado: o resultado pode ser, então, frágil, vulnerável.

A produção arquitetônica comprometida com a sustentabilidade pode ser entendida como uma ferramenta linguística, portadora de informações. Assim, os **arquitetos**, através de um comprometimento para com as consequências de suas especificações de projeto, seriam um elemento chave na disseminação de informação para os **usuários finais**, cabendo ao **poder público**, no caso específico desse item representado pelas administrações municipais e seus órgãos responsáveis pelos setores de habitação e de aprovação de projetos, a disponibilização da informação e de todos os meios para se utilizá-la.

O direito à habitação, como uma necessidade básica, constitui-se um direito de todos os cidadãos. Portanto, a produção de edificações residenciais não significa a disponibilização de um bem de consumo qualquer, antes, trata-se de um bem fundamental. Então, porque não fazer dessa necessidade uma oportunidade para alavancar outros benefícios, transformando-se o ato de construir em uma ação comprometida com requerimentos adicionais?

2.3.2 – Moradores, arquitetos e o papel do poder público

Partindo da noção de que o alcance da sustentabilidade pressupõe uma mudança cultural e que, esta mudança só poderá ser efetivada através da conscientização de toda a sociedade, ocorre definir papéis aos seus diversos níveis de organização para a construção dessa conscientização.

Segundo Leila e Lúcia da C. Ferreira, o reconhecimento dos limites ecossistêmicos e a necessidade de se encontrar soluções para que estes não sejam atingidos, implica em uma revisão do conceito de necessidades humanas e impõe o desafio de uma grande tarefa: *“a construção de uma agenda de reflexões e reivindicações sobre desenvolvimento e meio ambiente”* e a capacidade dos atores do desenvolvimento em *“manejar o enfoque das necessidades humanas para orientar suas ações e aspirações”*. Assim, para as autoras, a questão da preservação dos sistemas ambientais está incisivamente ligada à quaisquer outras questões que objetivem o desenvolvimento humano, o que determina que um modelo de sustentabilidade só possa ser gerido se for *“compartilhado entre o Estado, a sociedade civil, o setor privado e as comunidades locais”* (FERREIRA, FERREIRA, 1992, pp. 19, 25 e 29).

Portanto, neste processo, não se deve subestimar o valor que pequenos agentes podem vir a ter nem, tampouco, acreditar que não seja também papel para os grandes agentes, como os órgãos governamentais, por exemplo. Seria mais efetivo supor que todos tem a sua parte por fazer e a responsabilidade para tal, diferindo somente em que níveis essa atuação poderá ocorrer.

As administrações públicas

Em resposta às necessidades prementes de uma reorganização nos modos de vida, ao poder público caberia o papel de induzir certas transformações que visem proteger o bem da coletividade. Quais seriam os instrumentos dos quais as administrações públicas podem fazer uso, com respeito à produção arquitetônica, para que se priorize a qualidade de vida de suas populações?

Entende-se que somente lançar mão de instrumentos impositivos, como legislação punitiva, pode funcionar num plano emergencial, onde os problemas são de tal urgência que não se pode esperar pelas ações de longo prazo. Porém, induzir um comportamento somente com o suporte legislativo deixa uma margem de vulnerabilidade, onde eventuais grupos poderiam agir de acordo com seus interesses específicos.

Às administrações públicas cabe o papel de organizador dos anseios da sociedade, de um projeto que proporcione a realização de seus desejos, formulado com base em uma participação ativa de todos os seus membros, ou seja: planejamento. Isso parece somente viável se a população tiver consciência acerca dos caminhos possíveis em direção ao seu desenvolvimento - e se existirem esses caminhos, um desenvolvimento que priorize a satisfação coletiva e o acesso democrático aos recursos de todas as ordens.

Dessa forma, entende-se que mecanismos regulatórios das atividades de construção e uso de espaços que levem à uma conscientização mais do que à um simples cumprimento das leis, podem ser um caminho seguro porque a conscientização realimenta o aperfeiçoamento para novos projetos e legitima a implantação dos mesmos.

Nesse sentido, uma revisão dos códigos de obras é fundamental. Os códigos, em sua maioria, fazem referência à qualidade dos ambientes de uma forma quantitativa: estabelecendo áreas máximas de ocupação dos lotes, áreas mínimas para iluminação, ventilação, passagens, recuos, etc. A maioria dos projetos se preocupa somente em atender essa especificação legal quantitativa, sem se preocupar com os aspectos qualitativos para sua utilidade final.

Como exemplo, os aspectos qualitativos referentes à iluminação natural passam, além dos níveis mínimos de iluminação necessários ao desempenho cada atividade, pelo posicionamento adequado das aberturas, pelo uso de elementos de proteção à radiação direta, pela consideração em relação ao conforto térmico e visual, por uma relação elevada entre eficiência de um material e qualidade proporcionada ao ambiente interno e externo. E isso tudo os códigos não prevêm: a qualidade arquitetônica como qualidade de vida – um direito dos cidadãos.

Segundo Moretti, essa distorção ocorre porque os textos legais incluem somente os parâmetros a serem atendidos pelos projetos, não deixando claro quais são os objetivos da

regulamentação, quais são os conceitos por trás das exigências, que devem ser entendidos tanto pelos que fazem as normas quanto por aqueles que as utilizam (MORETTI, 1997).

Ainda de acordo o autor, as generalizações quantitativas dos códigos, com exigências indiscriminadas para recuos frontais e laterais por ex., sem levar em conta as situações específicas das vias, das edificações vizinhas e do clima local, podem induzir a certas tipologias de implantação, invalidando outras possíveis soluções de boa qualidade urbanística e arquitetônica (MORETTI, 1997, pp. 93, 108). Isto vale para o caso de edificações com uso mais intensivo de madeira (vedações, por exemplo): dentro dos padrões atuais dos lotes urbanos – estreitos e profundos, as exigências legais para os recuos praticamente inviabilizam a sua utilização mais ampla.

A inserção, nos códigos de obras, de parâmetros de qualidade energético-ambiental nos edifícios pode introduzir uma ruptura no modelo regulatório generalizante. Normas para reduzir o consumo de energia, priorizando a utilização de sistemas naturais e de materiais menos impactantes ao ambiente, só poderão produzir resultados satisfatórios se forem adequadas para as condições de cada localidade – clima, recursos, necessidades, etc. Devendo ser essencialmente específica, seu embasamento é portanto conceitual, proporcionando um melhor entendimento acerca de seus objetivos. Nesse caso, entende-se que um instrumento fundamental para a eficácia das normas para qualidade energético-ambiental seria a análise prévia das diretrizes de projetos por parte dos órgãos responsáveis por sua aprovação.

O Código de Obras do Município de São Paulo, no item “Documentos para Controle da Atividade de Obras”, prevê a possibilidade de a prefeitura analisar diretrizes de projeto “*a pedido do interessado (...), em etapa anterior ao seu desenvolvimento total*” (Código de Obras e Edificações do Município de São Paulo, 1992, pág. 26). Esta análise prévia poderia se transformar em procedimento obrigatório, o que evitaria posteriores necessidades de ajustes mais complexos nos projetos concluídos, facilitando o processo de adequação e favorecendo a elaboração de opções específicas para cada empreendimento.

Outra forma para estimular um contato mais íntimo entre os projetistas e um corpo técnico especializado em qualidade energético-ambiental dos edifícios, ampliando a discussão sobre o tema, pode ser a concessão de certificados de eficiência energética para edificações.

Um sistema para certificação desse tipo foi desenvolvido em Bilbao, na Espanha, pelo CADEM (grupo EVE) em conjunto com o Departamento de Habitação e Planejameto Urbano e Ambiental do governo local. Esse sistema promove a concessão de certificados como um “selo de qualidade” para o setor da construção, tanto na fase de projetos quanto para obras acabadas, para edifícios que excederem os requerimentos mínimos constantes na legislação. Segundo o programa THERMIE da comunidade Européia, a certificação funciona como *“um incentivo aos investidores em adotar medidas de racionalização energética e assegura aos usuários que a edificação foi bem projetada e construída”* (THERMIE PROGRAMME ACTION n° B-108, 1995, p. 10).

Promover a discussão em torno da temática ambiental e energética para construir uma ampla conscientização passa por uma reorganização dos mecanismos de financiamento do poder público a favor de uma requalificação ambiental das cidades e do território, pela identificação de áreas de experimentação onde seja possível verificar a viabilidade de metas projetadas, pelo aumento do fluxo de informações, campanhas, promoção de concursos públicos para uma arquitetura que melhor responda à pluralidade das exigências sociais, pela concessão de incentivos fiscais que estimulem a adoção de critérios para redução do consumo de energia e de materiais impactantes.

Esta não parece uma tarefa fácil. A somar-se às dificuldades colocadas para que se supere o tradicional favorecimento de camadas privilegiadas da população, democratizando o acesso aos recursos e às oportunidades, há o fato de que uma nova abordagem nas formas de atuação e participação em direção à sustentabilidade deva ser eminentemente interdisciplinar, proporcionando a transversalidade entre as diferentes áreas do conhecimento e entre os vários entes envolvidos. Não significa, entretanto, que não deva ser enfrentada.

Os moradores

Entende-se que a maneira de habitar pode ser reveladora do modo de se viver e olhar o mundo. Cullota afirma que a cultura do habitar se caracteriza, hoje, *“mais por desejos do que por necessidades”* (CULLOTA, 1998). Cabe então indagar: que tipos de demandas estes desejos estão gerando? De quais estilos de vida estes espaços são tradutores? Quem pode ser responsabilizado?

Definir o papel dos usuários de espaços habitacionais é tarefa um tanto quanto complexa porque estes não constituem uma categoria organizada enquanto tal. São todos os indivíduos de uma sociedade, com suas características próprias, diferenças culturais, diferenças de padrão de vida, de renda, de prioridades, de desejos e, sobretudo, de oportunidades.

Pode-se adotar, em princípio, uma certa homogeneização, dividindo-se esses usuários em dois grupos: aqueles que têm acesso à possibilidade de construir suas casas e aqueles que não o têm, devendo adquirir moradias construídas pelos programas municipais de habitação ou, ainda, recorrer à auto-construção.

O segundo grupo, constituído pelas populações de baixa renda, não tem muita possibilidade de escolha e de interferência nesse processo. Como em outras áreas, está sujeito às alternativas que lhe são colocadas, ou impostas, pela sua condição de marginalidade nos processos de decisões. Suas conquistas, quando alcançadas, dependem de uma intensa capacidade de organização para fazer valer suas reivindicações, e representam, no final, uma interferência pública no espaço individual.

Já aqueles do primeiro grupo, pertencentes a uma faixa de renda maior, ao construírem suas casas estão fazendo uma intervenção individual no espaço público. O grau de liberdade para essa intervenção espacial oficialmente admitida é, portanto, determinado pelo grau de acesso à renda, devendo-se somente respeitar as questões legais constantes nas leis de uso e ocupação dos solos e nos códigos de obras de cada município.

Analisando-se as ofertas de imóveis para as classes média e altas pode-se ter uma idéia dos "desejos" e significados atribuídos à moradia por essas camadas sociais e de como certos estilos de vida estão se tornando incompatíveis com as necessidades de redução do consumo. A compartimentação interna, com espaços definidos para funções específicas herméticas, (por ex. sala para TV, sala para almoço, para jantar, para estar, para trabalhar, banheiros em cada um dos dormitórios, cozinha, despensa e etc), que se verifica nas residências de padrão médio/alto e que aumenta com o aumento da renda, constitui um desperdício espacial sem tamanho. Para que seja possível englobar esse extenso programa de atividades, divide-se o espaço total em diversos micro-espacos, que praticamente não deixam margem para um uso adicional àquele especificado. Como resultado tem-se uma área total construída enorme e uma qualidade espacial duvidosa.

Tal compartimentação excessiva impede a utilização de um mesmo local ao longo das diferentes horas do dia, criando uma sequência de espaços ociosos, impedindo uma

otimização espacial e inibindo a socialização entre os membros de uma mesma família. Assim, por trás das necessidades de privacidade, verifica-se um modo de viver que privilegia o isolamento, a não discussão, a não compartilhamento de momentos e de espaços.

Neste ponto reside uma discrepância gritante entre as oportunidades espaciais usufruídas pelas pessoas de diferentes classes sociais. Para um grupo privilegiado, verifica-se não somente uma abundância como também o desperdício - de espaço, de matéria e de energia. Para aqueles que estão à margem das oportunidades, as limitações espaciais enfatizam sua condição de não poder se apropriar de coisa alguma.

Portanto, entende-se que redistribuir espaços signifique redistribuir renda e oportunidades, significando também que contribuir para o equilíbrio ambiental passa por contribuir para o equilíbrio social, eliminando-se os desperdícios de qualquer tipo para favorecer com que outros tenham acesso aos recursos cada vez mais limitados.

Assim, como as populações de maior poder aquisitivo são as que mais consomem energia, materiais e espaço, é para esse grupo de usuários que as campanhas para redução do consumo deveriam dirigir-se principalmente. Formas para sensibilizar grandes consumidores para uma reformulação de seus estilos de vida passam tanto por medidas de estímulo, fornecendo algumas isenções de obrigações que trariam benefícios em níveis mais importantes, como por medidas restritivas, impondo condições limitantes ao uso indiscriminado de recursos (por exemplo, os critérios de eficiência energética mencionados no item anterior).

Às populações de baixa renda, caberia o papel fundamental de lutar pelo reconhecimento de seus direitos ao acesso democrático ao uso de recursos, forçando assim um movimento em direção ao equilíbrio necessário.

Os arquitetos e a “nova” arquitetura

Este item, sob o tema “habitações”, aborda o papel dos arquitetos com respeito ao espaço de moradia dos indivíduos e não somente, mas também, a construção dos edifícios. Portanto, as argumentações foram construídas a partir da noção mais atual que envolve a “arquitetura bioclimática”.

Arquitetura bioclimática, arquitetura ecológica, arquitetura sustentável, urbatetura, antiarquitetura, são terminologias diferentes, utilizadas por autores diferentes em tempos diversos, para dizer mais ou menos a mesma coisa: que, resumidamente, indivíduo e meio ambiente, processos antrópicos e processos naturais interferem, interagem, reagem um ao outro, não devendo, portanto, serem tratados separadamente quando se fala em arquitetura (FRANCESE, 1996; CASTELLI, 1998; YEANG, 1999; PILATOWICZ, 1995; GIVONI, 1976; ZEVI, 1978; COELHO NETO, 1979).

A concepção tradicional da bioclimática trata mais especificamente da qualidade no ambiente interno utilizado pelo homem e de suas relações com o meio climático externo (como B. Givoni) porém, alguns autores contemporâneos, como se verá em Alida Castelli mais adiante, trabalham com esta noção ampliada.

A “arquitetura sustentável” ou a “ecológica”, refere-se mais comumente aos impactos da atividade de construção e dos parâmetros de projeto arquitetônico sobre o meio externo, como Ken Yeang, por exemplo. Assim, o contexto mais amplo deste trabalho reporta-se à arquitetura sustentável.

Utilizaremos, porém, a arquitetura bioclimática como referência neste item (na sua concepção mais atual) porque esta incorpora o homem como usuário do espaço construído, o morador e entendemos ser importante que isto esteja explicitado. Um edifício tem três dimensões, um espaço arquitetônico tem quatro (COELHO NETO, 1979). Esta quarta dimensão somente é introduzida quando alguém adentra o edifício, percorre, usa.

A arquitetura bioclimática coloca-se como uma “nova” abordagem metodológica para o processo de produção arquitetônica comprometida com a sustentabilidade, porque introduz um modo de projetar que parte do conhecimento das condições climáticas para se alcançar um bem estar psicofísico e ambiental. O edifício é considerado então, um organismo que tira partido dos agentes naturais para incrementar sua funcionalidade e proporcionar qualidade e conforto para seus usuários. É assim, bastante claro quem são os sujeitos dessa abordagem: o homem e seu meio ambiente.

“Trata-se, portanto, de uma metodologia de projeto arquitetônico que utiliza todos os instrumentos próprios da arquitetura, adicionando a estes, porém, o exercício de um controle total sobre os materiais, os componentes, as técnicas e os processos, analisados em função da saúde do homem e de seu ecossistema, com o objetivo de anular o impacto energético-ambiental relativo ao processo construtivo na sua totalidade e complexidade” (CASTELLI, 1998). Talvez se deva dizer que “anular” os impactos seja um objetivo impossível – todas as atividades humanas são geradoras de impactos, porém “minimizar” é algo que pode estar ao nosso alcance.

Os princípios da arquitetura bioclimática, que sempre caracterizaram as antigas técnicas construtivas, foram transcurados pela sociedade industrial que, com a disponibilidade de fontes de energia a baixo custo, delegou aos equipamentos a resolução dos problemas de conforto ambiental. O resultado, pode-se verificar na internacionalização da arquitetura, que perdeu seu caráter de expressão de uma sociedade, de um lugar geográfico, gerando edifícios altamente dispendiosos quanto ao uso de energia e inexpressivos enquanto linguagem de um povo.

Massimiliano Fuksas, curador da 7ª Bienal de Arquitetura de Veneza, em 2000, faz um convite aos arquitetos por um maior empenho em melhorar o futuro: *“a linguagem normalmente utilizada na arquitetura é um dialeto incompreensível para a maior parte do mundo, impedindo a sua participação efetiva na sociedade. Despertar a atenção das pessoas para a arquitetura é ajudá-las, educá-las e dar a elas um meio de comunicação.”* (FUKSAS, 2000).

Assim, os indivíduos não se identificam, não vêem na arquitetura um espelho de sua organização social, não sabem de onde vêm os materiais que a constituem, como são extraídos, processados, etc. Portanto, não se sentem responsáveis por esta história, não se importam com o que estão consumindo. Cabe então indagar: qual seria o papel dos profissionais de arquitetura na tradução desta história material?

Vicenzo Colaci responde: *“os projetistas deveriam assumir a responsabilidade, no setor da construção, em relação à proteção do território, dos recursos não renováveis e às temáticas ambientais (...) Hoje, além do conhecimento das características técnicas, estéticas e funcionais*

específicas dos produtos, o projetista deve estender suas pesquisas à qualidade ambiental dos edifícios e, portanto, dos materiais que o compõem.” (COLACI, 1998).

Esta colocação vem confirmar a constatação de que a arquitetura abandonou seus princípios básicos de construir para uma finalidade específica, uma cultura, uma localidade, em perfeita integração entre o homem e a natureza, entre a cidade e o território – a *urbatetura*, como denominou Bruno Zevi. Os povos antigos construíam segundo princípios bioclimáticos porque não podiam contar com elaborados sistemas artificiais para o conforto interno dos ambientes e nem tampouco com sistemas sofisticados de transporte para utilizarem materiais que não fossem próprios de suas localidades.

Hoje, existem as tecnologias para a climatização ambiental artificial e existem os meios de transporte porém, a relação se inverteu: a disponibilidade dos recursos naturais está sujeita à modificação nos modelos atuais de uso destes recursos.

Dessa forma, a arquitetura bioclimática adquire atualmente um papel fundamental como suporte metodológico aos arquitetos para as mudanças necessárias em direção à sustentabilidade porque induz à uma conscientização sobre nosso estilo de vida ao trazer, para dentro do edifício, um pouco da história e da geografia do meio onde este se insere.

Portanto, repensar as funções espaciais ao ritmo evolutivo das sociedades, significa colocar a arquitetura em contato com o meio e à serviço do homem, das necessidades de uma cultura em manifestar suas características, em se desenvolver e se aprimorar.

Coelho Netto discute a necessidade de uma nova arquitetura, de uma ressemantização de sua linguagem, à qual ele denomina *antiarquitetura*. Para finalizar, utilizaremos a conclusão de seu livro, que invoca a necessidade de um discurso humano na arquitetura e, já no ano de 1979, explicita os princípios da sustentabilidade para uma arquitetura que deve ser exigida como um direito, “*idêntico ao direito à própria pele*”. Assim, o autor coloca:

“por antiarquitetura se deve entender nada mais (e que já é muito) que um trabalho de ressemantização das funções e elementos da arquitetura: estes foram perdidos,

ficaram esquecidos no meio da transformação produzida pelo chamado progresso industrial e trata-se assim não propriamente de dar-lhes novos significados mas, simplesmente, de devolver-lhes, de repor-lhes os significados originais: abrigo, proteção, conforto, construção para o desenvolvimento das potencialidades humanas em harmonia necessária com o meio ambiente (agora sufocado pelo homem, que com isso sufoca a si mesmo), integração com o mundo.”

(Coelho Netto, 1979, pág. 175-176)

2.4 – Comentário final

O presente capítulo tratou de temas com diversas escalas de abordagem: do nível planetário ao nível local. Tal estrutura foi elaborada com o intuito de deixar mais aparente a relação indissociável entre os temas meio ambiente, energia e sociedade aqui enfocados a partir do estabelecimento de articulações entre as florestas nativas e o uso de madeira na construção de moradias evidenciando, assim, a requerida abordagem interdisciplinar para a busca de novos modelos no enfrentamento dos dilemas colocados para o século XXI.

Capítulo 3

Um inventário local: caracterização do consumo de madeiras para construção em habitações em Campinas

Este inventário foi elaborado com o intuito de se conhecer um mercado consumidor como base para melhor poder orientar propostas alternativas de suprimento. Além de uma quantificação do consumo local, onde se procura saber detalhadamente aspectos como volume anual consumido para uso residencial; usos finais da madeira na edificação; espécies mais consumidas e volume por região produtora, procura-se identificar questões que qualifiquem este mercado, como: quem são os compradores; por quais fatores a escolha de espécies é influenciada (culturais, oferta existente, conhecimento prévio, sugestão de outros, etc); preocupação existente acerca da procedência da madeira consumida; conhecimento de alternativas.

A seguir, apresenta-se as etapas para a elaboração e produção desta pesquisa de campo e os resultados obtidos seguidos por alguns comentários.

3.1 – Método utilizado

3.1.1 - Coleta de dados

Os dados para a produção deste inventário foram coletados por meio de entrevistas realizadas junto às empresas que comercializam madeira para construção civil em Campinas. Para tanto, foi elaborado um questionário (ver Anexo II) dividido em 4 partes, como segue:

- **Parte I** – questões referentes ao volume comercializado por ano, espécies mais vendidas, usos finais associados às espécies, origem da madeira, estado em que chega a madeira (verde, seca, tratada, adequação para a venda).
- **Parte II** – relação com os clientes: quem são, como solicitam a madeira, critérios para a escolha da espécie, interesse sobre a procedência, estratégias de *marketing* adotadas pela empresa.
- **Parte III** – nível de informação e de preocupação do entrevistado sobre o futuro de seu negócio (conhecimento e interesse em comercializar madeiras certificadas, principais dificuldades, preocupação com a oferta futura, observação de mudanças na oferta e na utilização de madeiras).
- **Parte IV** – questões gerais sobre consumo de eletricidade na empresa, se faz secagem, tratamento, tipo de transporte utilizado e custo do transporte em relação ao preço da madeira.

Para a identificação dessas empresas, foram procurados a Prefeitura do Município, a Receita do Estado de SP e a Associação Comercial de Campinas porém, esta informação, de caráter mais oficial, não estava disponível.

Dessa forma, procedeu-se à elaboração de uma listagem a partir do catálogo telefônico que foi sendo acrescida com informações dos próprios comerciantes. Ao final, foram levantadas 84 empresas no total.

A partir de um primeiro contato por telefone foi feita uma filtragem, eliminado-se as empresas cujo perfil não se adequava aos objetivos da pesquisa: aquelas que comercializam madeira para o setor moveleiro (tanto madeira serrada quanto compensados e laminados), sendo identificadas 25 madeireiras com perfil inadequado. Ainda da lista inicial, um total de 13 empresas não foram encontradas, tendo sido também eliminadas. Restaram como válidas 46 empresas, das quais 30 foram entrevistadas, cinco não foram visitadas e 11 não responderam. É importante ressaltar que, dentre as últimas, somente 03 se negaram a responder à pesquisa. As outras 08 entraram para este grupo após três tentativas de contato sem que se conseguisse encontrar o responsável ou compatibilizar horários. O quadro abaixo resume estas informações.

QUADRO GERAL DAS EMPRESAS LISTADAS

EMPRESAS LISTADAS		QUANTIDADE	% do total
PI	perfil inadequado	25	29,76
NE	não encontradas	13	15,48
NR	não respondeu	11	13,10
AV	a visitar	05	5,95
OK	entrevistadas	30	35,71
TOTAL		84	100%

	QUANTIDADE	% do total
EMPRESAS LISTADAS	84	100%
INVALIDADAS (PI; NE)	38	45,24

EMPRESAS CONSIDERADAS	46	100%
NÃO RESPONDERAM	11	23,91
NÃO VISITADAS	05	10,87
ENTREVISTADAS	30	65,22

3.1.2 – Limitações

Reconhece-se as limitações sobre os dados obtidos por questionário, que devem ser vistos com cautela pois, nem sempre, as respostas correspondem à realidade. Acrescente-se ainda o fato de que, na parte sobre quantificação, as respostas obtidas correspondem a aproximações, pois a maioria dos entrevistados não mantém um controle rigoroso sobre suas vendas. Porém, muitas das empresas entrevistadas estão há mais de 10 anos no mercado, podendo-se então admitir que conhecem bem o seu funcionamento.

Uma outra observação refere-se a uma certa desconfiança, por parte de alguns entrevistados, notada em relação aos motivos da pesquisa, o que leva a crer que os dados obtidos sobre o volume comercializado podem ser menores do que de fato o são. Contudo, algumas entrevistas geraram muitas informações adicionais, percebendo-se que existe uma disposição dos comerciantes em discutir sobre as questões relativas ao presente e ao futuro de seu negócio.

3.1.3 - Definição da amostra

Como se observa pela Tabela 1, o número de empresas entrevistadas corresponde à maioria entre aquelas listadas e consideradas válidas para a pesquisa. No entanto, devido à obtenção um tanto quanto informal dessa lista, procedeu-se à uma verificação da representatividade desse valor.

Para se definir a amostra, tomou-se o resultado sobre o volume anual comercializado por cada empresa e definiu-se valores a partir da média obtida para cada uma. Seguem abaixo, as tabelas e gráficos gerados para a amostragem.

TABELA 1 – VOLUME TOTAL COMERCIALIZADO AO ANO POR EMPRESA

EMPR.	VOL. TOTAL (m³/ano)	USOS						EMPR.	VOL. TOTAL (m³/ano)	USOS					
		1	2	3	4	5	6			1	2	3	4	5	6
001	300	X	X	-	X	X	-	016	2.600	X	X	X	X	X	-
002	70	-	-	X	X	-	-	017	1.200	-	-	-	-	X	-
003	4.500	X	X	X	X	X	X	018	600	X	X	-	-	X	-
004	1.200	X	X	X	X	X	-	019	252	-	-	-	-	X	-
005	1.000	X	X	X	X	X	-	020	360	X	X	-	-	-	-
006	14.000 varejo e atacado	X	X	X	X	X	-	021	1.000	X	X	-	-	-	-
007	não sabe	X	X	X	X	X	-	022	1.080	X	X	X	X	X	-
008	1.300	X	X	X	X	X	X	023	450	X	X	-	X	-	-
009	3.000	X	X	-	-	-	X	024	720	X	X	-	-	X	-
010	1.800	X	X	X	X	X	-	025	500	X	X	-	-	-	-
011	700	-	-	X	X	X	-	026	1.350	X	X	X	X	X	-
012	450	X	X	X	X	X	-	027	455	X	X	-	-	X	-
013	100	-	-	X	X	-	-	028	480	X	X	-	-	-	-
014	1.200	X	X	X	X	X	-	029	360	X	X	-	-	X	-
015	não sabe	-	-	X	X	X	-	030	1.500	-	-	X	X	-	-
VOLUME TOTAL = 42.527 m³/ano															

EMPRESAS CONSIDERADAS= 28 empresas (30 entrevistadas – 02 não sabem)

VOLUME MÉDIO = $42.527 \text{ m}^3 / 28 = 1.518,82 \text{ m}^3$ médios / empresa / ano.

LEGENDA USOS:

1 – estrutura cobertura; 2 – caixa; 3 – portas e janelas; 4 – batentes; 5 – acabamentos; 6 – tapumes

TABELA 2 – AMOSTRAGEM: PONTOS COM MÉDIA DO VOLUME ANUAL COMERCIALIZADO

EMPRESA	VOLUME MÉDIO (m ³)	EMPRESA	VOLUME MÉDIO (m ³)
01	300,00	15	2228,00
02	185,00	16	2126,25
03	1623,33	17	2016,00
04	1517,50	18	1924,00
05	1414,00	19	1875,36
06	3511,66	20	1835,60
07	3195,71	21	1769,61
08	3171,25	22	1721,90
09	3018,88	23	1668,78
10	2787,00	24	1655,50
11	2574,54	25	1607,48
12	2368,33	26	1564,11
13	2278,46	27	1519,51
14	2301,42	28	1518,82

FIGURA 1 – DEFINIÇÃO DA AMOSTRAGEM PARA EMPRESAS ENTREVISTADAS (volume médio anual = 1.518,82 m³)

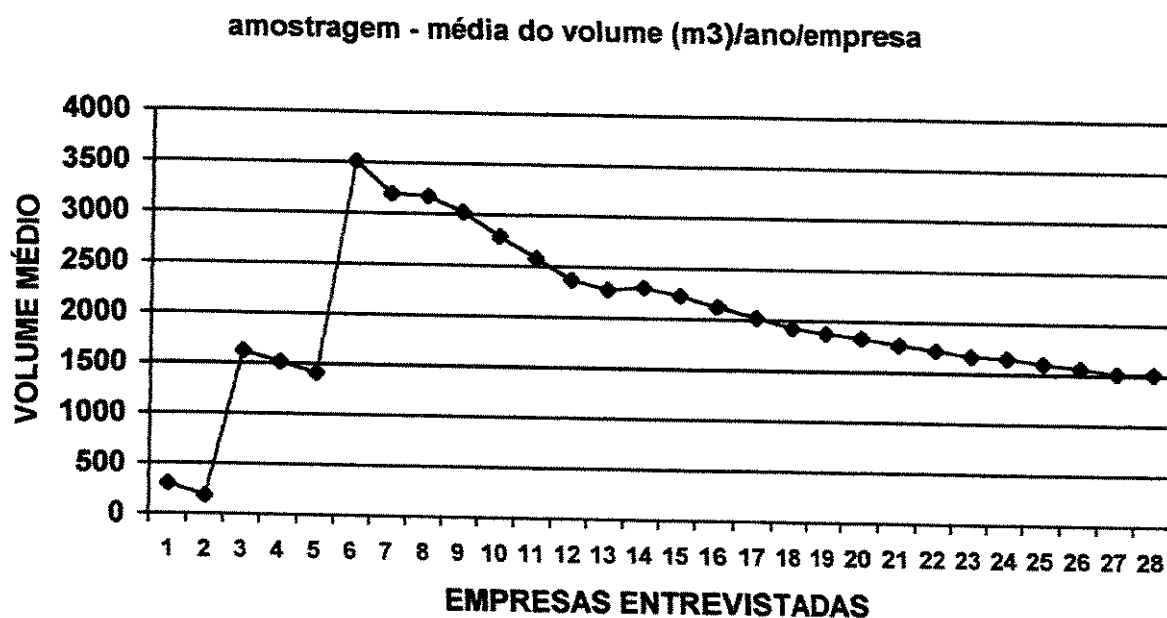
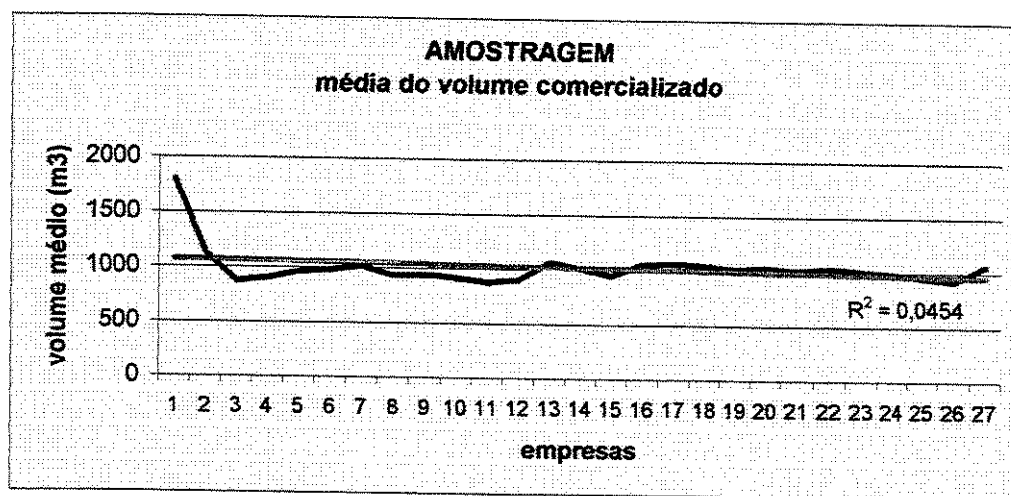


FIGURA 1.1 – MÉDIA DO VOLUME COMERCIALIZADO (sem a empresa nº 06) E LINHA DE TENDÊNCIA



OBS – pontos marcados no gráfico de forma aleatória e eliminando-se a empresa nº 06 (vol. anual = 14.000 m³).

Nesse caso, sem a empresa 06, o volume médio anual diminui cerca de 500 m³, passando de **1.518,82 m³ médios /empresa /ano para 1.056,55 m³ médios /empresa /ano.**

Este último valor será considerado como o valor médio real para se fazer as extrapolações por entender-se que corresponde mais à realidade do conjunto total de empresas, dado que a empresa 06 comercializa cerca de 2/3 a mais do que a segunda maior empresa entrevistada (empresa 03 = 4.500 m³ anuais) – v. Tabela .2

Observando-se as figuras acima, pode-se admitir que o número de empresas entrevistadas é significativo em relação ao total. Além disso, a distribuição espacial destas empresas na cidade, abrangendo desde a região central até os bairros mais periféricos, ilustra que a amostra é representativa também com relação aos usuários atendidos: diferentes bairros, diferente nível de renda de seus habitantes, tipologias diversas para as edificações residenciais.

Dessa forma, pode-se passar à extrapolação do volume obtido com a amostra para o volume total comercializado anualmente em Campinas pelo conjunto de empresas consideradas como válidas. A Tabela 4 apresenta os valores correspondentes, portanto, ao tamanho do mercado campineiro.

TABELA 3 – VOLUME TOTAL CONSUMIDO AO ANO EM CAMPINAS – madeira serrada e equivalente em toras (m³/ano)

	Nº de EMPRESAS	SERRADOS	TORAS <i>fator conversão: 2,8</i>
AMOSTRA	28	42.527	119.076
EXTRAPOLAÇÃO vol. médio considerado: 1.056,55 m ³ /médios/empresa/ano	18	19.018	53.250
TOTAL	46	61.545	172.326

3.2 – Quantificação do mercado consumidor

Os dados sobre a quantificação referem-se às espécies mais consumidas, seu volume anual, o volume equivalente em toras, os usos finais aos quais se destinam e à participação de cada região produtora no mercado local e no suprimento por espécie.

3.2.1 – As espécies

Segundo Smeraldi e Veríssimo, na Amazônia são exploradas cerca de 350 espécies. (SMERALDI e VERÍSSIMO, 1999, p. 22). Na identificação das espécies mais consumidas no mercado local, foram encontradas somente 19.

Este fato pode ser explicado, em parte, pelo alto custo do frete para as madeiras de menor valor, como se verá no item sobre o transporte, que chega a custar quase o mesmo que a madeira.

Outros motivos podem estar relacionados a um certo conservadorismo do mercado, por desconhecimento. De acordo com Viana, a alta diversidade das espécies tropicais dificulta a utilização daquelas menos conhecidas pelas incertezas quanto ao seu emprego mais adequado (VIANA, 2001). Mas, a diversidade de espécies pode ser muito vantajosa tanto do ponto de vista técnico, abrindo oportunidades para outros usos, como com relação às inúmeras possibilidades estéticas a serem exploradas em combinações diversas de cores, texturas e padrões volumétricos. Tal paradoxo indica uma demanda por instrumentos de divulgação junto aos usuários.

Um último comentário, reportando à citação de alguns entrevistados, refere-se ao fato de que novas espécies só aparecem no mercado na medida em que as mais consumidas vão sendo pressionadas ao esgotamento ou redirecionadas à mercados mais atraentes, como para a exportação.

As informações obtidas sobre as espécies comercializadas estão apresentadas nas tabelas abaixo (Tabela 4 e Tabela 4.1).

TABELA 4 – VOLUME COMERCIALIZADO AO ANO POR ESPÉCIE E DISTRIBUÍDO POR EMPRESAS (m³/ano - madeira serrada)

VOLUME POR ESPÉCIE (m³/ano)											
ESPÉCIES	EMPRESAS ENTREVISTADAS										TOTAL PARCIAL 1 por espécie (m³)
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	
Outras	-	7	-	180	50	3080		221	150	180	3868
Cupiuba	180	-	2500	300	300	2100		260	450	-	6090
Cedrinho	15	-	100	300	300	1400		-	-	900	3015
Cedrorana	-	-	-	-	-	-		-	750	-	750
Cedro rosa	-	63	50	-	-	-		130	-	-	243
Jatobá	75	-	300	120	250	1120		195	-	540	2600
Ipê	15	-	-	60	50	700		-	-	90	915
Itauba preta	15	-	1000	-	-	-		-	-	-	1015
Cambará	-	-	500	-	-	-		-	-	-	500
Angelim vermelho	-	-	-	120	-	1400		-	-	-	1520
Garapeira	-	-	-	-	-	-		-	300	-	300
Castanheira	-	-	-	60	-	2800		325	-	90	3275
maçaranduba	-	-	-	-	-	700		-	-	-	700
Muiracatiara	-	-	-	-	-	-		-	-	-	0
"Mangue rosa"	-	-	-	-	-	-		-	900	-	900
Pinus	Serrado	-	-	60	50	700		-	-	-	810
	Chapa	-	-	50	-	-		169	450	-	669
Cumarú	-	-	-	-	-	-		-	-	-	0
Pau marfim	-	-	-	-	-	-		-	-	-	0
Peroba mica	-	-	-	-	-	-		-	-	-	0
Angelim pedra	-	-	-	-	-	-		-	-	-	0
"Tamarino"	-	-	-	-	-	-		-	-	-	0
Peroba rosa	-	-	-	-	-	-		-	-	-	0
TOTAL (m³/ano) por empresa	300	70	4.500	1.200	1.000	14.000	não sabe	1.300	3.000	1.800	27.170

continua

TABELA 4 – continuação

VOLUME POR ESPÉCIE (m³/ano)											
ESPÉCIES	EMPRESAS ENTREVISTADAS										TOTAL PARCIAL 2 por espécie (m³)
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Outras	-	45	-	120		-	-	-	-	-	165
Cupiuba	-	-	-	-		1700	-	240	-	288	2228
Cedrinho	-	90	08	120		900	-	24	151,2	36	1329,2
Cedrorana	-	-	-	-		-	-	24	-	-	24
Cedro rosa	210	90	90	-		-	-	-	-	-	390
Jatobá	350	135	02	240		-	240	240	50,4	-	1257,4
Ipê	140	90	-	120		-	360	-	-	-	710
Itauba preta	-	-	-	-		-	-	-	-	-	0
Cambará	-	-	-	120		-	-	-	-	36	156
Angelim vermelho	-	-	-	-		-	-	-	-	-	0
Garapeira	-	-	-	480		-	-	24	-	-	504
Castanheira	-	-	-	-		-	-	24	-	-	24
maçaranduba	-	-	-	-		-	-	-	-	-	0
Muiracatiara	-	-	-	-		-	60	-	-	-	60
"Mangue rosa"	-	-	-	-		-	-	-	-	-	0
Pinus	Serrado	-	-	-		-	-	-	-	-	0
	Chapa	-	-	-		-	-	-	-	-	0
Cumaru	-	-	-	-		-	240	24	-	-	264
Pau marfim	-	-	-	-		-	120	-	-	-	120
Peroba mica	-	-	-	-		-	120	-	-	-	120
Angelim pedra	-	-	-	-		-	60	-	50,4	-	110,4
"Tamarino"	-	-	-	-		-	-	-	-	-	0
Peroba rosa	-	-	-	-		-	-	-	-	-	0
TOTAL (m³/ano) por empresa	700	450	100	1.200	não sabe	2.600	1.200	600	252	360	7.462

continua

TABELA 4 – continuação

VOLUME POR ESPÉCIE (m³/ano)											
ESPÉCIES	EMPRESAS ENTREVISTADAS										TOTAL PARCIAL 3 por espécie (m³)
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Outras	-	-	-	72	-	-	-	-	-	-	72
Cupiuba	500	-	405	180	250	270	-	432	-	-	2037
Cedrinho	300	72	22,5	108	250	135	113,75	48	90	-	1139,25
Cedrorana	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Cedro rosa	-	72	-	-	-	108	-	-	-	900	1080
Jatobá	-	432	22,5	-	-	405	91	-	-	-	950,5
Ipê	-	72	-	-	-	135	68,25	-	9	-	284,25
Itauba preta	-	-	-	-	-	-	45,5	-	-	-	45,5
Cambará	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Angelim vermelho	200	-	-	-	-	-	136,5	-	-	-	336,5
Garapeira	-	-	-	-	-	270	-	-	72	-	342
Castanheira	-	-	-	216	-	-	-	-	-	-	216
maçaranduba	-	432	-	-	-	-	-	-	-	-	432
Muiracatiara	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
"Mangue rosa"	-	-	-	144	-	-	-	-	-	-	144
Pinus	Serrado	-	-	-	-	27	-	-	-	-	27
	Chapa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Cumaru	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	9
Pau marfim	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Peroba mica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Angelim pedra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
"Tamarino"	-	-	-	-	-	-	-	-	-	600	600
Peroba rosa	-	-	-	-	-	-	-	-	180	-	180
TOTAL (m³/ano) por empresa	1.000	1.080	450	720	500	1.350	455	480	360	1.500	7.895

RESULTADO FINAL PARA A TABELA 4:

TOTAIS PARCIAIS 1 + 2 + 3 = 27.170 + 7.462 + 7.895

VOLUME TOTAL = 42.527 m³/ano de madeira serrada

(para a amostra utilizada)

TABELA 4.1 – RESULTADOS FINAIS: VOLUME COMERCIALIZADO AO ANO POR ESPÉCIE (m³/ano) - madeira serrada e equivalente em toras - amostra e extrapolação para Campinas

VOLUME TOTAL POR ESPÉCIE (m ³ /ano)						
ESPÉCIES		AMOSTRA (69,1%)		EXTRAPOLAÇÃO CAMPINAS		% DO VOLUME TOTAL
		SERRADOS TOTAL por espécie	TORAS TOTAL por espécie <i>fator conversão: 2,8</i>	SERRADOS TOTAL por espécie	TORAS TOTAL por espécie <i>fator conversão: 2,8</i>	
1	Cupiuba	10.355,00	28.994,00	14.986	41.961	24,35
2	Cedrinho	5.483,45	15.353,66	7.936	22.221	12,89
3	Jatobá	4.807,90	13.462,12	6.959	19.485	11,31
4	Castanheira	3.515,00	9.842,00	5.087	14.244	8,27
5	Ipê	1.909,25	5.345,90	2.763	7.736	4,49
6	Angelim vermelho	1.856,50	5.198,20	2.687	7.524	4,37
7	Cedro rosa	1.713,00	4.796,40	2.479	6.941	4,03
8	Pinus (serr + chapa)	1.506,00	4.216,80	2.179	6.101	3,54
9	Cumaru + "mangue rosa" (alburno cum.)	1.317,00	3.687,60	1.906	5.337	3,10
10	Garapeira	1.146,00	3.208,80	1.658	4.642	2,69
11	Maçaranduba	1.132,00	3.169,60	1.638	4.586	2,66
12	Itauba preta	1.060,50	2.969,40	1.535	4.298	2,49
13	Cedrorana	774,00	2.167,20	1.120	3.136	1,82
14	Angelim pedra + "tamarino"	710,40	1.989,12	1.028	2.878	1,67
15	Cambará	656,00	1.836,80	949	2.657	1,54
16	Peroba rosa	180,00	504,00	260	728	0,42
17	Pau marfim	120,00	336,00	174	487	0,28
18	Peroba mica	120,00	336,00	174	487	0,28
19	Muiracatiara	60,00	168,00	87	244	0,14
	Outras	4.105,00	11.494,00	5.941	16.635	9,65
						100%
TOTAL (m³/ano)		42.527	119.076	61.546	172.328	
		VOL. AMOSTRA		VOL. CAMPINAS		

*OBS – como fator de conversão de serrados para o equivalente em toras, utilizou-se o coeficiente de 2,8, conforme publicado por SMERALDI e VERÍSSIMO (1999).

O volume em toras significa o volume total extraído da floresta, que entra em uma serraria. De acordo com Smeraldi e Veríssimo, a produção de madeira na Amazônia concentra-se em regiões definidas como "pólos madeireiros", cuja produção anual em tora é igual ou superior a 100.000 m³ (SMERALDI e VERÍSSIMO, 1999, p. 8). Para dar uma idéia do tamanho do

mercado de Campinas, suponha-se que o volume total em toras da tabela acima seja somente de madeira da Amazônia. Esse volume corresponde, então, à produção anual de 1,7 pólo madeireiro.

TABELA 5 – CLASSIFICAÇÃO E DENSIDADES PARA AS ESPÉCIES COMERCIALIZADAS

ESPÉCIE	NOME CIENTÍFICO	CLASSIFICAÇÃO	DENSIDADE (ton/m ³)	
			SECA teor umidade: 15%	“VERDE” teor umidade: 55 - 60%
Cupiuba	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Pesada	0,87	1,18
Cedrinho	<i>Erisma uncinatum</i> Warm.	*Leve	*0,55	0,85
Jatobá	<i>Hymenaea stilbocarpa</i> Hayne	Muito pesada	0,96	1,40
Castanheira	<i>Bertholletia excelsa</i> H.B.K.	Moderadamente pesada	0,75	1,00
Ipê	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart.) Standl.	Muito pesada	0,96	1,40
Angelim vermelho	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	Muito pesada	1,09	1,45
Cedro rosa	<i>Cedrela</i> sp	Leve	0,53	0,80
Pinus	<i>Pinus</i>	Leve	0,45	0,75
Cumaru	<i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Willd.	Muito pesada	1,09	1,45
Garapeira	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vog.) Macbr.	Pesada	0,83	1,16
Maçaranduba	<i>Manikara longifolia</i> (A.DC.) Dub.	Muito pesada	1,00	1,45
Itauba preta	<i>Mezilaurus itauba</i> (Meissn.) Taub.	Muito pesada	0,96	1,40
Cedrorana	<i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke	*Moderadamente pesada	*0,75	1,00
Angelim pedra	<i>Hymenolobium petraeum</i> Ducke	*Moderadamente pesada	*0,75	1,00
Cambará	<i>Moquinia polymorpha</i> (Less.) DC.	*Moderadamente pesada	*0,75	1,00
Peroba rosa	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Muell. Arg.	Pesada	0,79	1,15
Pau marfim	<i>Balfourodendron riedelianum</i> Engl.	Pesada	0,84	1,17
Peroba mica	<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	*Moderadamente pesada	*0,78	1,10
Muiracatiara	<i>Astronium lecointei</i> ducke	Muito pesada	0,97	1,40
Outras				

FONTES:

- A classificação das espécies e os valores sobre as densidades para um teor de umidade = 15% (secas), foram obtidos em MAINERI (1989). Aqueles marcados com (*) foram obtidos junto aos comerciantes, por não se encontrarem publicados.
- Os valores adotados para a densidade da “madeira verde” foram obtidos através de informações dos comerciantes varejistas, especialmente daqueles que estão há muito tempo no mercado. Deve-se ressaltar, portanto, que tratam-se de valores aproximados mas que serão utilizados mais adiante para o cálculo do consumo de combustível referente ao transporte.

3.2.2 – Os usos finais

Os comentários com relação aos usos finais estão no final deste item. Primeiramente, são apresentados os dados obtidos, constantes nas Tabelas 6, 6.1 e 6.2.

TABELA 6 – VOLUME COMERCIALIZADO AO ANO POR ESPÉCIE E USOS FINAIS ASSOCIADOS

OBS – para as definições dos usos finais, ver legenda abaixo.

VOLUME COMERCIALIZADO AO ANO POR ESPÉCIE E USOS FINAIS ASSOCIADOS (m³/ano)				
ESPÉCIES		VOLUME TOTAL por espécie	USOS FINAIS	VOLUME POR USO FINAL por espécie
1	Cupiuba	14.986	estrutura cobertura	14.986
2	Cedrinho	7.936	caixaria	6.561
			acabamentos	1.375
3	Jatobá	6.959	estrutura cobertura	3.629
			acabamentos	2.339
			esquadrias .2 (batentes)	991
4	Castanheira	5.087	caixaria	5.087
5	Ipê	2.763	acabamentos	2.559
			estrutura cobertura	164
6	Angelim vermelho	2.687	estrutura cobertura	2.687
7	Cedro rosa	2.479	esquadrias .1 (portas e janelas)	2.479
8	Pinus serrado	2.179	caixaria	1.008
			acabamentos (forros)	203
	chapa		tapumes	968
9	Cumaru	1.906	acabamentos	395
	alburno		caixaria	1.511
10	Garapeira	1.658	estrutura cobertura	1.658
11	Maçaranduba	1.638	estrutura cobertura	1.638
12	Itauba preta	1.535	acabamentos	778
			estrutura cobertura	757
13	Cedrorana	1.120	caixaria	1.120
14	Angelim pedra	1.028	esquadrias .2 (batentes)	941
			acabamentos	87
15	Cambará	949	caixaria	949
16	Peroba rosa	260	estrutura cobertura	260
17	Pau marfim	174	acabamentos	174
18	Peroba mica	174	acabamentos	174
19	Muiracatiara	87	acabamentos	87
	Outras	5.941	usos diversos	5.941
TOTAL		61.546 m³/ano		

LEGENDA:

1. estrutura cobertura	→	vigas, caibros, ripas e pilares medidas especiais
2. caixaria	→	tábuas, sarrafos e pontaletes (para formas de concreto, andaimes, marcações de obra e escoramentos). Obs. – o termo “caixaria” é um jargão dos comerciantes, mas optou-se por mantê-lo por não identificar uma expressão adequada que englobasse todos os usos
3. esquadrias .1	→	portas e janelas
4. esquadrias .2	→	batentes
5. acabamentos	→	pisos, escadas, lambris, forros, rodapés, guarnições, decks, portões e tabeiras (estes 3 últimos, são elementos externos)
6. tapumes	→	chapas com miolo de pinus e capa com lâmina de virola (para proteção e construção de depósitos provisórios)

Para as espécies que são utilizadas em mais de uma finalidade, foram definidas as porcentagens relativas a cada uso final de acordo com as informações obtidas nas entrevistas. Porém, há que se ressaltar de que se tratam de aproximações pois nenhuma das empresas faz esse controle de forma rigorosa.

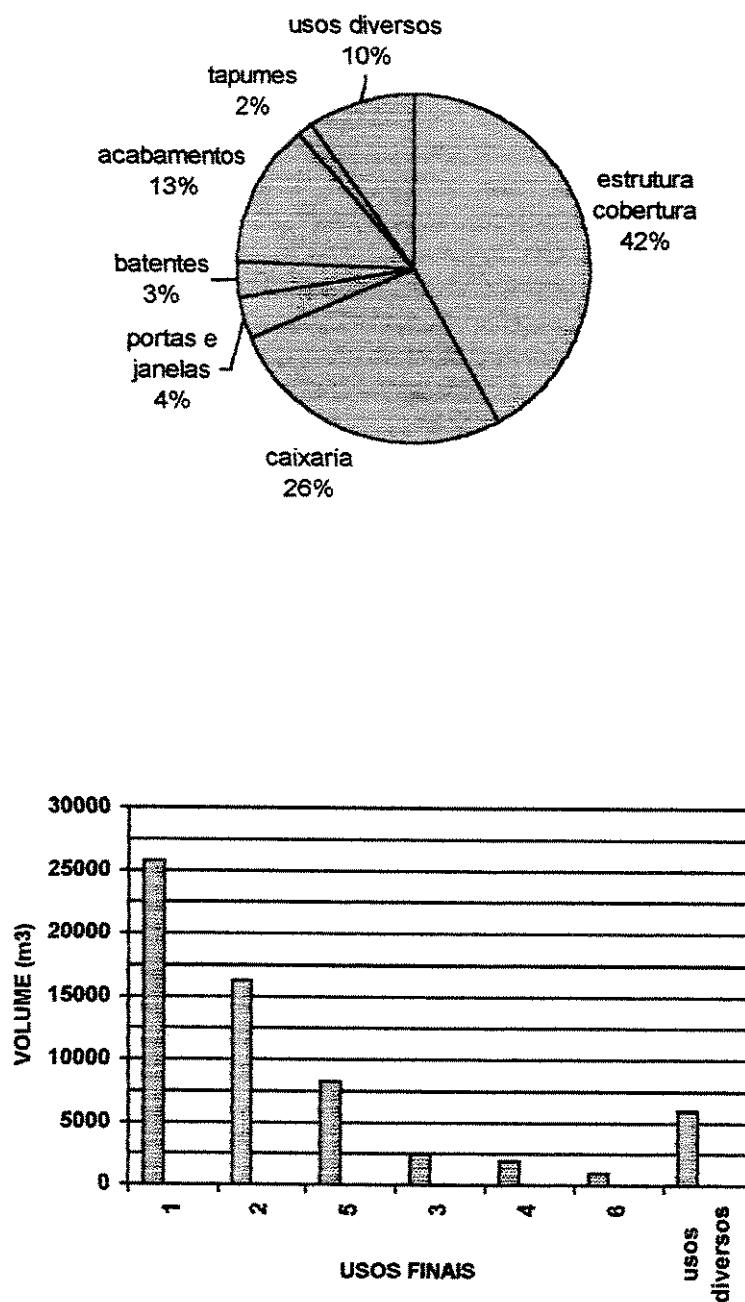
TABELA 6.1 – PARTICIPAÇÃO DOS USOS FINAIS NO TOTAL CONSUMIDO POR ESPÉCIE

ESPÉCIES	USOS FINAIS					
	1 ESTRUT. COBERT.	2 CAIXARIA	3 ESQUADR. 1	4 ESQUADR. 2	5 ACABAM.	6 TAPUMES
Outras	usos diversos					
1. Cupiuba	100%					
2. Cedrinho		82,68%			17,32%	
3. Jatobá	52,15%			14,24%	33,61%	
4. Castanheira		100%				
5. Ipê	5,93%				94,07%	
6. Angelim vermelho	100%					
7. Cedro rosa			100%			
8. Pinus		46,28%			9,30%	44,42%
9. Cumaru		79,27%			20,73%	
10. Garapeira	100%					
11. Maçaranduba	100%					
12. Itauba preta	49,30%				50,70%	
13. Cedrorana		100%				
14. Angelim pedra				91,55%	8,45%	
15. Cambará		100%				
16. Peroba rosa	100%					
17. Pau marfim					100%	
18. Peroba mica					100%	
19. Muiracatiara					100%	
VOLUME TOTAL POR USO FINAL (m³/uso)	25.779	16.236	2.479	1.932	8.211	968
SUB-TOTAL (m³)	55.605					
outras espécies	5.941					
TOTAL	61.546					

TABELA 6.2 – VOLUME COMERCIALIZADO AO ANO POR USO FINAL E DISTRIBUÍDO POR ESPÉCIES (desmembramento da Tab. 6.1)

USO FINAL	VOLUME TOTAL		DISTRIBUIÇÃO POR ESPÉCIES		
	por uso (m³/ano)	% do vol. total comerc.	% da esp. no uso f.	ESPÉCIES	Vol. parcial (m³/ano)
1. estrutura cobertura	25.779	42%	58,13	cupiuba	14.986
			14,08	jatobá	3.629
			10,42	angelim verm.	2.687
			6,43	garapeira	1.658
			6,36	maçaranduba	1.638
			2,93	itauba	757
			1,01	peroba rosa	260
			0,64	ipê	164
			100%		25.779
2. caixaria	16.236	26%	40,41	cedrinho	6.561
			31,33	castanheira	5.087
			9,30	cumaru (alburno)	1.511
			6,90	cedrorana	1.120
			6,21	pinus serrado	1.008
			5,85	cambará	949
			100%		16.236
3. esquadrias.1 (portas/janelas)	2.479	4%	100%	cedro rosa	2.479
4. esquadrias.2 (batentes)	1.932	3%	51,27	jatobá	991
			48,73	angelim pedra	941
			100%		1.932
5. acabamentos	8.211	13%	31,66	ipê	2.599
			28,49	jatobá	2.339
			16,74	cedrinho	1.375
			9,48	itauba	778
			4,81	cumaru	395
			2,46	pinus serrado	203
			2,12	pau marfim	174
			2,12	peroba mica	174
			1,06	angelim pedra	87
			1,06	muiracatiara	87
			100%		8.211
6. tapumes	968	2%	100%	pinus (chapa)	968
usos diversos	5.941	10%	100%	várias espécies	5.941
TOTAL	61.546				

**FIGURA 2 – PARTICIPAÇÃO DOS USOS FINAIS NO TOTAL COMERCIALIZADO
(% e m³)**



Considerações sobre as tabelas de uso final:

Foram identificados **seis usos finais** associados às espécies comercializadas em Campinas, identificados no quadro da legenda.

É interessante notar que a utilização da madeira como elemento estrutural da edificação (para colunas e vigas) é praticamente inexistente e, portanto, nem aparece na tabela. O alto índice de utilização de madeira para “caixaria” (26% do total) indica um grande uso de estruturas de concreto armado, fato este que se pode comprovar pela observação direta das tipologias das edificações residenciais na cidade.

Esta madeira, utilizada na confecção das formas para as estruturas de concreto e também para marcações de gabaritos, escoras e andaimes (na fase inicial da construção), é normalmente descartada como entulho no término da obra.

Na Tabela 6.2, a coluna do volume parcial distribuído por espécies, ilustra a pressão sobre cada espécie, no mercado consumidor de Campinas, exercida pelo uso final à ela associado. Note-se que o uso de madeira para estrutura de coberturas corresponde à 42% do volume total entre todas as outras aplicações. Estrutura de cobertura corresponde ao madeiramento para telhados e inclui também, no caso de cobertura de elementos como varandas, as vigas e pilares de sustentação. Esse uso é suprido majoritariamente por uma única espécie: a cupiúba (58%), que vem fundamentalmente de Mato Grosso (82% do volume de cupiúba comercializado), como se verá mais adiante, no item sobre a origem das madeiras.

Tal fato indica a possibilidade de esta espécie estar sendo super explorada. No mercado local, ela é comercializada sob o nome de “peroba vermelha”, indicando uma falsa associação com a tradicional peroba rosa, hoje quase extinta. Além do mais, há alguns anos atrás, encontrava-se para este uso o ipê e o jatobá, que hoje são comercializados mais para elementos que utilizam relativamente pouco volume, como batentes e acabamentos.

Na mesma Tabela, a coluna do volume total, mostra a demandas anual em Campinas (em m³ de madeira serrada) para cada uso final. Estes valores podem ser indicadores para a definição de

espécies alternativas que possam atender à essa demanda, respeitando-se, obviamente, as características físico e mecânicas da madeira a ser utilizada para cumprir uma determinada função.

Por exemplo:

- ocorrência em maior abundância na floresta
- não utilizadas para fins não madeireiros:

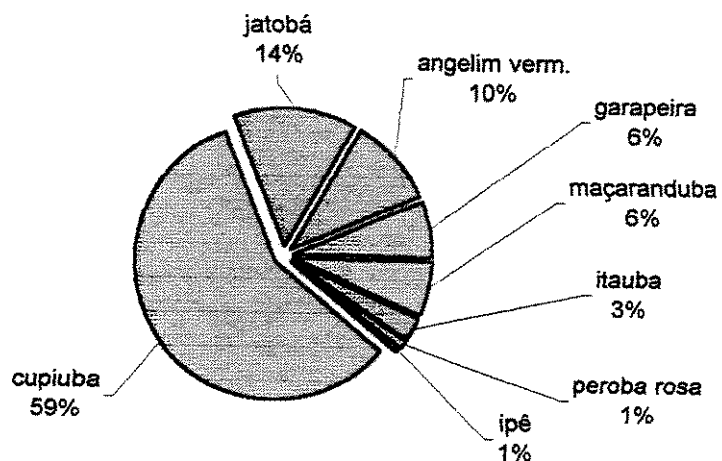
como é o caso do **jatobá**, para citar uma madeira largamente consumida no mercado local e cuja árvore tem outras inúmeras utilizações para as populações habitantes da floresta. Segundo SHANLEY (1998), o jatobá atrai a caça; fornece alimento - fruta e farinha; possui resina utilizada como remédio e verniz vegetal; seiva para combustível, tônico fortificante e impermeabilizador de canoa; casca com poder medicinal; além de fornecer madeira de alta qualidade.

Um outro comentário que merece atenção é a presença da **castanheira** no mercado, cujo uso para fins madeireiros é proibido e, não obstante, aparece em quarto lugar com relação ao volume comercializado.

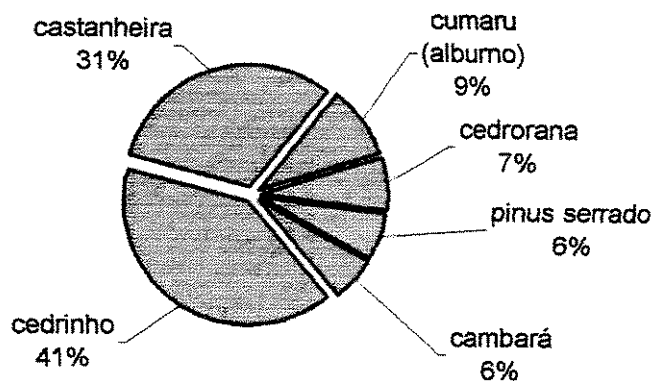
As figuras que seguem ilustram a composição e participação das espécies para cada uso final.

FIGURA 3 – PARTICIPAÇÃO DAS ESPÉCIES EM CADA USO FINAL (%)

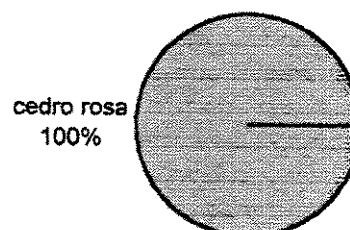
ESTRUTURA COBERTURA - PARTICIPAÇÃO ESPÉCIES (%)
volume total = 25.779 m³



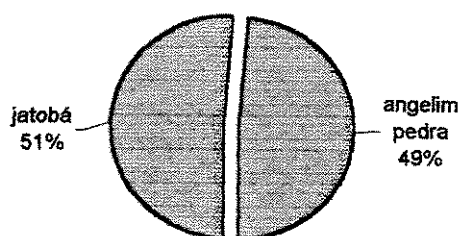
CAIXARIA - PARTICIPAÇÃO ESPÉCIES (%)
volume total = 16.236 m³



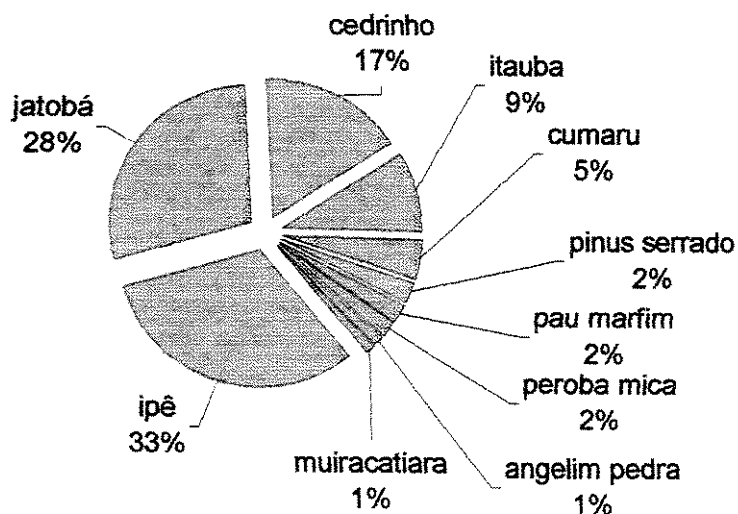
PORTAS E JANELAS
volume total = 2.479 m³



BATENTES - PARTICIPAÇÃO ESPÉCIES
volume total = 1.932 m³



ACABAMENTOS - PARTICIPAÇÃO ESPÉCIES
volume total = 8.211 m³



3.2.3 – A origem

Apesar de Mato Grosso comparecer com o maior volume comercializado localmente, o Pará é o estado que fornece a maior diversidade de espécies (14), seguido por Rondônia (13) e Mato Grosso (10). Juntos, estes três estados, são responsáveis por 83% do total da madeira colocada em Campinas, sendo Mato Grosso (46%), Pará (25%) e Rondônia (12%). As outras regiões, pode-se dizer que têm uma participação inexpressiva.

Estes valores se aproximam dos dados publicados por Roberto Smeraldi e Adalberto Veríssimo (1999, p. 21) em pesquisa sobre o consumo de madeira no mercado interno brasileiro. Segundo os autores, o mercado madeireiro do estado de São Paulo é suprido fundamentalmente por Mato Grosso (57%), Pará (26%) e Rondônia (13%).

Resumidamente, cada estado produtor fornece ao mercado campineiro as seguintes espécies:

ESTADOS PRODUTORES	Nº ESP.	ESPÉCIES
MATO GROSSO	10	cupiuba, cedrinho, jatobá, ipê, angelim vermelho, cedro rosa, garapeira, itauba preta, cambará, cumaru e "mangue rosa" (albumo do cumaru)
PARÁ	14	cupiuba, cedrinho, jatobá, castanheira, ipê, angelim vermelho, cedro rosa, garapeira, maçaranduba, cedrorana, cumaru, peroba mica, angelim pedra e muiracatiara
RONDÔNIA	13	cupiuba, cedrinho, jatobá, ipê, angelim vermelho, cedro rosa, garapeira, maçaranduba, itauba preta, cumaru, peroba mica, angelim pedra e muiracatiara
ACRE	02	jatobá e cedro rosa
TOCANTINS	01	cupiuba
SÃO PAULO	01	pinus serrado
PARANÁ	01	pinus - serrado e chapa
SANTA CATARINA	01	pinus - chapa
MATO GROSSO DO SUL	01	peroba rosa
PARAGUAI	01	pau marfim
DIVERSAS REGIÕES		outras espécies

MAPA 2 – ANEXO I

A Tabela 7, a seguir, ilustra os dados mencionados acima.

**TABELA .7 – PARTICIPAÇÃO DOS ESTADOS PRODUTORES NO VOLUME
COMERCIALIZADO POR ESPÉCIE E NO VOL. TOTAL (m³/ano e %)**

VOLUME ANUAL POR ESPÉCIE E DISTRIBUÍDO POR ORIGEM												
ESPÉCIES		TOTAL por espécie (m³/ano)	ESTADOS PRODUTORES									
			MT	PA	RO	AC	TO	SP	PR	SC	MS	Paraguai
Cupiuba		14.986	12.471	653	53		1.809					
		100%	83,22	4,36	0,35		12,07					
Cedrinho		7.936	7.584	78	274							
		100%	95,56	0,98	3,46							
Jatobá		6.959	1.200	4.017	1.715	27						
		100%	17,24	57,73	24,64	0,39						
Castanheira		5.087		5.087								
		100%		100								
Ipê		2.763	185	1.348	1.230							
		100%	6,68	48,79	44,53							
Angelim verm.		2.687	2.026	87	574							
		100%	75,41	3,23	21,36							
Cedro rosa		2.479	117	972	1.344	46						
		100%	4,71	39,21	54,24	1,84						
Pinus	Serrado	1.211					1013	198				
		100%					83,63	16,37				
	Chapa	968						484	484			
		100%						50	50			
Cumaru		395	17	191	187							
		100%	4,40	48,35	47,25							
	alburno "mangue rosa"	1.511	1.511									
		100%	100									
Garapeira		1.658	641	12	1.005							
		100%	38,66	0,70	60,64							
Maçaranduba		1.638		1.013	625							
		100%		61,84	38,16							
Itauba preta		1.535	1.469		66							
		100%	95,71		4,29							
Cedrorana		1.120		1.120								
		100%		100								
Angelim pedra		1.028		912	116							
		100%		88,68	11,32							
Cambará		949	949									
		100%	100									

continua

ESPÉCIES	TOTAL por espécie (m³/ano e %)	ESTADOS PRODUTORES									
		MT	PA	RO	AC	TO	SP	PR	SC	MS	Par agu ai
Peroba rosa	260									260	
	100%									100	
Pau marfim	174										174
	100%										100
Peroba mica	174		87	87							
	100%		50	50							
Muiracatiara	87		43,5	43,5							
	100%		50	50							
Outras	5.941	diversas origens									
TOTAL	61.546 m³/ano										

ESTADOS	DIVERSAS ORIGENS	MT	PA	RO	AC	TO	SP	PR	SC	MS	Paraguai
TOTAL POR ESTADO (m³/ano)	5.941	28.170	15.621	7.319	73	1.809	1013	682	484	260	174
TOTAL POR ESTADO (%)	9,65	45,77	25,38	11,89	0,12	2,94	1,65	1,11	0,79	0,42	0,28

TABELA .8 – ORIGEM DA MADEIRA COMERCIALIZADA EM CAMPINAS POR REGIÕES E TIPOS DE FLORESTA (m³/ano/região e % do vol. total)

REGIÕES	AMAZÔNIA LEGAL (floresta nativa da Amazônia)	SUL/SE (monoculturas pinus)	CO nat.	EXT. nat.
TOTAL POR REGIÃO (m³/ano)	58.933	2.179	260	174
TOTAL POR REGIÃO (%)	95,8 %	3,5 %	0,42 %	0,28%
TOTAL POR TIPO DE FLORESTA (m³/ano)	FLORESTA NATIVA DA AMAZÔNIA	OUTRAS FLORESTAS		
	58.933	2.613		

As figuras 4 e 4.1, ilustram os dados da Tabela 7, mostrando a participação dos estados produtores no mercado local, respectivamente por volume e porcentagem. A informação visual para a Tabela 8 é apresentada na Figura 5.

FIGURA 4 – PARTICIPAÇÃO DOS ESTADOS PRODUTORES NO VOLUME TOTAL COMERCIALIZADO (m³/ano)

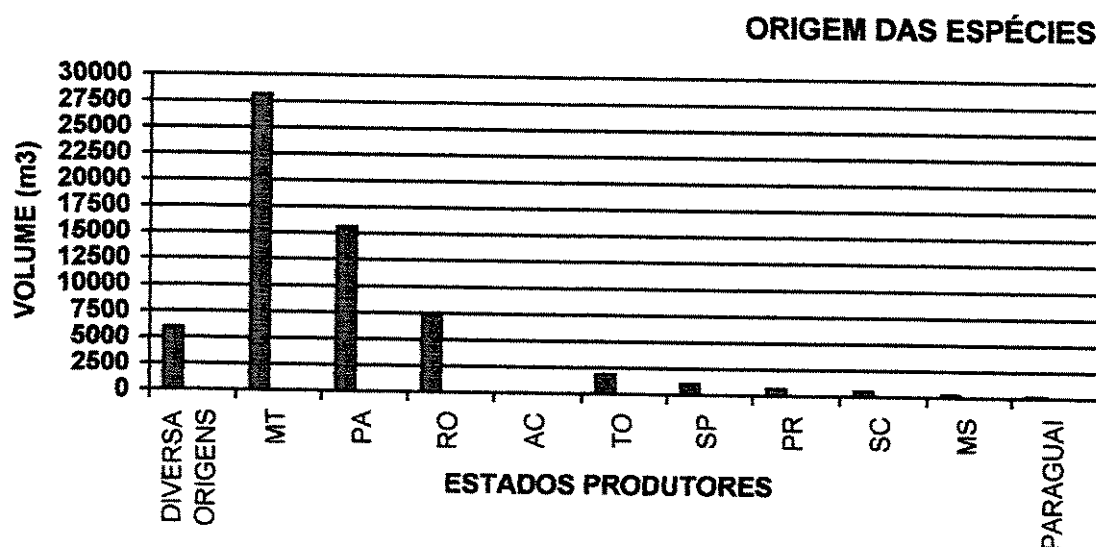


FIGURA 4.1 - PARTICIPAÇÃO DOS ESTADOS PRODUTORES NO VOLUME TOTAL COMERCIALIZADO (%)

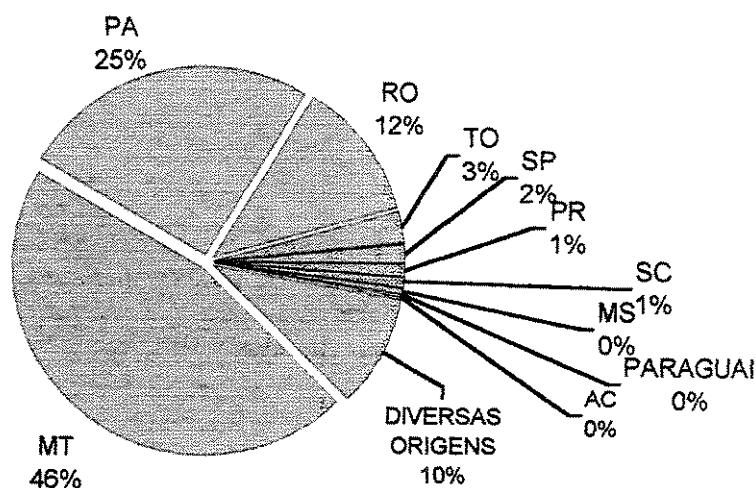
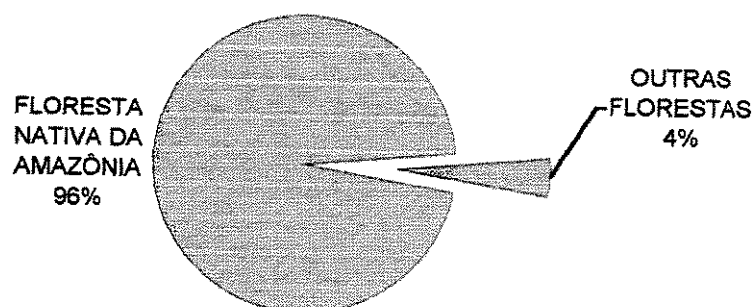


FIGURA 5 – ORIGEM DA MADEIRA POR TIPOS DE FLORESTA



Como se constata a partir da Tabela 8 e da Figura 5, a quase totalidade do mercado local é suprida pela produção que explora a Floresta Amazônica (95,8%, correspondente a 58.933 m³ de madeira serrada e 165.012 m³ de madeira em tora). Este volume será, portanto, aquele considerado como o volume de madeira consumido por Campinas para as comparações entre as cadeias produtivas no Capítulo 4, bem como para o cálculo do consumo de combustível do transporte final. Dessa forma, cumpre observar que os resultados finais não serão exatamente aqueles representados pela demanda total por madeira do mercado campineiro mas estarão, contudo, muito próximos à situação real.

Cabe então, a título de comparação, verificar o tamanho desta fatia do mercado consumidor local em relação à produção nacional de madeira da Amazônia e à outras regiões consumidoras. Os dados para a elaboração da Tabela 9 abaixo, exceto aqueles para Campinas, foram extraídos de SMERALDI e VERÍSSIMO (1999, p. 14) e correspondem a valores do ano de 1997.

TABELA 9 – PARTICIPAÇÃO DE ALGUMAS REGIÕES CONSUMIDORAS EM RELAÇÃO À PRODUÇÃO BRASILEIRA DE MADEIRA DA AMAZÔNIA

	MADEIRA EM TORA (mil m ³)	PARTICIPAÇÃO (%) referência: PRODUÇÃO BRASIL	PARTICIPAÇÃO (%) referência: CONSUMO OUTRAS REGIÕES
PRODUÇÃO BRASIL	27.800	100,00	-
MERCADO EXTERNO	4.000	14,40	-
CONSUMO NACIONAL	23.800	85,60	-
CONSUMO SE	10.400	37,40	43,70 (BR)
CONSUMO SP	5.600	20,10	53,70 (SE)
CONSUMO CAMPINAS	165	0,59	2,95 (SP)

Com relação a um maior refinamento sobre os dados de origem da madeira, não foi possível determinar, no âmbito das entrevistas, quais os pólos madeireiros em cada estado que abastecem o mercado local. Assim, para se proceder ao cálculo do consumo de combustível referente ao transporte final, apresentado no item a seguir, foi adotada uma certa generalização, com base em informações obtidas a partir de SCHNEIDER *et alli* (2000) sobre os principais pólos madeireiros em atuação na Amazônia ao final da década de 90 e a direção da migração das fronteiras de exploração mais antigas para novas áreas.

Segundo os autores, o esgotamento dos recursos florestais devido à exploração predatória de madeira e à complementaridade desta atividade em relação à agricultura tem resultado no avanço da fronteira madeireira em paralelo com a expansão da fronteira agrícola. A estimativa apresentada para a migração das madeireiras em direção à novas áreas corresponde a 5 anos para aquelas situadas nas fronteiras mais antigas (como Paragominas/PA, Sinop/MT e o eixo Ariquemes-Ji Paraná-Vilhena/RO); de 10 a 20 anos para as regiões intermediárias e de 30 a 40 anos para as novas fronteiras sob esse regime de exploração (SCHNEIDER *et alli*, 2000, p. 18).

Ao sobrepor um mapa destas migrações à um zoneamento da região amazônica para áreas com potencial para o estabelecimento de FLONAS (Florestas Nacionais: Unidades de Conservação de Uso Sustentado), os autores demonstram a pressão das madeireiras sobre estas que seriam áreas com potencial para uso econômico futuro da Amazônia e que poderiam atuar como “zonas-tampão” para a proteção das áreas de conservação da biodiversidade (Parques e

Reservas). Concluem apontando que a criação de FLONAS e a adoção do manejo florestal, configuram-se como mecanismos para se “evitar o modelo predatório de uso dos recursos florestais e a privatização de terras públicas”, dado que estas migrações estão se dirigindo para terras devolutas (SCHNEIDER *et alli*, 2000, pp. 19,26,27).

Assim, com o intuito de se adicionar alguns dados que ilustrem outros impactos referentes à essa dinâmica, o consumo de combustível no transporte final foi calculado para duas situações:

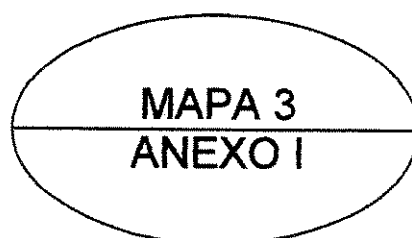
- para a distância até Campinas dos pólos madeireiros da antiga fronteira (considerada como aquela que abastece atualmente o mercado campineiro).
- para a distância referente às novas fronteiras (representando o possível aumento do consumo de combustível para os próximos anos).

A Tabela 10 apresenta as localidades consideradas em cada estado produtor e a correspondente distância até o município de Campinas.

TABELA 10 – PÓLOS MADEIREIROS E DISTÂNCIAS ATÉ CAMPINAS CONSIDERADOS PARA O CÁLCULO DO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL DO TRANSPORTE FINAL

ESTADO	PÓLO DA FRONTEIRA ANTIGA	DISTÂNCIA CAMPINAS (km)	PÓLO DA FRONTEIRA NOVA *(adotado)	DISTÂNCIA CAMPINAS (km)	AUMENTO DISTÂNCIA (km)
PA	Paragominas	2.490	Sen. José Porfírio (PA)	2.980	490
MT	Sinop	1.970	Novo Progresso (PA)	2.480	510
RO	Ji Paraná	2.620	Apuí (AM)	3.380	760
TO*	região de Araguaína *(adotado)	2.150	Novo Progresso (PA)	2.480	330
AC*	região de Rio Branco *(adotado)	3.500	migração não indicada	3.500	-

*Fontes: (SCHNEIDER et alli, 2000, pp. 18,19) – OBS: a indicação “*adotado” significa que o correspondente pólo madeireiro foi definido para fins deste cálculo, dado que na publicação original estes estão inseridos em zonas maiores que representam a direção das migrações das madeiras.*
(GUIA QUATRO RODAS, Mapa Rodoviário do Brasil, ed. 2001)



3.2.4 - Transporte

O transporte de madeira na fase final de sua cadeia produtiva¹, das serrarias nas regiões produtoras até os mercados consumidores, constitui-se um elemento chave para a verificação possíveis das vantagens da madeira, do ponto de vista do consumo de energia, sobre os materiais de construção concorrentes. Diversos trabalhos publicados sobre o assunto (como, BUCHANAN, 1988; THERMIE, 1995), destacam que o transporte de longa distância pode eliminar a madeira de sua posição vantajosa em relação aos outros materiais. Em um país de dimensões continentais como o Brasil, a opção pelo transporte rodoviário, utilizando combustível derivado de petróleo, o óleo *diesel*, com subsídios governamentais, não se parece muito com uma escolha racional. Segundo André Furtado, *“esse tipo de transporte representa uma escolha das classes dirigentes por uma solução de facilidades, comprometendo a independência nacional”*, ao se configurar como um dos fenômenos fundamentais que influíram na dependência energética brasileira pelo petróleo (FURTADO, 1985).

Para o caso da madeira, que é transportada ainda verde até as regiões dos mercados consumidores (ou seja, com um alto teor de umidade, o que impede uma otimização da capacidade de carga para cada carregamento), percorrendo distâncias de, em média, 2.500 km para o caso de Campinas, o alto custo do transporte implica em um alto preço final da madeira para o consumidor. Otimizações nesta etapa podem significar a diminuição do gradiente de preços entre a região produtora e a consumidora, sendo, assim, um elemento de minimização de disparidades regionais.

Os impactos diretos provocados pelo transporte que se pode elencar vão desde a ocupação desordenada nas áreas ao longo dos eixos rodoviários; a necessidade de criação de novas estradas para o acesso a novas áreas de exploração madeireira em consequência do avanço do desmatamento e, com estas, a formação de novos eixos de ocupação que irão gerar outras demandas; o consumo crescente de combustível fóssil subsidiado, disseminando custos para o resto do país; o aumento das emissões de CO₂. Ou seja, o elemento transporte é bastante representativo da insustentabilidade do modelo atual de produção de madeira no país.

¹ O transporte final propriamente dito corresponde ao transporte das madeireiras varejistas até o local de utilização final da madeira onde ocorre uma obra de construção civil. Porém, esta última etapa do transporte não será considerada devido às limitações desta pesquisa.

Para compor uma figura que ilustrasse esse quadro a partir dos dados de consumo, procurou-se identificar na pesquisa os seguintes aspectos relacionados ao transporte, que serão analisados em seguida:

- Custo do frete em relação ao preço da madeira colocada no mercado local (madeira + impostos + frete).
- Consumo de óleo *diesel* associado às rotas atuais (dos principais pólos madeireiros nos estados produtores até Campinas) e à um dos tipos de veículo mais utilizados para o transporte: a carreta.

Considera-se importante uma análise pormenorizada desta etapa, que represente o modelo atual, para se investigar as diferentes possibilidades relacionadas a uma maior otimização do transporte, como: alternativas de meios de transporte, tipo de combustível utilizado, condições de carregamento da madeira e migrações das madeireiras devido ao esgotamento dos recursos pela exploração predatória do modelo atual de produção, com vistas a uma racionalização da cadeia produtiva como um todo para o incentivo ao manejo da floresta nativa.

Custo do frete

O custo do frete depende, em princípio da composição de dois fatores: da distância a ser percorrida e da espécie madeireira a ser carregada. Espécies de diferentes densidades têm um peso diverso (toneladas) para o mesmo espaço ocupado (m^3), por exemplo: $1 m^3$ de jatobá = 1,4 ton e $1 m^3$ de cedro rosa = 0,8 ton, valores citados pelos entrevistados e utilizados mais adiante para o cálculo do consumo de combustível. Estes valores estão relacionados ao teor de umidade da madeira transportada que, como já dito anteriormente, vem verde e portanto com teor de umidade elevado (cerca de 60%). De acordo com Maineri, para um teor de umidade de 15%, a densidade do jatobá corresponde a $0,96 g/cm^3$ e a do cedro rosa a $0,53 g/cm^3$ (MAINERI, 1989, pp. 241 e 130), resultando daí que $1 m^3$ de jatobá = 0,96 ton e $1 m^3$ de cedro rosa = 0,53 ton e, portanto, a diferença de peso entre a madeira transportada (verde) e a madeira seca (a 15%) é da ordem de 31% para o jatobá e 34% para o cedro rosa.

A relação entre o preço do frete e o preço da madeira é alterada de acordo com o valor da madeira transportada, no caso de uma mesma distância percorrida. Para as madeiras de valor

mais alto, o frete acaba tendo uma participação menor na composição do preço da madeira colocada no mercado consumidor (preço da madeira + impostos + frete) sendo, sob esse ponto de vista, mais vantajosas do que as madeiras de menor valor, cujo frete pode chegar à 50% do custo total da madeira colocada.

Outros fatores, de caráter sazonal, também interferem no custo do transporte como no caso, citado por um entrevistado, da época da safra de soja quando aumenta a demanda por fretes, elevando assim os preços. Mas no geral, são os primeiros fatores os mais importantes dando, em média, uma proporção de 1/3 para o custo do frete em relação ao custo da madeira colocada em Campinas. A título de observação, para ilustrar as possíveis consequências do avanço da exploração madeireira em direção a novas áreas, para a madeira trazida do Acre, como citado por um entrevistado, o preço do frete sai mais caro do que o da própria madeira. O impacto das migrações de madeireiras sobre o consumo de combustível será discutido no próximo item.

A Tabela 11 mostra os valores médios encontrados para algumas espécies.

TABELA 11 – PARTICIPAÇÃO DO FRETE NO CUSTO TOTAL DA MADEIRA COLOCADA EM CAMPINAS

ESPÉCIE	CUSTO DA MADEIRA COLOCADA (mad. + imp. + frete) valores médios em R\$ / m ³	PARTICIPAÇÃO DO FRETE (%)	CUSTO DO FRETE (R\$ / m ³)
IPÊ	660,00	25	165,00
JATOBÁ	472,00	28	132,00
CEDRINHO	310,00	32	99,00
MAÇARANDUBA	260,00	38	99,00
CUPIUBA	305,00	40	122,00

Esta relação de 1/3 parece bastante alta para o valor de um produto e o preço de seu transporte. Pode-se citar alguns fatores:

- primeiro, as enormes distâncias percorridas.
- segundo, o baixo custo de produção da madeira (como afirmam Smeraldi e Veríssimo (1999), “o baixo custo da ilegalidade difusa”), que está relacionado à atual subvalorização da floresta tanto como fonte de recursos, madeireiros e não madeireiros, quanto ao não reconhecimento de sua importância, não somente econômica mas, sobretudo, social, ambiental e, também, política.

A secagem, portanto, pode funcionar como um mecanismo de compensação das distâncias, o que resulta em algumas oportunidades:

- a secagem agrega valor à madeira, e isso remunera melhor a região produtora, podendo ser um estímulo à conservação do recurso madeireiro
- diminui o custo do frete porque possibilita otimizar o carregamento e, assim, diminui o preço da madeira para o consumidor final, funcionando como um estímulo à não substituição da madeira
- uma outra possibilidade seria a incorporação dos custos da certificação no preço final da madeira, sem aumentar os preços atuais.

Consumo de combustível

Os cálculos referentes ao consumo de combustível na etapa do transporte associada ao mercado madeireiro local dependem dos seguintes fatores:

- Rotas de transporte
- Tipo de veículo utilizado e equipamentos adicionais
- Tipo e condições da madeira carregada (espécies; verde ou seca)
- Condições das estradas
- Motorista
- Retorno da viagem (vazio ou carregado)
- Carregamento dentro dos limites permitidos ou além

Este elenco de variáveis, sendo algumas de difícil precisão, levou à adoção dos seguintes parâmetros para efeito do cálculo do consumo de combustível:

1. Rotas de transporte: foram adotadas as distâncias correspondentes aos principais pólos madeireiros em cada estado fornecedor, de acordo com a Tabela 10.
2. Tipo de veículo utilizado e limite de carregamento: de acordo com os entrevistados, são utilizados com maior frequência dois tipos de veículo: a carreta de seis eixos e o truck. Os cálculos foram feitos considerando-se apenas o transporte em carreta, com capacidade máxima de carga permitida correspondente a 27 toneladas, embora deva-se salientar que muitos entrevistados citaram carregar além desse valor.

3. Tipo de madeira carregada e relação m^3 para tonelada para as condições de carregamento (teor de umidade) das diferentes espécies comercializadas: foi considerado o carregamento máximo em carreta para o volume total de cada espécie, vinculado à sua procedência, sob duas condições: carregamento com madeira verde e com madeira seca. Estes valores são apresentados abaixo na Tabela 12 e foram obtidos a partir das densidades de cada espécie, relacionadas na Tabela 5.
4. Condições das estradas: o consumo de combustível da carreta carregada, de acordo com o fabricante, equivale a 2,8 km/litro porém, foi adotado o valor médio de 2,5 km/litro, calculado a partir de informações de motoristas entrevistados que utilizam as rotas consideradas.
5. Retorno da viagem (vazio ou carregado): ainda segundo os motoristas, cerca de 2/3 das viagens de retorno seguem com o transporte de outras cargas. A viagem de retorno não foi incorporada aos cálculos nesta etapa por entender-se que, desta forma, obtém-se um quadro mais fiel referente especificamente ao mercado madeireiro².
6. Como última observação, cabe salientar que, uma parte da madeira comercializada para uso em acabamentos, especialmente para pisos e forros, normalmente já vem seca porém, como o uso “acabamentos” (13% do volume total) engloba outros elementos (degraus de escadas, portões, tabeiras, guarnições, etc) a obtenção do volume exato de cada espécie que é transportada seca demandaria uma segunda etapa para as entrevistas onde se pudesse refinar os dados primários. Portanto, os resultados finais para o consumo de combustível do transporte até Campinas apresentarão uma estimativa um pouco acima do consumo real para o mercado local.

Cálculo do consumo anual de combustível para o volume de madeira comercializado em Campinas procedente da Região Amazônica

Como explicado acima, os cálculos foram feitos considerando-se o volume por espécie procedente de cada estado para dois casos: (1) consumo de combustível para o volume total com transporte de madeira verde e (2) consumo de combustível para o volume total com transporte de

² Este dado, contudo, será utilizado mais à frente, nas comparações entre as três cadeias produtivas consideradas onde, para os modelos de suprimento com madeiras da Amazônia (com manejo e sem manejo), os valores do consumo de combustível/ m^3 encontrados para Campinas serão utilizados como base tendo como acréscimo, para 1/3 do número total de viagens, um valor de 50% em relação ao consumo médio de combustível por viagem carregada, como adotado por KRONKA (1998, p.76).

madeira seca. E ainda, para as distâncias correspondentes à duas fronteiras de exploração: (1) fronteira antiga - representando o consumo atual; e (2) fronteira nova - representando o aumento do consumo de combustível em função do avanço da exploração em direção à novas áreas.

O detalhamento dos cálculos para cada origem encontra-se no Anexo III. Serão apresentados aqui, somente os resultados finais por estado e para a Região Amazônica como um todo. A Tabela 12 apresenta os valores para o volume equivalente à carga máxima em carreta por espécie sob as condições verde e seca de carregamento. Estes valores foram utilizados para a obtenção do número de viagens necessárias ao transporte dos volumes parcial e total, utilizadas na elaboração das Tabelas 13, 13.1 e 14 que seguem abaixo.

TABELA 12 – VOLUME EQUIVALENTE À CARGA MÁXIMA PERMITIDA EM CARRETA PARA CADA ESPÉCIE (m³/carreta)

Nota - para as densidades de cada espécie ver TABELA 5

ESPÉCIES	CARRETA CARREGADA (27 ton)	
	MADEIRA VERDE (m ³ /carreta)	MADEIRA SECA (m ³ /carreta)
1. Cupiuba	22,9	31,0
2. Cedrinho	31,8	49,1
3. Jatobá	19,3	28,1
4. Castanheira	27,0	36,0
5. Ipê	19,3	28,1
6. Angelim vermelho	18,6	24,8
7. Cedro rosa	33,8	51,0
8. Cumaru	21,6	24,8
9. Garapeira	23,3	32,5
10. Maçaranduba	18,6	27,0
11. Itauba preta	19,3	28,1
12. Cedrorana	27,0	36,0
13. Angelim pedra	27,0	36,0
14. Cambará	27,0	36,0
15. Peroba mica	25,0	34,6
16. Muiracatiara	19,3	27,8
Outras esp. (densidade média)	22,7	31,8

TABELA 13 – CONSUMO ANUAL DE COMBUSTÍVEL REFERENTE AO TRANSPORTE DO VOLUME TOTAL DE MADEIRA PROCEDENTE DA AMAZÔNIA COMERCIALIZADO EM CAMPINAS – para madeira verde e seca

ESTADOS FORNECEDORES fronteiras atuais de exploração	VOL. ANUAL POR ESTADO ^a (m ³ /ano)	MADEIRA VERDE (modelo atual)		MADEIRA SECA	
		NÚMERO DE VIAGENS POR ANO ^b	CONSUMO ANUAL DE COMBUST. ^c litros/ano	NÚMERO DE VIAGENS POR ANO ^b	CONSUMO ANUAL DE COMBUST. ^c litros/ano
MATO GROSSO	28.170	1.174,73	925.687	849,98	669.786
PARÁ	15.621	675,63	672.926	483,58	481.647
RONDÔNIA	7.319	332,96	348.944	232,84	244.012
ACRE	73	2,76	3.864	1,86	2.608
TOCANTINS	1.809	79	67.936	58,35	50.185
DIVERSAS ORIGENS	5.941	261,72	266.429	186,82	190.187
TOTAIS PARA REGIÃO AMAZÔNICA	58.933 m ³ /ano	2.526,8 viagens/ano	2.285.786 litros/ano	1.813,43 viagens/ano	1.638.425 litros/ano

Notas:

a – de acordo com Tabela 7

b – o número de viagens por ano corresponde à razão entre o volume total de cada espécie procedente da região considerada e o volume equivalente a 27 toneladas para a referida espécie (com base em sua densidade).

c – o consumo anual de combustível corresponde ao número de viagens por ano multiplicado pelo consumo de combustível por viagem (com base na distância considerada)

TABELA 13.1 – POTENCIAL DE REDUÇÃO NO NÚMERO DE VIAGENS E NO CONSUMO ANUAL DE COMBUSTÍVEL PARA O TRANSPORTE DO VOLUME TOTAL COM MADEIRA SECA (considerando atuais fronteiras de exploração)

FRONTEIRAS ATUAIS DE EXPLORAÇÃO	REDUÇÃO NO NÚMERO DE VIAGENS POR ANO	REDUÇÃO NO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL POR ANO	
		litros/ano	%
MT	324,75	255.901	28
PA	192,05	191.279	28
RO	100,12	104.932	30
AC	0,90	1.256	33
TO	20,65	17.751	26
Diversas Origens	74,90	76.242	29
TOTAL PARA REGIÃO AMAZÔNICA	713,37 viagens/ano	647.361 litros/ano	28,32 %

De acordo com as tabelas acima, o consumo total de combustível pelo transporte de madeira proveniente da Amazônia para suprir o mercado da cidade de Campinas corresponde a

2.285.786 litros/ano, considerando-se o carregamento de madeira verde para o volume total comercializado (58.933 m³/ano). A partir destes valores, obtém-se um consumo médio de combustível equivalente a 38,8 litros/m³ colocado em Campinas.

Se este volume total fosse transportado com a madeira seca, o consumo de combustível seria reduzido para 27,8 litros/m³, equivalendo a uma decréscimo da ordem de 28% ou um consumo evitado de 11 litros/m³.

TABELA 14 – AUMENTO NO CONSUMO ANUAL DE COMBUSTÍVEL EM FUNÇÃO DA MIGRAÇÃO DAS MADEIREIRAS PARA NOVAS FRONTEIRAS DE EXPLORAÇÃO
(considerando-se o carregamento de madeira verde)

VOL. TOTAL ANUAL POR ORIGEM (m ³ /ano)		FRONTs. ATUAIS	CONSUMO ATUAL DE COMBUST.	FRONTs NOVAS	CONSUMO FUTURO DE COMBUST.	AUMENTO CONSUMO COMBUST. (litros/ano)	AUMENTO CONSUMO COMBUST. (%)
MT	28.170	SINOP /MT	925.687	N. Progr. /PA	1.165.332	239.645	26
PA	15.621	Paragominas /PA	672.926	Sen. José Porf. /PA	805.351	132.425	20
RO	7.319	Ji Paraná /RO	348.944	Apuí /AM	450.162	101.218	29
AC	73	Rio Branco /AC	3.864	-	3.864	0	0
TO	1.809	Araguaína /TO	67.936	N. Progr. /PA	78.368	10.432	15
DIV. ORIGs	5.941	diversas (média)	266.429	diversas (média)	310.400	43.971	17
TOTAL AMAZ.	58.933 m ³ /ano		2.285.786 litros/ano		2.813.477 litros/ano	527.691 litros/ano	23%

Verifica-se que, de um consumo médio atual correspondente a 38,8 l/m³ para o transporte de madeira verde das atuais fronteiras de exploração até Campinas, o efeito das migrações para as fronteiras futuras consideradas reflete-se em um aumento para 47,7 l/m³, significando um consumo adicional de 8,9 litros para cada m³ transportado.

A tabela abaixo ilustra o efeito combinado entre o impacto das migrações e o transporte de madeira verde sobre o consumo de combustível e as correspondentes emissões de dióxido de carbono.

Considerando-se como ponto de partida a distância média das atuais fronteiras e admitindo-se que os recursos florestais nestas localidades fossem ainda passíveis de serem explorados sob um sistema de manejo, pode-se chegar à conclusão de que uma empresa em Campinas, que compra um carregamento de madeira verde de uma madeireira migrante (distância média das fronteiras futuras), demanda, para cada m³ de madeira transportado, um **volume de óleo diesel 72% maior** do que o correspondente ao transporte de madeira seca com origem na atual fronteira.

TABELA 15 - AUMENTO NO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL E NAS EMISSÕES DE CO₂ EM FUNÇÃO DO TRANSPORTE DE MADEIRA VERDE E DAS MIGRAÇÕES DAS MADEIREIRAS

TRANSPORTE FINAL	Fronteira Atual Madeira seca	Fronteira Atual Madeira verde	Fronteira Futura Madeira verde
Consumo de combustível (litros diesel/m ³)	27,8	38,8	47,7
Emissão de CO ₂ (tC/m ³ transportado)	0,074	0,104	0,127
Aumento no consumo de combustível e nas emissões de CO ₂	40%		
			23%
			72%

Fatores de conversão utilizados:

1 litro diesel = 0,000848 tep (BEN – Balanço Energético Nacional, 1999)

queima de 1 litro diesel = 3,15 tCO₂/tep (BERMANN e MARTINS, 2000, p. 78)

1 litro diesel = 0,00267 t CO₂ (calculado)

Os resultados da **Tabelas 13, 14 e 15** evidenciam a importância em se investigar opções de racionalização para a etapa do transporte pois, o padrão atual (transporte fundamentalmente rodoviário com carregamento de madeira verde) demandam um número de viagens 40% superior ao que seria necessário aumentando, na mesma proporção, o consumo de combustível e as emissões de CO₂. Além disso, contribui para elevar o custo do frete (elevando, assim, o preço da madeira para o consumidor final e diminuindo a sua competitividade com os materiais concorrentes), os gastos com manutenção de estradas e a disseminação dos custos para o país em função do subsídio ao óleo *diesel*. Um possível instrumento pode ser a taxação diferenciada entre

o transporte de madeira verde e seca, e a aplicação dos recursos financeiros advindos em subsídios à secagem.

Tais resultados demonstram também que o estabelecimento de mecanismos que viabilizem a adoção do manejo florestal, como forma de se evitar as migrações das madeiras pelo o esgotamento dos recursos, pode ser justificado, dentre outros fatores, pelo impacto dessas migrações sobre o consumo de combustíveis e as emissões de CO₂ associadas.

Uma análise mais detalhada referente ao impacto dos transportes sobre o consumo total de energia ao longo da cadeia produtiva de madeira, encontra-se no Capítulo 4.

Como ficou claro pelas tabelas acima, que porém tratam apenas do transporte entre as várias etapas de uma cadeia produtiva, pode-se representar as diferenças entre modelos diversos de produção de madeira a partir da intensidade energética de cada um.

O Capítulo 4 trata de uma comparação entre três modelos de produção de madeira. Para dois deles, a fonte de madeira corresponde à floresta nativa da Amazônia e foram denominados como “Modelo Tradicional” - representando o padrão atual, e “Modelo Ideal” – no qual são incorporadas medidas de racionalização ao longo das diferentes etapas. O terceiro modelo refere-se à cadeia produtiva de madeira cultivada, no caso, uma plantação homogênea de eucalipto implantada hipoteticamente no estado de São Paulo.

Antes, porém, apresentaremos a segunda parte do trabalho de campo, referente aos agentes da fase final da cadeia produtiva: os comerciantes varejistas e os consumidores de madeira.

3.3 – Qualificação do mercado consumidor

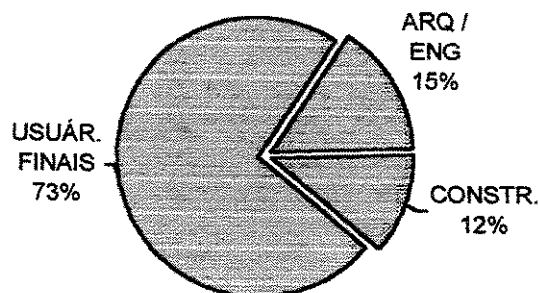
3.3.1 – Os consumidores de madeira

A identificação dos maiores clientes das madeireiras varejistas, dos principais fatores que influenciam a escolha da espécie a ser comprada e do nível de preocupação dos consumidores finais sobre a procedência da madeira se faz importante para a formulação de estratégias de conscientização e de divulgação de espécies alternativas.

Quem são os compradores finais

Os compradores identificados foram: primeiramente os usuários finais (normalmente os proprietários das casas) com participação de 73,08%, depois arquitetos e engenheiros civis autônomos (15,38%) e, por último, as construtoras (11,54%), podendo-se, então, afirmar que os usuários finais constituem o grupo mais influente para a categoria de compradores. A Figura 8 ilustra estes dados.

FIGURA 6 – OS COMPRADORES DE MADEIRA



Fatores que influenciam a escolha da espécie

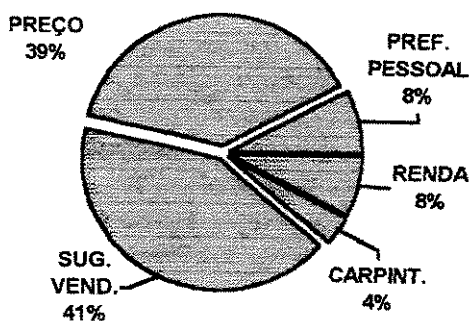
As respostas obtidas para a forma como os clientes se definem sobre a espécie a comprar para uma mesma utilização foram muito variadas porque o critério final era precedido por outros fatores, como a existência de orientação prévia (geralmente do carpinteiro), preferência pessoal (como para a cor da madeira cuja preferência no mercado campineiro, de acordo com alguns entrevistados, se dá pelas madeiras vermelhas), entre outros.

Serão, portanto, primeiro elencadas estas respostas, para que se tenha uma idéia da seqüência que ocorre para a tomada de decisões e, logo após, apresentadas as figuras que sintetizam estas informações.

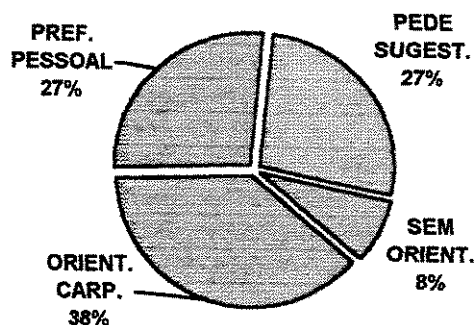
1. Depende da renda (alta – quer “a melhor”; média – pede sugestão: relação preço x qualidade; baixa – procura preço).
2. Sugestão do vendedor.
3. Pede sugestão e define pelo preço
4. Confiança total no que especifica o carpinteiro.
5. Vem orientado pelo carpinteiro mas pede sugestão.
6. Vem orientado pelo carpinteiro, pede sugestão e define pelo preço.
7. Preferência pessoal.
8. Vem com preferência pessoal mas pede sugestão.
9. Vem com preferência pessoal mas desiste, definindo-se pelo preço.

FIGURA 7 – FATORES DE INFLUÊNCIA NA ESCOLHA DAS ESPÉCIES

CRITÉRIO PARA ESCOLHA ESPÉCIES



ORIENTAÇÃO PRÉVIA PARA ESPÉCIES



O que se pode observar a partir das figuras acima é o fato de que apesar da especificação feita pelo carpinteiro não ser um fator decisivo para a definição final da espécie a ser comprada, este está presente várias vezes na seqüência para a tomada de decisão. De acordo com muitos entrevistados, o carpinteiro tem grande influência sobre o consumidor final e é visto como um “cliente indireto” pelos comerciantes.

O caso da prévia preferência pessoal do usuário final está relacionado mais a critérios estéticos (como a cor da madeira, mencionada acima) e ao que se pode chamar de “fator cultural”, o que nem sempre significa a melhor escolha do ponto de vista técnico. Refere-se, por exemplo, à larga utilização de uma determinada espécie em períodos anteriores, o que acaba

imprimindo a noção equivocada de que somente tal madeira seria adequada para cumprir certas funções (como a peroba rosa, outrora abundante nas regiões Sul, Sudeste e Centro-oeste, até Argentina e Paraguai – (MAINERI, 1989, p.335).

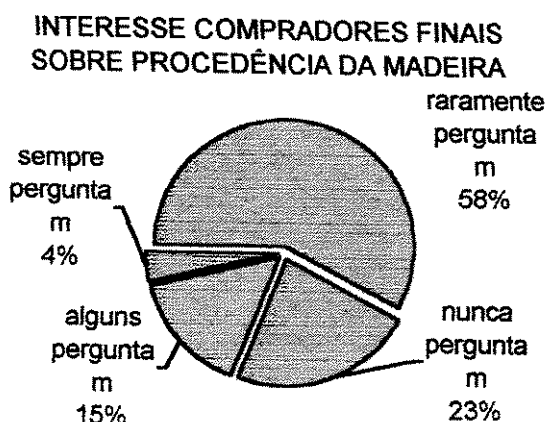
Este elemento cultural, ou o referido conservadorismo mencionado no item sobre as espécies consumidas, está também fortemente presente nas escolhas dos carpinteiros, principalmente aqueles mais tradicionais, que trabalharam com a peroba rosa em outros tempos. Para dar uma idéia do que isso pode representar, a madeira mais vendida no mercado local atualmente, a *cupiuba*, é comercializada sob o nome de “peroba vermelha”, em uma clara alusão à peroba rosa mas que com esta não tem nada a ver, não pertence à mesma família e ocorre em regiões diferentes como, segundo Maineri (MAINERI, 1989, p.147), nas matas de terra firme da Amazônia. Portanto, ainda no que concerne a eventuais propostas que visem a conscientização e divulgação de alternativas para o uso de novas madeiras, o carpinteiro deverá ser, juntamente com os usuários finais, alvo essencial dessas políticas.

O fator “*preço*” é enfaticamente lembrado pelos comerciantes como um elemento chave na escolha das espécies pelos usuários. Porém, nos resultados finais aparece em segundo lugar como critério mais adotado, atrás da “*sugestão dos vendedores*”. Isso significa que, apesar de ter um peso significativo, o “preço aliado à qualidade” configura-se como uma relação mais importante para a maioria dos compradores, isto é, muitos terminam por acatar uma sugestão do vendedor pagando um pouco mais quando são convencidos de que vale a pena. Este pode ser um bom resultado para os propósitos deste trabalho, porém resta saber o que significa exatamente “qualidade” para os vendedores, uma lacuna que esta pesquisa não conseguiu preencher.

Preocupação do consumidor final com a procedência da madeira

Os resultados para esta pergunta confirmam o que já era intuído: quase ninguém procura se informar com os comerciantes acerca da origem da madeira que estão comprando, como mostra a figura abaixo:

FIGURA 8 – INTERESSE DOS COMPRADORES SOBRE PROCEDÊNCIA DA MADEIRA



Mas entende-se esta figura por duas óticas opostas:

- por um lado, os consumidores estão comprando um produto disponibilizado pelo mercado, pagando os impostos referentes e portanto, legalmente, nada pesa sobre estes;
- porém, suponha-se que o consumidor saiba, que apesar de não estar infringindo a lei, seu ato de consumo o coloca como participante ativo de uma cadeia produtiva um tanto quanto controversa, polêmica, com a qual ele não concorda. Pergunta-se: **que alternativas estariam a sua disposição?**

No momento, pode-se dizer que quase nenhuma. Existe a madeira de eucalipto tratada, proveniente de plantações e que pode ser um bom substituto para o uso estrutural, tem preço inferior e não necessita aplicações posteriores de seladores sintéticos. Porém, pesa sobre esta madeira o citado “fator cultural” por não ser “madeira de lei”, nobre; o seu manuseio é dificultado pela dureza e é comercializada somente pelas próprias empresas que fazem o tratamento, ou seja, não é uma alternativa presente nas empresas madeireiras convencionais e portanto muito poucos a conhecem. Além do mais, a oferta no mercado de uma madeira mais barata, pode ter um efeito perverso ao significar a substituição da madeira proveniente do manejo de floresta nativa que trás, acreditamos, benefícios abrangentes advindos da conservação da floresta.

A alternativa seguinte seria a substituição por um material concorrente: caixilhos de metal ou PVC; forros e lambris de PVC; estrutura em aço ou concreto armado; revestimentos cerâmicos e outros. Mas, sob o ponto de vista do consumo de energia ao longo da cadeia produtiva dos materiais de construção, a madeira, de acordo com vários autores (BUCHANAN, 1988; THERMIE, 1995; YEANG, 1999), seria o material menos impactante e, portanto, a ter seu uso estimulado.

É a partir desse quadro que a proposta para suprimento de madeira defendida por este trabalho se desenha:

- **a certificação para as madeiras provenientes de manejo da floresta nativa**, como uma medida de garantia da sustentabilidade na produção, que está em seus passos iniciais no Brasil mas que vem crescendo ano a ano. E também como uma medida de incentivo à não substituição da madeira por materiais concorrentes.

Resumindo, a observação final que se quer fazer é que de nada adiantaria existirem consumidores conscientes e preocupados se não existirem alternativas à sua disposição. E mais, talvez um aumento da conscientização só por uma via, sem a compreensão da complexidade de inter-relações, pode causar um efeito inverso (como seria a substituição de madeira, um material renovável, por PVC cuja matéria prima é petróleo). Portanto, entende-se que a **veiculação de informação clara e abrangente** constitui-se um elemento chave para o sucesso de propostas que visem estimular a utilização de madeira produzida de forma sustentável.

3.3.2 – Os comerciantes varejistas

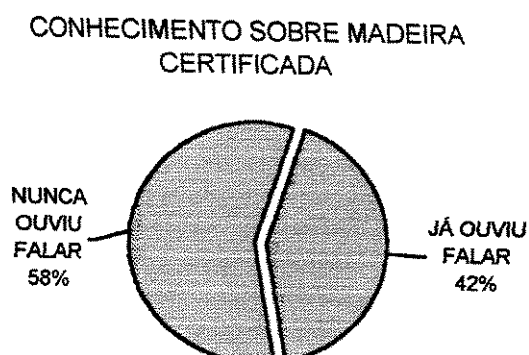
conhecimento e interesse do comerciante sobre certificação em madeiras (e dificuldades)

As respostas para a questão sobre o conhecimento dos comerciantes acerca de madeira certificada forneceram o seguinte resultado:

NÍVEL DE CONHECIMENTO:

Nunca ouviu falar	57,69 %
Já ouviu falar	42,31 %

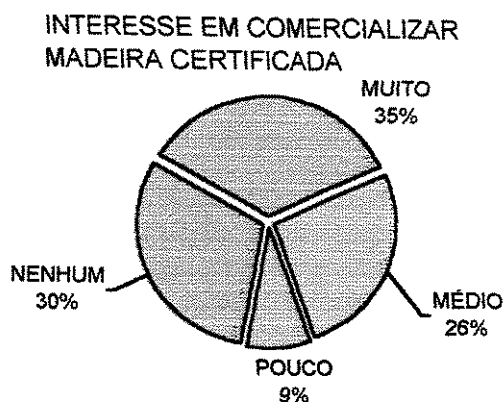
FIGURA 9 – CONHECIMENTO SOBRE MADEIRA CERTIFICADA



Em seguida, após uma breve explicação, o entrevistado foi questionado sobre o seu interesse em comercializar madeiras certificadas e quais seriam os fatores de influência sobre este. Abaixo apresenta-se uma síntese das respostas obtidas:

NÍVEL DE INTERESSE:		FATORES DE MAIOR INFLUÊNCIA SOBRE O NÍVEL DE INTERESSE:	
Muito	34,78 %	Preço	33,34 %
Médio	26,09 %	Falta de informação: existência, onde comprar	25,93 %
Pouco	8,70 %	Interesse dos clientes	14,81 %
Nenhum	30,43 %	Dificuldade obtenção do volume necessário para a demanda atual	14,81 %
		Contatos atuais de menor rigidez	7,41 %
		Outros	3,70 %

FIGURA 10 – INTERESSE EM COMERCIALIZAR MADEIRA CERTIFICADA



É importante explicar os significados atribuídos pelos comerciantes à classificação ilustrada pela figura acima. Aqueles que responderam ter *pouco* ou *nenhum* interesse em comercializar madeiras certificadas, condicionavam suas respostas ao aquecimento do mercado, ou seja, não há interesse no momento, “até pegar”. Das respostas para o interesse *médio*, 33% foram condicionadas à questão do preço que, se for equivalente aos atuais, não seria um impedimento. Somente um dos entrevistados respondeu não acreditar que algo como a certificação funcione no Brasil. Pode-se então afirmar que, apesar da maioria dos comerciantes não se oporem à idéia em princípio, a ousadia não se apresenta como uma característica do setor.

Dentre os fatores de influência sobre o nível de interesse, a falta de informação acerca da disponibilidade de madeira certificada tem um peso expressivo porém, como seria de se supor, o fator preço é o mais citado. Muitos acreditam que o consumidor não estaria disposto a pagar mais por um produto diferenciado.

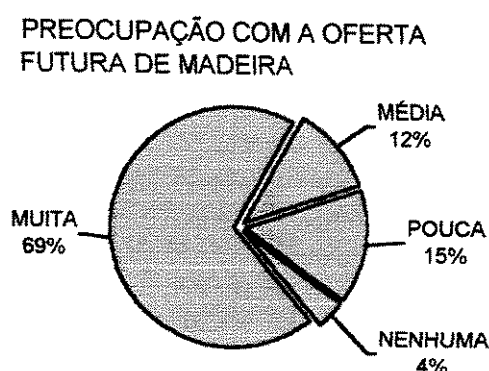
preocupação com a oferta futura de madeira (e causas)

Os comerciantes foram questionados sobre como classificariam sua preocupação com a oferta futura de madeira e quais seriam as causas dessa preocupação.

NÍVEL DE PREOCUPAÇÃO:

Muita	69,23 %
Média	11,54 %
Pouca	15,38 %
Nenhuma	3,85 %

FIGURA 11– PREOCUPAÇÃO COM A OFERTA FUTURA DE MADEIRA



CAUSAS PARA PREOCUPAÇÃO COM A OFERTA FUTURA DE MADEIRA:

Desmatamento sem reposição	42,31 %
Ritmo atual da exploração	11,54 %
Dificuldade de encontrar qualidade a bom preço	7,69 %
Difícil acabar com a mata	7,69 %
Acredita na fiscalização do IBAMA	7,69 %
Aumento da exportação	7,69 %
Novas regiões – estradas raras – aumento dos preços	7,69 %
Abundância gera preço baixo	3,85 %
Grandes companhias internacionais	3,85 %

Quase que 70% dos entrevistados manifestaram uma grande preocupação com o futuro de seu negócio e, dentre as causas citadas, o desmatamento sem reposição (com a alegação de que o governo federal não usa as taxas cobradas das licenças de exploração para os fins a que estas se destinariam) aparece em primeiro lugar.

É interessante comparar este resultado com a questão anterior: apesar da grande preocupação manifestada, a maioria desconhece a alternativa da certificação, por exemplo, e ao mesmo tempo não parece estar disposta a reconhecer de forma mais enfática as bases

insustentáveis desse mercado instituído, preferindo manter-se em compasso de espera. Ou seja, os comerciantes não se configuram como uma categoria passível de exercer alguma pressão por modificações na produção do bem que comercializam.

tendências e mudanças observadas pelos comerciantes no mercado

TENDÊNCIAS OBSERVADAS NA OFERTA E NA UTILIZAÇÃO DE MADEIRA:

Oferta de novas espécies e mudanças na utilização das tradicionais	34,62 %
Substituição por outros materiais	23,08 %
Maior oferta do que procura (queda na construção civil)	19,23 %
Aumento dos preços de madeira	11,54 %
Queda na qualidade da madeira	7,69 %
Mudança das regiões produtoras	3,85 %

3.4 – Identificação dos agentes da fase final da cadeia produtiva de madeira

Os agentes identificados para esta fase da cadeia produtiva de madeira são, como já citado anteriormente: os comerciantes varejistas, os usuários finais, os carpinteiros e os arquitetos e engenheiros civis.

A despeito da maior ou menor influência que cada um destes pode ter sobre a compra final de madeira, acreditamos que campanhas de conscientização e de divulgação de alternativas devem se dirigir à todos os agentes, para que possam, assim, ter um efeito multiplicador.

Algumas propostas podem incluir: a distribuição de informação impressa nos pontos de venda, propagandas na mídia, cursos e oficinas para os carpinteiros, divulgação no meio acadêmico sob a forma de seminários.

Capítulo 4

Consumo de energia e emissões de CO₂ na cadeia produtiva de madeira para construção civil: comparação entre três modelos de suprimento

Uma análise da cadeia produtiva de um determinado material de construção, ou seja, de suas demandas energéticas, materiais e espaciais e, por fim, das implicações decorrentes dessas demandas sobre os sistemas ambientais, sociais e econômicos, constitui uma importante ferramenta para comparações entre materiais diversos que objetivem buscar parâmetros de sustentabilidade para sua utilização.

Ken Yeang afirma que *“muitas das conseqüências do uso dos recursos por parte dos seres humanos não são facilmente detectáveis por este”* e que, para tanto, *“se deve rastrear a rota seguida por cada recurso, desde sua fonte natural de origem até o seu lugar de deposição na natureza”* (YEANG, 1999, p.119). O autor explica que, para facilitar uma análise comparativa entre materiais a serem utilizados em um meio edificado, podem ser utilizados indicadores como aqueles que representam os custos energéticos de sua produção (p. 123).

Dessa forma, procede-se neste capítulo à uma análise energética e ambiental da cadeia produtiva de três modelos de suprimento de madeira para uso na construção civil.

Ainda citando Yeang, como forma de melhor expor as relações entre uso e produção que se intende aqui estabelecer, reporta-se à sua afirmação: *“o uso racional dos recursos energéticos e*

materiais supõe um planejamento baseado nos princípios de conservação dos mesmos” (YEANG, 1999, p. 126).

A análise que segue tem, portanto, um duplo objetivo:

1. configurar-se como um insumo para trabalhos em Análise de Ciclo de Vida que comparem diferentes materiais de construção.
2. detectar um modelo de produção de um mesmo material que minimize suas demandas por recursos, ou seja, seus impactos negativos e que potencialize seus prováveis impactos positivos promovendo, assim, a valorização e conservação de sua fonte.

4.1 – Informações preliminares

Considerando-se, então, o mercado madeireiro da cidade de Campinas como um padrão de consumo para o ponto final da cadeia produtiva de madeira, esta abarcará todas as etapas intermediárias a partir de dois casos diversos para o ponto inicial, ou seja, a fonte de madeira: uma floresta nativa já formada (no caso, a Floresta Amazônica) e uma plantação florestal (hipoteticamente implantada no estado de São Paulo).

Considerou-se somente as demandas energéticas das diferentes formas de energia comercial consumidas ao longo do processo na utilização de máquinas, não incluindo-se a energia da natureza para a formação da floresta e nem a energia humana necessária à execução de diversos trabalhos.

Os modelos analisados são os seguintes:

1. “MODELO CONVENCIONAL” – para madeira proveniente da floresta nativa explorada sem manejo, representando o padrão atual de produção no Brasil.
2. “MODELO RECOMENDADO” – representando um sistema sustentável de suprimento para madeira proveniente da floresta nativa manejada.
3. “MODELO PLANTAÇÃO DE EUCALIPTO” – para madeiras provenientes de plantios florestais.

Com referência aos modelos Convencional e Recomendado, que exploram a Floresta Amazônica, procura-se fazer uma comparação que represente o potencial de agregação de melhorias alcançado por um modelo racional em relação ao padrão dominante baseado na exploração predatória dos recursos florestais e que representa, de acordo com Robert Schneider *et alli*, 95% da extração de madeira na Amazônia (SCHNEIDER *et alli*, 2000, p. 18).

Com o intuito de se verificar uma possível contribuição de plantações florestais próximas às maiores regiões consumidoras de madeira no atendimento complementar à parte dessa demanda, foi também elaborada a análise da cadeia produtiva de uma plantação. Trata-se de uma plantação homogênea de eucalipto, paradigma atual das atividades de reflorestamento no Brasil juntamente com as monoculturas de pinus. A intenção contudo é verificar as demandas energéticas dessa cadeia como uma referência para prováveis plantações futuras que porém, se constituiriam em cultivos heterogêneos, com espécies nativas, propiciando um manejo com múltiplos objetivos além da recuperação ambiental e do resgate da memória paisagística local.

Coleta de dados

Para a elaboração das cadeias produtivas foram utilizados dados de fontes diversas. Uma parte destes foi obtida através do trabalho de campo (Capítulo 3) e corresponde ao levantamento a partir do transporte que sai das serrarias até o mercado consumidor suprido, em quase a sua totalidade (cerca de 96%), com madeiras da Amazônia. Referem-se aos dados sobre espécies comercializadas, origem, condições de carregamento (com madeira verde ou seca), densidades das madeiras transportadas, veículos utilizados no transporte da serraria até Campinas e o correspondente consumo de combustível para cada m³ de madeira colocada no mercado consumidor local.

Os dados sobre consumo de combustíveis e rendimento das diversas máquinas e veículos, para os três sistemas de suprimento analisados, foram obtidos junto aos fabricantes e revendedoras, salvo aqueles que constavam das publicações utilizadas. A relação completa das diversas máquinas e suas correspondentes especificações encontra-se no Anexo IV.

Para simplificar a citação das fontes referentes aos dados sobre etapas em cada modelo, produtividade e rendimento das máquinas, consumo de energia, distâncias e outros, optou-se por agrupá-los em um quadro de referências apresentado anteriormente à montagem das tabelas de cada cadeia produtiva.

As etapas em cada modelo

Para uma melhor visualização das diferenças entre um modelo de extração natural e um modelo de cultivo, apresenta-se o quadro abaixo que resume as etapas adotadas em cada sistema.

ORIGEM DA MADEIRA		
FLORESTA NATIVA		PLANTAÇÃO
MODELO RECOMENDADO	MODELO CONVENCIONAL	MODELO EUCALIPTO
PLANEJAMENTO (18 meses antes da extração)		IMPLANTAÇÃO DA FLORESTA (ano 1)
		Construção de estradas
		Construção de aceiros
		Conservação de estradas
		Conservação de aceiros
		Retirada da vegetação
		Aração
		Enleiramento
		Descoivara
		1ª gradagem
		2ª gradagem
		Adubação
		Plantios
		Replântio
		Irrigação
		Transporte
		MANUTENÇÃO (ano 2)
		Conservação de estradas
		Conservação de aceiros
		Capina mista (2x)
		Transporte
		MANUTENÇÃO (ano 3 - 20)
		Conservação de estradas
		Conservação de aceiros

OPERAÇÕES NA FLORESTA (EXTRAÇÃO/ COLHEITA)		
Derrubada	Derrubada	Corte e empilhamento
Abertura de estradas e pátios de estocagem	Abertura de estradas e pátios de estocagem	
Arraste até o pátio	Arraste até o pátio	Transporte primário até a margem do talhão
Embarque das toras	Embarque das toras	Carregamento

TRANSPORTE SERRARIA

OPERAÇÕES NA SERRARIA		
Descarregamento	Descarregamento	Descarregamento
Desdobro	Desdobro	Secagem natural
Secagem		Desdobro
		Tratamento

TRANSPORTE FINAL

4.2 – Cadeia produtiva de madeira da floresta nativa da Amazônia: modelos Convencional e Recomendado

O modelo convencional de suprimento de madeira proveniente da Amazônia inclui, ao longo de sua cadeia produtiva, uma série de procedimentos que se refletem em perdas de até 90% em relação ao volume derrubado na floresta (perdas na extração: 26% do volume derrubado (BARRETO *et alli*, 1998, p. 15) e perdas no desdobro das toras na serraria: 64% do volume extraído (GERWING *et alli*, 2000)). De acordo com BARRETO *et alli*, as atividades na floresta são conduzidas sem qualquer planejamento com relação à direção de queda das árvores, abertura de estradas e dimensionamento dos pátios de estocagem. Os trabalhadores não possuem treinamento formal (BARRETO *et alli*, 1998, p. 5).

A exploração manejada, segundo os mesmos autores, é precedida por uma etapa de planejamento e de treinamento dos trabalhadores, para se evitar danos excessivos à floresta e aumentar a eficiência das operações de extração. Inicia-se com a demarcação da área, identificação das árvores, corte de cipós e elaboração de um mapa da exploração para local estradas, pátios e ramais de arraste, indicar direção de queda das árvores e obstáculos a serem eliminados (BARRETO *et alli*, 1998, p. 5).

Tais informações foram incorporadas na elaboração dos modelos aqui analisados, cujas características pode-se resumir da seguinte forma:

- MODELO CONVENCIONAL – exploração sem manejo + serrarias de baixo rendimento + aproveitamento parcial dos resíduos + transporte final de madeira verde.
- MODELO RECOMENDADO – exploração manejada + serrarias de alto rendimento + aproveitamento total dos resíduos + transporte final de madeira seca

Os dados utilizados para o cálculo do consumo total de energia nos dois modelos estão organizados por etapas no quadro abaixo. O consumo de energia em cada operação, referente à utilização de máquinas, foi agrupado em quadros por etapas em cada um dos modelos separadamente. A análise dos resultados segue após a apresentação dos dois modelos.

QUADRO DE DADOS E FONTES UTILIZADOS – Modelos Convencional e Recomendado

DADOS GERAIS	MODELO CONVENCIONAL	MODELO RECOMENDADO	FONTES
EXTRAÇÃO			
Definição das etapas, máquinas utilizadas e rendimentos	Considerou-se o modelo de extração típico da região analisada pelos autores	Considerou-se a extração mais inovadora apontada pelos autores	BARRETO et alli (1998)
Consumo de combustível das máquinas			Fabricantes e revendedores (v. anexo IV)
Tipo de exploração	Sem manejo	Com manejo	BARRETO et alli (1998)
INTENSIDADE DA EXPLORAÇÃO (volume extraído por hectare)	29,7 m ³ /ha	38,6 m ³ /ha	
DESPERDÍCIOS NA EXPLORAÇÃO			
perdas na derrubada	6,84 %	1 %	
perdas no arraste	19,64 %	-	
TOTAL PERDAS	26,48 %	1 %	
VOLUME DERRUBADO	40,4 m ³ /ha	39,0 m ³ /ha	BARRETO et alli (1998)
PERDAS (m ³)	10,7 m ³ /ha	0,39 m ³ /ha	
VOLUME EXTRAÍDO	29,7 m ³ /ha	38,6 m ³ /ha	
diferença no rendimento da exploração (%)	25,48 % a menos		
perda do volume explorável/ha (m ³)	9,8 m ³ /ha		
diferença no potencial de exploração	0,75 m ³	1 m ³	
TRANSPORTE SERRARIA			
Veículo utilizado	carreta (27 ton)	carreta (27 ton)	VIDAL, E. (2001)
Consumo de combustível	2,5 km/l	2,5 km/l	entrevistas com motoristas
Distância média adotada	100 km	100 km	BARRETO et alli (1998, p. 24)
Condição da madeira transportada	em tora; verde	em tora; verde	
Carregamento por viagem (média)	35 m ³ /carreta	35 m ³ /carreta	entrevistas trabalho de campo
PROCESSAMENTO SERRARIA			
Consumo eletricidade *	36 kWh/m ³ processado	36 kWh/m ³ processado	MORET (2000, p. 32)
*Nota: média para as serrarias de Ji Paraná/RO, entrevistadas pelo autor e correspondendo, portanto, a um caso muito específico. Tal valor inclui o consumo das serras, iluminação e ar condicionado nos escritórios.			

Equipamento	1 serra de fita (mira visual)	1 serra de fita (mira a laser)	GERWING et alli (2000)
Rendimento processamento	36 %	60 %	
Geração de resíduos	64 %	40 %	
Aproveitamento do volume de resíduos	45 % venda p/ carvão	100 % geração eletricidade	
Secagem	não	Secador solar	MORAES-DUZAT et alli (2000)
TRANSPORTE FINAL ATÉ MERCADO CONSUMIDOR (Campinas/SP)			
Veículo utilizado	carreta (27 ton)	carreta (27 ton)	entrevistas trabalho de campo
Condição da madeira transportada	serrada; verde	serrada; seca	
VIAGENS DE VINDA* Consumo médio de combustível por m ³ colocado em Campinas <i>*considerando-se as distâncias das fronteiras atuais de exploração</i>	38,8 l/m ³	27,8 l/m ³	Dados gerados pelo trabalho de campo (v. CAP. 3)
Retorno viagem <i>*considerou-se que o consumo de combustível dos 2/3 das viagens que retornam com outras cargas faz parte do ciclo de vida destes outros produtos.</i>	1/3 vazio do total de viagens vinda	1/3 vazio do total de viagens vinda	entrevistas com motoristas
VIAGENS DE RETORNO* Consumo médio de combustível por m ³ colocado em Campinas <i>*foi adotado um consumo de combustível por viagem vazia equivalente a 50% do consumo por viagem carregada, como utilizado por Kronka (1998, p. 76).</i>	6,46 l/m ³	4,63 l/m ³	Dados gerados pelo trabalho de campo (v. CAP. 3) KRONKA (1998, P.76)

4.2.1 – O consumo de energia ao longo das etapas de um modelo convencional de suprimento de madeira

ORIGEM: Floresta Nativa da Amazônia

MODELO CONVENCIONAL:

- Exploração sem manejo
- Serrarias de baixo rendimento
- Transporte final com madeira verde

EXTRAÇÃO					
OPERAÇÃO	RENDIMENTO (horas máquina)	MÁQUINAS	CONS. COMB. (litros/hora)	CONS. COMB. (l/m ³)	CONS. COMB. (l/ha)
Derrubada (2 pessoas; 1 moto- serra)	47,98 m ³ derrubados/hm	Moto-serra (gasolina)	0,66 l/hora	0,014 l/m ³ derrubado	0,57 l/ha explorado (para vol. derrubado)
Abertura de estradas e pátios de estocagem	0,33 hm/ha	Trator de esteiras (diesel)	9,8 l/hora	0,11 l/m ³ estocado (para vol. extraído)	3,23 l/ha
Arraste até o pátio	26,6 m ³ puxados/hm	Trator de esteiras (diesel)	9,8 l/hora	0,37 l/m ³ puxado	10,99 l/ha (para vol. extraído)
TOTAL 1 - cons. combustível para a EXTRAÇÃO (para volume extraído/ha explorado = 29,7 m ³ /ha)				0,49 l/m³ extraído	14,79 l/ha explorado

TRANSPORTE SERRARIA					
OPERAÇÃO	RENDIMENTO	MÁQUINAS	CONSUMO COMBUST.	CONS. COMB. (l/m ³)	CONS. COMB. (l/ha)
Embarque das toras no caminhão	70 m ³ /hm	Pá-carregadeira (diesel)	14,5 l/hora	0,21 l/m ³	6,24 l/ha explorado
Transporte	35,00 m ³ /viagem	Carreta Volvo 6x4 com reboque (2,5 km/litro)	40,0 litros/viagem	1,14 l/m³	33,86 l/ha explorado
Descarregamento na serraria	70 m ³ /hora	Pá carregadeira (diesel)	14,5 l/hora	0,21 l/m ³	6,24 l/ha explorado
TOTAL 2 - cons. combustível para: CARREGAMENTO + TRANSPORTE + DESCARREGAMENTO				1,56 l/m³	46,34 l/ha explorado

PROCESSAMENTO SERRARIAS					
OPERAÇÃO	RENDIMENTO	EQUIPAMENTO	CONSUMO ELETRICID.	CONS. ELETR. (kWh/m³)	CONS. ELETR. (kWh/ha)
Desdobro das toras	36% (1 m ³ processado = 2,8 m ³ em tora)	Serra de fita (eletricidade)	36 kWh/m ³ processado (madeira SERRADA produzida)	36 kWh/m ³ processado	
Geração de resíduos	64%				
TOTAL 3 – consumo de eletricidade para o PROCESSAMENTO				36 kWh/m³ processado	1.069 kWh/ha explorado

TRANSPORTE FINAL (Campinas/SP)				
OPERAÇÃO	VEÍCULO	CONSUMO COMBUST. (litros/viagem)	CONS. COMB. (l/m³)	CONS. COMB. (l/ha)
Viagem de vinda (carregada)	Carreta Volvo 6x4 com reboque (2,5 km/litro)	904,62	38,8 l/m ³	
Viagem de retorno (vazia)	Carreta Volvo 6x4 com reboque (5 km/litro)	452,31	6,46 l/m ³	
TOTAL 4 – consumo de combustível para o TRANSPORTE FINAL			45,26 l/m³	1.344 l/ha explorado

Os resultados finais para a soma das etapas do “MODELO CONVENCIONAL” encontram-se mais à frente, na **Tabela 16**, logo após a apresentação da cadeia produtiva para o “MODELO RECOMENDADO”.

4.2.2 – O consumo de energia ao longo das etapas de um modelo recomendado de suprimento de madeira

ORIGEM: Floresta Nativa da Amazônia

MODELO RECOMENDADO:

- Exploração com manejo
- Serrarias de alto rendimento
- Transporte final com madeira seca

EXTRAÇÃO					
OPERAÇÃO	RENDIMENTO (hm = horas máquina)	MÁQUINAS	CONS. COMB. (litros/hora)	CONS. COMB. (l/m ³)	CONS. COMB. (l/ha)
Derrubada (3 pessoas; 2 moto-serras)	32,7 m ³ derrubados/hm	Moto-serra (gasolina)	0,66 l/hora	0,020 l/m ³ derrubado	0,78 l/ha explorado (para vol. derrubado)
Abertura de estradas e pátios de estocagem	0,26 hm/ha	Trator de esteiras (diesel)	9,8 l/hora	0,07 l/m ³ estocado (para vol. extraído)	2,55 l/ha
Arraste até o pátio	33,7 m ³ puxados/hm	Skidder (diesel)	16,0 l/hora	0,47 l/m ³ puxado	18,14 l/ha (para vol. extraído)
TOTAL 1 - cons. combustível para a EXTRAÇÃO (para volume extraído/ha explorado = 38,6 m ³ /ha)				0,56 l/m³ extraído	21,47 l/ha explorado

TRANSPORTE SERRARIA					
OPERAÇÃO	RENDIMENTO	MÁQUINAS	CONSUMO COMBUST.	CONS. COMB. (l/m ³)	CONS. COMB. (l/ha)
Embarque das toras no caminhão	70 m ³ /hm	Pá-carregadeira (diesel)	14,5 l/hora	0,21 l/m ³	8,11 l/ha explorado
Transporte	35,00 m ³ /viagem	Carreta Volvo 6x4 com reboque (2,5 km/litro)	40,0 litros/viagem	1,14 l/m³	44 l/ha explorado
Descarregamento na serraria	70 m ³ /hora	Pá carregadeira (diesel)	14,5 l/hora	0,21 l/m ³	8,11 l/ha explorado
TOTAL 2 - cons. combustível para: CARREGAMENTO + TRANSPORTE + DESCARREGAMENTO				1,56 l/m³	60,22 l/ha explorado

PROCESSAMENTO SERRARIAS					
OPERAÇÃO	RENDIMENTO	EQUIPAMENTO	CONSUMO ELETRICID.	CONS. ELETR. (kWh/m ³)	CONS. ELETR. (kWh/ha)
Desdobro das toras	60% (1 m ³ processado = 1,7 m ³ em tora)	Serra de fita (eletricidade)	36 kWh/m ³ processado (madeira SERRADA produzida)	36 kWh/m ³ processado	
Geração de resíduos	40%				
TOTAL 3 – consumo de eletricidade para o PROCESSAMENTO				36 kWh/m³ processado	1.390 kWh/ha explorado

TRANSPORTE FINAL (Campinas/SP)				
OPERAÇÃO	VEÍCULO	CONSUMO COMBUST. (litros/viagem)	CONS. COMB. (l/m ³)	CONS. COMB. (l/ha)
Viagem de vinda (carregada)	Carreta Volvo 6x4 com reboque (2,5 km/litro)	903,49	27,8 l/m ³	
Viagem de retorno (vazia)	Carreta Volvo 6x4 com reboque (5 km/litro)	451,75	4,63 l/m ³	
TOTAL 4 – consumo de combustível para o TRANSPORTE FINAL			32,43 l/m³	1.252 l/ha explorado

TABELA 16 – CONSUMO TOTAL DE ENERGIA, PELA SOMA DAS ETAPAS, NA CADEIA PRODUTIVA DE MADEIRA NATIVA DA AMAZÔNIA – MODELOS CONVENCIONAL E RECOMENDADO

MODELO CONVENCIONAL						
	CONSUMO DE ENERGIA POR UNIDADE DE VOLUME			CONSUMO DE ENERGIA POR UNIDADE DE ÁREA EXPLORADA		
Sub-totais	(1 + 2 + 4)	+	(3)	(1 + 2 + 4)	+	(3)
Energia final	óleo diesel	+	eletricidade	óleo diesel	+	eletricidade
TOTAL	47,31 l/m³	+	36 kWh/m³	1.405 litros diesel/ha	+	1,07 MWh/ha
MODELO RECOMENDADO						
	CONSUMO DE ENERGIA POR UNIDADE DE VOLUME			CONSUMO DE ENERGIA POR UNIDADE DE ÁREA EXPLORADA		
Sub-totais	(1 + 2 + 4)	+	(3)	(1 + 2 + 4)	+	(3)
Energia final	óleo diesel	+	eletricidade	óleo diesel	+	eletricidade
TOTAL	34,55 litros diesel/m³	+	36 kWh/m³	1.334 litros diesel/ha	+	1,39 MWh/ha

Optou-se por manter os valores nas formas de energia comercial demandadas pelo processo produtivo no lugar de se proceder à conversão para uma unidade única de energia (como Joules ou calorias, por exemplo), por dois motivos:

1. pela dificuldade em se precisar o tipo de geração para a eletricidade (hídrica ou térmica) nas regiões produtoras de madeira.
2. para explicitar a proporção demandada para cada forma de energia final ao longo da cadeia produtiva.

Nos sistemas isolados da Amazônia, isto é, nas regiões não interligadas à rede de distribuição da energia gerada nas hidrelétricas, predomina a geração térmica a óleo diesel para o suprimento de eletricidade. Porém, a região norte do Pará é abastecida pela Usina Hidrelétrica de Tucuruí. Já em Rondônia, de acordo com MORET (2000, p. 92), o suprimento de eletricidade é feito de forma híbrida, com localidades interligadas à rede estadual (caso do município de Ji Paraná) e abastecidas tanto pela Usina Hidrelétrica de Samuel quanto por usinas térmicas a diesel, além do suprimento para outros municípios feito por meio de Pequenas Centrais Hidrelétricas e usinas diesel-elétricas.

No caso da cadeia produtiva do eucalipto, apresentada mais à frente, está-se considerando o estado de São Paulo onde o fornecimento de eletricidade provém de usinas hidrelétricas. Dessa forma, quer-se evitar aqui uma análise que incorra no favorecimento regional devido ao efeito de uma infra estrutura construída.

Portanto, ao se apresentar os resultados desagregados quanto ao consumo das diferentes formas de energia final, intende-se deixar abertas possibilidades de análise que apontem para alternativas de substituição no incremento dos parâmetros de sustentabilidade energética nas diferentes etapas da cadeia produtiva, como forma de minimizar o efeito estrutural causador de hierarquias espaciais ao longo do território nacional.

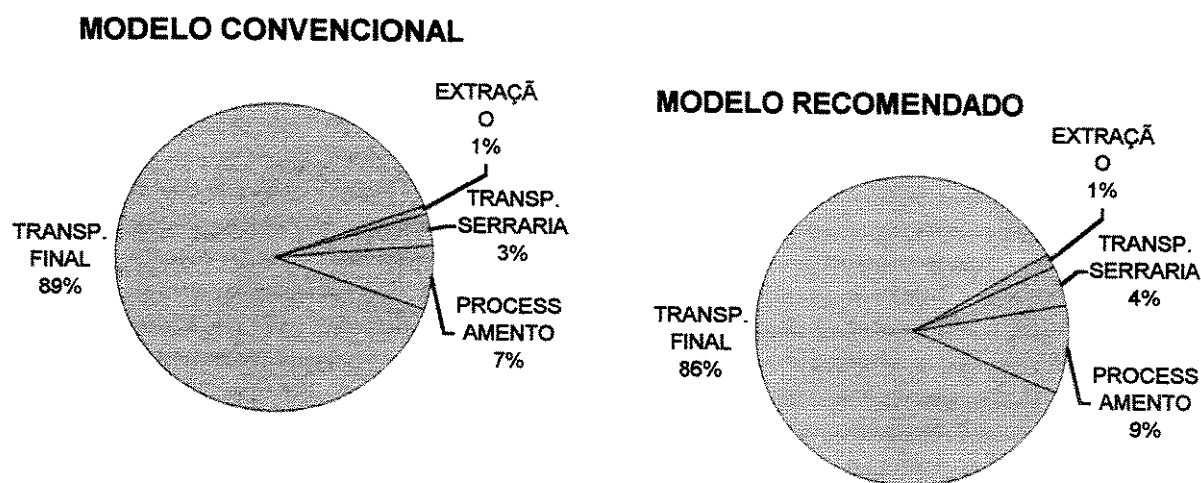
4.2.3 - Comparação entre etapas: o peso do transporte na intensidade energética da cadeia

Apesar das últimas considerações, como forma de representar a participação de cada etapa no consumo total de energia dentro de um mesmo modelo, torna-se necessário proceder-se à

conversão para uma única unidade. Sem considerar o tipo de geração para a eletricidade, apenas fazendo uma equivalência em Joules para as duas formas de energia final requeridas pelo processo como um todo, obtém-se os resultados ilustrados pela figura abaixo.

Deve-se ressaltar que tal figura foi elaborada apenas para uma comparação entre as etapas dentro de um mesmo modelo e não reflete, como será explicado mais adiante, as reais diferenças dos modelos entre si. Mesmo assim, a simples soma do consumo de energia das várias etapas revela que a intensidade energética do modelo convencional (1.885 MJ/m^3) é 34% maior que o modelo recomendado (1.411 MJ/m^3).

FIGURA 12 – PARTICIPAÇÃO DE CADA ETAPA NO CONSUMO TOTAL DE ENERGIA FINAL



Valores utilizados nas conversões:

1 litro diesel = 37,1 MJ (poder calorífico inferior do diesel em MJ/l)

1 kWh = 3,6 MJ

CONSUMO TOTAL DE ENERGIA FINAL:

modelo convencional = 1.885 MJ/m^3

modelo recomendado = 1.411 MJ/m^3

Observa-se claramente a predominância, nos dois modelos, da etapa do transporte final no consumo total de energia: 89% para o modelo convencional e 86% para o modelo recomendado.

Se considerarmos somente o óleo diesel que, como energia final, corresponde a mais de 90% do perfil energético de toda a cadeia, o impacto do transporte final sobre o seu consumo total alcança os índices de **96% para o modelo convencional e 94% para o modelo recomendado**.

Tais valores indicam que a quase totalidade da demanda por energia ao longo da cadeia produtiva de madeira da Amazônia não se dá para a sua “produção” propriamente dita e sim para a sua distribuição.

Obviamente este fato está conectado às enormes distâncias percorridas, com uma média calculada em cerca de 2.500 km para os valores de Campinas, utilizados aqui como referência. Torna-se portanto evidente que a etapa do transporte deva ser alvo de um conjunto de medidas de otimização, como já mencionado.

A primeira delas e talvez a mais factível numa realidade de curto prazo, corresponde ao transporte de madeira seca que, como calculado na TABELA 13.1, reduz em 28% o consumo de combustível (considerando-se o mercado consumidor de Campinas). Isto reduz também, como dito anteriormente, as emissões de CO₂ e custos com manutenção de estradas, agrega valor à madeira em sua região de origem podendo aumentar a renda das serrarias para investimento em secagem.

Uma segunda alternativa, para usar ainda alguns números gerados neste trabalho (TABELA 14), refere-se à criação de mecanismos de incentivo ao manejo para evitar, entre outros impactos, um potencial aumento entre 23% e 72% no consumo de combustíveis no transporte devido às migrações das madeireiras em direção às áreas cada vez mais distantes.

Outras medidas, de implicações políticas mais amplas porém, como demonstrado por André Ferreira, podem incluir a substituição do combustível utilizado – para os caminhões e os tratores - por álcool hidratado (FERREIRA, 1992, p. 91), biodiesel e gás de madeira e alternativas de rotas e meios de transporte como ferrovias, hidrovias e navegação de cabotagem. Entretanto, as reais potencialidades e viabilidades para estas diferentes combinações devem ser objeto de estudos mais abrangentes do que os limites deste trabalho.

4.2.4 - Madeira - material sustentável: a importância da busca na sustentabilidade energética

Como verificado pela figura e tabelas acima, o sistema de suprimento de madeira é bastante intensivo quanto ao uso de combustível fóssil, no caso, o óleo diesel, presente praticamente em todas as etapas da cadeia produtiva.

Na verdade, talvez se possa dizer que a madeira serrada, de origem nativa, para uso diretamente pela construção civil, não incorpora outra coisa além de energia ao longo de sua cadeia produtiva (energia da natureza para a formação da floresta, energia comercial para a utilização de máquinas e energia humana). Não se está falando aqui, dos impactos – positivos ou negativos - do processo produtivo sobre os sistemas ambientais, sociais ou econômicos, cujos custos e/ou benefícios também devem ser incorporados à análise de sua sustentabilidade. Mas enfim, a madeira é um material natural e, portanto, não necessita de agregação de matéria para se transformar em produto. Mais ainda, o manejo de floresta nativa, sem plantio, não necessita de fertilizantes ou pesticidas e as madeiras tropicais, particularmente as mais pesadas, não requerem tratamento químico para sua conservação enquanto em uso.

Portanto, a busca da sustentabilidade energética na cadeia produtiva da madeira configura-se como um importante fator para a sua caracterização como um material sustentável, ou “eco-compátivel”. Deve-se investigar então, possibilidades tanto para minimização da demanda de energia como para diferentes formas de suprimento.

Brevemente, algumas alternativas de substituição podem incluir o uso de fontes renováveis de energia, particularmente da biomassa:

- “biodiesel” obtido a partir de óleos vegetais (buriti, andiroba, castanha, dendê);
- geração de eletricidade e calor com resíduos do processamento de madeira e de produção agrícola;
- álcool hidratado como combustível para caminhões e tratores;
- participação de outro combustível na composição do óleo diesel;
- pequenas centrais hidrelétricas;

- secagem com secadores solares,

além da adoção de equipamentos de uso final mais eficientes (BERMANN e MARTINS (2000), FERREIRA (1992), MORET (2000), MORAES-DUZAT *et alli* (2000). Entretanto, a introdução das fontes renováveis está fortemente vinculada à questão da descentralização na geração, o que implica em ressaltar a importância da vontade política para alavancar esse processo e da existência de planejamento - não somente energético mas, também, planejamento ambiental, econômico, urbano e regional - que objetive o desenvolvimento a partir da valorização das vocações locais.

Mas um estudo mais aprofundado sobre suprimento energético está fora do escopo deste trabalho devendo-se, entretanto, salientar a sua importância. Sendo assim, procede-se a uma comparação entre o consumo de energia em cada modelo para se avaliar o potencial de redução dessa demanda.

4.2.5 - Comparação entre modelos: análise do potencial de redução da demanda de energia ao longo da cadeia produtiva

Os resultados da Tabela 16 se referem ao consumo de energia final (por unidades de volume e de área) para cada m³ de madeira colocada em Campinas. Tais valores foram obtidos pela soma dos resultados parciais das diferentes etapas, significando que, são relativos ao produto final colocado no mercado consumidor: o volume de madeira serrada e não à matéria prima total consumida para sua obtenção: o volume de madeira em tora extraído e a conseqüente área de exploração demandada por cada modelo.

Assim, para uma real comparação, há que se incorporar as diferenças de produtividade em cada etapa, ao longo da cadeia produtiva de cada um dos modelos analisados. Para tanto, foi calculado o consumo de energia em cada sistema, relativo ao suprimento de um mesmo volume (madeira serrada consumida anualmente por Campinas) porém, reportado à demanda anual de madeira em tora e à área de floresta afetada anualmente para sua extração, cujos resultados são apresentados nas tabelas a seguir.

TABELA 17 – VOLUME EM TORAS E ÁREA TOTAL DEMANDADOS POR ANO EM CADA MODELO PARA SUPRIR O MERCADO CAMPINEIRO DE MADEIRA DA AMAZÔNIA

	MODELO CONVENCIONAL extração predatória serraria baixo rendimento transporte final madeira verde	MODELO RECOMENDADO extração com manejo serraria de alto rendimento transporte final madeira seca
VOLUME ANUAL DE MADEIRA DA AMAZÔNIA CONSUMIDO POR CAMPINAS: 58.933 m³/ano de madeira serrada		
Rendimento processamento serrarias	36%	60%
fator de conversão serrados – toras	2,8	1,7
VOLUME ANUAL EM TORAS DEMANDADO POR CAMPINAS	165.012 m³/ano	100.186 m³/ano
redução no volume em toras demandado, proporcionada pelo modelo recomendado		39 %
Produtividade na extração	29,7 m ³ /ha	38,6 m ³ /ha
ÁREA TOTAL DEMANDADA POR ANO PARA SUPRIR CAMPINAS	5.556 ha/ano	2.595 ha/ano
redução na área demandada, proporcionada pelo modelo recomendado		53 %

A tabela acima demonstra a importância da análise, em conjunto, de todas as etapas de uma cadeia de produção. Em artigo sobre o rendimento no processamento de madeira nas serrarias do estado do Pará, Jeffrey Gerwing *et alli*, apresentam um quadro sobre a redução na área de floresta explorada pelo aumento no rendimento médio no processamento das toras nas serrarias. Partindo do valor sobre o volume total extraído na Amazônia no ano de 1998 (28 milhões de m³ em tora) e a correspondente área de floresta afetada (cerca de 10.000 km²), os autores concluem que, para os valores de rendimento adotados (rendimento médio inicial = 40%; volume processado = 11,2 milhões de m³; aumento no rendimento = de 50 a 55%), o potencial de redução na área de exploração é da ordem de 30% (caindo de 10.000 km² para aproximadamente 7.000 km²), devido à redução no volume em tora necessário para se obter o mesmo volume processado (de 28 milhões para cerca de 21 milhões de m³ em tora) (GERWING *et alli*, 2000, p. 23).

Com efeito, 21 milhões de m³ em tora divididos pelo valor da produtividade da extração sem manejo do sistema convencional (29,7 m³/ha), correspondem a uma área de 7.070 km². Porém, se esse volume for extraído de forma manejada (produtividade = 38,6 m³/ha), a área de

floresta necessária por ano se reduz para quase a metade (dos 10.000 km² iniciais para 5.440 km²).

Assim, a análise da cadeia esclarece o potencial da agregação de melhorias ao longo de suas diversas etapas para que, ao final, se possa definir um modelo de racionalização de todo o processo produtivo (aumento do rendimento na floresta, na serraria, no transporte; substituições quanto às espécies exploradas, equipamentos utilizados e fontes de energia; uso dos resíduos da extração e do processamento para co-geração). Isto significa reduções na demanda por espaço (área de floresta), matéria (recurso madeireiro) e energia (combustíveis e eletricidade) além da diminuição das emissões de dióxido de carbono pela perda de biomassa e pela queima de óleo diesel.

Por fim, pode-se conectar o alcance de melhorias na produção com um maior rendimento no uso da madeira nas construções, buscando-se parâmetros mais racionais para o projeto arquitetônico (como, por exemplo, definição de vãos estruturais menores, que demandam menores bitolas para a madeira; pisos com tacos, que podem ser confeccionados a partir das sobras nas serrarias; módulos de espaço definidos em função dos comprimentos comerciais das peças para evitar perdas excessivas por medidas intermediárias; além da especificação de espécies alternativas).

A título de ilustração, para um dado mais realista no curto prazo referente aos valores da Tabela 17, apresenta-se um cálculo breve para a redução, em relação ao modelo convencional, do volume em toras e da correspondente área de exploração demandada para o volume comercializado em Campinas, com um aumento de 12% no rendimento das serrarias obtido com a adoção de técnicas simples, ao alcance da maioria, como observado por GERWING *et alli* (2000):

- rendimento no processamento = 48%, fator conversão toras = 2,08:
VOLUME ANUAL EM TORAS = 122.581 m³/ano (redução de 26 %)
- mais extração com manejo:
ÁREA ANUAL DEMANDADA = 3.176 ha/ano (redução de 43 %)

Observa-se que, mesmo assim, a redução obtida em relação ao modelo convencional é bastante significativa. Os cálculos seguintes procederão com os dados adotados inicialmente para o modelo recomendado.

A partir, então, dos resultados da **Tabela 17**, pode-se verificar como as reduções no volume de madeira e na área de exploração demandados para atender o consumo de Campinas se refletem na demanda por energia. Os resultados finais das **Tabelas 18 e 19** a seguir, apresentam os valores do potencial de redução alcançados pelo Modelo Recomendado.

TABELA 18 – CONSUMO DE ENERGIA POR UNIDADE DE VOLUME EXTRAÍDO DEMANDADO PELO MERCADO DE CAMPINAS EM CADA MODELO

	MODELO CONVENCIONAL		MODELO RECOMENDADO	
	óleo diesel	eletricidade	óleo diesel	eletricidade
1. Consumo de energia/m ³ serrado colocado em Campinas (sem incorporação de perdas – tab 16)	47,31 l/m ³	36 kWh/m ³	34,55 l/m ³	36 kWh/m ³
2. Volume em toras demandado por ano	165.012 m ³ /ano		100.186 m ³ /ano	
3. CONSUMO ANUAL DE ENERGIA EM RELAÇÃO AO VOLUME TOTAL EXTRAÍDO = (1 X 2)	7.806.718 l/ano	5.940 MWh/ano	3.461.426 l/ano	3.607 MWh/ano
4. Volume de madeira serrada consumido por ano	58.933 m ³ /ano		58.933 m ³ /ano	
5. CONSUMO DE ENERGIA/m ³ EXTRAÍDO E COLOCADO EM CAMPINAS = (3 / 4)	132,47 l/m ³	101 kWh/m ³	58,74 l/m ³	61 kWh/m ³
redução na demanda de energia, em relação ao volume extraído para cada m ³ colocado em Campinas, alcançada pelo modelo recomendado			56% para demanda de óleo diesel	40% para demanda de eletricidade

TABELA 19 – CONSUMO DE ENERGIA POR UNIDADE DE ÁREA EXPLORADA DEMANDADA PELO MERCADO DE CAMPINAS EM CADA MODELO

	MODELO CONVENCIONAL		MODELO RECOMENDADO	
	óleo diesel	eletricidade	óleo diesel	eletricidade
1. Consumo de energia/m ³ extraído e colocado em Campinas (Tab. 18)	132,47 l/m ³	101 kWh/m ³	58,74 l/m ³	61 kWh/m ³
2. Volume extraído por hectare	29,7 m ³ /ha		38,6 m ³ /ha	
3. CONSUMO DE ENERGIA/ha EXPLORADO = (1 x 2)	3.934 l/ha	3 MWh/ha	2.268 l/ha	2,36 MWh/ha
redução na demanda de energia com relação à área explorada, alcançada pelo modelo recomendado			42% para demanda de óleo diesel	21% para demanda de eletricidade

O que é revelado pela **Tabela 18** é a diferença que existe entre referir-se ao consumo de energia por unidade de produto acabado ou por unidade de matéria prima consumida para sua produção. Como explicado anteriormente, entende-se que tal procedimento se faça necessário para explicitar as reais diferenças entre modelos diversos de produção.

Assim, para melhor ilustrar os resultados acima, procede-se à conversão de tais valores para uma unidade única de energia (Joules), lembrando que se está considerando somente a energia final para o caso da eletricidade.

INTENSIDADE ENERGÉTICA	MODELO CONVENCIONAL	MODELO RECOMENDADO
Consumo de energia por unidade de <u>produto acabado</u> (m ³ de madeira serrada colocada em Campinas)	1.885 MJ/m ³	1.411 MJ/m ³
REDUÇÃO OBTIDA PELO MODELO RECOMENDADO		25 %
Consumo de energia por unidade de <u>matéria prima consumida</u> (m ³ em tora extraído)	5.279 MJ/m ³	2.399 MJ/m ³
REDUÇÃO OBTIDA PELO MODELO RECOMENDADO		55 %

Observa-se claramente como tal abordagem pode melhor esclarecer as diferenças entre os dois modelos através da incorporação das perdas ao longo de cada processo produtivo. O que se quer argumentar é que esta é uma forma de se representar as perdas de matéria por meio de um indicador energético.

Pode-se também, verificar, dentro de um mesmo modelo, a variação no consumo de energia de acordo com a forma adotada para representá-lo:

- Ao longo do Modelo Convencional, o valor por unidade de matéria prima consumida é **120% maior** do que o valor por produto acabado;
- Já para o Modelo Recomendado, a representação do consumo de energia por m³ extraído é **70% maior** do que a consideração por unidade de volume produzido.

Com relação à **Tabela 19**, a redução alcançada pelo modelo recomendado por unidade de área (41% para valores em MJoules) é menor do que aquela por unidade de volume (55% para valores em MJoules) devido à maior produtividade da extração em relação ao modelo

convencional (38,6 m³/ha e 29,7 m³/ha). Contudo, o modelo recomendado demanda uma área de exploração 53% menor para produzir um mesmo volume de madeira serrada, como apresentado na **Tabela 17**. Este fato demonstra que, para se refletir melhor a realidade de cada modelo, devem ser agregados outros indicadores àquele energético.

Uma das formas para melhor evidenciar as diferenças entre um modelo predatório de extração de madeira e um modelo de manejo da floresta, pode ser a combinação das emissões de CO₂ pela queima do volume de óleo diesel consumido ao longo de cada cadeia produtiva com as emissões pela perda de biomassa florestal em função da exploração.

4.2.6 - Comparação entre modelos: as emissões de CO₂ em função do consumo de energia e da perda de biomassa florestal

Para o cálculo das emissões pelo consumo de energia ao longo da cadeia, serão utilizados os valores finais por unidade de área da **Tabela 19**. Entretanto, deve-se agora definir o tipo de geração para a eletricidade pois, caso esta provenha de uma usina hidrelétrica por exemplo, o consumo de energia da etapa do processamento não deve ser incorporado ao cálculo das emissões.

Desconsiderando-se a hidroeletricidade, foi então assumido, como forma de se verificar o potencial de racionalização de um modelo sustentável, que os resíduos do processo de desdobro das toras na serraria do Modelo Recomendado são utilizados para a geração da eletricidade consumida nesta etapa. Foi também adotado que, a geração de calor para secagem da madeira provém de coletores solares instalados em um secador de madeiras, de acordo com um modelo desenvolvido para as condições climáticas da Amazônia e descrito por MORARES-DUZAT *et alli* (2000). Para o Modelo Convencional, será adotada a geração diesel-elétrica, caso frequente de suprimento elétrico na região amazônica.

Como citado por GERWING *et alli*, nas serrarias da região de Paragominas no Pará, 66% dos resíduos do processamento são utilizados para a produção de carvão (pelas próprias serrarias ou por outros produtores), sendo parte do restante queimado a céu aberto e parte abandonado como refugo (GERWING *et alli*, 2000, p. 25). Valendo-se desta citação, foi considerado que as

emissões do CO₂ pela queima dos resíduos para a geração de eletricidade no Modelo Recomendado são equilibradas pela queima dos resíduos do Modelo Convencional, sob a forma de carvão em outros processos produtivos ou a céu aberto na própria serraria.

O valor do consumo de eletricidade do Modelo Recomendado não será, portanto, computado no cálculo de suas emissões totais. Já para o Modelo Convencional, serão contabilizadas as emissões correspondentes à queima do volume de óleo diesel necessário para a geração da eletricidade consumida no processamento. Para tanto, foi adotada uma eficiência de 25% para a conversão do óleo diesel em eletricidade.

Para as emissões de carbono pela perda de biomassa florestal em função da extração de madeira, foram utilizados os valores médios apresentados por SCHNEIDER *et alli*. Segundo os autores, a emissão de carbono pela exploração predatória corresponde a 13 tC/ha e a exploração manejada libera o equivalente a 7,13 tC/ha (SCHNEIDER *et alli*, 2000, p. 56).

TABELA 20 – EMISSÕES DE CO₂ POR HECTARE EM FUNÇÃO DO CONSUMO DE ÓLEO DIESEL AO LONGO DA CADEIA PRODUTIVA E DA PERDA DE BIOMASSA NA EXTRAÇÃO

	MODELO CONVENCIONAL		MODELO RECOMENDADO	
	óleo diesel	eletricidade (termoeletric.- diesel)	óleo diesel	eletricidade
consumo considerado de energia/ha explorado (a partir da Tabela 19)	3.934 l/ha	1.164 l/ha	2.268 l/ha	-
Emissões de CO ₂ pelo consumo de óleo diesel (tC/ha)	13,6		6,06	
Emissões de CO ₂ pela perda de biomassa (tC/ha)	13,0		7,13	
EMISSÕES TOTAIS DE CO₂/ha explorado	26,6 tC/ha		13,19 tC/ha	
redução nas emissões, alcançada pelo modelo recomendado			50%	

Valores utilizados nas conversões:

1 kWh = 3,6 MJ (BEN – Balanço Energético Nacional, 1999)

PCI diesel = 37,1 MJ/litro

Eficiência conversão = 0,25 → 1 kWh = 0,388 litros de diesel

1 litro diesel = 0,000848 tep (BEN – Balanço Energético Nacional, 1999)

1 litro diesel = 3,15 tCO₂ /tep (BERMANN e MARTINS, 2000, p.78, em citação de KNIJNIK, R. (org). "Energia e meio ambiente em Porto Alegre". PMPA/UFRGS, 1994)

1 litro diesel = 0,00267 tCO₂

Com estes resultados pode-se concluir que, a partir da área total necessária em cada modelo para suprir a demanda anual de madeira da cidade de Campinas (Tabela 17), o atual modelo de produção ocasiona uma liberação de carbono correspondente a 147.790 tC/ano. Se o mercado madeireiro local fosse suprido por um modelo racional (extração manejada + processamento de alto rendimento + utilização dos resíduos + transporte de madeira seca), essas emissões seriam reduzidas para 34.228 tC/ano, o que equivale à uma redução de 77% em relação ao modelo convencional.

4.2.7 – Conclusões parciais

Pode-se concluir esse item com as informações organizadas de forma sintética nos quadros abaixo. Uma conclusão mais abrangente e algumas proposições são apresentadas no capítulo final.

A persistir MODELO ATUAL:

(predatório + desperdícios + madeira verde + migrações)

aumento consumo de combustíveis → aumento emissões CO₂

+

perda de biomassa + novas áreas abertas → aumento emissões CO₂

+ possível adicionalidade nas emissões pela conversão em pastagens

POTENCIAL MODELO SUSTENTÁVEL:

(manejo + rendimentos + madeira seca + áreas conservadas)

redução consumo de combustíveis → redução emissões CO₂

+

conservação floresta → equilíbrio emissões CO₂

4.3 - Cadeia produtiva de madeira de floresta plantada de eucalipto (*Eucalyptus citriodora*)

Em uma plantação homogênea de eucalipto *citriodora*, espécie com densidade semelhante às madeiras duras tropicais e utilizada por uma tradicional empresa do estado de São Paulo em diversas aplicações - como postes para iluminação pública e construção civil, são necessários 20 anos de ciclo de corte para a obtenção de madeira serrada. Neste caso, a intensidade da exploração corresponde a 150 m³ extraídos/ha para uma colheita com desbaste seletivo (MAROLA, 2001).

Uma utilização mais racional do eucalipto na construção civil seria o emprego da madeira roliça para a qual o ciclo de corte varia entre 6 a 12 anos, com uma produtividade na extração equivalente a 188 m³/ha e um menor consumo de energia e geração de resíduos na etapa do processamento (cerca de 8,5 kWh/m³ tratado) que corresponde mais à eletricidade necessária para o tratamento em auto-claves, sendo o procedimento de serragem das peças muito reduzido (MAROLA, 2001).

Porém, o uso da madeira roliça se restringe à poucos elementos na construção de edificações residenciais: vigas e pilares de sustentação; peças da estrutura de cobertura, como caibros e ripas e ainda alguns elementos externos como *decks* e portões. Sendo assim, para efeito de comparação entre cadeias produtivas de madeira com origens diversas (nativas e plantadas), os valores utilizados para a madeira de eucalipto correspondem à uma plantação com o objetivo de produção de madeira serrada, podendo assim englobar todos os outros usos finais na construção aqui considerados, a despeito do fato de que, atualmente no Brasil, exista pouca tecnologia para o beneficiamento do eucalipto.

O tratamento da madeira de eucalipto se faz necessário devido à sua baixa resistência natural ao ataque de fungos e insetos. Os dados utilizados sobre o consumo de eletricidade nesta etapa, correspondem ao tratamento químico hidro-solúvel (CCB – cloro, cromo e boro), processado em auto-claves.

O quadro abaixo sintetiza os dados e referências utilizados para a elaboração das tabelas da cadeia produtiva da madeira de eucalipto, onde serão listadas somente as etapas que utilizam

máquinas para execução dos trabalhos. As fases de IMPLANTAÇÃO e de MANUTENÇÃO são semi-mecanizadas, ou seja, envolvem uma combinação de trabalhos manuais e utilização de máquinas. Já para a fase de COLHEITA, adotou-se o sistema de mecanização total que representa, segundo SEIXAS (2001), a tendência para a extração de madeira em florestas plantadas

Para a elaboração das tabelas sobre o consumo de energia, foram adotados os mesmos procedimentos utilizados no cálculo das cadeias produtivas de madeira da Amazônia. O mercado consumidor da cidade de Campinas constitui-se, também neste caso, o ponto final da cadeia de suprimento. As demandas desse mercado foram consideradas como se devessem ser atendidas totalmente por um sistema de produção localizado no estado de São Paulo. Dessa forma, foi então adotado, como volume anual a ser suprido, o valor referente ao volume anual de madeira da Amazônia consumido por Campinas (58.933 m³/ano de madeira serrada).

QUADRO PARA OS DADOS E FONTES UTILIZADOS

DADOS GERAIS		
DADOS		FONTES
Espécie plantada: <i>Eucalyptus citriodora</i>		MAROLA (2001)
Ciclo de corte para madeira serrada: 20 anos		
Intensidade da exploração: 150 m ³ extraídos/ha		
TEOR UMIDADE	DENSIDADE	
Verde (60%)	1,40 ton/m ³	
Seca (15%)	1,04 ton/m ³	
Tratada (adensamento pelo tratamento)		1,15 ton/m ³
IMPLANTAÇÃO		
Definição das etapas, produtividade e máquinas utilizadas		FLORESTAR ESTATÍSTICO (1995); SEIXAS (2001)
Consumo de combustível das máquinas		Fabricantes e revendedores (v. anexo IV)
MANUTENÇÃO		
Definição das etapas, produtividade e máquinas utilizadas		FLORESTAR ESTATÍSTICO (1995); SEIXAS (2001)
COLHEITA		
Definição das etapas, máquinas utilizadas e rendimento*		SEIXAS (2001); SEIXAS (1999)
* Nota: foi considerado o rendimento das máquinas para espécies utilizadas pela indústria de celulose, menos densas do que o citriodora. Portanto, o consumo de combustível na etapa da colheita poderá estar subestimado.		
Consumo de combustível das máquinas		Fabricantes e revendedores (v. anexo IV)

TRANSPORTE SERRARIA	
Veículo utilizado: carreta (27 ton)	SEIXAS (2001)
Consumo de combustível: 2,5 km/l	Entrevistas com motoristas
Distância média adotada: 100 km <i>Nota: valor adotado para fins de comparação com modelo de floresta nativa</i>	Valor adotado
Condição da madeira transportada: em tora / verde=1,4 t/m³	
Carregamento por viagem: 19,28 m³/carreta	
PROCESSAMENTO SERRARIA	
Secagem: 90 dias ao ar livre	MAROLA (2001)
Tratamento em auto-clave: CCB	
Consumo eletricidade: 30 kWh/m³ tratado <i>(inclui serra + autoclave. Não inclui, como no caso adotado nos modelos de floresta nativa, o consumo de eletricidade para iluminação e funcionamento dos escritórios)</i>	
Rendimento processamento: 60% <i>Nota: foi considerado um valor para serrarias de alto rendimento, equivalente ao do modelo recomendado para a floresta nativa.</i>	Valor adotado
Geração de resíduos: 50%	
TRANSPORTE FINAL ATÉ MERCADO CONSUMIDOR (Campinas/SP)	
Veículo utilizado: carreta (27 ton)	Valores adotados
Consumo de combustível: 2,5 km/l (carregada)	
Distância média adotada: 93 km * <i>*foi adotada, inicialmente, uma distância média entre 3 cidades no Estado de São Paulo onde existem empresas que comercializam madeira roliça de eucalipto para construção civil: São Carlos, Rio Claro e Itu. <u>Estas localidades serão consideradas, para fins deste cálculo e somente a título de exemplo, como abastecedoras do mercado campineiro.</u></i>	
Condição da madeira transportada: serrada / tratada = 1,15 ton/m³	
Carregamento por viagem: 23,48 m³/carreta	
VIAGENS DE VINDA:	
Consumo médio de combustível por m ³ colocado em Campinas: 1,58 l/m³	
Retorno viagem: vazio, para 100% das viagens de vinda	
VIAGENS DE RETORNO: *	
Consumo médio de combustível por m ³ colocado em Campinas: 0,79 l/m³ <i>*foi adotado um consumo de combustível por viagem vazia equivalente a 50% do consumo por viagem carregada, como utilizado por Kronka (1998, p.76)</i>	

4.3.1 – O consumo de energia ao longo das etapas de um modelo de plantação

ORIGEM: Floresta Plantada de Eucalipto (*Eucalyptus citriodora*)

MODELO ADOTADO:

- Execução dos trabalhos na Implantação: manual e mecânica
- Colheita totalmente mecanizada, desbaste seletivo, ciclo de corte: 20 anos
- Serrarias de alto rendimento
- Transporte final com madeira seca (ao ar livre) e tratada

IMPLANTAÇÃO DA FLORESTA (ano 1)						
OPERAÇÃO	PRODUTIV. / HA	TRATOR	EQUIPAM. ADICIONAL	CONSUMO COMBUST. (litros/hora)	CONS. COMB. (l/m ³)	CONS. COMB. (l/ha)
Construção de estradas	6,0 hs	FIAT 7D		9,5 l/hora		57,0
Construção de aceiros	6,0 hs	FIAT 7D		9,5 l/hora		57,0
Conservação de estradas	1,5 hs	MF 265	com grade	8,0 l/hora		12,0
Conservação de aceiros	1,5 hs	MF 265	com grade	8,0 l/hora		12,0
Retirada da vegetação	3,0 hs	FIAT 7D		9,5 l/hora		28,5
Aração	3,5 hs	MF 265	com arado	8,0 l/hora		28,0
Enleiramento	2,0 hs	FIAT 7D		9,5 l/hora		19,0
Descoivara	1,0 h	MF 265	com carreta	7,0 l/hora		7,0
1ª gradagem	2,5 hs	MF 292	com grade	9,0 l/hora		22,5
2ª gradagem	2,8 hs	MF 265	com grade	8,0 l/hora		22,4
Adubação	1,5 hs	MF 292	com sulcador	9,0 l/hora		13,5
Plantios	1,8 hs	MF 265	com carreta	7,0 l/hora		12,6
Replanteio	1,5 hs	MF 265	com carreta	7,0 l/hora		10,5
Irrigação	1,5 hs	MF 265	com carreta	7,0 l/hora		10,5
Transporte	2,0 hs	MF 265	com carreta	7,0 l/hora		14,0
TOTAL 1 - cons. combustível para a IMPLANTAÇÃO (* nota: valor por m ³ considera o volume a ser colhido/ha = 150 m ³ /ha)					* 2,18 l/m³	326,5 l/ha

MANUTENÇÃO (ano 2)						
OPERAÇÃO	PRODUTIV. / HA	TRATOR	EQUIPAM. ADICIONAL	CONSUMO COMBUST. (litros/hora)	CONS. COMB. (l/m ³)	CONS. COMB. (l/ha)
Conservação de estradas	1,5 hs	MF 265	com grade	8,0 l/hora		12,0
Conservação de aceiros	1,5 hs	MF 265	com grade	8,0 l/hora		12,0
Capina mista (2x)	1,5 hs (x 2)	MF 265	com grade	8,0 l/hora		24,0
Transporte	1,0 h	MF 265	com carreta	7,0 l/hora		7,0
SUB-TOTAL					0,37	55,0
MANUTENÇÃO (ano 3 - 20)						
Conservação de estradas	1,5 hs (x 18 anos)	MF 265	com grade	8,0 l/hora		216,0
Conservação de aceiros	1,5 hs (x 18 anos)	MF 265	com grade	8,0 l/hora		216,0
SUB-TOTAL					2,88	432,0
TOTAL 2 - cons. combustível para a MANUTENÇÃO ATÉ ANO 20					* 3,25	487,0
(* nota: valor por m ³ considera o volume a ser colhido/ha = 150 m ³ /ha)					l/m³	l/ha

COLHEITA					
OPERAÇÃO	RENDIMEN TO (m ³ /hora)	TRATOR	CONSUMO COMBUST. (litros/hora)	CONS. COMB. (l/m ³)	CONS. COMB. (l/ha)
Corte e empilhamento	21,6	Harvester	19,5 l/hora	0,90	135,0
Transporte primário - até a margem do talhão	30,0	Forwarder (trator florestal auto-carregável)	11,5 l/hora	0,38	57,0
TOTAL 3 - cons. combustível para a COLHEITA (para volume colhido/ha cultivado = 150 m ³ /ha)				1,28 l/m³ colhido	192,0 l/ha cultivado

Nota: de acordo com SEIXAS (1999, p. 6), as operações de embarque das toras no caminhão de transporte para a serraria, transporte propriamente dito e descarregamento na serraria são consideradas etapas da colheita. Porém, para efeito de comparação com a extração de madeira na floresta nativa, optou-se pelo agrupamento dessas três operações, em uma etapa separada: a do "transporte serraria".

TRANSPORTE SERRARIA					
OPERAÇÃO	RENDIMEN TO (m ³ /viagem)	VEÍCULO	CONSUMO COMBUST. (litros/viagem)	CONS. COMB. (l/m ³)	CONS. COMB. (l/ha)
Carregamento no caminhão de transporte	57,5	Carregador	7,5 l/hora	0,13	19,5
Transporte	19,28	Carreta Volvo 6x4 com reboque (2,5 km/litro)	40 l/viag.	2,07	311
Descarregamento	70 m ³ /hora	Pá carregadeira (diesel)	14,5 l/hora	0,21	31,5
TOTAL 4 - cons. combustível para: CARREGAMENTO + TRANSPORTE + DESCARREGAMENTO				2,41 l/m³	362 l/ha cultivado

PROCESSAMENTO SERRARIAS					
OPERAÇÃO	RENDIMENTO PROCESSAM.	EQUIPAMENTO	CONSUMO ELETRICID.	CONS. ELETR. (kWh/m ³)	CONS. ELETR. (kWh/ha)
Desdobro das toras + tratamento	60% (1 m ³ processado = 1,7 m ³ em tora)	Serra + Auto-clave (eletricidade)	30 kWh/m ³ tratado (madeira SERRADA produzida)	30 kWh/m ³ processado	
Geração de resíduos	40%				
TOTAL 5 – consumo de eletricidade para o PROCESSAMENTO + TRATAMENTO				30 kWh/m³ process.	4.500 kWh/ha cultivado

TRANSPORTE FINAL (Campinas/SP)				
OPERAÇÃO	VEÍCULO	CONSUMO COMBUST. (litros/viagem)	CONS. COMB. (l/m ³)	CONS. COMB. (l/ha)
Viagem de vinda (carregada)	Carreta Volvo 6x4 com reboque (2,5 km/litro)	37,2	1,58	
Viagem de retorno (vazia)	Carreta Volvo 6x4 com reboque (5 km/litro)	18,6	0,79	
TOTAL 6 – consumo de combustível para o TRANSPORTE FINAL			2,37 l/m³	356 l/ha explorado

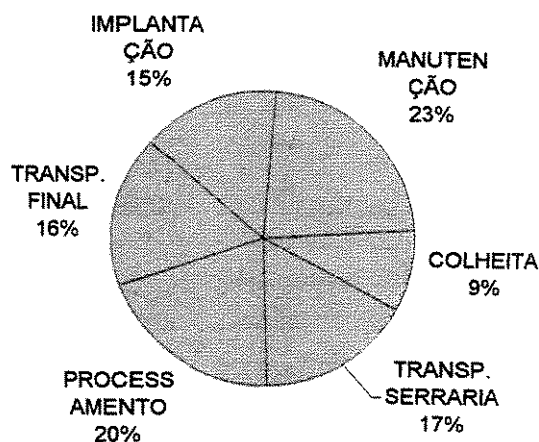
TABELA 21 – CONSUMO TOTAL DE ENERGIA, PELA SOMA DAS ETAPAS, NA CADEIA PRODUTIVA DE MADEIRA DE EUCALIPTO CULTIVADO

	CONSUMO DE ENERGIA POR UNIDADE DE VOLUME			CONSUMO DE ENERGIA POR UNIDADE DE ÁREA EXPLORADA		
Sub-totais	(1 + 2 + 3 + 4 + 6)	+	(5)	(1 + 2 + 3 + 4 + 6)	+	(5)
Energia final	óleo diesel	+	eletricidade	óleo diesel	+	eletricidade
TOTAL por energia final	11,49 l/m³	+	30 kWh/m³	1.724 litros diesel/ha	+	4,5 MWh/ha
Equivalência em Joules	426 MJ/m ³	+	108 MJ/m ³	63.960 MJ/ha	+	16.200 MJ/ha
TOTAL	534 MJ/m³			80.160 MJ/ha		

Conversões:

1 litro diesel = 37,1 MJ; 1 kWh = 3,6 MJ

FIGURA 13 - PARTICIPAÇÃO DE CADA ETAPA NO CONSUMO TOTAL DE ENERGIA – MODELO PLANTAÇÃO DE EUCALIPTO



ETAPAS	CONSUMO ENERGIA (MJ/m³)
1. implantação	80,88
2. manutenção	120,56
3. colheita	47,49
4. transporte serraria	89,41
5. processamento	108,00
6. transporte final	87,93
TOTAL	534 MJ/m³

4.3.2 - Comparação entre sistemas produtivos de madeira com origem diversa: florestas plantadas e florestas naturais

Pode-se observar pela figura acima que as etapas de **implantação e manutenção** são responsáveis, juntas, por **38% do consumo total de energia** da cadeia produtiva do modelo de plantação adotado. No modelo de extração da floresta nativa tais etapas inexistem pois, correspondem ao trabalho da natureza para a formação da floresta. Assim, uma real comparação entre sistemas produtivos de madeira com origens diversas - plantações e de extração de florestas naturais, deve ser efetuada entre as etapas que incluem as operações realizadas da “porta” da floresta para dentro. As demais etapas (processamento na serraria e transporte final) se diferenciam por outros fatores que não propriamente inerentes ao sistema produtivo em si (como o rendimento no processamento e as distâncias percorridas).

A comparação será feita entre o modelo “Plantação de Eucalipto” e o “Modelo Recomendado” adotado no caso da exploração da Floresta Amazônica. As conversões serão feitas considerando-se a equivalência para as duas formas de energia final.

A tabela abaixo apresenta a diferença entre a intensidade energética do modelo de plantação e do modelo recomendado de extração da floresta nativa para as etapas iniciais até o final do transporte-serraria.

TABELA 22 – CONSUMO DE ENERGIA DAS ETAPAS NA FLORESTA: COMPARAÇÃO ENTRE MODELOS PLANTAÇÃO E EXTRAÇÃO DE FLORESTA NATIVA

ETAPAS	CONSUMO DE ENERGIA (l/m ³)	
	PLANTAÇÃO EUCALIPTO	NATIVA - MODELO RECOMENDADO
1. implantação	2,18	-
2. manutenção	3,25	-
3. colheita / extração	1,28	0,56
4. transporte serraria	2,41	1,56
TOTAL (l/m³)	9,12 l/m³	2,12 l/m³
TOTAL (MJ/m³)	338 MJ/m³	79 MJ/m³
REDUÇÃO no consumo de energia proporcionada pelo modelo recomendado de extração em floresta nativa		76 %

A Tabela.22 demonstra que o sistema de extração em floresta nativa é energeticamente menos intensivo que um modelo de produção de madeira a partir de plantações homogêneas. Para reproduzir o trabalho da natureza na formação da floresta, o modelo de monocultura apresenta um custo energético 327% maior do que o modelo de extração. Porém, ao se comparar os valores totais do consumo de energia de toda a cadeia produtiva (534 MJ/m³ para as plantações e 1.411 MJ/m³ para o modelo recomendado de extração), tal fato resulta oculto pela diferença entre as distâncias para o transporte final em cada modelo.

Como explicado anteriormente no item 4.2.3, a energia requerida pela fase de distribuição é responsável pela quase totalidade do consumo de energia ao longo da cadeia produtiva de madeiras extraídas da Amazônia. Assim, a maior intensidade energética apresentada pela cadeia produtiva do modelo de extração em relação ao modelo de monocultura deve-se, não ao sistema produtivo em si mas, à “insustentabilidade histórica” do modelo convencional de exploração das matas nativas que tem provocado o aumento gradativo da distância entre as regiões produtoras e consumidoras e, consequentemente, a elevação da intensidade energética de toda a cadeia.

A Tabela.15 no Capítulo.3, onde apresenta-se o aumento no consumo de combustível provocado pelo avanço das fronteiras de exploração madeireira, ilustra essa última afirmação que fica ainda mais evidente ao agregar-se àquela tabela uma antiga fronteira em operação nos anos 60 e 70: o pólo madeireiro de Eunápolis, no sul da Bahia. Considerando-se uma distância de 1.461 km de Eunápolis até Campinas; o transporte de madeira verde com carregamento de 22,7 m³ por viagem (para média das densidades das madeiras provenientes da Amazônia) e o volume total anual comercializado no mercado campineiro (58.933 m³/ano), obtém-se um consumo de combustível de 25,74 l/m³ transportado. Tal valor, comparado ao consumo de combustível calculado para o transporte final de madeira das fronteiras futuras adotadas (47,7 l/m³ – Tab.15), significa que o sistema predatório de exploração provocou, em 30 anos, um aumento de 85% no consumo de combustível para a distribuição da madeira extraída das matas nativas.

Como também mencionado no Capítulo.3, item 3.2.3, a fronteira madeireira avança em paralelo com a fronteira agrícola, ou seja, a possibilidade de substituição do uso do solo pelas atividades de agricultura ou pecuária constitui-se em um elemento que impulsiona a exploração predatória de madeira. A estratégia de valorização do recurso madeireiro nativo, extraído sob sistema de manejo, intende romper esse vínculo por meio da valorização do uso natural do solo na Amazônia, como forma de desestimular o desmatamento ao proporcionar uma alternativa econômica para a manutenção da floresta em pé.

Seguindo esse argumento e fazendo uma citação de Virgílio Viana, a oferta de madeira a partir de monoculturas estabelecidas no sul e sudeste do país pode provocar “*o efeito perverso de tornar menos competitiva a floresta nativa e, por sua vez, menos atraente economicamente, estimulando assim a conversão do uso da terra*”, ao contrário do que usualmente é argumentado em favor do reflorestamento com eucalipto como uma forma de diminuir a pressão sobre as matas nativas (VIANA, 2001).

Estas observações levam a se concluir que a simples substituição da madeira nativa pela madeira de plantios puros não seria uma medida suficiente para se evitar o processo de desmatamento na Amazônia. Além do fato de que a substituição total provavelmente não seja possível pois, tratam-se de produtos diferentes: no estágio atual, não há tecnologia suficiente para que a madeira serrada de eucalipto possa substituir as madeiras tropicais em todos os usos na

construção (principalmente para acabamentos e caixilharia). Alguns outros usos podem ser supridos pelo eucalipto porém, na forma roliça (particularmente em funções estruturais). Acrescente-se ainda que o eucalipto não se encontra disponível para o consumo nas madeireiras varejistas convencionais, sendo nestas comercializados, em bitolas roliças e sem tratamento, somente para a utilização temporária como escoras de lajes de concreto armado (no inventário do capítulo 3, o eucalipto vendido para este uso está incluído no item “outras espécies”). Sendo assim, cabe ressaltar a importância da adoção de medidas que racionalizem o processo produtivo de madeiras da Amazônia.

4.3.3 - Comparação entre modelos de suprimento: a fronteira de competitividade energética entre um modelo de plantação e um modelo de extração

Apesar dos resultados demonstrados acima acerca das diferenças entre a intensidade energética nos sistemas produtivos de madeira de plantação e de extração, prossegue-se com as comparações porém, agora efetuadas para todas as etapas das duas cadeias de suprimento.

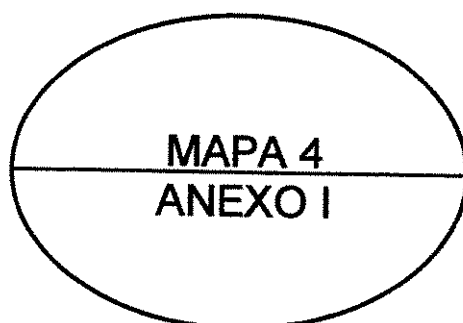
A segunda diferença entre os dois modelos, com relação ao consumo de energia, constitui-se na etapa do transporte final, já que as plantações poderiam se estabelecer em localidades mais próximas aos grandes centros consumidores. Procede-se, portanto, ao cálculo da distância de competitividade, isto é, o raio de abrangência, centrado na cidade de Campinas, que define a distância máxima do transporte final para que o valor do consumo total de energia da cadeia de plantação se equipare ao da cadeia de floresta nativa.

Cálculo da distância de competitividade

O consumo total de energia do Modelo Recomendado foi calculado, no item anterior, em 1.411 MJ/m^3 . Já para o Modelo Plantação, este valor corresponde a 534 MJ/m^3 . A diferença (877 MJ/m^3 ou $23,64 \text{ l/m}^3$) foi adicionada ao consumo inicial do transporte final ($2,37 \text{ l/m}^3$), resultando em um valor de $26,01 \text{ l/m}^3$ a ser consumido por esta etapa no Modelo Plantação.

A partir desse resultado e das proporções correspondentes às viagens de vinda (66,7%) e de retorno (33,3%), obteve-se uma distância equivalente a **1018 km** para o transporte final.

O **MAPA 4 no Anexo I** (Fronteira de competitividade com “Modelo Recomendado” para floresta nativa), ilustra a correspondente região abarcada por esse resultado, cuja fronteira (1018 km de Campinas) define o limite a partir do qual o consumo total de energia do modelo de plantação passa a ser maior do que o do modelo proposto para exploração na Amazônia – distante, em média, 2.540 km (desde que mantidos os valores adotados para a distância do transporte-serraria e para o rendimento no processamento) .



Para as comparações que seguem entre o Modelo Recomendado para a floresta nativa e o Modelo Plantação de Eucalipto, esta distância foi incorporada à tabela inicial da cadeia produtiva da plantação e assim, os dois modelos seguirão com o mesmo valor para o consumo total de energia (equivalente a 1.411 MJ/m³).

TABELA 23 – CONSUMO TOTAL DE ENERGIA PARA FRONTEIRA DE COMPETITIVIDADE – MODELO PLANTAÇÃO DE EUCALIPTO

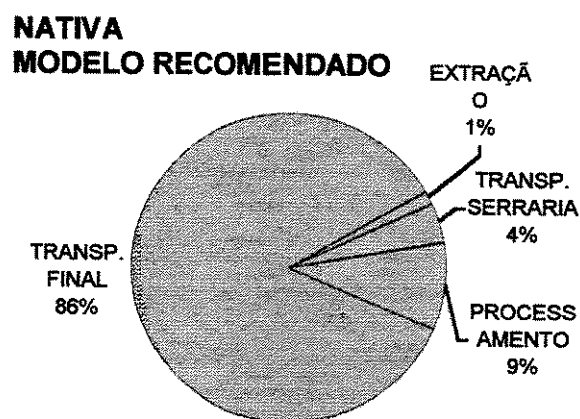
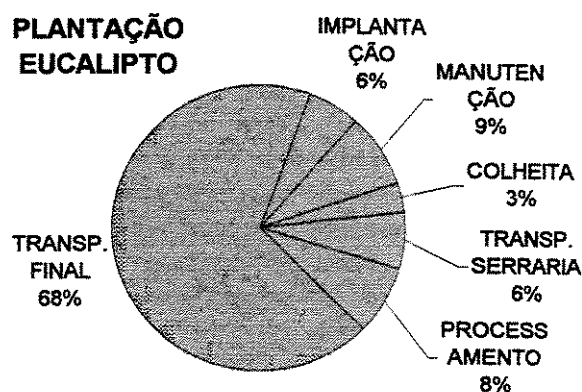
	CONSUMO DE ENERGIA POR UNIDADE DE VOLUME			CONSUMO DE ENERGIA POR UNIDADE DE ÁREA EXPLORADA		
Energia final	óleo diesel	+	eletricidade	óleo diesel	+	eletricidade
TOTAL por energia final	35,13	+	30	5.268	+	4,5
	l/m³		kWh/m³	litros diesel/ha		MWh/ha
Equivalência em Joules	1.303 MJ/m ³	+	108 MJ/m ³	195.450 MJ/ha	+	16.200 MJ/ha
TOTAL	1.411 MJ/m³			211.650 MJ/ha		

Conversões:

1 litro diesel = 37,1MJ; 1 kWh = 3,6 MJ

A Figura 14 apresenta a resultante participação de cada etapa no consumo total de energia do modelo da plantação de eucalipto para a distância de competitividade com o modelo recomendado de exploração da floresta nativa.

FIGURA 14 - PARTICIPAÇÃO DE CADA ETAPA NO CONSUMO TOTAL DE ENERGIA: comparação entre modelos PLANTAÇÃO e NATIVA RECOMENDADO
(para um mesmo valor de consumo total de energia = 1.411 MJ/m³)



MODELO PLANTAÇÃO	
ETAPAS	CONSUMO ENERGIA (MJ/m ³)
1. implantação	80,88
2. manutenção	120,56
3. colheita	47,49
4. transporte serraria	89,41
5. processamento	108,00
6. transporte final	965,00
TOTAL	1.411 MJ/m³

NATIVA - RECOMENDADO	
ETAPAS	CONSUMO ENERGIA (MJ/m ³)
-	-
-	-
1. extração	20,78
2. transporte serraria	57,88
3. processamento	129,60
4. transporte final	1.203,15
TOTAL	1.411 MJ/m³

Fixada a fronteira de competitividade para se obter um mesmo valor referente ao consumo total de energia nos dois modelos, as variáveis restantes para exercícios de simulação correspondem à distância do transporte –serraria e ao rendimento no processo de desdobro das toras, sendo, esta última, aquela que influirá no volume de matéria prima demandado (madeira em tora). Mantendo-se para estas etapas os valores adotados inicialmente, a principal diferença entre os dois modelos corresponderá, então, à demanda por área, resultante não somente do rendimento no processamento mas, principalmente, da diferença no volume extraível por hectare (150 m³/ha para o eucalipto cultivado e 38,6 m³/ha para a nativa explorada). Deve-se salientar que essa diferença reside no fato de que a plantação analisada se refere à uma monocultura e não à uma simulação da natureza, como seria o caso de uma plantação heterogênea com espécies nativas. Além do que, o investimento em desenvolvimento tecnológico para o cultivo do eucalipto que propiciou o alcance de tais índices de produtividade, não foi aplicado nas mesmas proporções em pesquisas para reflorestamentos mistos.

Dessa forma, somente a título de comparação, já que adotou-se um mesmo valor para o consumo total de energia nos dois modelos, prossegue-se com os mesmos cálculos elaborados nos modelos da floresta nativa para se verificar:

- área total demandada por cada modelo para suprir um mesmo volume;
- consumo de energia por hectare cultivado/explorado referente à matéria prima consumida ao longo do processo;
- emissões de CO₂/ha referentes ao consumo de óleo diesel (foi considerada a geração hídrica para a eletricidade).

As **Tabelas 24, 25 e 26** mostram os resultados obtidos.

TABELA 24 – VOLUME EM TORAS E ÁREA TOTAL DEMANDADOS POR ANO PARA SUPRIR O MERCADO LOCAL - MODELOS PLANTAÇÃO E NATIVA RECOMENDADO

	PLANTAÇÃO EUCALIPTO	NATIVA – RECOMENDADO
VOLUME ANUAL DE MADEIRA A SER SUPRIDO: 58.933 m³/ano de madeira serrada		
Rendimento processamento serrarias	60%	60%
VOLUME ANUAL EM TORAS DEMANDADO	100.186 m³/ano	100.186 m³/ano
Produtividade na colheita / extração	150 m ³ /ha	38,6 m ³ /ha
ÁREA TOTAL DEMANDADA POR ANO	668 ha/ano	2.595 ha/ano
AUMENTO na área demandada pelo modelo recomendado		288 %

TABELA 25 – CONSUMO TOTAL DE ENERGIA POR UNIDADE DE VOLUME EXTRAÍDO E DE ÁREA EXPLORADA - MODELOS PLANTAÇÃO E NATIVA RECOMENDADO

	PLANTAÇÃO EUCALIPTO	NATIVA – RECOMENDADO
Consumo total de energia/m ³ serrado (diesel + eletricidade)	1.411 MJ/m ³	1.411 MJ/m ³
Consumo total de energia/m ³ colhido / extraído (diesel + eletricidade)	2.398 MJ/m ³	2.398 MJ/m ³
Consumo total de energia/ha cultivado / explorado (diesel + eletricidade)	359.700 MJ/ha	92.563 MJ/ha
REDUÇÃO na demanda de energia em relação à <u>área</u> , proporcionada pelo modelo recomendado de floresta nativa		74 %

TABELA 26 – EMISSÕES DE CO₂ POR HECTARE EM FUNÇÃO DO CONSUMO DE ÓLEO DIESEL – MODELOS PLANTAÇÃO E NATIVA RECOMENDADO

	PLANTAÇÃO EUCALIPTO	NATIVA – RECOMENDADO
consumo de óleo diesel/ha explorado, em relação ao volume de matéria prima	8.958 l/ha	2.268 l/ha
Emissões de CO ₂ / ha pelo consumo de óleo diesel (tC/ha)	23,92 tC/ha	6,06 tC/ha
redução nas emissões/ha, alcançada pelo modelo recomendado de floresta nativa		75%
ÁREA ANUAL DEMANDADA	668 ha/ano	2.595 ha/ano
Emissão anual de CO ₂	15.979 tC/ano	15.726 tC/ano
redução nas emissões anuais, pelo consumo de óleo diesel, alcançada pelo modelo recomendado de floresta nativa		0,02%

1litro diesel = 0,00267 tCO₂

Nesta última tabela, observa-se que a grande diferença entre os valores das emissões por unidade de área em cada um dos modelos praticamente desaparece ao se projetar tais resultados à área total necessária no período de um ano para o suprimento do volume de madeira considerado, dado que o modelo de monocultura requer uma área 74% menor.

As duas tabelas anteriores revelam que o Modelo Plantação, para obter uma mesma produção final em uma área menor, deve concentrar todos os seus custos. Assim, a monocultura apresenta uma elevada intensidade energética por unidade de área (Tabela.25). Esta somente seria diluída com a diminuição da intensidade da colheita e, por conseguinte, com o aumento da demanda por área.

Uma demanda adicional por terras em uma região com alta competitividade para o uso do solo (urbanização, indústrias, agricultura, agro-indústrias, etc) como é o caso das regiões Sul e Sudeste compreendidas pelo raio de competitividade energética do Modelo Plantação, significaria

elevados custos decorrentes do valor atribuído à terra¹. Dessa forma, parece não ser viável, nem energeticamente e nem economicamente, atender grande parte da demanda local de madeira por meio de plantações homogêneas pois, nesse caso, a compensação pelo elevado custo da terra está sendo feita às expensas do subsídio ao óleo diesel ao se intensificar o seu consumo por unidade de área.

No caso do Modelo Recomendado para a Amazônia, a área de floresta necessária é maior (Tabela 24), mas, como afirma Virgílio Viana, o manejo não compete com a vocação natural para o uso do solo naquela região e ainda, assegura a conservação da floresta e de seus serviços ambientais, propiciando que esta seja manejada para a obtenção de outros produtos que não madeireiros (VIANA, 2000; *obs: o grifo não consta do original*). Portanto, madeiras vindas da Amazônia, oriundas de manejo, também se valem do subsídio ao diesel principalmente pelas longas distâncias, mas agregam valor à sua área de proveniência intensificando os seus benefícios.

Com relação à elevada competição que ocorre entre a floresta nativa e outros usos para o solo na Amazônia, o mesmo autor, lembrando da importância em se definir políticas de incentivo ao manejo, afirma: *“a não ser que o manejo de florestas naturais (ou plantadas) se torne mais atraente que a agricultura, pastagens e outras formas competitivas de uso da terra, as áreas de florestas naturais irão se limitar às unidades de conservação”* (VIANA 1994, *apud* VIANA *et alli*, 1996).

Aziz Ab’Sáber, em texto de apresentação do Projeto FLORAM que objetivava, entre outros, a identificação de áreas para florestamentos e reflorestamentos no Brasil, argumenta sobre a necessidade de uma planificação regional diversificada para os diferentes espaços geográficos e sociais que compõem o território brasileiro, de acordo com suas heranças históricas e naturais e afirma: *“na Amazônia, o problema centra-se na busca de soluções de manejo para garantir a floresta em pé e rios despoluídos. Em áreas como São Paulo, Norte do Paraná, Rio de Janeiro,*

¹ Como exemplo, o preço médio da terra nua para reflorestamento no estado de São Paulo, em 1994, estava cotado em US\$ 3.100,00/ha (FLORESTAR ESTATÍSTICO, 1995, p. 33). Dados da Fundação SEADE apontam para valores mais baixos como R\$2.616,00/ha para o ano de 1994 e R\$ 1.508,00/ha para 1999 (www.seade.gov.br). Mesmo assim, significam uma cotação bem acima do que aquela que representa o valor atribuído à terra na Amazônia onde, em região analisada pelos autores e excluindo o valor da madeira contida na floresta, o preço da terra equivale a US\$ 80,00/ha (BARRETO *et alli*, 1998, p. 46).

Minas Gerais, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, a questão é outra; endereçando-se para a reintrodução de espécies nativas, introdução de espécies arbóreas de crescimento rápido, reafeição paisagístico e ecológico dos subespaços deteriorados, reperenização das aguadas de primeira ordem e sistemática despoluição dos rios e represas vítimas do desenvolvimento demográfico agigantado, da industrialização poluidora e dos resíduos químicos das lavouras desenvolvidas nos planaltos interiores” (AB’SÁBER, 1990, p.24).

Tais afirmações, combinadas aos resultados das tabelas acima, sugerem que projetos de reflorestamento em regiões dotadas de infra-estrutura complexa, devam incorporar medidas de interesse não somente econômico mas de grande interesse social e ambiental, como seria o caso de reflorestamentos mistos, com espécies nativas que poderiam, a médio e longo prazo, complementar o suprimento regional das demandas por madeira sem que isso viesse a implicar na alocação de recursos energéticos e espaciais para atender à um único objetivo.

De acordo com Tomaz Pereira, a utilização de elevados recursos energéticos para substituir o trabalho da natureza em um sistema de monocultura só é possível enquanto se tem a energia disponível. Já o custo energético para se restaurar as condições originais da paisagem representa um investimento que se recupera ao longo do tempo, em um horizonte temporal de longo prazo, dado que recupera-se, também, toda uma série de benefícios a serem usufruídos pela sociedade como um todo (PEREIRA, 2001). Como afirma Ab’Sáber, “*seria pérfido programar um reflorestamento que viesse redundar em benefícios assimétricos apenas dirigidos para os interesses do setor industrial*” (AB’SÁBER, 1990, p.36).

Isto requer arranjos institucionais que propiciem o envolvimento de diversos parceiros em uma tarefa de planejamento e gestão do uso do solo. Como exemplo, pode-se mencionar uma experiência de parceria para manejo agro-florestal, em andamento em assentamentos rurais na região do Pontal do Paranapanema, que alia conservação de fragmentos florestais com novos plantios e mais agricultura. Tal projeto representa uma busca por complementaridade – e não competitividade - no uso do solo que potencializa cada unidade de área. A parceria citada envolve ONGs: IPÊ e USAID/WWF, cooperativa dos assentados: Cocamp/MST, universidade: Esalq/USP e governo do estado de São Paulo: Instituto Florestal (CULLEN JR., 2000).

São alternativas econômicas para o uso da floresta, seja Atlântica ou Amazônica, que mantêm a qualidade de vida na zona rural e, conseqüentemente, também na zona urbana. Pode ser que em 30 anos, ou 60, as construções no Pontal retratem a sua paisagem original, por meio do uso reconquistado de um material local.

4.4 – Sugestões para futuros trabalhos

4.4.1 – Balanço de emissões

Como demonstrado, o sistema de suprimento de madeira para construção civil é bastante intensivo quanto ao uso de combustível fóssil, cuja queima está relacionada a um dos maiores desafios da atualidade: a mudança climática.

Porém, a particularidade desse setor em relação às indústrias dos materiais concorrentes (aço, cimento, alumínio, materiais cerâmicos), reside no fato de que as florestas, fonte de produção da madeira, constituem-se em reservatórios de carbono, assim como a madeira em uso nas edificações.

Sob este ponto de vista e considerando-se um modelo sustentável de produção de madeira, um balanço entre o valor das emissões de CO₂ ao longo da cadeia produtiva e o potencial de retenção de carbono pela floresta conservada e pela madeira em uso, resultaria em um indicador para comparação da madeira com outros materiais de construção.

Sugere-se então, que esse balanço de emissões seja uma opção para futuros trabalhos, como uma complementação final para os dados aqui gerados.

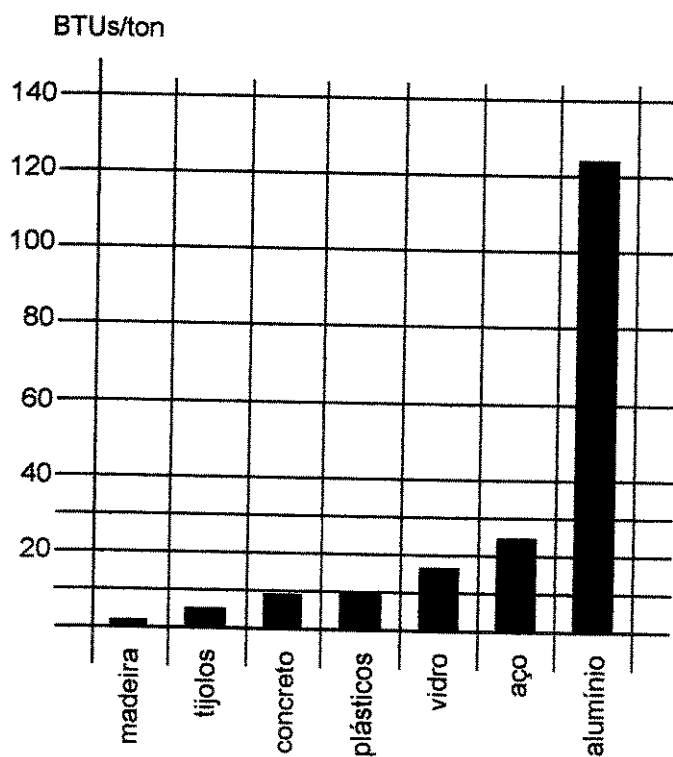
4.4.2 – Comparações entre diferentes materiais em Análise de Ciclo de Vida

De acordo com Grazyna Pilatowicz, um dos mais importantes conceitos utilizados em Análise de Ciclo de Vida é aquele da “energia incorporada”, ou “conteúdo energético”, que representa *“toda a energia envolvida em todos os processos ao longo do ciclo de vida de um*

material ou produto, iniciando-se com a extração das matérias primas, processamento, embalagem e distribuição dos mesmos” (PILATOWICZ, 1995, p. 97). É importante ressaltar que a expressão “energia incorporada”, utilizada pela literatura específica, não engloba a energia da natureza para a formação das matérias primas. Alguns cálculos incluem somente a energia comercial utilizada nos processos e outros incluem também a energia humana.

Alguns dados de publicações internacionais sobre a energia incorporada nos processos produtivos de diferentes materiais de construção, apontam a madeira como um daqueles menos energo-intensivos. De acordo com o Programa THERMIE da Comunidade Européia, tais valores devem ser vistos com cautela pelo fato de ainda não existir uma metodologia aceitável para o seu cálculo (THERMIE, 1995, p. 14).

A título de referência, pode-se citar Lechner, que afirma que o alumínio incorpora 4 vezes mais energia que o aço e cerca de 12 vezes mais que a madeira (LECHNER, 1990, p. 22). Um outro exemplo é apresentado pela figura abaixo:



Fonte:
Ramsey and Sleeper, 1993,
citado em
Pilatowicz, 1995, p. 97

A geração e disponibilização de dados sobre o consumo de energia que representem mais fielmente as características de diversos processos produtivos para a realidade nacional, constitui-se em uma importante ferramenta de consulta para os profissionais que trabalham com especificação de materiais de construção. Métodos de seleção preferencial de materiais que provocam um impacto reduzido sobre o ambiente comparados à um produto similar para cumprir a mesma função, podem ser criados a partir de tais dados (como o Environmental Preference Method, desenvolvido na Holanda por Woon/Energie (THERMIE, 1995, p.8). Como exemplo, as estruturas de janelas são confeccionadas em madeira, PVC, ferro ou alumínio. O critério do consumo de energia nas cadeias produtivas de cada um, proporciona uma boa figura acerca da amplitude de seus impactos, ressaltando-se contudo, que uma análise desse tipo não deva ser restrita à esse único parâmetro.

Os valores apresentados acima, levam a se recomendar um uso mais intenso da madeira nas edificações. Casas inteiramente construídas com madeira podem constituir-se em uma medida de conservação de energia. A Análise de Ciclo de Vida para os diversos materiais propiciaria, assim, tanto uma abordagem mais ampla como uma resposta mais definitiva.

Capítulo 5

Considerações finais

Com este trabalho demonstramos que uma importante justificativa em defesa do manejo na Floresta Amazônica pode ser encontrada no potencial de redução da demanda de energia ao longo da cadeia de um modelo racional de produção de madeira.

Algumas proposições podem ser feitas a partir dos resultados obtidos:

Uma delas se refere à **inclusão de parâmetros energéticos nos critérios de certificação de manejo florestal** e, possivelmente, da certificação de cadeia de custódia. Como demonstrado, o consumo de óleo diesel é responsável pela quase totalidade do consumo de energia na cadeia produtiva de madeira. Além da questão referente às emissões de dióxido de carbono, há que se acrescentar que o consumo crescente desse combustível tem influência direta na dependência brasileira pelo petróleo o que, conseqüentemente, compromete a destinação de recursos financeiros, por parte do Estado, para investimentos em outras áreas importantes. Substituições de fontes de energia, podem valorizar alternativas locais como a biomassa, o que contribui também para reduzir disparidades regionais.

O estabelecimento de um modelo racional de produção requer a identificação de mecanismos de suporte tanto financeiro quanto político. Algumas sugestões comentadas ao longo do trabalho incluem:

- a **taxação tributária do transporte de madeira verde** e sua reversão como subsídio à secagem ou, a **renúncia fiscal** sobre os tributos das serrarias que investirem em secagem.
- a abertura de **créditos para a compra de equipamentos** modernos nas serrarias;
- **políticas de descentralização** para a geração de energia a partir de fontes renováveis e para a tomada de decisões no nível local onde se dá o manejo;
- a atuação mais incisiva das várias esferas governamentais em proporcionar o **acesso à certificação para o manejo comunitário**, feito pelas populações habitantes de, por exemplo, Reservas Extrativistas e também para outros pequenos empreendimentos.

Quanto à posição oficial brasileira nas negociações internacionais sobre redução das emissões de CO₂, defende-se aqui a proposta de **inclusão das florestas nativas sob regime de manejo (e não intocadas) nos projetos de sequestro de carbono**. Apesar da última resolução da COP6-II (ver cap.2, item 2.2.3), onde aprovou-se somente a inclusão de projetos de reflorestamento, a inclusão do manejo de florestas nativas possibilitaria que recursos financeiros do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL ou CDM) fossem destinados à projetos de manejo múltiplo, possibilitando também o surgimento de toda uma série de produtos não madeireiros, o desenvolvimento econômico local e a melhoria da qualidade de vida das populações habitantes.

No que concerne o uso da madeira, a **identificação de espécies alternativas**, que ocorram em abundância na floresta e a **divulgação das possibilidades de sua aplicação na construção**, em oposição às espécies raras e tradicionais, constitui-se em uma das vias de valorização da floresta justamente pelo que ela tem de particular: a sua diversidade. Alguns usos identificados na pesquisa, como “caixaria” por exemplo, podem ser supridos por algumas espécies abundantes e de menor valor. Um outro nicho para a diversidade de espécies no mercado, corresponde ao uso em acabamentos, justamente pelas possibilidades de composição para desenhos de piso, forros, etc. Para tanto, faz-se importante o **envolvimento de laboratórios de testes de madeira** e sua conexão mais direta com órgãos de divulgação. **Cursos dirigidos aos carpinteiros** podem resultar tanto em uma maior utilização de espécies diversas como na valorização profissional, do trabalho artesanal, valorizando assim, a própria madeira como material de construção.

A construção de casas de madeira, com espécies nativas e certificadas, é uma proposta defendida por este trabalho, por se constituir tanto em uma medida de conservação de energia como em uma estratégia para a valorização e conservação da Floresta Amazônica.

Políticas de uso racional de energia na construção civil devem incentivar, entre outros fatores, o uso de materiais de construção menos energo-intensivos. A utilização dos dados aqui gerados, em trabalhos de Análise de Ciclo de Vida que comparem diferentes materiais, estaria incluída em uma etapa final para se constatar se a madeira é ou não competitiva do ponto de vista da energia incorporada em seu processo produtivo. Enfatiza-se, portanto, a necessidade de tais estudos para que se possa agregar um argumento a mais em defesa da madeira proveniente de manejo.

Por ora, esperamos que os resultados obtidos com relação ao potencial de substituição do atual modelo de exploração predatória por um modelo sustentável venham a somar-se à tantas outras argumentações insistentemente divulgadas por pesquisadores, ONGs, comunidades e todos aqueles comprometidos com a luta pela preservação da vida naquela que é, ainda, a maior floresta tropical do mundo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, Aziz. Um plano diferencial para o Brasil. In: **Estudos avançados: Projeto Floram – uma plataforma**, São Paulo: USP/IEA, v.4, n.9, p. 19-62, maio/agosto, 1990.
- ADALBERTH, K. Energy use during the life cycle of single-unit dwellings: examples. **Building and Environment**, Oxford, v.32, n.4, p. 321-329, 1997.
- ALMEIDA, Mauro W. Barbosa, “O papel dos sistemas produtivos agroextrativistas no desenvolvimento sustentável da Amazônia”, texto para reunião técnica do MMA, Campinas: mimeo, 2000.
- ALMEIDA, Mauro W. Barbosa, “As reservas extrativistas e o valor da biodiversidade”, **O Destino da Floresta- reservas extrativistas e desenvolvimento sustentável na Amazônia**, Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1994, pp.259-276.
- ALMEIDA, O., UHL, C. **Planejamento do uso do solo do município de Paragominas utilizando dados econômicos e ecológicos**. Série Amazônia n.9, Belém: Imazon, 1998. 46p.
- AMARAL, Paulo, BARRETO, Paulo, VIANA, Virgílio e VIDAL, Edson. As vantagens da colheita planejada de madeira na Amazônia. **Silvicultura**, São Paulo, n.76, p.34-35, set/dez. 1998.
- ARNT, Ricardo Azmbuja, “Seria mais prático ladrilhar?”, **O Destino da Floresta- reservas extrativistas e desenvolvimento sustentável na Amazônia**, Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1994, pp.259-276.
- BACHA, José Carlos Caetano. O sistema agroindustrial da madeira. **Preços Agrícolas**, p. 13-18, set. 1999.
- BARRETO, P., AMARAL, P., VIDAL, E., UHL, C. **Custos e benefícios do manejo florestal para produção de madeira na Amazônia Oriental**. Série Amazônia n.10, Belém: Imazon, 1998. 46p.
- BAUER, L.A. Falcão (coord.). **Materiais de construção**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1979. 529p.

- BERMANN, Célio. comunicação pessoal, 23/02/2001.
- BERMANN, C., MARTINS, O. **Sustentabilidade energética no Brasil – limites e possibilidades para uma estratégia energética sustentável e democrática**. Rio de Janeiro: Projeto Brasil Sustentável e Democrático. FASE, 2000.
- BRASIL, CÂMARA DOS DEPUTADOS, COMISSÃO EXTERNA. **Averiguação da aquisição de madeiras, serrarias e extensas porções de terras brasileiras por grupos asiáticos. Relatório...** Brasília, 08 de dezembro de 1997. 117p.
- BRASIL, MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **Balanço Energético Nacional (BEN)**. Brasília, 1999. 153p.
- BRUAND, Yves. **Arquitetura contemporânea no Brasil**. São Paulo: Ed. Perspectiva, 1981.
- BUCHANAN, A.H., EVANS, R.J. Timber engineering as appropriate technology. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TIMBER ENGINEERING, 1988. **Proceedings...** v.1, p. 75-82.
- CASTELLI, Alida, “L’uso di tecnologie ecocompatibili”, in **Seminario: Le nuove qualità del progetto / compatibilità bioecologica**, Como: ENEA / FEDERCASA, 1998.
- CAVALCANTI, Clóvis. Government policy and ecological concerns: some lessons from the Brazilian experience. In: COSTANZA, R. (ed.) **Ecological economics: the science and management of sustainability**. New York: Columbia University, 1991. p. 474-485.
- CIDA – Canadian International Development Agency, **Tropical forests and climate change**, disponível na internet: www.rcfa-cfan.org/english/issues.13.html
- CÓDIGO DE OBRAS E EDIFICAÇÕES DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, Lei nº 11.228, de 25/06/92, São Paulo: Editora Fisco e Contribuinte, 1992.
- COELHO NETTO, J. Teixeira, **A Construção do Sentido na Arquitetura**, São Paulo: Editora Perspectiva, 1979.
- COLACI, Vincenzo, “I Materiali Eco-Compatibili”, in **Seminario: Le nuove qualità del progetto**, Como: ENEA / FEDERCASA, 1998.
- COLE, R.J. Energy and greenhouse gas emissions associated with the construction of alternative structural systems. **Building and Environment**, Oxford, v.34, n.3, p. 335-348, May 1999.
- CULOTTA, Pasquale, “L’abitazione contemporanea nella molteplicità della vita urbana”, in **Seminario: Le nuove qualità del progetto**, Como: ENEA / FEDERCASA, 1998.
- CULLEN Jr, Reforma agrária com reforma ecológica. **Revista Parabólicas**. ISA – Instituto sócio-ambiental, 2000. www.socioambiental.org.br

- DARROW, K. and SAXENIAN, M. **Appropriate technology sourcebook**. Stanford: Volunteers of Asia, 1986. 800p.
- DEAN, Warren, **A ferro e fogo – a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**, São Paulo: Companhia das Letras, 1996. 484p.
- DEMARZO, Mauro A., **Recursos Florestais. A Árvore. Legislação**, apostila (P-PR-614-100) do curso IC 614 – Biodeterioração e Preservação de Madeiras, FEC – UNICAMP, 1998.
- DEMARZO, Mauro A., **Estrutura anatômica e composição química da madeira**, apostila (P-PR-614-200) do curso IC 614 – Biodeterioração e Preservação de Madeiras, FEC – UNICAMP, 1998.
- DEMARZO, Mauro A., **Secagem da madeira**, apostila (P-PR-614-300) do curso IC 614 – Biodeterioração e Preservação de Madeiras, FEC – UNICAMP, 1998.
- DESCH, H.E. and DINWOODIE, J.M. **Timber – its structure, properties and utilization**. Forest Grove: Timber Press, (6th ed.), 1981. 410p.
- FAO – Food and Agricultural Organization, **Forestry and the Kyoto Protocol: key issues**, Secretariat Note, Noosaville, Queensland, Australia: 2000.
- FERREIRA, André Luís. **Demanda e conservação de óleo diesel na fase agrícola do PROÁLCOOL**. Campinas: FEM, UNICAMP, 1992. Tese (Mestrado) – Planejamento de sistemas Energéticos, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 1992. 110p.
- FERREIRA, Leila da Costa e FERREIRA, Lúcia da Costa, “Limites Ecológicos: Novos Dilemas e Desafios para o Estado e a Sociedade”, in: HOGAN, Daniel e VIEIRA, Paulo (orgs.), **Dilemas Socioambientais e Desenvolvimento Sustentável**, Campinas: UNICAMP, 1992.
- FLORESTAR ESTATÍSTICO, v.3, n.7, mar/jun. 1995.
- FRANCESE, Dora, **Architettura Bioclimatica – risparmio energetico e qualità della vita nelle costruzioni**, Torino: UTET, 1996.
- FREITAS, A. R., **Potencial de Utilização de Madeiras em Construções**, São Paulo: IPT, n° 1459, 1984.
- FREITAS, A. R., **Utilização Racional da Madeira na Engenharia**, São Paulo: IPT, n° 1724, 1986.
- FSC – Forest Stewardship Council. World forest map. disponível em 30/04/2001. www.fscoax.org
- FSC – Conselho de Manejo Florestal - Brasil, **Padrões de certificação do FSC – Forest Stewardship Council para manejo florestal em terra firme na Amazônia brasileira**,

documento 5.2, Brasil: 1999.

FUNDAÇÃO FLORESTAL, **Aumento da cobertura florestal**, página da internet: www.fflorestal.sp.gov.br/texto-aum.htm

FURTADO, André, A crise energética mundial e o Brasil, in: **Novos Estudos**, CEBRAP, vol. 11, 1985, p. 17-29.

FURTADO, André, GOUVELLO, Christophe de, A Concepção do Espaço no Planejamento Energético – Parte I e Parte II, in: **I Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, Anais...** vol. II, Campinas, 1989.

GALLO, Cettina, "Compatibilità Bioecologica", in **Seminario: Le nuove qualità del progetto / compatibilità bioecologica**, Como: ENEA / FEDERCASA, 1998.

GERALDO, F.C.; MONTEIRO, M.B.B.; BRAZOLIN, S., **Pré Tratamento em Madeiras: recentes desenvolvimentos e suas implicações técnicas e comerciais**, São Paulo: IPT, n° 1799, 1989.

GERWING, J., VIDAL, E., VERÍSSIMO, A., UHL, C. **Rendimento no processamento de madeira no estado do Pará**. Série Amazônia n.18, Belém: Imazon, 2000. 38p.

GIVONI, B., **Man, Climate and Architecture**, Essex, England: Applied Science Publishers, 2nd edition, 1976.

GOODLAND, R.J.A. *et alli*. Tropical moist forest management: the urgency of transition to sustainability. In: COSTANZA, R. (ed.) **Ecological economics: the science and management of sustainability**. New York: Columbia University, 1991. p. 486-515.

GREEN PEACE. **Buying destruction – a Green Peace report for corporate consumers of forest products**. Green Peace, Aug., 1999.

HERTZBERGER, Herman, **Lições de Arquitetura**, São Paulo: Martins Fontes, 1996.

ITTO – International Tropical Timber Organization, **Criteria and indicators for sustainable management of natural tropical forests**, disponível na internet: www.itto.or.jp/Index.html

ITTO – International Tropical Timber Organization, **Timber Certification**, disponível na internet: www.itto.or.jp/inside/timber_certification/abbreviations.html 13/10/2000

JANSSON, AnnMarie. On the significance of open boundaries for an ecologically sustainable development of human societies. In: COSTANZA, R. (ed.) **Ecological economics: the science and management of sustainability**. New York: Columbia University, 1991. p. 449-458.

KRONKA, Roberta, **Impacto e consumo energético embutido em materiais de construção – técnicas construtivas**, São Paulo: PIPGE, IEE, USP, 1998. Dissertação (Mestrado) –

Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia, Instituto de eletrotécnica e Energia, Universidade de São Paulo, 1998. 147p.

KYOTO PROTOCOL TO THE UNITED NATIONS FRAMEWORK CONVENTION ON CLIMATE CHANGE, disponível na internet: www.unfccc.de/resource/conv/conv.html 26/05/2000.

LAMBERT, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F., **Eficiência Energética na Arquitetura**, São Paulo: PW Editores, 1997.

LANGENHEIM, J.; THIMANN, K., **Botany – plant biology and its relation to human affairs**, USA: John Wiley & Sons, 1982. 624p.

LECHNER, Norbert, **Heating, Cooling, Lighting: design methods for architects**, A Wiley-Interscience publication, 1990.

LEFEVRE, Pierre, “L’Architettura ad elevata qualità ambientale (H.Q.E.)”, in atas do workshop: **Per un codice concordato di autoregolamentazione delle amministrazioni pubbliche per la qualità energetico ambientale di edifici e spazi aperti**, Napoli: ENEA / INARCH, 1998.

LIMA, Carlos Roberto. Energia, sociedade e desenvolvimento sustentável: o caso de Água Clara/MS. In: AGRENER 2000 – 3º Encontro de Energia no Meio Rural, 2000, Campinas. **Anais...** versão CDrom.

LIMA, Walter de Paula, **Impacto Ambiental do Eucalipto**, São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2ª edição, 1996.

LLOSA, Sílvia, **O CDM: uma oportunidade para as florestas brasileiras?**, texto para o I Seminário Temático do PBSO, 2000.

LORA, Electo Silva, **Prevenção e controle da poluição nos setores energético, industrial e de transporte**, Brasília, DF: ANEEL, 2000.

MAINERI, C., **Fichas de Características das Madeiras Brasileiras**, São Paulo: IPT, nº 1791, 2ª edição, 1989.

MAROLA, Sérgio. comunicação pessoal, 2001.

MORAES-DUZAT, R., BARBOSA, A.N., VETTER, R. O secador solar do INPA – uma alternativa econômica para secar madeira. In: AGRENER 2000 – 3º Encontro de Energia no Meio Rural, 2000, Campinas. **Anais...** versão CDrom.

MORET, Artur de Souza. **Biomassa florestal, petróleo e processo de eletrificação em Rondônia – análise das possibilidades de geração descentralizada de eletricidade**. Campinas: FEM, UNICAMP, 2000. Tese (Doutorado) – Planejamento de sistemas Energéticos, Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 2000. 191p.

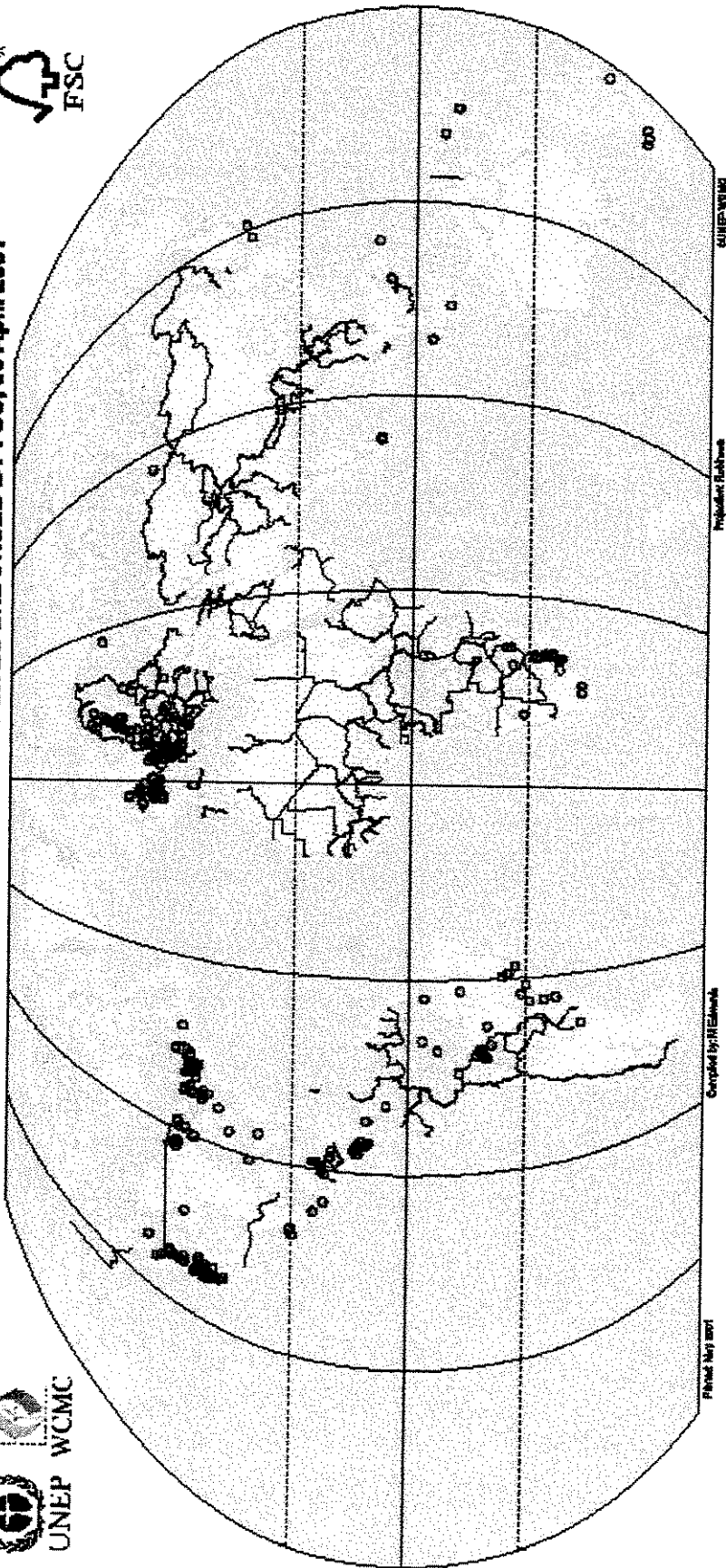
- MORETTI, Ricardo de Souza, **Normas Urbanísticas para Habitação de Interesse Social: recomendações para elaboração**, São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1997.
- NAHUZ, M.A.R., **The Latin American Southern Cone's Role as a New Wood Supplying Region**, São Paulo: IPT, nº 1775, 1988.
- NAHUZ, M.A.R., **Deforestation and Development: a compound issue for Brazil**, São Paulo: IPT, nº 1798, 1989.
- ORTIZ, Maria Cristina Marquez e HUE, Renata Stadter de Almeida, **Minaçu e Recife: História de Habitações e seus Habitantes**, São Paulo: Projeto, 1987.
- PASICOLAN, Paulo N., DE HAES, Helias A.U., SAJISE, Percy E. Farm forestry: an alternative to government-driven reforestation in the Philippines. **Forest Ecology and Management**, v.99, n.1-2, p. 261-274, dec. 1997.
- PEREIRA, José Tomaz Vieira. Comunicação pessoal. 2001.
- PILATOWICZ, Grazyna. **Eco-interiors - a guide to environmentally conscious interior design**. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1995. 171p.
- SACHS, Ignacy, **Ecodesenvolvimento – Crescer Sem Destruir**, São Paulo: Vértice, 1986.
- SCHNEIDER, Robert *et alli*. **Amazônia sustentável: limitantes e oportunidades para o desenvolvimento rural**. Brasília: Banco Mundial; Belém: Imazon, 2000. 58p.
- SCHUMACHER, E.F. (Small is beautiful) **O negócio é ser pequeno – um estudo de economia que leva em conta as pessoas**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, (4ª ed.), 1983. 261p.
- SEIXAS, Fernando. **Operações florestais**. (notas de aula) Vila Real, Portugal: 1999. 134p.
- SEIXAS, Fernando. comunicação pessoal. 2001
- SERRES, Michel. **O contrato natural**, Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1991.
- SEVÁ FILHO, Arsênio Oswaldo. comunicação pessoal. 2001.
- SHANLEY, Patrícia *et alli*. **Frutíferas da mata na vida amazônica**, Belém, 1998. 127p.
- SILVA, Marlene Freitas *et alli*. **Nomes vulgares de plantas amazônicas**, Belém, INPA, 1977
- SINGER, Paul. **Economia Política da Urbanização**, São Paulo: Editora Brasiliense, 1973.
- SIOLI, Harald. **Fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais**. Petrópolis: Vozes, 1985. 72p.
- SMARTWOOD, IMAFLORA. **Diretrizes gerais para avaliação do manejo florestal**, versão 3.0, Piracicaba: 1998.

- SMERALDI, R., VERÍSSIMO, J.A.O. **Acertando o alvo: consumo de madeira no mercado interno brasileiro e promoção da certificação florestal**. São Paulo: Amigos da Terra – Programa Amazônia; Piracicaba, SP: IMAFLORA; Belém, PA: AMAZON, 1999. 41p.
- SYDENSTRICKER NETO, John M. Apontamentos para uma reflexão: população e meio ambiente no contexto amazônico. In: **Ambiente e sociedade – possibilidades e perspectivas de pesquisas**. Campinas: NEPAM / UNICAMP, 1992. p.126-152.
- THERMIE PROGRAMME ACTION n° B-108, **Environmental Assessment of Buildings**, The European Commission, Directorate-General for Energy (DG XVII), 1995.
- TRONCONI, P.A., VALOTA, R., AGOSTINELLI, M., RAMPI, F. **Pianeta in prestito – energia, entropia, economia**, Preggio: Macro Edizioni, 1991. 424p.
- UNFCCC – United Nations Framework Convention on Climate Change, **Full text of the Convention**, disponível na internet: www.unfccc.de/resource/conv/conv.html 26/05/2000.
- VIDAL, Edson. comunicação pessoal, 2001.
- VIANA, Virgílio. comunicação pessoal. 2001.
- VIANA, Virgílio. Os caminhos para nossas florestas. Folha de São Paulo, caderno A3, São Paulo, 20/06/2000.
- VIANA, Virgílio. (b) Os desafios do segundo empate – segundo empate, jardinagem e manejo florestal participativo: desafios do PAE Chico Mendes. II Oficina de manejo florestal participativo do PAE Cachoeira, março, 2000.
- VIANA, V.M., AZEVEDO, T.R., SILVA, M.M.P. Perspectivas para a certificação sócio-ambiental (selo verde) e manejo da caixeta (*Tabebuia Cassinoides*). **Florestar Estatístico**, v.3, n.8, p. 14-20, jul/out. 1996.
- VICKERY, Margaret, **Ecology of tropical plants**, John Wiley & Sons, 1984. 170p.
- WALL, David M., WELLS, Jill, UHDE, Marie-Line and SY, Annick. The market for construction wood in Mopti, Mali. **Habitat International**, v.22, n.4, p. 523-536, Dec. 1998.
- YEANG, Ken, **Proyeter com la naturaleza – bases ecológicas para o projeto arquitetônico**, Barcelona: Gustavo Gili, 1999. 198p.

Anexo I

Mapas com chamadas no texto

WORLD FOREST MAP SHOWING CERTIFIED FOREST SITES ENDORSED BY FSC, 30 April 2001



MAPA 2 – SUPRIMENTO DO MERCADO CONSUMIDOR DE CAMPINAS



MAPA 3 – PÓLOS MADEIREIROS: ROTAS ATUAIS E MIGRAÇÕES



MAPA 4 – FRONTEIRA DE COMPETITIVIDADE ENERGÉTICA DO MODELO DE MONOCULTURA COM MODELO DE EXTRAÇÃO NA AMAZÔNIA



Anexo II

Questionário para a realização das entrevistas do trabalho de campo

REGIÃO / BAIRRO

DATA

IDENTIFICAÇÃO

QUESTIONÁRIO PARA MADEIREIRAS VAREJO

PARTE I – ESPÉCIES – FINALIDADES - VOLUMES

1. Qual o volume total de madeira comercializado por ano em sua empresa?
2. Quais as **espécies mais vendidas** e suas **finalidades** (deixar em branco o que não puder informar):

ESPÉCIE	QUANTIDADE (m ³ /ano) ou % vol. total	FINALIDADES	ORIGEM (cidade/estado)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

3. Volume anual vendido por uso final (se não souber o volume, enumerar em ordem decrescente os mais vendidos):

Nº	USO FINAL	CORTE	QUANTIDADE (m³/ano) ou % do vol. total	ESPÉCIES
	Formas e sarrafeamento	TÁBUAS		
		SARRAFOS		
	Estrutura de cobertura	CAIBROS		
		RIPAS		
		VIGAS 6x12		
		VIGAS 6x16		
	Estrutura da edificação	VIGAS-medidas especiais		
		PILARES 20x20		
		PILARES-medidas especiais		
	Revestimento / acabamento	TÁBUAS PISO		
		FORROS		
		LAMBRIS		
		DECKS		
	Caixilharia	PORTAS		
		JANELAS		
	Outros			

4. Ocorre descarte de madeira inadequada para a venda? Em caso afirmativo, quais os motivos e volume anual descartado (ou porcentagem do volume anual comprado).

5. Condições físicas da madeira que chega (marcar mais de um item se for o caso):

☐ verde

☐ seca

☐ tratada

PARTE II – RELAÇÃO COM CLIENTES

6. Quem são os maiores clientes de sua empresa? Enumerar em ordem decrescente.

☐ construtoras

☐ arquitetos e engenheiros

☐ usuários finais

☐ outros

7. Em geral, o que o cliente indica primeiro ao solicitar a madeira:

☐ a espécie

☐ a finalidade de uso

8. Em geral, qual o critério mais adotado pelos clientes para a escolha da espécie?

- ☐ preço
- ☐ preferência pessoal - estético
- ☐ finalidade de uso - técnico
- ☐ sugestão dos vendedores

9. Estratégias de marketing adotadas atualmente (enumerar em ordem decrescente):

- ☐ propaganda impressa
- ☐ panfletos
- ☐ outros
- ☐ cartazes no bairro
- ☐ páginas amarelas

10. Como classificaria o interesse de seus clientes sobre a origem da madeira que compram:

- ☐ sempre perguntam
- ☐ alguns perguntam
- ☐ nunca perguntam
- ☐ raramente

PARTE III – CERTIFICAÇÃO

11. Já ouviu falar em madeira certificada?

12. Como classificaria o interesse de sua empresa em comercializar madeira certificada:

- ☐ muito
- ☐ médio
- ☐ pouco
- ☐ nenhum

13. Principais dificuldades para não comercializar (em caso de mais de uma opção, enumerar em ordem decrescente):

- ☐ Falta de informação: existência, onde comprar, etc.
- ☐ Preço
- ☐ Interesse dos clientes
- ☐ Dificuldade de obtenção do volume necessário p/ demanda total existente
- ☐ Contatos estabelecidos com produtores atuais seriam menos rígidos/exigentes
- ☐ Outros

14. Como classificaria sua preocupação com a oferta futura de madeira? Por quê?

- ☐ muita
 - ☐ média
 - ☐ pouca
 - ☐ nenhuma
-
-

15. Observa mudanças nas tendências de oferta e de uso da madeira?

PARTE IV – ENERGIA

16. Qual o **consumo médio anual** de energia elétrica em sua empresa? (em kWh/ano)

17. Faz secagem da madeira? Que tipo?

18. Faz tratamento na madeira? Que tipo?

19. Qual o tipo de transporte utilizado para trazer a madeira comprada?

caminhão	número de eixos	capacidade carga	potência motor	consumo diesel

20. Quem paga o transporte?

21. Qual a porcentagem do custo do transporte em relação ao preço da madeira?

Anexo III

Tabelas para o cálculo do consumo de combustível referente ao transporte de madeira procedente de cada estado produtor na Amazônia até o mercado consumidor de Campinas.

1. MATO GROSSO

DADOS PARA MATO GROSSO

	CARRETA
Carga máxima permitida	27 toneladas
Consumo combustível	2,5 km / litro
FRONTEIRA ANTIGA (atual): SINOP (MT)	
DISTÂNCIA Sinop - Campinas = 1.970 km	
Consumo combustível por viagem	788 litros
FRONTEIRA NOVA: NOVO PROGRESSO (PA)	
DISTÂNCIA Novo Progresso - Campinas = 2.480 km	
Consumo combustível por viagem	992 litros

TABELA 1.1 – CONSUMO ANUAL DE COMBUSTÍVEL PARA O VOLUME TOTAL PROCEDENTE DE MATO GROSSO COM CARREGAMENTO DE MADEIRA VERDE E SECA (FRONTEIRA ANTIGA: SINOP)

ESPÉCIES	VOL. ANUAL origem: SINOP – MT^a (m ³ /ano)	MADEIRA VERDE		MADEIRA SECA	
		NÚMERO DE VIAGENS POR ANO ^b	CONSUMO ANUAL DE COMBUST. ^c litros/ano	NÚMERO DE VIAGENS POR ANO ^b	CONSUMO ANUAL DE COMBUST. ^c litros/ano
1. Cupiuba	12.471	544,58	429.129	402,29	317.005
2. Cedrinho	7.584	238,49	187.930	154,46	121.714
3. Jatobá	1.200	62,18	48.998	42,70	33.648
4. Ipê	185	9,59	7.557	6,58	5.185
5. Angelim vermelho	2.026	108,92	85.829	81,69	64.372
6. Cedro rosa	117	3,46	2.726	2,29	1.805
7. Cumaru	1.528	70,74	55.743	61,61	48.549
8. Garapeira	641	25,51	20.102	19,72	15.539
9. Itauba preta	1.469	76,11	59.975	52,28	41.197
10. Cambará	949	35,15	27.698	26,36	20.772
TOTAIS PARA MT (fronteira: SINOP)	28.170 m ³ /ano	1.174,73 viagens/ano	925.687 litros/ano	849,98 viagens/ano	669.786 litros/ano

OBS:

a – de acordo com Tabela 7

b – o número de viagens por ano corresponde à razão entre o volume total de cada espécie procedente da região considerada e o volume equivalente a 27 toneladas para a referida espécie (com base em sua densidade).

c – o consumo anual de combustível corresponde ao número de viagens por ano multiplicado pelo consumo de combustível por viagem (com base na distância considerada)

TABELA 1.2 – REDUÇÃO NO NÚMERO DE VIAGENS E NO CONSUMO ANUAL DE COMBUSTÍVEL PARA O TRANSPORTE DE MADEIRA SECA PROCEDENTE DE SINOP/MT (atual fronteira de exploração)

ORIGEM SINOP / MT (fronteira atual de exploração)	REDUÇÃO NO NÚMERO TOTAL DE VIAGENS/ANO	REDUÇÃO NO CONSUMO TOTAL DE COMBUSTÍVEL/ANO
	324,75 viagens/ano	255.901 litros/ano
	27,6% ~ 28%	27,6% ~ 28%
	AUMENTO = 38,2%	AUMENTO = 38,2%

TABELA 1.3 – AUMENTO NO CONSUMO ANUAL DE COMBUSTÍVEL EM FUNÇÃO DA MIGRAÇÃO PARA UMA NOVA FRONTEIRA DE EXPLORAÇÃO: de SINOP/MT para NOVO PROGRESSO/PA (considerando-se somente o carregamento de madeira verde)

VOL. TOTAL ANUAL PROCEDENTE DE MATO GROSSO	CONSUMO ATUAL DE COMBUSTÍVEL Fronteira Atual: (SINOP/MT)	CONSUMO FUTURO DE COMBUSTÍVEL Fronteira Nova: (NOVO PROGRESSO/PA)	AUMENTO NO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL (litros/ano)	AUMENTO NO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL (%)
28.170 m ³ /ano	925.687 litros/ano	1.165.332 litros/ano	239.645 litros/ano	25,9 ~ 26%

2. PARÁ

DADOS PARA PARÁ

	CARRETA
Carga máxima permitida	27 toneladas
Consumo combustível	2,5 km / litro
FRONTEIRA ANTIGA (atual): PARAGOMINAS (PA)	
DISTÂNCIA Paragominas - Campinas = 2.490 km	
Consumo combustível por viagem	996 litros
FRONTEIRA NOVA: SENADOR JOSÉ PORFÍRIO (PA)	
DISTÂNCIA Sen. José Porfírio - Campinas = 2.980 km	
Consumo combustível por viagem	1.192 litros

TABELA 2.1 – CONSUMO ANUAL DE COMBUSTÍVEL PARA O VOLUME TOTAL PROCEDENTE DO PARÁ COM CARREGAMENTO DE MADEIRA VERDE E SECA (FRONTEIRA ANTIGA: PARAGOMINAS)

ESPÉCIES	VOL. ANUAL origem: Paragominas / PA ^a (m ³ /ano)	MADEIRA VERDE		MADEIRA SECA	
		NÚMERO DE VIAGENS POR ANO ^b	CONSUMO ANUAL DE COMBUST. ^c litros/ano	NÚMERO DE VIAGENS POR ANO ^b	CONSUMO ANUAL DE COMBUST. ^c litros/ano
1. Cupiuba	653	28,52	28401	21,06	20980
2. Cedrinho	78	2,45	2443	1,59	1582
3. Jatobá	4017	208,13	207302	142,95	142382
4. Castanheira	5087	188,41	187654	141,31	140740
5. Ipê	1348	69,84	69565	47,97	47780
6. Angelim vermelho	87	4,68	4659	3,51	3494
7. Cedro rosa	972	28,76	28642	19,06	18983
8. Cumaru	191	8,84	8807	7,70	7671
9. Garapeira	12	0,52	513	0,37	368
10. Maçaranduba	1013	54,46	54245	37,52	37368
11. Cedrorana	1120	41,48	41316	31,11	30987
12. Angelim pedra	912	33,78	33643	25,33	25232
13. Peroba mica	87	3,48	3466	2,51	2504
14. Muiracatiara	44	2,28	2271	1,58	1576
TOTAIS PARÁ (fronteira: PARAGOMINAS)	15.621 m ³ /ano	675,63 viagens/ano	672.926 litros/ano	483,58 viagens/ano	481.647 litros/ano

OBS:

a – de acordo com Tabela 7

b – o número de viagens por ano corresponde à razão entre o volume total de cada espécie procedente da região considerada e o volume equivalente a 27 toneladas para a referida espécie (com base em sua densidade).

c – o consumo anual de combustível corresponde ao número de viagens por ano multiplicado pelo consumo de combustível por viagem (com base na distância considerada)

TABELA 2.2 – REDUÇÃO NO NÚMERO DE VIAGENS E NO CONSUMO ANUAL DE COMBUSTÍVEL PARA O TRANSPORTE DE MADEIRA SECA PROCEDENTE DE PARAGOMINAS/PA (atual fronteira de exploração)

ORIGEM PARAGOMINAS / PA (fronteira atual de exploração)	REDUÇÃO NO NÚMERO TOTAL DE VIAGENS/ANO	REDUÇÃO NO CONSUMO TOTAL DE COMBUSTÍVEL/ANO
	192,05 viagens/ano	191.279 litros/ano
	28,4% ~ 28%	28,4% ~ 28%
	AUMENTO = 39,7%	AUMENTO = 39,7%

TABELA 2.3 – AUMENTO NO CONSUMO ANUAL DE COMBUSTÍVEL EM FUNÇÃO DA MIGRAÇÃO PARA UMA NOVA FRONTEIRA DE EXPLORAÇÃO: de PARAGOMINAS/PA para Sen. JOSÉ PORFÍRIO/PA

(considerando-se somente o carregamento de madeira verde)

VOL. TOTAL ANUAL PROCEDENTE DO PARÁ	CONSUMO ATUAL DE COMBUSTÍVEL Fronteira Atual: (PARAGOMINAS/PA)	CONSUMO FUTURO DE COMBUSTÍVEL Fronteira Nova: (Sen. JOSÉ PORFÍRIO /PA)	AUMENTO NO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL (litros/ano)	AUMENTO NO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL (%)
15.621 m ³ /ano	672.926 litros/ano	805.351 litros/ano	132.425 litros/ano	19,7 ~ 20%

3. RONDÔNIA

DADOS PARA RONDÔNIA

	CARRETA
Carga máxima permitida	27 toneladas
Consumo combustível	2,5 km / litro
FRONTEIRA ANTIGA (atual): JI PARANÁ (RO)	
DISTÂNCIA Ji Paraná - Campinas = 2.620 km	
Consumo combustível por viagem	1.048 litros
FRONTEIRA NOVA: APUÍ (AM)	
DISTÂNCIA Apuí - Campinas = 3.380km	
Consumo combustível por viagem	1.352 litros

TABELA 3.1 – CONSUMO ANUAL DE COMBUSTÍVEL PARA O VOLUME TOTAL PROCEDENTE DE RONDÔNIA COM CARREGAMENTO DE MADEIRA VERDE E SECA (FRONTEIRA ANTIGA: JI PARANÁ)

ESPÉCIES	VOL. ANUAL origem: JI PARANÁ /RO ^a (m ³ /ano)	MADEIRA VERDE		MADEIRA SECA	
		NÚMERO DE VIAGENS POR ANO ^b	CONSUMO ANUAL DE COMBUST. ^c litros/ano	NÚMERO DE VIAGENS POR ANO ^b	CONSUMO ANUAL DE COMBUST. ^c litros/ano
1. Cupiuba	53	2,31	2426	1,71	1792
2. Cedrinho	274	8,62	9030	5,58	5848
3. Jatobá	1715	88,86	93125	61,03	63962
4. Ipê	1230	63,73	66790	43,77	45873
5. Angelim vermelho	574	30,86	32342	23,15	24256
6. Cedro rosa	1344	39,76	41672	26,35	27618
7. Cumaru	187	8,66	9073	7,54	7902
8. Garapeira	1005	43,13	45203	30,92	32407
9. Maçaranduba	625	33,60	35215	23,15	24259
10. Itauba preta	66	3,42	3584	2,35	2461
11. Angelim pedra	116	4,30	4503	3,22	3377
12. Peroba mica	87	3,48	3647	2,51	2635
13. Muiracatiara	43	2,23	2335	1,55	1621
TOTAIS RONDÔNIA (fronteira: JI PARANÁ)	7.319 m³/ano	332,96 viagens/ano	348.944 litros/ano	232,84 viagens/ano	244.012 litros/ano

OBS:

a – de acordo com Tabela 7

b – o número de viagens por ano corresponde à razão entre o volume total de cada espécie procedente da região considerada e o volume equivalente a 27 toneladas para a referida espécie (com base em sua densidade).

c – o consumo anual de combustível corresponde ao número de viagens por ano multiplicado pelo consumo de combustível por viagem (com base na distância considerada)

TABELA 3.2 – REDUÇÃO NO NÚMERO DE VIAGENS E NO CONSUMO ANUAL DE COMBUSTÍVEL PARA O TRANSPORTE DE MADEIRA SECA PROCEDENTE DE JI PARANÁ/RO (atual fronteira de exploração)

ORIGEM JI PARANÁ / RO (fronteira atual de exploração)	REDUÇÃO NO NÚMERO TOTAL DE VIAGENS/ANO	REDUÇÃO NO CONSUMO TOTAL DE COMBUSTÍVEL/ANO
	100,12 viagens/ano	104.932 litros/ano
	30%	30%
	AUMENTO = 43%	AUMENTO = 43%

TABELA 3.3 – AUMENTO NO CONSUMO ANUAL DE COMBUSTÍVEL EM FUNÇÃO DA MIGRAÇÃO PARA UMA NOVA FRONTEIRA DE EXPLORAÇÃO: de JI PARANÁ/RO para APUÍ/AM
(considerando-se somente o carregamento de madeira verde)

VOL. TOTAL ANUAL PROCEDENTE DE RONDÔNIA	CONSUMO ATUAL DE COMBUSTÍVEL Fronteira Atual: (JI PARANÁ/RO)	CONSUMO FUTURO DE COMBUSTÍVEL Fronteira Nova: (APUÍ/AM)	AUMENTO NO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL (litros/ano)	AUMENTO NO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL (%)
7.319 m ³ /ano	348.944 litros/ano	450.162 litros/ano	101.218 litros/ano	29%

4. ACRE

DADOS PARA ACRE

	CARRETA
Carga máxima permitida	27 toneladas
Consumo combustível	2,5 km / litro
FRONTEIRA ANTIGA (atual): região de RIO BRANCO (AC)	
DISTÂNCIA Rio Branco - Campinas = 3.500 km	
Consumo combustível por viagem	1.400 litros
FRONTEIRA NOVA: não há indicação de migração	

TABELA 4.1 – CONSUMO ANUAL DE COMBUSTÍVEL PARA O VOLUME TOTAL PROCEDENTE DO ACRE COM CARREGAMENTO DE MADEIRA VERDE E SECA (FRONTEIRA: região de RIO BRANCO)

ESPÉCIES	VOL. ANUAL origem: RIO BRANCO /AC ^a (m ³ /ano)	MADEIRA VERDE		MADEIRA SECA	
		NÚMERO DE VIAGENS POR ANO ^b	CONSUMO ANUAL DE COMBUST. ^c litros/ano	NÚMERO DE VIAGENS POR ANO ^b	CONSUMO ANUAL DE COMBUST. ^c litros/ano
1. Jatobá	27	1,40	1959	0,96	1345
2. Cedro rosa	46	1,36	1905	0,90	1263
TOTAIS ACRE (fronteira: RIO BRANCO)	73 m ³ /ano	2,76 viagens/ano	3.864 litros/ano	1,86 viagens/ano	2.608 litros/ano

OBS:

a – de acordo com Tabela 7

b – o número de viagens por ano corresponde à razão entre o volume total de cada espécie procedente da região considerada e o volume equivalente a 27 toneladas para a referida espécie (com base em sua densidade).

c – o consumo anual de combustível corresponde ao número de viagens por ano multiplicado pelo consumo de combustível por viagem (com base na distância considerada)

TABELA 4.2 – REDUÇÃO NO NÚMERO DE VIAGENS E NO CONSUMO ANUAL DE COMBUSTÍVEL PARA O TRANSPORTE DE MADEIRA SECA PROCEDENTE DE RIO BRANCO/AC (atual fronteira de exploração)

ORIGEM	REDUÇÃO NO NÚMERO TOTAL DE VIAGENS/ANO	REDUÇÃO NO CONSUMO TOTAL DE COMBUSTÍVEL/ANO
RIO BRANCO / AC		
(fronteira atual de exploração)	0,9 viagens/ano	1.256 litros/ano
	33%	33%
	AUMENTO = 48%	AUMENTO = 48%

5. TOCANTINS

DADOS PARA TOCANTINS

	CARRETA
Carga máxima permitida	27 toneladas
Consumo combustível	2,5 km / litro
FRONTEIRA ANTIGA (atual): região de ARAGUAÍNA (TO)	
DISTÂNCIA Araguaína - Campinas = 2.150 km	
Consumo combustível por viagem	860 litros
FRONTEIRA NOVA: NOVO PROGRESSO (PA)	
DISTÂNCIA Novo Progresso - Campinas = 2.480 km	
Consumo combustível por viagem	992 litros

TABELA 5.1 – CONSUMO ANUAL DE COMBUSTÍVEL PARA O VOLUME TOTAL PROCEDENTE DE TOCANTINS COM CARREGAMENTO DE MADEIRA VERDE E SECA (FRONTEIRA ANTIGA: região de ARAGUAÍNA)

ESPÉCIES	VOL. ANUAL origem: ARAGUAÍNA / TO ^a (m ³ /ano)	MADEIRA VERDE		MADEIRA SECA	
		NÚMERO DE VIAGENS POR ANO ^b	CONSUMO ANUAL DE COMBUST. ^c litros/ano	NÚMERO DE VIAGENS POR ANO ^b	CONSUMO ANUAL DE COMBUST. ^c litros/ano
1. Cupiuba	1809	79,00	67936	58,35	50185
TOTAIS TOCANTINS (fronteira: ARAGUAÍNA)	1.809 m ³ /ano	79 viagens/ano	67.936 litros/ano	58,35 viagens/ano	50.185 litros/ano

OBS:

a – de acordo com Tabela 7

b – o número de viagens por ano corresponde à razão entre o volume total de cada espécie procedente da região considerada e o volume equivalente a 27 toneladas para a referida espécie (com base em sua densidade).

c – o consumo anual de combustível corresponde ao número de viagens por ano multiplicado pelo consumo de combustível por viagem (com base na distância considerada)

TABELA 5.2 – REDUÇÃO NO NÚMERO DE VIAGENS E NO CONSUMO ANUAL DE COMBUSTÍVEL PARA O TRANSPORTE DE MADEIRA SECA PROCEDENTE DE ARAGUAÍNA/TO (atual fronteira de exploração)

ORIGEM ARAGUAÍNA / TO (fronteira atual de exploração)	REDUÇÃO NO NÚMERO TOTAL DE VIAGENS/ANO	REDUÇÃO NO CONSUMO TOTAL DE COMBUSTÍVEL/ANO
	20,65 viagens/ano	17.751 litros/ano
	26%	26%
	AUMENTO = 35%	AUMENTO = 35%

TABELA 5.3 – AUMENTO NO CONSUMO ANUAL DE COMBUSTÍVEL EM FUNÇÃO DA MIGRAÇÃO PARA UMA NOVA FRONTEIRA DE EXPLORAÇÃO: de ARAGUAÍNA/TO para NOVO PROGRESSO/PA (considerando-se somente o carregamento de madeira verde)

VOL. TOTAL ANUAL PROCEDENTE DE TOCANTINS	CONSUMO ATUAL DE COMBUSTÍVEL Fronteira Atual: (ARAGUAÍNA/TO)	CONSUMO FUTURO DE COMBUSTÍVEL Fronteira Nova: (NOVO PROGRESSO/PA)	AUMENTO NO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL (litros/ano)	AUMENTO NO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL (%)
1.809 m ³ /ano	67.936 litros/ano	78.368 litros/ano	10.432 litros/ano	15%

6. DIVERSAS ORIGENS

Para o cálculo do consumo de combustível do transporte referente ao volume comercializado para “outras espécies”, foi considerada a distância média até Campinas dos diversos estados fornecedores do mercado local, bem como um valor para a relação m³ para tonelada em carregamentos de madeira verde e seca obtido a partir da média dos valores das densidades entre todas as espécies procedentes da Amazônia (ver Tabela 11).

DADOS PARA “OUTRAS ESPÉCIES – DIVERSAS ORIGENS”

TABELA 1 - CUSTOS ESPECÍFICOS - DIVERSAS ORIGENS			
	CARRETA	MADEIRA VERDE	MADEIRA SECA
Carga máxima permitida	27 toneladas	22,7 m³/carreta	31,8 m³/carreta
Consumo combustível	2,5 km / litro		
FRONTEIRAS ANTIGAS (atuais) - DISTÂNCIA MÉDIA ATÉ CAMPINAS: MT, PA, RO, AC, TO (1.970 + 2.490 + 2.620 + 3.500 + 2.150) / 5 = 2.546 km			
Consumo combustível por viagem	1.018 litros		
FRONTEIRAS NOVAS - DISTÂNCIA MÉDIA ATÉ CAMPINAS: (2.480 + 2.980 + 3.380 + 3.500 + 2.480) / 5 = 2.964 km			
Consumo combustível por viagem	1.186 litros		

TABELA 6.1 – CONSUMO ANUAL DE COMBUSTÍVEL PARA O VOLUME TOTAL DE “OUTRAS ESPÉCIES” PROCEDENTES DE “DIVERSAS ORIGENS” COM CARREGAMENTO DE MADEIRA VERDE E SECA (FRONTEIRAS ANTIGAS)

OUTRAS ESPÉCIES DIVERSAS ORIGENS	VOL. ANUAL	MADEIRA VERDE		MADEIRA SECA	
		NÚMERO DE VIAGENS POR ANO ^b	CONSUMO ANUAL DE COMBUST. °	NÚMERO DE VIAGENS POR ANO ^b	CONSUMO ANUAL DE COMBUST. °
TOTAIS (fronteiras ANTIGAS)	5.941 m³/ano	261,72 viagens/ano	266.429 litros/ano	186,82 viagens/ano	190.187 litros/ano

TABELA 6.2 – REDUÇÃO NO NÚMERO DE VIAGENS E NO CONSUMO ANUAL DE COMBUSTÍVEL PARA O TRANSPORTE DE MADEIRA SECA CORRESPONDENTE AO VOLUME COMERCIALIZADO DE “OUTRAS ESPÉCIES” (atuais fronteiras de exploração)

DIVERSAS ORIGENS	REDUÇÃO NO NÚMERO TOTAL DE VIAGENS/ANO	REDUÇÃO NO CONSUMO TOTAL DE COMBUSTÍVEL/ANO
(fronteiras atuais de exploração)	74,9 viagens/ano	76.242 litros/ano
	28,6%	28,6%
	AUMENTO = 40%	AUMENTO = 40%

TABELA 6.3 – AUMENTO NO CONSUMO ANUAL DE COMBUSTÍVEL EM FUNÇÃO DA MIGRAÇÃO PARA NOVAS FRONTEIRAS DE EXPLORAÇÃO - (para o volume comercializado de “outras espécies”) (considerando-se somente o carregamento de madeira verde)

VOL. TOTAL ANUAL	CONSUMO ATUAL DE COMBUSTÍVEL Fronteiras Atuais:	CONSUMO FUTURO DE COMBUSTÍVEL Fronteiras Novas:	AUMENTO NO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL (litros/ano)	AUMENTO NO CONSUMO DE COMBUSTÍVEL (%)
5.941 m³/ano	266.429 litros/ano	310.400 litros/ano	43.971 litros/ano	16,5%

Anexo IV

Especificações para máquinas

ESPECIFICAÇÕES PARA MÁQUINAS E VEÍCULOS

VOLVO

CAMINHÃO VOLVO – 6x4, semi-reboque (3 eixos) mais reboque

Nativa e eucalipto - transporte serraria

MODELO:	NL-12
POTÊNCIA:	360 HP
CAPACIDADE DE CARGA:	27 toneladas
CONSUMO MÉDIO CARREGADO:	2,8 km/litro (adotado: 2,5 km/l)

FIAT

TRATOR

Eucalipto – implantação

MODELO:	FIAT 7D
POTÊNCIA:	92 HP
PRODUTIVIDADE (horas/ha):	ver cada etapa
CONSUMO (litros/hora):	9 a 10 l/hora

MASSEY FERGUSON

TRATOR

Eucalipto – implantação e manutenção

MODELO:	MF 265
POTÊNCIA:	65 HP
PRODUTIVIDADE (horas/ha):	ver cada etapa
CONSUMO (litros/hora)	
com grade:	8,0
com arado:	8,0
com carreta:	7,0

Eucalipto – implantação

MODELO:	MF 292
POTÊNCIA:	105 HP
PRODUTIVIDADE (horas/ha):	ver cada etapa
CONSUMO (litros/hora)	
com grade:	9,0
com sulcador:	9,0

CATERPILLAR

PÁ CARREGADEIRA

Nativa – carregamento na carreta de transporte e descarregamento

MODELO:	938 G, área garra 1 m ²
POTÊNCIA:	160 HP
PRODUTIVIDADE (m ³ carregado/hora)	70 m ³ /hora
CONSUMO (litros/hora):	14 a 15 l/hora

SKIDDER

Nativa – arraste das toras

MODELO:	518 C – com guincho, torre e garra
POTÊNCIA:	154 HP
PRODUTIVIDADE (m ³ puxado/hora)	ver cada sistema
CONSUMO (litros/hora):	14 a 18 l/hora (para modelo 525; 160 HP; garra 1,16m ²)

HARVESTER

Eucalipto – corte e empilhamento

MODELO:	CAT 320
POTÊNCIA:	134 HP
RENDIMENTO (árvores/hora):	120 árvores/hora
(m ³ cortado/árvore):	0,18 m ³ c.c./árvore
CONSUMO (litros/hora):	19 a 20 l/hora

FORWARDER

Eucalipto – auto-carregamento + transporte até a margem do talhão
(distância média = 200 metros)

MODELO:	CAT 574
POTÊNCIA:	154 HP
CAPACIDADE CARGA:	14 toneladas
PRODUTIVIDADE (m ³ /hora):	30 a 35 m ³ /hora
(ciclos/hora):	2,5 a 3 ciclos/hora
1 ciclo = carregamento; transporte (média 200 metros); descarregamento; retorno vazio.	
CONSUMO (litros/hora):	11 a 12 l/hora

CARREGADOR

Eucalipto – carregamento na carreta de transporte e descarregamento

MODELO:	CAT 312
POTÊNCIA:	91 HP
RENDIMENTO (m ³ carregado/hora):	55 a 60 m ³ c.c./hora
CONSUMO (litros/hora):	7,0 a 8,0 l/hora

MOTO NIVELADORA

Eucalipto – conservação de estradas já abertas

MODELO:	120 H
POTÊNCIA:	150 HP
CONSUMO (litros/hora):	15 a 17 l/hora

TRATOR DE ESTEIRAS

Nativa – abertura de estradas e arraste de toras

MODELO:	D5 E com guincho e torre (explor. com manejo) CAT D5 B sem guincho e sem torre (explor. sem manejo)
POTÊNCIA:	150 HP (para os 2 modelos)
CONSUMO (litros/hora):	9,8 l/hora (para os 2 modelos)

STHIL

MOTO SERRA

Nativa – derrubada

MODELO:	051 AVE
COMBUSTÍVEL:	GASOLINA
CONSUMO (litros/hora):	0,66 l/hora