



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**

DENISE DE FÁTIMA DE JESUS CORDEIRO

**AVALIAÇÃO DE RESÍDUOS DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL DE
IMPACTO REDUZIDO DA FAZENDA RIO CAPIM- CIKEL BRASIL
VERDE MADEIRA LTDA NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS-PA**

**BELÉM
2006**

DENISE DE FÁTIMA DE JESUS CORDEIRO

**AVALIAÇÃO DE RESÍDUOS DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL DE
IMPACTO REDUZIDO DA FAZENDA RIO CAPIM- CIKEL BRASIL
VERDE MADEIRA LTDA NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS-PA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Pós-graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo Florestal, para obtenção do título de **Mestre**

Orientador: Engº Ftal. Sueo Numazawa, Doutor.

**BELÉM
2006**

Cordeiro, Denise de Fátima de Jesus.

Avaliação de resíduos de exploração florestal de impacto reduzido na fazenda Rio Capim-Cikel Brasil Verde Madeira Ltda no município de Paragominas-Pa./ Denise de Fátima de Jesus Cordeiro. - Belém, 2006.

91 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2006.

1. Exploração florestal - Pará 2. Resíduo Florestal 3. Exploração florestal - Amazônia 4. Carvão vegetal 5. Siderúrgica 6. Biomassa I. Título.

CDD – 634.9098115

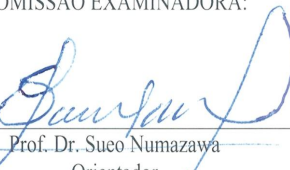
DENISE DE FÁTIMA DE JESUS CORDEIRO

**AVALIAÇÃO DE RESÍDUOS DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL DE
IMPACTO REDUZIDO DA FAZENDA RIO CAPIM- CIKEL BRASIL
VERDE MADEIRA LTDA NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS-PA**

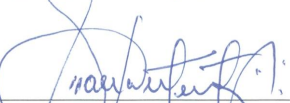
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Pós-graduação em Ciências Florestais, área de concentração em Manejo Florestal, para obtenção do título de **Mestre**.

Aprovada em 24 de Março de 2006

COMISSÃO EXAMINADORA:



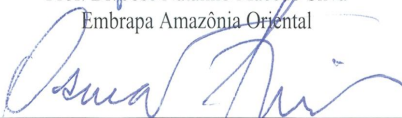
Prof. Dr. Sueo Numazawa
Orientador
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA



Prof. Dr. Paulo Luiz Contente de Barros
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA



Prof. Dr. José Natalino Macedo Silva
Embrapa Amazônia Oriental



Prof. Dr. Osmar José Romeiro de Aguiar
Embrapa Amazônia Oriental

DEDICATÓRIA

Agradeço à DEUS pela vida.

Em tudo dai graças; porque esta é a vontade de Deus em Cristo Jesus para convosco.
1 Tessalonicenses 5:18

Bom é render graças ao Senhor, e cantar louvores ao teu nome, ó Altíssimo, anunciar de manhã a tua benignidade, e à noite a tua fidelidade,
Salmos 92:1-2

Bendize, ó minha alma, ao Senhor, e não te esqueças de nenhum dos seus benefícios.
Salmos 103:2

DEDICO

Aos meus pais, **Manoel Luis Pinheiro de Jesus e Elisa Silva de Jesus**, pelos ensinamentos e compreensão.

Ao meu esposo **Evandro Cordeiro** (*in memorian*), pela eterna saudade.

Aos meus filhos **Thayse Jesus Cordeiro e Evandro Cordeiro Júnior** por existirem na minha vida.

Aos meus irmãos, **Luiz Manoel, Sérgio, Regina, LÍlian, Saulo,**

Luiz José (*in memorian*), **Sávio e Dayse**, pela confiança

que sempre depositaram em minha pessoa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS, pela minha vida.

Agradeço à minha família, pela compreensão e paciência; especialmente à minha mãe pelo exemplo de vida, ao meu esposo Evandro Cordeiro (*in memoriam*), ao meu irmão Luis José (*in memoriam*), aos meus filhos Thayse Cordeiro e Evandro Cordeiro Junior, pelo simples sorriso que é o suficiente para que eu encontre forças para vencer qualquer barreira.

Agradeço ao Prof. Dr. Suelo Numazawa, pela amizade e grande contribuição como orientador, sempre acreditando e incentivando para que eu não desistisse e defendesse a minha dissertação mesmo nas horas mais difíceis da minha vida.

Agradeço ao Prof. Dr. Paulo Luiz Contente de Barros, pela valiosa ajuda e ensinamento nas análises e interpretação dos dados.

Agradeço ao Prof. Dr. João Olegário Pereira de Carvalho, pela grande ajuda nas correções deste trabalho e traduções e pela amizade e confiança e incentivo.

Agradeço ao Dr. Alcir de Oliveira Brandão, pela amizade e pelos ensinamentos adquiridos.

Agradeço ao Dr. José Natalino Macedo Silva, por ter contribuído com este trabalho, especialmente por ter aceitado participar da banca examinadora.

Agradeço ao Dr. Osmar José Romeiro de Aguiar, por participar da banca examinadora e colaborar com o enriquecimento deste trabalho.

Agradeço à Engenheira Florestal Regina Célia de Jesus pela ajuda e por ser uma grande irmã.

Agradeço à Engenheira Florestal Marcela Gomes pela amizade e ajuda nas coletas de dados na empresa Cikel, não medindo esforços em momento algum.

Agradeço às Engenheiras Florestais Jeile Rodrigues, Milena Pantoja de Souza e Thais Nagaishi pela amizade e incansável contribuição desde o início do trabalho.

Agradeço ao Engenheiro Florestal José Leonardo dos Santos Carvalho pelo incentivo e amizade e grande contribuição neste trabalho.

Agradeço à Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, pela oportunidade de realizar o curso de pós-graduação em Ciências Florestais e por me acolher durante este período importante da minha vida.

Agradeço à CAPES pela concessão de bolsa de estudos, sem a qual não seria possível realizar este trabalho.

Agradeço ao curso de Pós-graduação, pela oportunidade em especial à Dra. Leonilde Rosa pela paciência, compreensão e incentivo.

Agradeço à Empresa Cikel Brasil Verde Madeira Ltda., por todo apoio técnico e equipamento, disponibilizando funcionários, para o melhor desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço aos Srs. José de Ribamar e Dioberto, pela atenção e grande ajuda ao acesso às literaturas no Acervo da Embrapa Amazônia Oriental.

Agradeço à SEMMA - Secretaria Municipal do Meio Ambiente por todo apoio e incentivo especialmente ao Dr. Roberto Vilaça, Dr. Evaristo Rezende, Valéria Monteiro e Davi Campos.

Agradeço à FUNPAPA por todo apoio e incentivo especialmente à presidente Maria da Silva Costa.

Agradeço à Diretora Administrativa da FUNPAPA Edna Ferreira de Albuquerque pela amizade, apoio e incentivo.

Agradeço à PREFEITURA MUNICIPAL DE BELÈM na pessoa do Sr. Duciomar Gomes da Costa por todo apoio e incentivo.

E a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização desta pesquisa.

“AJUDE a Natureza!

Não destrua os bens que a
natureza coloca a seu dispor,
para ajudá-lo a progredir.

Coopere com as árvores,
porque elas cooperam com a
sua vida, na purificação do ar
que você respira.

Colabore com a pureza das
fontes, porque elas lhe
fornecem água para
dessedentar seu corpo.

Auxilie o solo a produzir,
para que o pão seja sempre
farto na mesa de todos.

Ajude a Natureza”.

(Carlos Torres Pastorino)

RESUMO

A exploração de espécies madeireiras na floresta Amazônica deixa um volume considerável de madeira em forma de galhos, árvores tombadas, quebradas ou ocas sem aproveitamento adequado. Uma alternativa de uso desse material seria o aproveitamento para fins energéticos. Considerando esse aspecto, foi feito o estudo sobre a determinação do Fator de Cubagem (FC), do Fator de Empilhamento (FE) e da Relação entre o volume de Resíduos florestais e o volume de Toras extraídas (RRT), além de se estimar a quantidade de biomassa correspondente aos resíduos deixados na floresta. O estudo foi realizado em quatro Unidades de Trabalho (UT), onde se selecionou 20 (vinte) espécies comumente exploradas na Fazenda Rio Capim pertencente à CIKEL Brasil Verde Madeira Ltda., num total de 181 árvores distribuídas em três classes diamétrais (50-70 cm; 71-90 cm; >90 cm). Os parâmetros estatísticos utilizados nesse estudo foram: média, desvio padrão, coeficiente de variação, erro padrão e intervalo de confiança para o valor de t a 95% de probabilidade. Com base no coeficiente de variação e na expectância de erro de 10% (E%) determinou-se o número de amostras necessárias (n) para atender a precisão requerida para cada uma das Unidades de Trabalho. A média geral de FC foi de $0,49\text{m}^3/\text{st}$, tendo-se registrado o menor valor para a timborana: *Pseudoptadenia psilostachya* Benth ($0,33\text{m}^3/\text{st}$) e o maior valor para o ipê (*Tabebuia serratifolia* (Vaht) Nichofs) ($0,57\text{m}^3/\text{st}$). A média geral de FE foi $2,08\text{ st}/\text{m}^3$, com menor valor de $1,75\text{st}/\text{m}^3$ para a espécie ipê: (*Tabebuia serratifolia* (Vaht) Nichofs) e o maior de $3,03\text{st}/\text{m}^3$ para a timborana: *Pseudoptadenia psilostachya* Benth. O valor de RRT (relação de resíduos/toras) demonstrou que 1m^3 de tora extraída deixa-se na floresta $1,70\text{m}^3$ ou $3,61$ estéreos de resíduos. Com base na RRT, na intensidade de exploração florestal praticada pela CIKEL ($15\text{m}^3/\text{ha.}$) e na densidade média da madeira das espécies estudadas a biomassa foi estimada em torno de 75 toneladas de resíduos por hectare, os quais poderiam ser utilizados para fins energéticos (carvão vegetal). O volume total de resíduos estimado produziria 63.113mdc a um preço médio de $\text{R}\$65,00/\text{mdc}$, a conversão de resíduos em carvão proporcionaria uma receita anual de $\text{R}\$4.102.280,00$ (quatro milhões, cento e dois mil e duzentos e oitenta reais).

Palavras chave: Exploração Florestal - Pará; Resíduo Florestal; Exploração florestal - Amazônia; Carvão Vegetal; Siderúrgica; Biomassa

ABSTRACT

The exploration of timber species in the Amazon rainforest leaves a considerable amount of wood in the form of branches, fallen trees, broken or hollow without adequate use. An alternative use of this material would be the use for energy purposes. Considering this aspect, the study was conducted on the determination of Cubic Factor (CF), Factor Pile (EF) and the ratio between the volume of forest residues and the volume of logs extracted (RRT) as well as estimate the amount biomass corresponding to residues left in the forest. The study was conducted in four Work Units (WU), where you select twenty (20) species commonly explored in Rio Capim farm belonging to CIKEL Brasil Verde Madeira Ltda., in a total of 181 trees distributed in three diametric classes (50-70 cm and 71-90 cm;> 90 cm). The statistical parameters used in this study were: mean, standard deviation, coefficient of variation, standard error and confidence interval for the value of t 95% probability. Based on the coefficient of variation and error Expectancy 10% (% E) was determined the number of samples required (n) to meet the required accuracy for each one of units of work. The average CF was 0.49 m³ / st, having registered the lowest value for timborana: *Pseudopiptadenia psilostachya* Benth (0.33 m³ / st) and the highest value (0.57 m³ / st). The general average of EF was 2.08 st / m³, with lower value of 1.75 st / m³ for ipe (*Tabebuia serratifolia* (Vaht) Nichofs) and the highest of 3.03 st / m³ for timborana: *Pseudopiptadenia psilostachya* Benth. The value of RRT (ratio of residues / logs) showed that 1m³ of logs extracted leaves in the forest, 1.70 m³ or 3.61 stereos of residues. Based on the RRT, the intensity of forest exploration practiced by CIKEL (15m³ / ha.) And the average wood density of studied species the biomass was estimated at around 75 tons of residues per hectare, which could be used for energy purposes (charcoal). The total amount of estimated residues produce 63.113mdc at an average price of \$ 65.00 / mdc, the conversion of residues in coal would provide an annual revenue of R \$ 4,102,280.00 (four million, one hundred and two thousand two hundred and eighty real).

Key words: Forest Exploration - Pará, Forest Residue, Forest Exploration - Amazon, Charcoal, Steel Works; Biomass.

LISTAS DE TABELAS

Tabela 01	Espécies selecionadas para o estudo na Fazenda Rio Capim, Paragominas-PA	41
Tabela 02	Distribuição em classes diamétricas das 181 árvores das 20 espécies selecionadas para o estudo	42
Tabela 03	Média do Fator de cubicação das espécies estudadas em Paragominas, Pará. 2002	52
Tabela 04	Análise dos Parâmetros estatísticos encontrados para o Fator de cubicação.	53
Tabela 05	Média do Fator de empilhamento das espécies estudadas. Paragominas, Pará. 2002	54
Tabela 06	Parâmetros estatísticos encontrados para o Fator de empilhamento	55
Tabela 07	Valores dos índices da relação entre o volume estéreo (st) dos resíduos e o volume geométrico (m ³) das toras extraídas Paragominas, Pará. 2002	56
Tabela 08	Parâmetros estatísticos encontrados para as relações de resíduo/tora extraída	57
Tabela 09	Parâmetros estatísticos para as espécies estudadas na UT 83	58
Tabela 10	Parâmetros estatísticos para as espécies estudadas na UT 84	60
Tabela 11	Parâmetros estatísticos para as espécies estudadas na UT 85	61
Tabela 12	Parâmetros estatísticos para as espécies estudadas na UT 86	63
Tabela 13	Parâmetros estatísticos dos fatores de cubicação e empilhamento das unidades de trabalho selecionadas para o estudo	64
Tabela 14	Parâmetros estatísticos da relação entre o volume de tora extraída (m ³ /m ³) e dos resíduos gerados nas UT selecionadas para o estudo	65
Tabela 15	Média geral das espécies em todas as unidades de trabalho	66
Tabela 16	Resumo da Média geral de todas as unidades de trabalho (UT)	67
Tabela 17	Volume de resíduo, densidade e biomassa obtidas das vinte espécies agrupadas de acordo com suas densidades	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Localização geográfica da Fazenda Rio Capim – Paragominas (PA)	38
Figura 02	Mapa da extensão da Hidrovia do Rio Capim	39
Figura 03	Mapa da Fazenda Rio Capim destacando a UPA 06 em estudo	40
Figura 04	Resíduos de copa gerados durante a extração	43
Figura 05	Resíduos de copa das árvores extraídas	44
Figura 06	Árvores tombadas em consequência da árvore extraída durante a exploração	44
Figura 07	Árvores quebradas	45
Figura 08	Árvore oca extraída durante a exploração	45
Figura 09	Medições do diâmetro e comprimento de resíduo	45
Figura 10	Medições do comprimento e diâmetro dos resíduos irregulares	46
Figura 11	Medição do comprimento, da altura e da largura da pilha	47
Figura 12	Toras de madeira extraída da floresta, resíduos na floresta e resíduos empilhados	48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	18
2.1	OBJETIVO GERAL	18
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3	REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1	O SETOR MADEIREIRO: PRELIMINARES	19
3.2	A INFLUÊNCIA DA ATIVIDADE MADEIREIRA NO ECOSSISTEMA FLORESTAL	20
3.3	EXPLORAÇÃO FLORESTAL DE IMPACTO REDUZIDO: INSTRUMENTO POSITIVO	23
3.4	A PRODUÇÃO DE RESÍDUOS FLORESTAIS	26
3.5	USO DOS RESÍDUOS FLORESTAIS COMO FONTE ENERGÉTICA	28
3.6	APROVEITAMENTO DA BIOMASSA FLORESTAL	31
4	MATERIAL E MÉTODO	33
4.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS DA REGIÃO DE PARAGOMINAS	33
4.2	TIPO DE VEGETAÇÃO	34
4.2.1	Vegetação	34
4.2.1.1	Floresta ombrófila densa	34
4.2.1.2	Floresta ombrófila aberta mista de cipó e palmeira	35
4.2.1.3	Floresta ombrófila densa aluvial	35
4.3	CLIMA, SOLO, TOPOGRAFIA E HIDROGRAFIA	36
4.3.1	Clima	36
4.3.2	Geomorfologia e Hidrografia	36
4.3.3	Solos	37
4.4	LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO	37
4.5	HIDROVIA	38
4.6	DEFINIÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO	39
4.7	ESPÉCIES SELECIONADAS	40
4.8	COLETA DE MATERIAIS	41
4.8.1	Distribuição das árvores estudadas por classe de diâmetro	41

4.8.2	Resíduos lenhosos	42
4.8.3	Resíduos de exploração florestal	44
4.9	COLETA DE RESÍDUOS GERADOS NA EXTRAÇÃO DA TORA	45
4.10	DETERMINAÇÃO DO FATOR DE CUBICAÇÃO DOS RESÍDUOS EMPILHADOS (FC)	47
4.11	DETERMINAÇÃO DO FATOR DE EMPILHAMENTO (FE)	48
4.12	DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DA RELAÇÃO ENTRE O VOLUME DOS RESÍDUOS GERADOS E O VOLUME DAS TORAS EXTRAÍDAS	48
4.13	DETERMINAÇÃO DA BIOMASSA DOS RESÍDUOS DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL	49
4.14	ANÁLISE ESTATÍSTICA	50
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
5.1	FATOR DE CUBICAÇÃO DOS RESÍDUOS EMPILHADOS (FC)	52
5.2	FATOR DE EMPILHAMENTO DOS RESÍDUOS	54
5.3	ÍNDICE DA RELAÇÃO ENTRE O VOLUME DOS RESÍDUOS (ST) E O VOLUME DAS TORAS EXTRAÍDAS – RRT	55
5.4	ANÁLISE DESCRITIVA DOS RESÍDUOS DAS UNIDADES DE TRABALHO (UT)	57
5.4.1	Análise descritiva da Unidade de Trabalho 83	57
5.4.2	Análise descritiva da UT 84	59
5.4.3	Análise descritiva da UT 85	60
5.4.4	Análise descritiva da UT 86	62
5.4.5	Análise descritiva dos fatores de cubicação e empilhamento de todas as Unidades de Trabalhos (UT 83, UT 84, UT 85 e UT 86) selecionadas para o estudo	63
5.4.6	Análise descritiva dos índices de todas as Unidades de Trabalhos (UT 83, UT 84, UT 85 e UT 86) selecionadas para o estudo	64
5.4.7	Média geral das espécies encontradas nas Unidades de Trabalho	65
5.5	DETERMINAÇÃO DA BIOMASSA DE RESÍDUOS DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL POR GRUPOS DE ESPÉCIES, UTILIZANDO-SE AS VARIÁVEIS “VOLUME E DENSIDADE DA MADEIRA”	67

6	CONCLUSÕES	69
7	RECOMENDAÇÕES	70
	REFERÊNCIAS	71
	ANEXOS	78

1 INTRODUÇÃO

A Amazônia possui a maior floresta do mundo, o maior sistema fluvial da Terra e uma grande diversidade de fauna e flora. Essa floresta contribui, ainda, com um efeito moderador sobre o clima, além de ajudar a manter a qualidade das águas e a estabilidade do solo. Desse modo, explorar as riquezas da floresta, causando o menor dano possível a todo seu rico ecossistema, é o desafio que se impõe.

Atualmente, a maior parte da exploração madeireira na Amazônia ainda é praticada segundo os métodos convencionais, destrutivos e fundados numa visão imediatista. E, ainda, 80% dos que se dedicam à extração convencional de madeira o fazem ilegalmente, em áreas de preservação ambiental e terras indígenas onde a retirada das árvores não foi previamente autorizada pelo órgão governamental responsável, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

Essa prática está sendo realizada, na maioria das vezes, de forma inadequada, implicando assim no crescente aumento da perda de material madeireiro e não-madeireiro. Uma alternativa para a redução desse impacto é a aplicação do bom manejo, ou seja, da exploração de impacto reduzido, que é assim chamada por comparação com as explorações de alto impacto.

É por tudo isso que a exploração e o processamento industrial de madeira estão entre as principais atividades econômicas da Amazônia, apresentando, assim, uma importância inquestionável para a região, assumindo o segundo lugar em geração de divisas, sendo superadas apenas pela extração de minério.

Esse fato, somado às perspectivas de diminuição de oferta de combustíveis fósseis, às novas restrições ecológicas e ao consumo crescente de energia, tem propiciado a retomada de interesse do uso da biomassa para produção de energia. Isso é compreensível, visto que a biomassa é uma matéria-prima energética importante, renovável e, em geral, pouco poluente, comparada aos outros tipos de combustíveis (SEYE; PINHEIRO, 2001).

De acordo com Abracave (2006), o carvão vegetal é considerado uma fonte energética de valiosa importância para o Brasil, não somente pelo fato de ser uma fonte renovável, mas também pela sua importância histórica e econômica no país. Sendo este país o principal produtor e consumidor mundial de carvão vegetal, grande parte desse insumo energético é utilizada no setor industrial, principalmente no segmento siderúrgico. Bernadin e Matos (1997) citam que os estados do Pará e Maranhão se destacam como os maiores consumidores de carvão vegetal da Amazônia Legal, variando de 620 a 700 mil toneladas por ano.

Sabe-se que, em qualquer tipo de exploração florestal, certa proporção do material lenhoso permanece no campo, sem utilização. Trata-se, em geral, de material proveniente de ponteiros e galhos, que, em determinadas regiões, é aproveitado como combustível (lenha), mas, na maioria das vezes, é abandonado e se constitui muitas vezes um obstáculo para o melhor desempenho da regeneração natural (SILVA, 1998).

Como resultado das atividades de extração madeireira, infere-se que cerca de 20% da massa de uma árvore é deixado na floresta, permitindo-se estimar que exista um potencial muito grande de aproveitamento energético de resíduos florestais no Brasil, uma vez que as atividades extrativas de madeira tanto para o carvoejamento quanto para uso não-energético desenvolvem-se de forma intensiva de Norte a Sul do País (VIANEZ, 2001).

Diversas empresas do Brasil vêm adotando a utilização de vários produtos da floresta com intuito de diversificar a produção e atender a outras necessidades, sendo a mais importante a geração de energia. Grande parte desse potencial energético que é consumido pelas indústrias de celulose e papel é suprida pelos resíduos florestais, oriundos da exploração de madeira, que há alguns anos vêm substituindo o combustível importado e ao mesmo tempo garantindo a continuidade de abastecimento a baixo custo (COUTO, BRITO e TOMAZELLI 1984).

Como o estado do Pará detém o principal polo de indústrias madeireiras da Amazônia e do Brasil, com mais de 2.000 unidades, que deixam um enorme volume desses resíduos na floresta sem nenhum aproveitamento (VERÍSSIMO; AMARAL, 1997), a quantificação desses resíduos assume importância fundamental na utilização energética. A alternativa para evitar o destino dos resíduos de madeira no meio ambiente é utilizá-lo como fonte de energia, o que aumentará a qualidade no suprimento de energia, reduzindo custos, além de atuar como contribuinte redutor da poluição.

Considerando-se que a exploração das riquezas da floresta, causando o menor dano possível a todo o seu rico ecossistema, constitui um desafio, o presente trabalho tem como objetivo quantificar os resíduos de exploração florestal de impacto reduzido, como fonte de matéria-prima para geração de energia. Para tanto, realizou-se um estudo na Fazenda Rio Capim, Unidade de Manejo Florestal da Empresa Cikel Brasil Verde Madeira Ltda., localizada no município de Paragominas/PA, no sudeste do Pará, entre as coordenadas geográficas 48° 30' - 48° 54' oeste e 3° 18' e 3° 50' sul, que fica distante cerca de 320 km de Belém. O município de Paragominas está localizado na Mesorregião Sudeste Paraense e à Microrregião de Paragominas. As principais vias de acesso são a rodovia BR-010 (Belém – Brasília) até Paragominas, e a PA-150 até Goianésia.

Dessa forma, a avaliação quantitativa da biomassa de exploração florestal resultante dos resíduos originados da atividade madeireira é um aspecto que define o estudo deste trabalho, a fim de criar alternativas energéticas que tenham por objetivo reduzir o desperdício, os impactos ambientais e aumentar o crescimento econômico.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar quantitativamente os resíduos de exploração florestal de impacto reduzido em função da intensidade de exploração.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar os fatores de cubicação e empilhamento de resíduos de exploração florestal;
- Quantificar o índice da relação entre o volume de resíduos e volume de toras extraídas da floresta;
- Estimar a biomassa dos resíduos de exploração florestal por grupos de espécies e por classe diamétrica utilizando as variáveis “volume” e “densidade”.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 O SETOR MADEIREIRO: PRELIMINARES

O setor madeireiro cresceu rapidamente na Amazônia por diversas razões: primeiro, a construção de estradas – o governo brasileiro abriu o acesso à Amazônia nos anos 60 e 70 através de grandes programas de colonização e de construções de estradas; segundo, o esgotamento dos estoques de madeira de alta densidade do sul do Brasil e o crescimento da economia nacional geraram uma grande demanda por madeira da Amazônia; terceiro, a madeira na região Amazônica é abundante e disponível a baixos custos, o que se deve ao fato de as áreas exploradas serem terras devolutas (ROCHA, 2001).

Nesse contexto, vale ressaltar que o Brasil é um país ainda com grandes reservas de madeira nativa na região Norte, onde a totalidade das empresas madeireiras a utiliza como fonte de matéria-prima. Com o aumento da demanda e a diminuição dos estoques dessas florestas, além das pressões ambientais, associadas à falta de uma política que ampare as empresas, o setor observou a necessidade de buscar alternativas para suprir a demanda, para qual a solução foi a implantação de reflorestamento, visto como grande maciço florestal de rápido crescimento (SOUZA, 2002).

Diante dessa realidade, há que se considerar a inegável aptidão florestal do Pará. O estado possui aproximadamente 70% de suas áreas cobertas por florestas com potencial madeireiro. Desse total, cerca de 60% estão atualmente dentro do ramo econômico da atividade madeireira. Em 1998, o Pará extraiu 11,3 milhões de m³ de madeira em tora/ano, tornando-se o maior produtor nacional de madeira tropical. Neste mesmo ano, 24 polos processadores de madeira geraram uma renda bruta de aproximadamente U\$ 1 bilhão (VERÍSSIMO, 2002).

Vale ressaltar que, não só o Pará, mas a Amazônia como um todo é dotada de um rico potencial florestal, exaltando, assim, o interesse do setor madeireiro, principalmente após o quase esgotamento das florestas do Sudeste Asiático e do Sul do Brasil. Contudo, tal exploração geralmente é realizada com uso de técnicas inadequadas, auxiliadas pela utilização de maquinários obsoletos. Por isso, no processo industrial da madeira, percebe-se, a cada dia, um grande número de resíduos gerados pelas madeireiras e o não aproveitamento desse material. Em vista desse problema, há a necessidade de se verificar a viabilidade de redução do desperdício e a maximização do uso dessa matéria-prima de grande valor econômico (ROCHA, 2001).

Por outro lado, é importante lembrar que a exploração de madeiras comerciais também deixam um considerável volume de resíduos na floresta em forma de galhos, árvores não aproveitáveis, toras com defeito etc., que, embora devam ser considerados como estoque de nutrientes para reciclagem através de sua decomposição, poderia ser aproveitado para a geração de energia. Isso se deve ao grande potencial econômico que a floresta apresenta, sendo considerada como fonte de matéria-prima de produtos diversos, além de constituir-se numa reserva energética de primordial importância (LOPES et al., 2002).

3.2 A INFLUÊNCIA DA ATIVIDADE MADEIREIRA NO ECOSSISTEMA FLORESTAL

A floresta tropical úmida é um dos ecossistemas mais complexos da terra, por essa razão a exploração madeireira sempre produzirá algum dano ao ecossistema florestal, e sua intensidade varia de acordo com o sistema utilizado. Portanto, é importante tomar medidas necessárias que minimizem os efeitos negativos, assegurando a colheita futura (MIRANDA et al., 1994).

No momento, a exploração na Amazônia Oriental é usualmente feita de forma descuidada e, embora a extração seja seletiva, com poucas árvores removidas por hectare, as florestas exploradas são geralmente deixadas em um estado altamente degradado (UHL; VIEIRA, 1989; UHL et al., 1991; VERÍSSIMO et al., 1992).

No nordeste paraense, nota-se uma substituição do ecossistema florestal pelos sistemas de produção agrícola, e o intenso desmatamento provocou o desaparecimento da floresta primária, dando lugar à floresta secundária emergente (DENICH, 1998).

Segundo Barreto et al (1998), os desperdícios de madeira, observados na exploração não planejada, foram de 2,18 m³/ha (6,8% do volume derrubado), perdidos durante a derrubada, enquanto que, na exploração planejada, a perda de madeira foi de apenas 0,4m³/ha (cerca de 1% do volume derrubado).

Leão (2000) observa que o crescente aumento da população brasileira e mundial e o desenvolvimento econômico exigem grandes volumes de madeira que somente podem ser atendidos por plantações. O suprimento de madeira e outros produtos da floresta devem ser estruturados em base produtiva racional, que permita atender às demandas sem dilapidação do patrimônio biológico.

Portanto, o impacto da exploração desordenada, típica da região, é significativo mesmo explorando apenas três a oito árvores por hectare. A exploração reduz a cobertura

vegetal em cerca de 50%, e resulta na morte desnecessária de centenas de árvores de tamanho intermediário. Desta forma, esta atividade intensiva vem trazendo uma série de problemas ambientais para a região, causando muita polêmica e gerando a necessidade de pesquisas para o aprimoramento de técnicas para a extração de espécies madeireiras (UHL; VIEIRA, 1989; VERÍSSIMO et al., 1996; JOHNS et al., 1996).

Jankauskis (1990) ressalta que o efeito da exploração mecanizada sobre a estrutura física da floresta é depredatório, uma vez que apenas 10% do potencial de biomassa retirado são aproveitados, revelando a necessidade do aprimoramento tecnológico das atividades madeireiras. De modo análogo, em pesquisas, Souza (1981) observou um elevado percentual de resíduos verificados após a exploração florestal, chegando a atingir cerca de 80% do volume total explorado. Apenas 50% da madeira são aproveitados, tendo-se então uma porcentagem de 50% de resíduos nas indústrias de transformação.

Na atividade madeireira, a exploração de impacto reduzido difere da exploração convencional, por incluir, nas etapas do processo, um inventário prévio das árvores, planejamento das estradas, trilhas de arraste, pátios de estocagem e controle de cipós, atividades essas que atuam como medidas mitigadoras dos impactos sobre o ambiente. É comprovado que a exploração de impacto reduzido diminui os danos físicos à floresta, ao ciclo hidrológico e ao solo, tendo maior potencial para manter a cobertura florestal, além de possibilitar o desenvolvimento e a conservação da região Amazônica (D'OLIVEIRA, 1994).

De acordo com Barreto, UHL e Yared (1993), se as áreas de floresta forem abandonadas após a exploração descontrolada, serão necessários aproximadamente 75 a 100 anos para uma segunda extração com volume similar ao da extração atual. Mas, se as florestas forem manejadas cuidadosamente, o ciclo de extração pode ser reduzido para 30 a 40 anos.

Segundo Rankin (1985), a exploração florestal na Amazônia começou há três séculos, agravando-se acentuadamente a partir da década de 50. Quando as operações de exploração madeireira se efetuaram na Amazônia Oriental na década de 70, a madeira, em geral, localizava-se a poucos quilômetros das serrarias. Entretanto, na metade dos anos 90, os madeireiros estavam frequentemente viajando mais de 100 km para alcançar áreas de floresta com madeira. Em muitas regiões da Amazônia Oriental, parece inevitável que a indústria madeireira em breve esgote o estoque de madeira disponível se as práticas atuais de extração continuarem (JOHNS et al., 1996).

É importante lembrar que a Amazônia tem recursos florestais imensos, abrigando um terço das florestas tropicais do mundo. A região produz 75% da madeira em tora do Brasil,

levando-se a prever que, antes de 2010, a Amazônia será o principal centro mundial de produção de madeiras tropicais (AMARAL et al., 1998).

No entanto, a região enfrenta um triplo desafio: o primeiro é impedir que mais de 90% da floresta sofra com o processo de desmatamento, como maneira de ganhar tempo contra a inexistência de alternativas concretas de desenvolvimento sustentável; em segundo lugar, é importante administrar a extensa área de fronteira agrícola, basicamente de agropecuária e de garimpagem, sob pressão de contingentes humanos que chegam continuamente, conciliando o desenvolvimento econômico com a pressão ambiental; e, em terceiro lugar, é extremamente importante restaurar o potencial biológico e produtivo das imensas áreas alteradas, passíveis de ser objeto de assentamento em projetos de colonização, que reduziram as taxas de desmatamentos e migração dos sem terras para a Amazônia (GRAZIANO, 1995).

Atualmente, as florestas não são vistas somente como fontes de fornecimento de matéria-prima, sendo também valorizados os serviços ambientais, como a manutenção da biodiversidade, a proteção dos solos e mananciais, a estabilidade climática, a redução da poluição atmosférica e o valor paisagístico (ANGELO; GUIMARÃES, 2001).

Segundo Serrão (1995), a exploração madeireira, na Amazônia, é uma atividade economicamente relevante, uma vez que envolve toda a região e também todo o país. Essa prática é caracterizada, ainda, por apresentar elevados índices de desperdícios em todos os segmentos, desde a derrubada até o processamento dentro da indústria. O aproveitamento no processo tradicional atinge no máximo 40%; por outro lado, através do processo de silvicultura, pode chegar a 80% do material (MATTAR et al., 1996).

A cada ano, aproximadamente 17.000 km² da cobertura florestal da Amazônia brasileira são convertidos para a implantação de atividades agropecuárias. Além disso, uma expressiva área de aproximadamente 10.000 km² é severamente afetada pela exploração madeireira e siderúrgica predatória. As práticas inadequadas utilizadas pelas siderúrgicas reduzem drasticamente o potencial produtivo das florestas e causam grandes impactos negativos: sociais, econômicos e ambientais.

Devido à crescente demanda de madeira pelos mercados externos e internos, a exploração madeireira na Amazônia transformou-se em uma atividade relevante no desenvolvimento socioeconômico da região (FERREIRA, C. FILHO, 1991).

Nos últimos 20 anos, a Amazônia Oriental tornou-se a principal região produtora de madeira do Brasil, e parte desse crescimento ocorreu no estado do Pará. Nesse processo de crescimento, cerca de 26% de todas as árvores que existiam antes da extração são mortas ou danificadas, e a cobertura florestal é reduzida em 50%. Em consequência, havia uma abertura

excessiva do dossel combinada com o acúmulo de resíduos florestais depositados na floresta, deixando-a vulnerável a incêndios (VIDAL et al., 1997). A rapidez do crescimento da indústria madeireira e a liderança do Pará nesse processo são dignas de nota (ALMEIDA; UHL, 1996). A expansão da indústria madeireira na Amazônia Oriental alterou significativamente a maneira de se avaliar economicamente a floresta.

Segundo Souza (2002), o setor madeireiro chama a atenção para o esgotamento das fontes tradicionais de suprimento de madeiras tropicais. Isso se deve ao fato do consequente aumento da pressão sobre os recursos florestais madeireiros da região. Diante desse contexto, surge a necessidade de reestruturação das atividades, visando à total correção e ao aprimoramento do atual modelo de utilização dos recursos florestais, o que contribuiria satisfatoriamente para o desenvolvimento do setor florestal.

3.3 EXPLORAÇÃO FLORESTAL DE IMPACTO REDUZIDO: INSTRUMENTO POSITIVO

O manejo florestal é considerado um instrumento minimizador dos danos que a exploração florestal provoca, sendo a mais eficiente técnica de escoamento de madeira da floresta (D'OLIVEIRA, 1994). Ao passar dos anos, a Amazônia começou a ser seriamente considerada como futura fonte de abastecimento de madeira, criando-se uma consciência da fragilidade de seus ecossistemas, onde qualquer ação dentro da mesma passou a ser vista com mais cuidado, principalmente quando se refere à exploração de forma desordenada, uma vez que esta tem sérias implicações na sustentabilidade da produção, além de não garantir a manutenção da estrutura da floresta (D'OLIVEIRA, 1994).

Na prática da atividade extrativa de madeira em florestas nativas, tornou-se necessária a aplicação do conceito de manejo sustentável, mantendo com isto o equilíbrio ecológico, no qual a utilização racional e eficiente da biomassa, mediante o emprego de tecnologias modernas e a utilização dos resíduos pós-exploratórios, é uma alternativa viável (BENZO; LUENGO, 1998).

Diante disso, as florestas tropicais são caracterizadas por sua imensa diversidade florística e faunística. No passado, grande parte desse potencial foi explorada de maneira desordenada, provocando graves impactos ambientais e danos irreversíveis nestas áreas. Atualmente, o desafio do homem é atender suas necessidades, conservando os recursos que a floresta oferece (PEREIRA JUNIOR et al., 1998).

O manejo sustentável é a melhor solução para a exploração racional de madeira e outras riquezas não-madeireiras da floresta. Logo, uma floresta manejada continuará oferecendo essas riquezas para as gerações futuras. Por se tratar de áreas de florestas naturais, a atenção deve ser redobrada, por estas serem as produtoras de grande parte do volume de madeiras tropicais e por proporcionarem outros benefícios socioeconômicos, culturais e ambientais (INTERNATIONAL..., 1999).

A utilização das florestas tropicais, por apresentarem espécies madeireiras com propriedades diferentes, torna-se complexa. Essa heterogeneidade dificulta a elaboração de um sistema de manejo capaz de reduzir ou eliminar os problemas referentes à utilização inadequada dos maciços florestais em todas as regiões tropicais do mundo (CARVALHO, 1982). Para que haja uma produção contínua dos produtos florestais, torna-se necessária a aplicação de um manejo adequado para cada tipo de floresta. Cada atividade deve ser executada de tal forma que os benefícios econômicos, ecológicos e sociais, proporcionados pelo manejo, sejam alcançados. A sustentabilidade da produção é conseguida quando apenas o incremento anual é retirado (CARVALHO, 1987).

O decreto de Nº 1.282, de 19 de outubro de 1994, que regulamentou a exploração das florestas na Amazônia, define o manejo sustentável como a administração da floresta para a obtenção de benefícios econômicos e sociais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema (IBAMA, 1997).

A permanente capacidade da floresta de oferecer produtos e serviços diretos e indiretos, a capacidade de regeneração natural e a capacidade de manutenção da biodiversidade são características do bom manejo. Por isso, não degrada a floresta se corretamente conduzido; porém, pode alterar a qualidade dos ecossistemas, por influir na distribuição e composição das espécies e nos processos ambientais (FERREIRA et al., 1999).

Considerando que grande parte da exploração madeireira na Amazônia é predatória, o manejo florestal surge como uma alternativa para contribuir com benefícios econômicos e sociais, sem romper a sustentabilidade ecológica da floresta (LOPES et al., 2002). Yared (1996) afirma, que o manejo florestal de base sustentável, para obtenção de qualquer produto, necessita de uma exploração de impacto reduzido e de aplicação de tratamentos silviculturais que contribuam com um efeito moderador sobre o clima, além de ajudar a manter a qualidade das águas e a estabilidade do solo. Dessa forma, explorar as riquezas da floresta, causando o menor dano possível a todo seu rico ecossistema, é o desafio que se impõe.

Porém, a atividade madeireira, por sua natureza, causa danos à floresta. Pesquisas demonstram que, do modo como tal atividade vem sendo conduzida na Amazônia, cerca de

60% da floresta é danificada pela extração, destruindo até 2m³ de madeira para cada 1m³ aproveitado. Ao contrário, uma extração cuidadosamente planejada pode reduzir à metade os danos (SILVA, 1996).

Barreto et al. (1998) analisaram os benefícios que uma exploração manejada proporciona tanto a nível ambiental quanto a nível econômico, principalmente no que se refere à redução do desperdício de madeira e à redução de danos à floresta, podendo-se estimar que a rentabilidade da exploração planejada seria 35% maior comparada com uma exploração não-manejada. Entre os fatores, isso se dá em virtude da redução do desperdício de madeira.

A exploração madeireira predatória na Amazônia afeta de forma significativa os ecossistemas florestais, tendo início com a destruição ou danos às árvores na preparação da infraestrutura para exploração até a derrubada. Todavia, no uso de técnicas de manejo florestal, os danos ecológicos e os desperdícios de madeira reduzem em 30%, e nota-se também diminuição nos riscos de acidentes e incêndios, pois as técnicas de manejo permitem atender a demanda de madeira de forma eficiente (UHL et al., 1991; VERÍSSIMO et al., 1992; VERÍSSIMO et al., 1995; BARROS; UHL, 1995; JOHNS et al., 1996; GERWING, VIDAL E VERÍSSIMO, 2000; VIDAL et al., 1997; BARRETO, UHL e Yured 1993; UHL et al., 1996).

D'Oliveira (1994) concluíram, a partir de estudos, que o planejamento das atividades de exploração, principalmente derruba, arraste, abertura de trilhas de arraste e estradas, provoca menor abertura no dossel da floresta quando comparada à exploração tradicional. E comentam ainda, que esta prática deve ser estimulada e exigida em todos os planos de manejo florestal; caso contrário, a sustentabilidade da área de produção madeireira ficará comprometida.

O manejo dos recursos florestais não está restrito às atividades realizadas dentro da floresta. A eficiência no desdobro das toras em produtos finais (madeira serrada, lâminas, compensados, entre outros) pode influenciar no tamanho da área de floresta necessária para satisfazer a demanda por madeira processada (GERWING, VIDAL E VERÍSSIMO, 2000).

Acrescente-se ainda que os países importadores de madeira tropical estão exigindo, cada vez mais, que a matéria-prima ou produto acabado tenha origem de florestas manejadas de forma sustentável (SILVA, 1996).

3.4 A PRODUÇÃO DE RESÍDUOS FLORESTAIS

Regiões tradicionalmente produtivas de madeira, como é o caso da Amazônia, enfrentam sérios problemas com relação ao aproveitamento de resíduos madeireiros, gerados de processamento inadequado na indústria. O potencial de uso dessa enorme quantidade de resíduos ainda não está recebendo a atenção necessária, ou seja, não está sendo vista como fonte de matéria-prima básica para inúmeras aplicações (BARBOSA et al., 2001).

A conversão integral de uma floresta tropical densa exclusivamente para fins energéticos não seria admissível, tendo em vista a ocorrência de madeiras de uso mais nobre. Seria justificado, sim, o aproveitamento de fontes disponíveis, como madeiras remanescentes de exploração florestal, de resíduos industriais, de capoeiras etc. (NUMAZAWA, 1986).

O grande volume de madeiras, como resíduos florestais que permanecem na mata sem aproveitamento racional, é um problema que vem preocupando, nos últimos anos, os estudiosos de tecnologia florestal, dada a pressão sobre as florestas primárias para a produção de carvão vegetal para fins, principalmente, siderúrgico (FRUWALD, 1981).

Atualmente, a indústria madeireira na Amazônia tem nas florestas naturais praticamente a única fonte de madeira, seja pela extração seletiva, seja pelo desmatamento para outras finalidades, como pecuária extensiva e agricultura migratória. O potencial produtivo das florestas da Amazônia é traduzido pelo volume ou estoque comercialmente acessível existente nessas matas. Se comparado ao volume de madeira hoje efetivamente produzido, sem dúvida revela uma quantidade enorme de matéria-prima disponível, que oferece amplo espaço para a expansão da indústria madeireira na região. O potencial de expansão depende, praticamente, apenas do esgotamento de recursos africanos e asiáticos (FERREIRA et al., 1999).

O setor madeireiro classifica-se como uma das melhores possibilidades para dinamizar economicamente a Amazônia, desde que seja implantado um sistema racional de aproveitamento dos recursos. Vale ressaltar, que a expansão da indústria madeireira na Amazônia Oriental alterou significativamente a maneira de se avaliar economicamente a floresta. Durante os anos 60 e 70, as áreas de floresta nessa região eram consideradas de baixo valor (ALMEIDA et al, 1996).

Embora a madeira ainda seja considerada como o mais importante produto ou matéria-prima obtida de uma floresta, reconhece-se cada vez mais que existem outros produtos e benefícios. As florestas tropicais apresentam variados produtos não-madeireiro, bem como

resíduos de exploração florestal, que causam efeitos expressivos no mercado (TOMASELLI, 1994).

Balloni, Migliorini e Brito (1998) definem resíduos florestais como sendo todo material originado das árvores e que tradicionalmente, permanece no campo após a exploração das mesmas. São folhas, galhos, casca e árvore com diâmetro inferior ao limite exigido pela indústria. São os materiais que atualmente se encontram disponíveis para uso energético.

O rendimento da produção de madeira serrada varia de 40% a 65%, ou seja, cerca da metade da tora transforma-se em resíduos, dependendo do tipo de madeira e tecnologias empregadas (VERÍSSIMO, 2002).

Como resultado das atividades de extração madeireira, infere-se que cerca de 20% da massa de uma árvore é deixado na floresta, permitindo-se estimar que exista um potencial muito grande de aproveitamento energético de resíduos florestais no Brasil, uma vez que as atividades extrativas de madeira tanto para o carvoejamento quanto para uso não-energético desenvolvem-se de forma intensiva de Norte a Sul do País (VIANEZ, 2001).

Nota-se que a geração de resíduos é inevitável, visto que se inicia desde a extração na floresta até a retirada das costaneiras, gerando, neste caso, 36,34% de matéria-prima que pode ser absorvida na produção de compensados sarrafeados (BAGGIO; CARPANEZZI, 1995).

Baggio; Carpanezi (1995), comparando o volume derrubado com o arrastado até os pátios de estocagem na mata, verificaram que há uma diferença de volume de 10%. A causa maior reside no fato de algumas espécies, quando derrubadas, racharem totalmente, sem aproveitamento nenhum para as serrarias. Outro aspecto significativo é quanto às espécies que, frequentemente, apresentam-se ocas, tortuosas e com outros defeitos. Há, no entanto, a necessidade de se observar que o tempo de estocagem na mata poderá também contribuir com uma percentagem de perda, em virtude de algumas espécies apresentarem susceptibilidade a apodrecimentos e rachaduras, devido a ataques de insetos e insolação por tempo prolongado.

O conhecimento da quantidade e qualidade dos resíduos florestais permite avaliar o potencial de aproveitamento, visando ao aumento da rentabilidade (BAGGIO; CARPANEZZI, 1995). A partir de um estudo realizado no município de Paragominas, Numazawa et al. (1994), observaram que o volume mensal das indústrias do local atingiu 57.954m³ de madeira equivalente a 31.411m³ de resíduos, podendo estes serem utilizados para diversos fins nas próprias indústrias. Se esse material fosse transformado em energia térmica pelo processo de combustão direta, obter-se-iam 10.993.850 Kcal de energia. Esta, possivelmente, seria consumida mensalmente, principalmente na secagem de madeira e para

outros fins, uma vez que o carvão vegetal é um produto com alto consumo no mercado, por ser de boa qualidade e de densidade relativamente elevada, possibilitando menor tempo de carbonização e melhor rendimento.

A quantificação e qualificação dos resíduos permitem definir as suas diversas aplicações, as quais são desenvolvidas de forma específica, viabilizando o seu aproveitamento econômico. As alternativas vão desde o uso tradicional em chapas de aglomerado ou manufatura de pequenos objetos, até soluções criativas, como na defumação de peixes, no preparo de terra vegetal e até como base de alimentação para cogumelos comestíveis (SOUZA, 1997).

Os resíduos nas indústrias são gerados pelo desdobro (costaneiras, aparas, destopamento e restos das toras), em geral, permitindo o rendimento de aproximadamente 50% para serrarias e 60% para indústrias de compensado. Dessa forma, essas indústrias tornam-se as principais fontes de matéria-prima das fábricas de madeira aglomerada, as quais utilizam resíduos industriais, resíduos da exploração florestal, madeira de qualidade inferior e madeira proveniente de tratos culturais de florestas plantadas (GERWING, VIDAL E VERÍSSIMO, 2000).

Segundo Thibau (2000), os combustíveis sólidos são produtos tradicionais da floresta, representados pela lenha e carvão. Esses produtos representam 30% do consumo energético brasileiro. Estima-se que, de 105 milhões de m³/st da produção atual, 45% são transformados em carvão vegetal voltados para o abastecimento das siderurgias brasileiras.

Todos esses aspectos de exploração florestal, resíduos e impactos ambientais levam ao questionamento sobre essa fonte de matéria prima. O que fazer e como utilizá-los?

3.5 USO DOS RESÍDUOS FLORESTAIS COMO FONTE ENERGÉTICA

Em todo o mundo, o assunto sobre o destino dos resíduos de madeira gera polêmica e contradições. Entretanto, torna-se cada vez mais unânime a ideia de que esses resíduos apresentam um enorme potencial de utilização e podem ser uma fonte valiosa de geração de receita. O aproveitamento mais comum da biomassa florestal está voltado à geração de energia, o que representa um dos segmentos mais importantes do modelo de desenvolvimento econômico e social baseado na valorização da floresta. A utilização dessa matéria-prima para geração de energia é um tema constante em todas as discussões sobre o aproveitamento dos subprodutos do desdobro, cuja estimativa chega a 50% do volume beneficiado (BARBOSA et al., 2001).

Na década de 50, cerca de 50% da energia consumida no Brasil era originária da lenha. Com o passar do tempo, esse consumo aumentou, e a contribuição da madeira reduziu, chegando a 27%, e o consumo de petróleo aumentou para 45%. Porém, a partir de 74, surge a necessidade de se adotar outras fontes de energia com base em recursos naturais renováveis (REZENDE, 1981).

Atualmente, a produção de energia é uma necessidade incontestável, pois a busca por combustível, tanto no meio rural como no urbano, é crescente, e isso tem levado a uma procura por energias alternativas, como o carvão vegetal, que, além de ser um produto derivado de matéria-prima renovável, também pode ser utilizado como redutor de minérios em indústrias siderúrgicas, usinas termoelétricas e indústrias químicas (SILVA, 2004).

O aumento do uso de combustíveis derivados de biomassa vem contribuindo diretamente para uma maior diversificação da matriz energética e para a redução dos poluentes, como CO₂. Mas é necessário consolidar uma óptica de sustentabilidade da exploração, ou seja, não retirar do local de produção da biomassa o excesso de matéria orgânica, pois evitará que o solo venha a se depauperar, prejudicando as futuras explorações.

O modelo de exploração econômica do parque sidero-metalúrgico implantado na Amazônia comporta-se como efeito perverso, o qual é provocado pelo uso de máquinas obsoletas, apoiando-se em elevada absorção de energia hidrelétrica e carvão vegetal. A demanda pelo carvão vegetal proporciona uma elevada desorganização nas atividades do extrativismo vegetal da região, além de provocar danos ecológicos consideráveis, através da absorção de madeiras florestais nativas para queima e uma intensificação dos conflitos da terra (LOUREIRO, 1990).

O aproveitamento dos resíduos para a geração de energia representa um dos segmentos mais importantes do modelo de desenvolvimento econômico e social, baseado no uso e na valorização da floresta, uma vez que se utiliza matéria-prima que já se encontra disponível em abundância, reduzindo a pressão sobre as florestas e otimizando os seus recursos (BARBOSA et al., 2001). A exploração florestal tradicional retira da área apenas o fuste da árvore, deixando os restantes como resíduos que normalmente não são aproveitados. Numazawa (1990), em estudo sobre carvão vegetal, considerou a espécie cupiúba (*Goupia glabra*, AUBL) como importante fonte de resíduos de madeira, os quais poderiam ser aproveitados para a produção de carvão para atender, em parte, às necessidades das indústrias siderúrgicas.

Conforme Couto, Brito e Tomazelli (1984), grande parte da energia necessária para as indústrias de celulose e papel é suprida pelos resíduos florestais, provindos da exploração de

madeira, os quais surgiram para substituir o combustível importado e garantir a continuidade de abastecimento a baixo custo.

A alternativa para evitar o destino dos resíduos de madeira no meio ambiente é utilizá-lo como fonte de energia, o que aumentará a qualidade no suprimento de energia, reduzindo custos, além de atuar como contribuinte redutor da poluição. Esse aproveitamento é vantajoso, pois utiliza material da própria indústria e, quando não for suficiente, este tem baixo custo de aquisição, menor risco ambiental e suas emissões não contribuem para o efeito estufa, por suas cinzas serem menos agressivas ao meio ambiente (VIANEZ, 2001).

Nos últimos anos da década de 1980, discutia-se a capacidade da região em se instalarem empresas siderúrgicas na Amazônia Oriental brasileira, uma vez que esta utilizaria como matéria-prima para produção do carvão apenas a lenha originária de desmatamento, os quais deveriam ser reflorestados paralelamente (MONTEIRO, 1995).

Segundo Fontes, Quirino e Pastore (2003), é considerável o crescimento da demanda mundial por energia e, conseqüentemente, há necessidade de substituir os combustíveis fósseis por alternativas viáveis. A utilização do resíduo de biomassa florestal como fonte de energia contempla a vocação natural do Brasil por suas características, como clima tropical úmido, terras disponíveis, entre outras. Segundo o Ministério da Agricultura (1984), os setores de siderurgias e de papel e celulose foram responsáveis pelo consumo aproximado de 30 milhões de m³ de madeira na década de 80, detendo os melhores índices de produtividade florestal.

Mesmo diante desse quadro, o setor de carvão vegetal enfrenta algumas dificuldades que vêm se acumulando com o passar dos anos, dentre as quais se destaca o elevado desmatamento das áreas com vegetação nativa para a produção de carvão, a insuficiência de áreas reflorestadas para fins energéticos, a falta de uma normatização para controlar a produção real do carvão e a falta de condições dignas para os trabalhadores desse setor (VANOLLI, 1995).

A produção de carvão vegetal, a partir de madeira destinada às siderurgias, representa hoje uma das mais importantes atividades, sobre a qual se apoia nosso desenvolvimento industrial. Vale ressaltar que, no início, as siderurgias aproveitavam os excedentes do material lenhoso da floresta tropical, que pela sua heterogeneidade tinha utilização de apenas 10% para outros usos (FONSECA, 1990). Com a crescente substituição das florestas primárias pelas secundárias, o maciço florestal proveniente dessas áreas está servindo como fonte de alimentação para as empresas siderúrgicas (BRITO; BARRICELO, 1982). A grande

preocupação dos Engenheiros Florestais do mundo inteiro é ampliar a faixa de utilização dos bosques tropicais e incrementar seu uso múltiplo, a fim de valorizar a sua produção.

Martins (1980) afirma que as exigências atuais são de aperfeiçoar o uso das fontes energéticas disponíveis, promovendo, ao mesmo tempo, o desenvolvimento de formas não-convencionais de energia. Desse modo, novos recursos deverão ser utilizados, de preferência os renováveis, para obtenção de toda a energia consumida pelo homem. No Brasil, já é possível notar algumas alterações no modelo energético global, principalmente na utilização das florestas brasileiras nativas ou cultivadas, as quais têm um componente não-industrial representado pelo uso da madeira como combustível doméstico. De modo geral, as florestas cultivadas no Brasil têm sido exploradas para a produção de celulose e carvão.

As propriedades do carvão vegetal estão intimamente ligadas aos parâmetros do processo de produção e da matéria-prima que lhe deram origem. Existem várias pesquisas realizadas sobre o processo de produção de carvão vegetal, porém apenas em níveis laboratoriais e com espécies exóticas, principalmente eucalipto e pinus. Há, portanto, a necessidade de se buscar conhecimentos sobre o comportamento na carbonização de resíduos de espécies nativas da região amazônica, assim como sobre os métodos de controle de qualidade, em campo, permitindo, dessa forma, caracterizar as propriedades do carvão vegetal, oriundo de resíduos de exploração florestal, e resíduos de indústrias madeireiras, considerando o grande desperdício dos mesmos.

3.6 APROVEITAMENTO DA BIOMASSA FLORESTAL

A indústria florestal brasileira tem se mostrado eficiente no aproveitamento de matéria-prima, em que a maioria dos subprodutos são aproveitados em algum tipo de processamento secundário, seja nas indústrias de celulose e papel, seja nas indústrias de madeira de painéis.

A madeira oriunda de florestas plantadas é utilizada principalmente para a produção de celulose, aglomerado, chapa de fibra, carvão vegetal, compensado, madeiras serradas e móveis. E as madeiras das florestas nativas são mais utilizadas pelas indústrias de processamento mecânico, tais como: serrarias, laminadoras e fábricas de compensados. O consumo de toras das florestas nativas é da ordem de 35 milhões de metros cúbicos, 85% dos quais provenientes da região Amazônica (SBS, 2003).

Sob outro aspecto, analisando a tendência mundial do comércio de madeira, observa-se que aquelas provenientes de floresta nativa estão sendo gradativamente substituídas pela de

reflorestamento com maior eficiência. Os reflorestamentos brasileiros, apesar de ocuparem somente 1,2% do território nacional, correspondem por 60,0% do total de madeira industrial consumida no Brasil (SBS, 2003).

Atualmente, o resíduo produzido pela indústria madeireira não é mais considerado como um problema de dimensões econômicas, ecológicas e sociais. Há, hoje, no Brasil, várias possibilidades de aproveitamento da biomassa florestal, devido às suas características permitirem a sua utilização como fonte de energia, pela queima da madeira, como carvão, aproveitamento de resíduos da exploração e aproveitamento de óleos essenciais, alcatrão e ácidos pirolenhosos, além de serem utilizados na fabricação de peças (COUTO, FONSECA e MULLER, 2000).

Segundo Fontes, Quirino e Pastore (2003), é considerável o crescimento da demanda mundial por energia e, conseqüentemente, há necessidade de substituir os combustíveis fósseis por alternativas viáveis. A utilização do resíduo de biomassa florestal como fonte de energia contempla a vocação natural do Brasil por suas características, como clima tropical úmido, terras disponíveis, entre outras.

Dessa forma, a avaliação quantitativa da biomassa de exploração florestal resultante dos resíduos originados da atividade madeireira é um aspecto que define o estudo deste trabalho, a fim de criar alternativas energéticas que tenham por objetivo reduzir o desperdício, os impactos ambientais e aumentar o crescimento econômico.

Aproximadamente 45% dos resíduos produzidos nas indústrias madeireiras acabam sendo queimados. Além disso, cerca de 6% são abandonados. Outros 24% são utilizados para produzir carvão. O restante é utilizado em fornos de olarias, usado para gerar energia elétrica (5%), ou outros usos diversos (15%) (LENTINI, 2005).

Segundo a Associação Brasileira da Indústria e de Madeira Processada Mecanicamente – ABIMCI (2004), o aproveitamento dos resíduos por algumas indústrias mostra o nível de conscientização dos empresários e desmistifica a ideia de que o setor madeireiro não se preocupa com o meio ambiente (ABIMCI, 2004). Por exemplo, a Eucatex S. A. Indústria e Comercio utiliza seus resíduos para a alimentação das caldeiras, esses são oriundos do processamento da madeira destinada à produção de chapas de fibras, lambris e portas. Na Alemanha, dos 18 milhões de m³ de resíduos gerados na indústria, cerca 8-10 milhões de m³ são empregados em outros produtos, cobrindo a necessidade de matéria-prima na produção de aglomerado – 30%, na indústria de celulose e papel – 35%, e na produção de chapas de fibras 56% (FRUWALD, 1981).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA REGIÃO DE PARAGOMINAS

O município de Paragominas foi fundado em 4 de janeiro de 1965, lei nº 3235, através da junção de parte do município de São Domingos do Capim e de parte do município de Viseu (IDESP, 1977). O seu nome é uma junção de abreviatura dos três Estados: Pará, Goiás e Minas Gerais.

O município de Paragominas está localizado no nordeste do Estado do Pará, na zona fisiográfica Guajarina, entre as coordenadas de 2° 25' e 4° 09'S e 46° 25' e 48° 54'W Gr, às margens da rodovia BR 010 (BASTOS et al., 1993). Segundo IBGE (1991) e Leal (2000) o município está situado na mesorregião Sudeste Paraense e microrregião de Paragominas, com sua sede no entroncamento da rodovia PA 256 (Km 0) com a PA 125 (Km 15).

Sua área é de 19.398,60km² com uma população de 76.450 habitantes, sendo 58.240 na área urbana e 18.210 na área rural (IBGE, 2000).

A pecuária foi a responsável pela entrada e iniciação do novo modelo de sociedade na Amazônia, ocorrida nas décadas de 1960 e 1970. Contudo, a expansão econômica e consolidação social, deram-se a partir da década de 1980 com a indústria extrativa madeireira. Nesse período, Paragominas teve sua economia fortemente aquecida pela atividade florestal, chegando a concentrar centenas de empresas no ramo madeireiro, uma vez que a cidade englobava os municípios de Ulianópolis e D. Elizeu, ainda não emancipados (LEAL, 2000).

A atividade madeireira em Paragominas tem sua origem baseada na própria história de ocupação da Amazônia. A cidade nasceu firmada na construção da Belém-Brasília (LEAL, 2000). Essa rodovia é o corredor pioneiro da Amazônia, tendo influência sobre o contexto ambiental, onde se destacam as implantações de projetos agropecuários, além de culturas de subsistência e exploração de madeira, em áreas de frágil sustentabilidade do meio físico-biótico (IBGE, 1993).

Em 1970 o município contava com oito estabelecimentos comerciais sendo dois destes envolvidos com a atividade madeireira. Em dez anos este número passou para 170 estabelecimentos comerciais com 150 envolvidos com a atividade madeireira (IBGE, 1970; 1984).

Os madeireiros compravam, dos detentores de grandes áreas florestais, o direito da exploração da madeira, depois faziam uma extração seletiva com a retirada das árvores com valor comercial, posteriormente essas áreas, em sua maioria, eram derrubadas pelos

fazendeiros e transformadas em pastagens. Em 1989 a atividade madeireira atingiu seu ponto máximo, trazendo enorme prosperidade no meio rural como também o aumento da criminalidade, violência, poluição e degradação ambiental (LEAL, 2000).

A partir da década de 1990, o desmatamento em grande escala praticamente desapareceu, dando lugar aos projetos de manejo sustentável e de reflorestamento. Algumas empresas fazem a extração de forma planejada, utilizando a metodologia da exploração de impacto reduzido, como é o caso da empresa CIKEL Brasil Verde Madeiras Ltda., cuja área de manejo florestal está certificada pelo FSC – Conselho de Manejo Florestal. Esta medida é de grande importância, pois no futuro, a empresa que não for certificada poderá ser excluída do mercado internacional (LEAL, 2000).

4.2 TIPO DE VEGETAÇÃO

4.2.1. Vegetação

As florestas da região de Paragominas são perenifólias, com a altura do dossel variando entre 25m e 40m e uma biomassa acima do solo de aproximadamente 300t/ha (UHL et al.,1988).

A classificação e a caracterização da vegetação do município de Paragominas, feitas a seguir, foi realizada de acordo com VELOSO et al. (1991), encontrando-se dividida nos seguintes ambientes fitoecológicos: floresta ombrófila densa, também conhecida como floresta equatorial úmida de terra firme; floresta ombrófila aberta mista de cipó e palmeira; e floresta ombrófila densa aluvial, conhecida, também, como floresta equatorial úmida de várzea.

4.2.1.1 Floresta ombrófila densa

Esse tipo de vegetação reside em ambientes ombrófilos. Sendo assim, a característica ombrotérmica da floresta ombrófila densa está presa a fatores climáticos tropicais de elevadas temperaturas (médias de 25°C), e de alta precipitação, bem distribuída durante o ano (de 0 a 60 dias secos), o que determina uma situação biológica praticamente sem período biologicamente seco. Esta formação florestal apresenta latossolos distróficos e, excepcionalmente eutróficos, originados de vários tipos de rochas, desde as cratônicas

(granitos e gnaisses) até os arenitos com derrames vulcânicos de variados períodos geológicos. É caracterizado pela presença de macro e mesofanerófitos, além de lianas lenhosas e epífitas em abundância.

4.2.1.2 Floresta ombrófila aberta mista de cipó e palmeira

Esse tipo de vegetação, considerada durante anos como um tipo de transição entre a floresta amazônica e as áreas extra-amazônicas, foi denominado pelo Projeto RADAMBRASIL de floresta ombrófila aberta, apresentando faciações florísticas que alteram a fisionomia ecológica da floresta ombrófila densa, além dos gradientes climáticos com mais de 60 dias secos por ano. As áreas revestidas por comunidades florestais com palmeiras apresentam terrenos areníticos do Cenozóico e do Terciário. As comunidades com sororoca e com cipó revestem preferencialmente as depressões do embasamento pré-cambriano e encostas do relevo dissecado dos planaltos que envolvem o grande vale amazônico. A faciação denominada floresta com cipó, nas depressões do embasamento pré-cambriano, pode ser considerada como floresta-de-cipó, tal a quantidade de plantas que envolvem os poucos indivíduos de grande porte. Nas encostas dissecadas, essa faciação, apresenta um emaranhado de lianas em todos os estratos da floresta.

4.2.1.3 Floresta ombrófila densa aluvial

Trata-se de uma formação ribeirinha ou “floresta ciliar” que ocorre ao longo dos cursos de água ocupando áreas quaternárias. Essa formação é constituída por macro, meso e microfanerófitos de rápido crescimento, em geral de casca lisa, tronco cônico, por vezes com a forma característica de botija e raízes tabulares, apresentando com frequência um dossel emergente. É uma formação com muitas palmeiras no estrato dominado e na submata. A formação apresenta muitas lianas lenhosas e herbáceas, além de grande número de epífitas e poucas parasitas. As espécies mais comuns nessa formação são: sumaúma (*Ceiba pentrandia*), açai (*Euterpe oleraceae*), buriti (*Mauritia flexuosa*), virola (*Virola surinamensis*) e tatapiririca (*Tapirira guianensis*).

4.3 CLIMA, SOLO, TOPOGRAFIA E HIDROGRAFIA

4.3.1 Clima

Segundo a classificação de Köeppen, o clima predominante na região é do tipo “Aw”, isto é, tropical chuvoso com estação seca bem definida, caracterizado por temperatura média anual de 27,2°C, com umidade relativa do ar de 81% e precipitação pluviométrica com média de 1766 mm/ano, com ocorrência de menos disponibilidade hídrica no período de julho a outubro (WATRIN & ROCHA, 1992). De acordo com estudos realizados por Bastos et al. (1993), há grande concentração de chuvas entre dezembro e maio, ocorrendo nesse período 88% do total anual pluviométrico.

4.3.2 Geomorfologia e Hidrografia

A área apresenta uma topografia que vai de plana a suavemente ondulada, sendo identificada como pertencente à Região Geomorfológica Planalto setentrional Pará-Maranhão. Essa região caracteriza-se por apresentar superfície aplainada fortemente dissecada e entalhada por rios como o Gurupi (BRASIL, 1973). Segundo Vieira & Santos (1987), a área compreende a Cobertura Meso-Cenozóica do Capim Paragominas com áreas sedimentares constituindo a porção norte-oriental da Sinéclise do Maranhão-Piauí, onde as rochas sedimentares se prolongam até o alto curso do rio Surubiju e para leste até o rio Gurupi. Essa área está coberta pelas formações Itapecuru (Cretáceo) e Barreiras (Terciário) e por planícies aluviais.

“A formação Itapecuru constitui-se quase que exclusivamente por arenitos de cores diversas, predominando o cinza, róseo e vermelho, finos, argilosos, com estratificações cruzadas e silicificações, principalmente no topo, intercalando-se leitos de siltitos e folhelhos cinza-esverdeados”. Esta formação data do Cretáceo Inferior (BRASIL, 1973).

“A Formação Barreiras é constituída por sedimentos clásticos mal selecionados variando de siltitos a conglomerados. As cores predominantes são o amarelo e o vermelho. Os arenitos em geral são caulínicos com lentes de folhelhos”. Esta formação constitui o topo dos altos platôs de Paragominas e rio Capim, os quais se aplainam em direção ao litoral, assentando-se discordantemente sobre a formação Itapecuru. Sua datação não é precisa pela ausência de fósseis, porém admite-se ser do Terciário por englobar o calcário fossilífero

Pirabas, que é do Mioceno Inferior. Os depósitos aluvionares são recentes e constituídos por cascalhos, areias e argilas inconsolidados, aparecendo ao longo do rio Capim (BRASIL, 1973).

4.3.3 Solos

As principais classes de solos, identificados por Silva (1997) na região, são: Latossolo Amarelo, Podzólico Amarelo e Glei Pouco Húmico, além dos Argissolos encontrados por Brasil (1973, 1974).

Os Latossolos Amarelos de textura média a muito argilosa são dominantes na redondeza e os Latossolos e Argissolos encontrados em áreas de relevo plano e suave ondulado, sem presença de concreções lateríticas, possuem boas propriedades físicas como profundidade, drenagem, permeabilidade e friabilidade (BRASIL 1973, 1974).

De acordo com Silva (1997), os Latossolos Amarelos são solos minerais, não hidromórficos, de baixa fertilidade natural, profundos a muito profundos, geralmente bem drenados; os Podzólicos Amarelos são solos minerais não hidromórficos, imperfeitamente drenados, muito profundos com baixa fertilidade natural; e Glei Pouco Húmico são solos minerais, hidromórficos, mal drenados, pouco profundos e, como os anteriores de baixa fertilidade natural.

4.4 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Fazenda Rio Capim, Unidade de Manejo Florestal da Empresa Cikel Brasil Verde Madeira Ltda., localizada no município de Paragominas/PA, no sudeste do Pará, entre as coordenadas geográficas 48° 30' - 48° 54' oeste e 3° 18' e 3° 50' sul, que fica distante cerca de 320 km de Belém. O município de Paragominas está localizado na Mesorregião Sudeste Paraense e à Microrregião de Paragominas. As principais vias de acesso são a rodovia BR-010 (Belém – Brasília) até Paragominas, e a PA-150 até Goianésia (Figura 1).

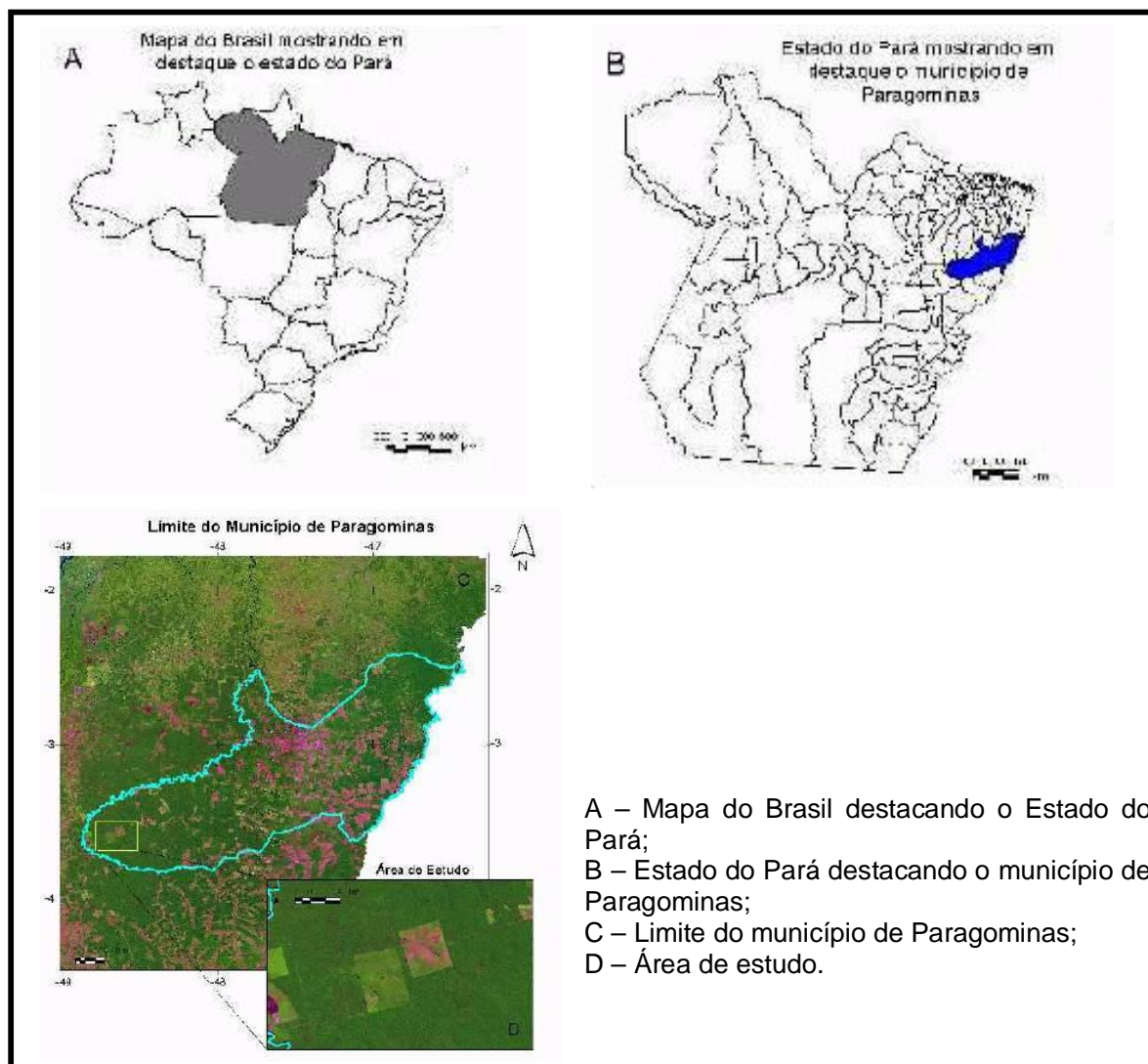


Figura 1 – Localização geográfica da Fazenda Rio Capim – Paragominas (PA)
 Fonte: Instituto Socioambiental(1999)

4.5 HIDROVIA

O município de Paragominas é drenado por duas bacias, a do Rio Capim e a do Rio Gurupi, servindo este último de divisa com o Estado do Maranhão (Watrin & Rocha, 1992). Possui vários outros cursos d'água importantes como: Uraim, Piriá, Ananavira, Paraquequara, Candiru-Açu, Potiritá, Surubiju e outros (LEAL, 2000).

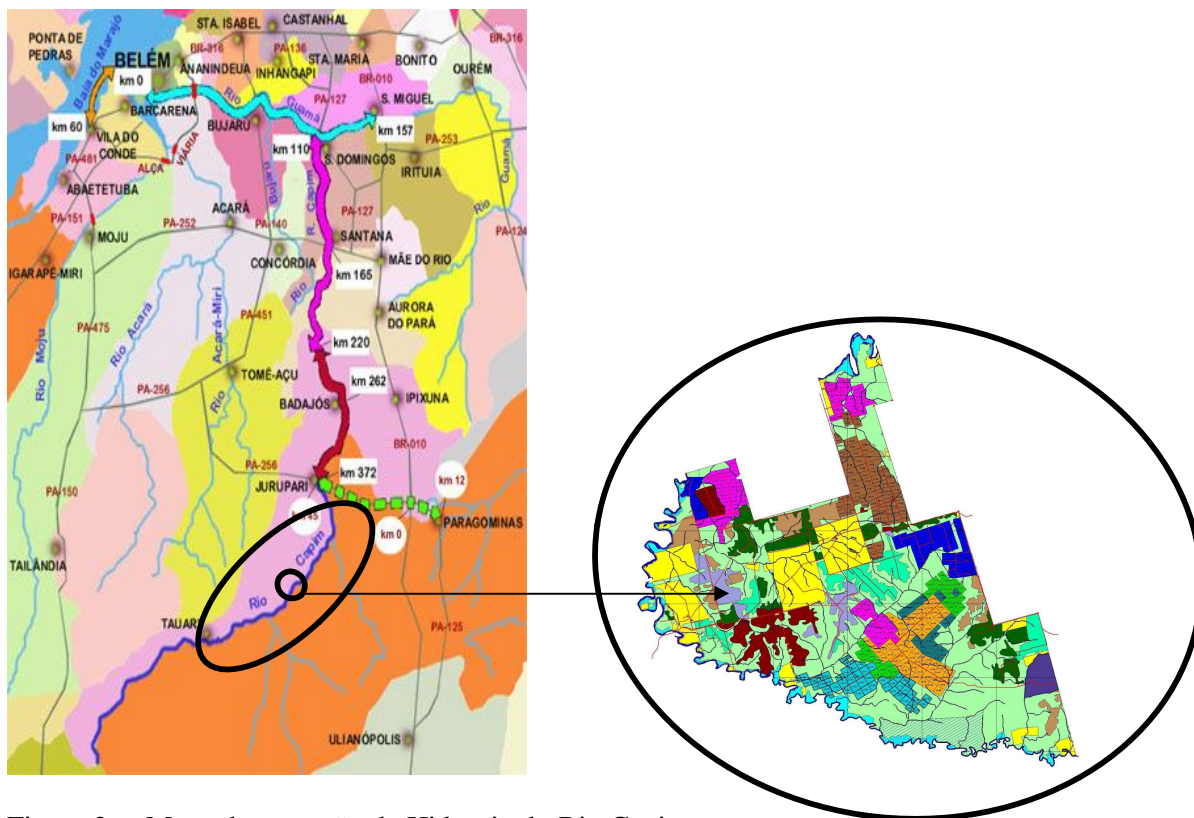


Figura 2 – Mapa da extensão da Hidrovia do Rio Capim
Fonte: Site Hidrovia Rio Capim

4.6 DEFINIÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

O local foi escolhido levando em consideração a exploração de impacto reduzido da floresta tropical da Fazenda Rio Capim, empreendida pela Empresa Cikel, que deixa um grande estoque de resíduos de madeira, sem uso definido.

A empresa Cikel Brasil Verde Ltda possui uma área de 197.811 (cento e noventa e sete mil e oitocentos e onze hectare), sendo que a Fazenda Rio Capim, abrange uma área de aproximadamente 140.658 ha (cento e quarenta mil e seiscentos e cinquenta e oito hectare). A Unidade de Produção Anual da Cikel- UPA 06 possui uma área de 5500 ha com 55 UT (unidades de trabalho). A coleta dos dados foi feita no ano de 2002 e 2003 nas Unidades de Trabalho (UT 83, UT 84, UT 85, UT 86), com área de 100 ha cada. Como pode ser observado na Figura 3 e Anexo A

A. Fazenda Rio Capim – Área 140.658,00 ha
Mapa temáticos dos ambientes fitoecológicos
e o uso do solo

B. UPA 06/2002-2003

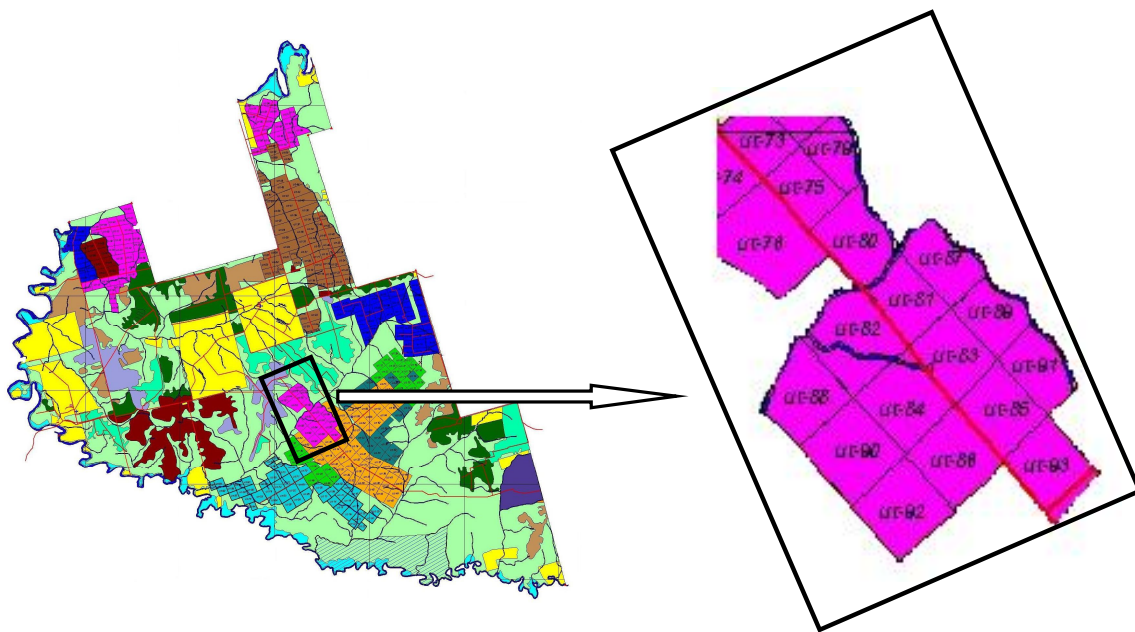


Figura 03 – Mapa da Fazenda Rio Capim destacando a UPA 06 em estudo
Fonte: Cikel Brasil Verde S/A.

4.7 ESPÉCIES SELECIONADAS

As espécies foram selecionadas com base no mapa do inventário florestal do plano de manejo da fazenda Rio Capim, cuja seleção procedeu-se diante: da ocorrência das espécies mais frequentes na UPA 06; nas características de porte dominante de cada espécie encontrada na área, refletindo em um considerável volume de madeiras de copas normalmente deixadas pela exploração florestal e na permanente procura destas madeiras no mercado madeireiro, conseqüentemente no grande volume indicado no inventário pré-exploratório, realizado pela Empresa Cikel.

Nos anos 2002 e 2003 foram exploradas 56 espécies, das quais 20 (vinte) foram selecionadas para o estudo. A seleção das espécies procedeu-se diante da ocorrência das espécies mais frequentes na UPA 06, refletindo em um considerável volume de madeiras de copas normalmente deixadas pela exploração florestal e na permanente procura destas madeiras no mercado madeireiro retiradas da área do plano de manejo da fazenda Rio Capim.

Na Tabela 1 encontra-se a lista das espécies estudadas com os nomes científicos retirados do inventário florestal apresentado pela Empresa.

Tabela 1– Espécies selecionadas para o estudo na Fazenda Rio Capim, Paragominas-PA.

Nº	Nome botânico	Nome comum
1	<i>Brosimum parinaroides</i> , Ducke	Amapá
2	<i>Trattinnickia burseraefolia</i> , Mart.	Amesclão
3	<i>Hymenolobium petraeum</i> , Ducke	Ang. Pedra
4	<i>Dinizia excelsa</i> Ducke	Ang. Vermelho
5	<i>Protium puncticulatum</i> Macbr.	Breu vermelho
6	<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Cupiúba
7	<i>Parkia multijuga</i> Bth.	Faveira
8	<i>Pouteria</i> sp.	Guajará-bolacha
9	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nichols.	Ipê
10	<i>Hymenaea courbaril</i> , L.	Jatobá
11	<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Chevalier.	Maçaranduba
12	<i>Manilkara paraensis</i> (Hub.) Stand.	Maparajuba
13	<i>Astronium lecointei</i> , Ducke	Muiracatiara
14	<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	Piquiá
15	<i>Peltogyne le-cointei</i> Ducke	Roxinho
16	<i>Lecythis usitata</i> Miers var. <i>paraensis</i> (Ducke)	Sapucaia
17	<i>Andira micrantha</i> , (Spr) Bth.	Sucupira
18	<i>Couratary guianensis</i> Ducke	Tauari
19	<i>Pseudopiptadenia psilostachya</i> Benth.	Timborana
20	<i>Virola surinamensis</i> (Rol) Warb.	Ucuúba

4.8 COLETA DE MATERIAIS

4.8.1 Distribuição das árvores estudadas por classe de diâmetro

As árvores foram distribuídas em classes diamétricas pré-determinadas e com as espécies de uso comercial comumente explorada pela Empresa Cikel, conforme descrição na Tabela 2.

Neste trabalho levantaram-se 181 árvores, correspondentes às 20 espécies selecionadas. As árvores (181 árvores) foram distribuídas em três classes de diâmetro, sendo que, na classe I, os diâmetros variam de 50 a 70 cm, totalizando 127 árvores, representando-se, assim, 78% do total das árvores selecionadas; na classe II encontraram-se 44 árvores com

diâmetros entre 71 a 90 cm, correspondendo a 27%; e na classe III selecionaram-se árvores com diâmetros superiores a 90 cm, perfazendo 6% do total (Tabela 2).

Tabela 2 – Distribuição em classes diamétricas das 181 árvores das 20 espécies selecionadas para o estudo.

ESPÉCIE	Nº de árvores	Nº de árvores/Classe diametral			Porcentagem		
		Classe I	Classe II	Classe III	Classe I	Classe II	Classe III
		I	II	III	I	II	III
Amapá	3	2	-	1	1.57	-	10.00
Amesclão	5	3	2	-	2.36	4.55	-
Ang pedra	5	1	3	1	0.79	6.82	10.00
Ang vermelho	6	2	1	3	1.57	2.27	30.00
Breu vermelho	7	7	-	-	5.51	-	-
Cupiuba	6	5	1	-	3.94	2.27	-
Faveira	10	4	5	1	3.15	11.36	10.00
Guajará	7	7	-	-	5.51	-	-
Ipê	2	1	1	-	0.79	2.27	-
Jatobá	9	4	3	2	3.15	6.82	20.00
Maçaranduba	66	53	12	1	41.73	27.27	10.00
Maparajuba	7	5	2	-	3.94	4.55	-
Muiracatiara	14	11	3	-	8.66	6.82	-
Piquiá	3	3	-	-	2.36	-	-
Roxinho	2	2	-	-	1.57	-	-
Sapucaia	4	4	-	-	3.15	-	-
Sucupira	1	1	-	-	0.79	-	-
Tauari	20	8	11	1	6.30	25.00	10.00
Timborana	3	3	-	-	2.36	-	-
Ucuúba	1	1	-	-	0.79	-	-
TOTAL	181	127	44	10	100.00	100.00	100.00
% CLASSE/TOTAL SP		78	27	6			

Classe I: Árvores com $50 \leq \text{DAP} \leq 70$ cm

Classe II: Árvores com $70 < \text{DAP} \leq 90$ cm

Classe III: Árvores com $\text{DAP} > 90$ cm

4.8.2 Resíduos lenhosos

A quantidade de resíduos lenhosos após a exploração florestal que permanece no campo sem uso definido depende de uma série de fatores associados, como: limite mínimo pré-estabelecido para o seccionamento das toras para uso industrial; equipamentos disponíveis para a colheita; cuidados e qualificação dos operadores florestais.

Estes fatores implicam para maior ou menor geração de resíduos lenhosos, que engloba todo material resultante da exploração comercial da madeira e que permanece no campo sem utilização industrial definida.

Desse modo, como demonstrado na Figura 4, os resíduos de copas foram quantificados de maneiras a fazer a gestão para o máximo aproveitamento dos resíduos florestais lenhosos.

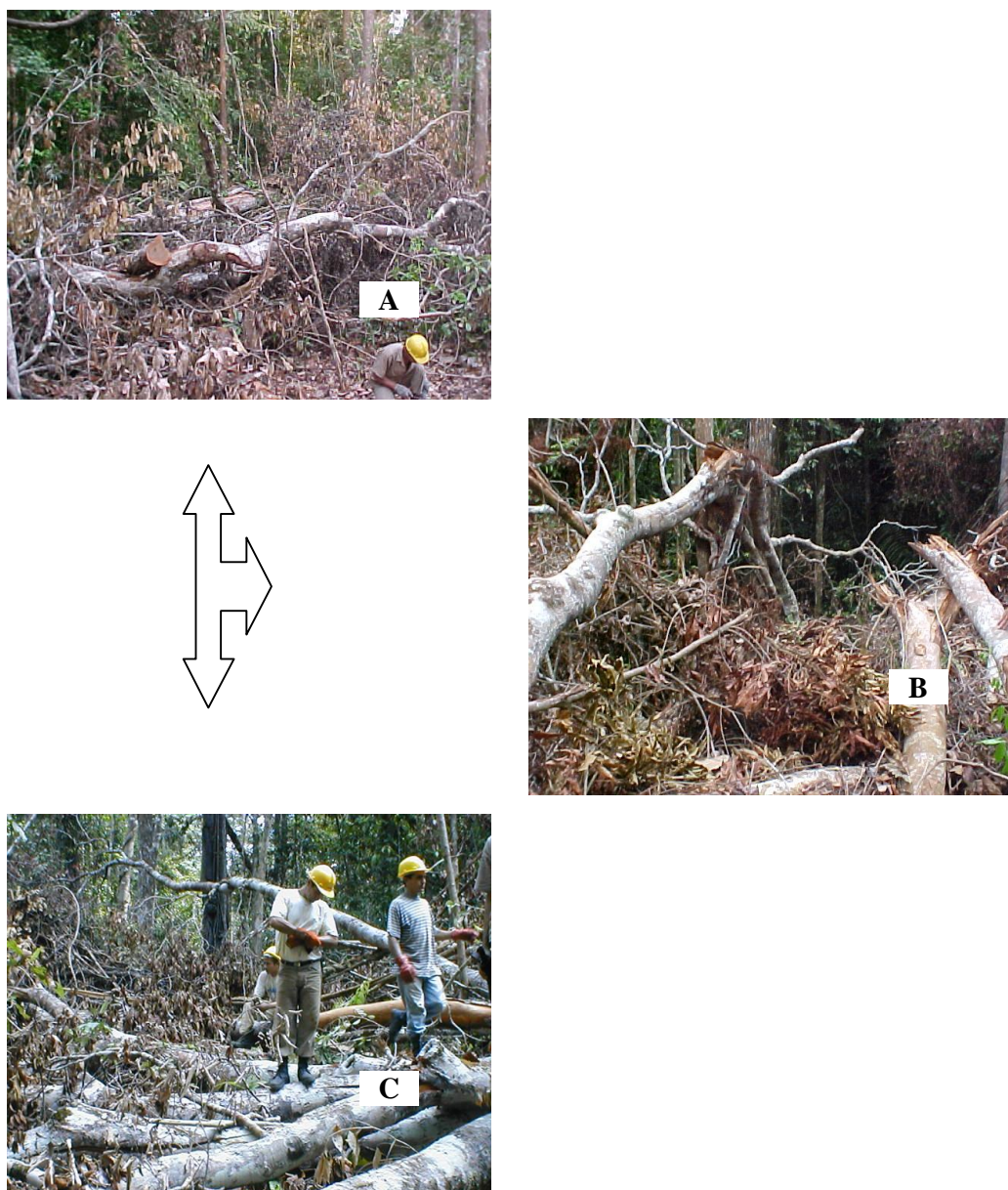


Figura 4 – Resíduo de copa gerados durante a extração (A,B e C)

4.8.3 Resíduos de Exploração Florestal

Foi considerado resíduo de exploração florestal todo material lenhoso encontrado sobre o solo, dentro da área de influência da queda da árvore, tais como, galhos de copas das árvores extraídas, árvores quebradas ou tombadas por ocasião da extração de madeira, toras ocas ou rachadas. Figura 5 (A, B), Figura 6 (C, D), Figura 7(E , F).



Figura 05 – Resíduos de copa das árvores extraídas (A) e (B).



Figura 6 – Árvores tombadas (A e B) em consequência da árvore extraída durante a exploração.



Figura 7 – Árvores quebradas.



Figura 8 – Árvore oca extraída durante a exploração.

4.9 COLETA DE RESÍDUOS GERADOS NA EXTRAÇÃO DA TORA

Para a obtenção dos dados de resíduos de exploração foi utilizada a seguinte metodologia: os resíduos encontrados no solo correspondentes a galhos das copas, árvores quebradas ou tombadas devido à queda da árvore extraída foram todos quantificados para a determinação dos fatores de cubicação (FC), empilhamento (FE) e índices (RRT).

Assim, os resíduos com diâmetros entre 10 e 35 cm foram traçados com comprimento de um metro e medidas a circunferência no meio da peça para a determinação do volume real de cada peça e, posteriormente, empilhada para cubagem em volume estéreo. Como demonstrado Figura 9



Figura 9 – Medições do diâmetro (A) e comprimento (B) de resíduo.

As peças com diâmetros superiores a 35 cm foram cubadas, tomando-se os diâmetros nas extremidades e o seu comprimento. Nessa etapa foram incluídos os estudos sobre determinação dos fatores de cubicação e empilhamento de resíduos de exploração e o índice da relação entre o volume de resíduos e o volume de toras extraídas da floresta.

Em casos de peças de resíduos de forma irregular (tortuosidades), as medições de diâmetro e comprimento, foram realizadas a cada metro de comprimento, para minimizar o efeito das tortuosidades no cálculo do volume real das peças. como indica a Figura 10: A, B, C e D.



Figura 10 – Medições de comprimento (A e B) e diâmetro (C e D) dos resíduos irregulares.

No que concerne à quantificação dos resíduos (lenhas), em volume estéreo (st), as peças foram traçadas em aproximadamente um metro de comprimento e empilhadas, sendo a pilha medida em comprimento, largura e altura, conforme indica a Figura 11: A, B e C.



Figura 11 – Medição do comprimento (A), da Altura (B) e da largura da pilha (C).

4.10 DETERMINAÇÃO DO FATOR DE CUBICAÇÃO DOS RESÍDUOS EMPILHADOS (FC)

O Fator de Cubicação (FC), segundo Scolforo (1993), consiste na relação entre o volume real dos resíduos (m^3) e o volume estéreo (st) dos resíduos empilhados. O cálculo para o FC foi determinado através da equação 1:

$$FC = \frac{\text{Volume real dos resíduos (m}^3\text{)}}{\text{Volume empilhada dos resíduos (st)}} \quad (\text{Eq. 1})$$

4.11 DETERMINAÇÃO DO FATOR DE EMPILHAMENTO (FE)

O Fator de Empilhamento (FE), segundo Scolforo (1993), consiste na relação entre o volume da lenha empilhada (st) e o volume real dos resíduos (m³). O cálculo para o FE foi determinado através da equação 2:

$$FE = \frac{\text{Volume empilhado (st)}}{\text{Volume real (m}^3\text{)}} \quad (\text{Eq. 2})$$

4.12 DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DA RELAÇÃO ENTRE O VOLUME DOS RESÍDUOS GERADOS E O VOLUME DAS TORAS EXTRAÍDAS

O índice consistiu na relação entre o volume geométrico das toras extraídas (m³) e o volume estéreo (st) dos resíduos gerados (Figura 12: A, B e C).

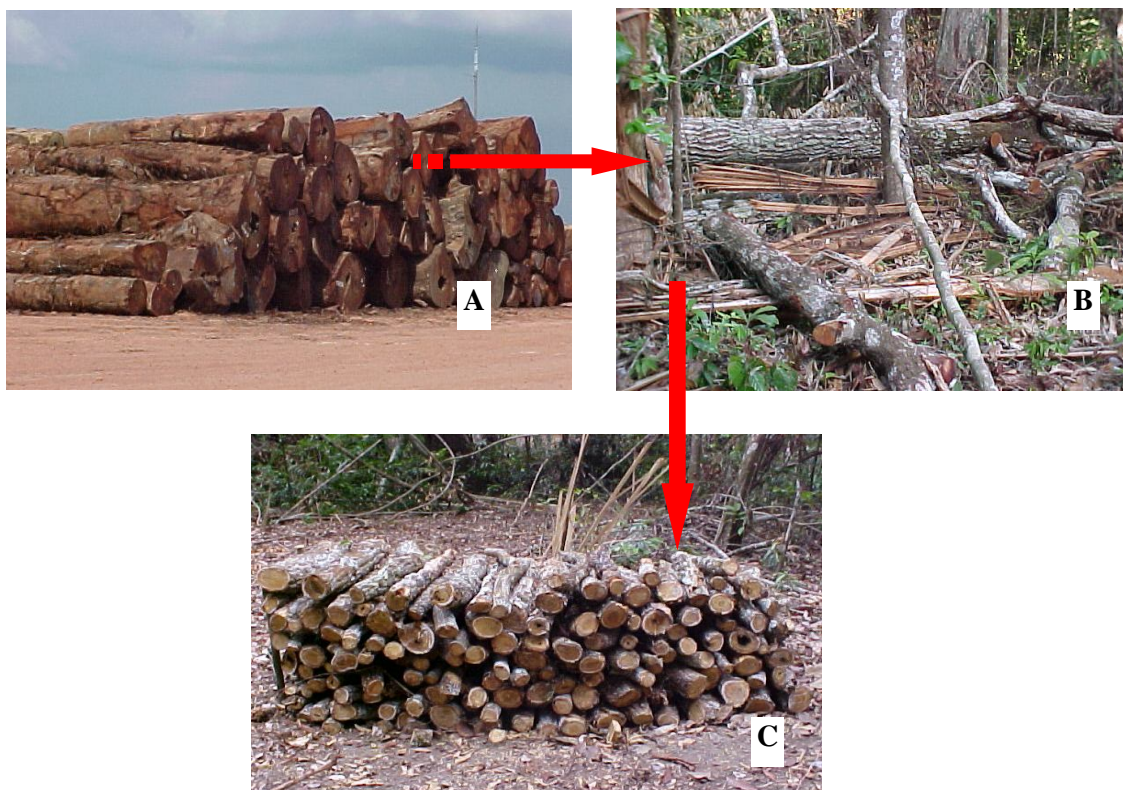


Figura 12 – Toras de madeira extraída da floresta (A), Resíduos na floresta (B) e Resíduos empilhados (C).

RELAÇÃO RESÍDUO/TORA (m^3/m^3):

Consiste no índice da relação entre o volume dos resíduos gerados (m^3) e o volume geométrico (m^3) das toras extraídas (Figura 1), calculado através da equação 3.

$$R_{(m^3/m^3)} = \frac{V_{(m^3)}}{VT_{(m^3)}}$$

Considerando que:

$RRT(m^3/m^3)$ - Relação entre o volume de resíduos gerados em m^3 e o volume de tora em metros cúbicos extraído, m^3/m^3 ;

$V(m^3)$ - Volume geométrico de resíduos, m^3 ;

$VT(m^3)$ - Volume da tora, m^3 .

RELAÇÃO RESÍDUO/TORA (st/m^3):

O índice consiste na relação entre o volume estéreo dos resíduos gerados (st) e o volume geométrico (m^3) das toras extraídas (Figura 1), calculado através da equação 4.

$$R_{(st/m^3)} = \frac{V_{(st)}}{VT_{(m^3)}}$$

Considerando que:

$RRT(st/m^3)$ - Relação entre o volume de resíduos gerados em estéreos e o volume de tora em metros cúbicos extraído, st/m^3 ;

$V(st)$ - Volume de resíduos, st ;

$VT(m^3)$ - Volume da tora, m^3 .

4.13 DETERMINAÇÃO DA BIOMASSA DOS RESÍDUOS DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL

A determinação da biomassa foi realizada com base nas médias de densidade da madeira encontradas na literatura e nos volumes de resíduos para cada grupo de espécies. O volume de resíduos foi quantificado através da intensidade de exploração florestal de 15

m³/ha e do índice da relação de resíduo e tora (RRT), no qual será obtida a biomassa de resíduos em toneladas por hectare.

Para determinar a densidade as espécies foram agrupadas utilizando a classificação adotada por Loureiro e Silva (1968), como exposto a seguir:

- Muito Leve (Grupo de densidade 1- GD1 0,40 -0,55 ton/m³);
- Moderadamente Pesada (Grupo de densidade 2 - GD2 0,55 - 0,75 ton/m³);
- Pesada (Grupo de densidade 3 -GD3 0,75 - 0,95 ton/m³);
- Muito Pesada (Grupo de densidade 4 -GD4 > 0,95 ton/m³).

4.14 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística descritiva foi realizada utilizando-se o software BioEstat 3.0 para cada espécie e posteriormente nas unidades de trabalho estudadas (UT). O cálculo das estimativas dos parâmetros estatísticos foi determinado conforme as fórmulas abaixo:

a) Média (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

b) Variância (S^2)

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - n \cdot \bar{X}^2}{(n-1)}$$

c) Desvio Padrão (S)

$$S = \sqrt{S^2}$$

d) Coeficiente de Variação (CV%)

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \cdot 100$$

e) Erro padrão da média ($S_{\bar{X}}$)

$$S_{\bar{X}} = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

f) Intervalo de confiança (IC)

$$IC = [\bar{X} \pm S_{\bar{X}} \cdot t]$$

g) Número calculado para amostras (n_c)

$$n_c = \frac{CV^2 t^2}{E_{\%}^2}$$

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 FATOR DE CUBICAÇÃO DOS RESÍDUOS EMPILHADOS (FC)

O FC calculado foi determinado com as médias das 20 (vinte espécies) estudadas dentre as 181 árvores avaliadas no estudo. O maior ou menor valor do fator de cubicação é decorrente dos arranjos de resíduos na pilha ou de tortuosidade das galhadas, o que origina maiores ou menores espaços vazios entre os resíduos. Nesse sentido, verificou-se que a espécie ipê (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nichols) com 0,57m³/st, foi a que apresentou o melhor arranjo ou a menor tortuosidade de seus resíduos, ao contrário da espécie timborana (*Pseudopiptadenia psilostachya* Benth.), que apresentou o menor valor, 0,33m³/st. Na Tabela 3 (Anexo J) encontram-se as médias de cada espécie estudada.

Tabela 3 – Média do Fator de cubicação das espécies estudadas em Paragominas – Pará, 2002.

Nº	NOME VULGAR/NOME ESPECÍFICO	FC (m ³ /st)
1	Amapá – <i>Brosimum parinarioides</i> , Ducke	0,52
2	Amesclão – <i>Trattinnickia burserifolia</i> , Mart	0,44
3	Angelim pedra – <i>Hymenolobium petraeum</i> , Ducke	0,52
4	Angelim vermelho – <i>Dinizia excelsa</i> Ducke	0,45
5	Breu vermelho – <i>Protium puncticulatum</i> Macbr	0,47
6	Cupiúba – <i>Goupia glabra</i> Aubl.	0,49
7	Faveira – <i>Parkia multijuga</i> Bth.	0,44
8	Guajará-Bolacha – <i>Pouteria</i> sp.	0,53
9	Ipê – <i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nichols.	0,57
10	Jatobá – <i>Hymenaea courbaril</i> , L.	0,43
11	Maçaranduba – <i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Chevalier	0,48
12	Maparajuba – <i>Manilkara paraensis</i> (Hub.) Stand	0,56
13	Muiracatiara – <i>Astronium lecointei</i> , Ducke	0,56
14	Piquiá – <i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	0,50
15	Roxinho – <i>Peltogyne le-cointei</i> Ducke	0,50
16	Sapucaia – <i>Lecythis usitata</i> Miers var. <i>paraensis</i> (Ducke)	0,53
17	Sucupira – <i>Andira micrantha</i> , (Spr) Bth.	0,50
18	Tauari – <i>Couratary guianensis</i> Ducke	0,49
19	Timborana – <i>Pseudopiptadenia psilostachya</i> Benth.	0,33
20	Ucuúba – <i>Virola surinamensis</i> (Rol) Warb	0,45
MÉDIA		0,49

O valor médio de Fator de Cubicação (FC) das 20 espécies estudadas é observado na Tabela 4. De acordo com Scolforo (1993) e Gomes (1957), os valores encontrados para as espécies *Eucalyptus* sp. ($0,67\text{m}^3/\text{st}$) e *Pinus* sp. ($0,66\text{m}^3/\text{st}$) são superiores; todavia, podem ser considerados normais, uma vez que a copa de espécies tropicais é constituída por galhos com elevado grau de tortuosidade diferenciando-se desse modo das referidas espécies. Constata-se que as médias de FC das espécies estudadas – em relação a outros trabalhos, como o de Numazawa et al. (2002), que indicou média de $1,60\text{m}^3$ (CCM) de resíduos para cada 1m^3 de toras extraídas, respectivamente, podendo isso ser atribuído à variabilidade intrínseca de cada espécie.

Sendo a média do fator de cubicação **0,49** m^3/st (Tabela 4), obteve-se uma variação de 11,45% de cada uma das espécies em relação a essa média geral. Isso mostra que para cada metro estéreo de resíduo temos $0,49\text{m}^3$ de madeira sólida de resíduo, pode-se, a um nível de 95% de probabilidade, encontrar um valor do fator de cubicação variando de 0,462 a $0,514\text{m}^3/\text{st}$.

O número de unidades de amostra (20) atendeu a uma precisão requerida de 10% da média de FC ao nível de 95% de probabilidade com uma expectância do erro padrão da média de 2,56 % para o Fator de Cubicação.

Tabela 04 – Análise dos Parâmetros estatísticos encontrados para o Fator de Cubicação

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	FC (m^3/st)
Amostra	20
Amplitude Total	0,24
Média	0,49
Variância	0,0031
Desvio Padrão	0,0559
Coefficiente de Variação	11,45%
Erro Padrão da média	0,0125
Erro Padrão da média em %	2,56 %
Intervalo de Confiança	$0,50 \pm 0,026$
Lim superior do IC	0,514
Lim inferior do IC	0,462

$t_{0,05}=2,093$.

FC: Fator de cubicação.

Desse modo, se quisermos saber quantos metros cúbicos de madeira sólida de resíduos existem em um metro estéreo de resíduos empilhados oriundos de uma exploração de impacto

reduzido em uma floresta tropical, basta verificar os seus respectivos fatores de cubicação, que, no caso da área estudada, foi de 0,49 m³/st, isto é, 49 % do volume estéreo.

5.2 FATOR DE EMPILHAMENTO DOS RESÍDUOS

De modo idêntico ao fator de cubicação, o fator de empilhamento depende da disposição da lenha na pilha e da tortuosidade das galhadas. Considerando esse aspecto, a espécie que apresentou o maior fator de empilhamento foi a timborana (*Pseudopiptadenia psilostachya* Benth.), com 3,03 st/m³, e o menor foi o ipê (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nichols), com 1,75 st/m³. (Tabela 5).

Tabela 5 – Média do Fator de empilhamento das espécies estudadas. Paragominas, Pará. 2002.

Nº	NOME VULGAR/NOME ESPECÍFICO	FE (st/m³)
1	Amapá – <i>Brosimum parinarioides</i> , Ducke	1,92
2	Amesclão – <i>Trattinnickia burserifolia</i> , Mart	2,27
3	Angelim pedra – <i>Hymenolobium petraeum</i> , Ducke	1,92
4	Angelim vermelho – <i>Dinizia excelsa</i> Ducke	2,22
5	Breu vermelho – <i>Protium puncticulatum</i> Macbr	2,13
6	Cupiúba – <i>Goupia glabra</i> Aubl.	2,04
7	Faveira – <i>Parkia multijuga</i> Bth.	2,27
8	Guajará-Bolacha – <i>Pouteria</i> sp.	1,89
9	Ipê – <i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nichols.	1,75
10	Jatobá – <i>Hymenaea courbaril</i> , L.	2,33
11	Maçaranduba – <i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Chevalier	2,08
12	Maparajuba – <i>Manilkara paraensis</i> (Hub.) Stand	1,79
13	Muiracatiara – <i>Astronium lecointei</i> , Ducke	1,79
14	Piquiá – <i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	2,00
15	Roxinho – <i>Peltogyne le-cointei</i> Ducke	2,00
16	Sapucaia – <i>Lecythis usitata</i> Miers var. <i>paraensis</i> (Ducke)	1,89
17	Sucupira – <i>Andira micrantha</i> , (Spr) Bth.	2,00
18	Tauari – <i>Couratary guianensis</i> Ducke	2,04
19	Timborana – <i>Pseudopiptadenia psilostachya</i> Benth.	3,03
20	Ucuúba – <i>Virola surinamensis</i> (Rol) Warb	2,22
MÉDIA		2,08

A média do fator de empilhamento foi de 2,08st/m³ (Tabela 6), tendo uma variação de 13,53% de cada uma das espécies em relação a essa média. Isso mostra que para cada metro cúbico de resíduo sólido tem-se 2,08st de resíduos, podendo-se, a um nível de 95% de probabilidade, encontrar um valor de fator de empilhamento variando de 1,948 a 2,212 st/m³.

O número de unidades de amostra (20 espécies) atendeu a precisão requerida de 10 % da média do FE ao nível de 95% de probabilidade com uma expectância do erro de 3,02 % para o fator de empilhamento.

Tabela 6 – Parâmetros estatísticos encontrados para o Fator de empilhamento.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	FE (st/m ³)
Amostra	20
Amplitude Total	1,28
Média	2,08
Variância	0,0793
Desvio Padrão	0,2815
Coefficiente de Variação	13,53%
Erro Padrão da média	0,0630
Erro Padrão da média em %	3,02 %
Intervalo de Confiança	2,21 ± 0,167
Lim superior do IC	2,212
Lim inferior do IC	1,948

$t_{0,05}=2,093$.

FC: Fator de cubicação.

FE: Fator de empilhamento.

5.3 ÍNDICE DA RELAÇÃO ENTRE O VOLUME DOS RESÍDUOS (ST) E O VOLUME DAS TORAS EXTRAÍDAS – RRT

Na Tabela 7, verifica-se que 01 (um) metro cúbico de tora extraída da floresta representa 1,70m³ ou 3,56st de resíduos. Esses valores foram superiores quando comparados com os da empresa Camargo Corrêa Metais (CCM), que apresentou o valor médio de 1,60m³/m³ ou 3,25st/m³, conforme o trabalho realizado por Numazawa et al. (2002).

A média da relação RRT foi de 1,70m³/m³ e 3,56st/m³, tendo-se registrado o menor valor para a espécie sucupira (*Andira micrantha*, (Spr) Bth.), 1,00m³/m³ e 2,00st/m³, e o maior para o angelim vermelho (*Dinizia excelsa* Ducke), 2,16m³/m³ e 4,79 st/m³, ou seja, para cada 1m³ de tora extraída obteve-se 1,70m³ e 3,61st de resíduos. (Tabela 7).

Tabela 07 – Valores dos índices da relação entre o volume estéreo (st) dos resíduos e o volume geométrico (m³) das toras extraídas Paragominas, Pará. 2002.

N ^o	ESPÉCIE	Relação:Resíduos/Tora Extraída-RRT	
		m ³ /m ³	st/m ³
1	Amapá – <i>Brosimum parinarioides</i> , Ducke	1,40	3,07
2	Amesclão – <i>Trattinnickia burserifolia</i> , Mart	1,76	4,00
3	Angelim pedra – <i>Hymenobium petraeum</i> , Ducke	1,97	4,60
4	Angelim vermelho – <i>Dinizia excelsa</i> Ducke	2,16	4,79
5	Breu vermelho – <i>Protium puncticulatum</i> Macbr	1,88	4,00
6	Cupiúba – sp. <i>Goupia glabra</i> Aubl.	2,12	4,48
7	Faveira – <i>Parkia multijuga</i> Bth.	1,59	3,62
8	Guajará-Bolacha – <i>Pouteria</i> sp.	1,39	2,88
9	Ipê – <i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nichols.	1,40	2,62
10	Jatobá – <i>Hymenaea courbaril</i> , L.	1,48	3,68
11	Maçaranduba – <i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Chevalier	1,88	3,87
12	Maparajuba – <i>Manilkara paraensis</i> (Hub.) Stand	1,97	3,88
13	Muiracatiara – <i>Astronium lecointei</i> , Ducke	1,65	3,05
14	Piquiá- <i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	2,03	4,06
15	Roxinho – <i>Peltogyne le-cointei</i> Ducke	1,60	3,18
16	Sapucaia – <i>Lecythis usitata</i> Miers var. <i>paraensis</i> (Ducke)	1,40	2,66
17	Sucupira – <i>Andira micrantha</i> , (Spr) Bth.	1,00	2,00
18	Tauari – <i>Couratary guianensis</i> Ducke	1,60	3,36
19	Timborana – <i>Pseudopiptadenia psilostachya</i> Benth.	2,06	4,68
20	Ucuúba – <i>Virola surinamensis</i> (Rol) Warb	1,71	3,80
MÉDIA		1,70	3,61

Conforme visto na Tabela 8, a média de RRT encontrada variou de 17,98% e 20,88% para cada metro cúbico de tora extraída, podendo, a um nível de 95% de probabilidade, encontrar um valor da relação de m³/m³ de 1,70 ± 0.143 e st/m³ de 3,56 ± 0.353.

Os coeficientes de variação indicam que as espécies podem ser o principal fator que causou as variações observadas, decorrentes das características intrínsecas de cada espécie. Aparentemente esse aspecto está mais ligado a outros fatores, como a queda da árvore, o volume de ramos (copa), as árvores quebradas ou tombadas etc.

Ao nível de significância de 95% de probabilidade dos valores médios encontrados para a RRT m^3/m^3 e st/m^3 a uma expectância do erro a 10%, o número de amostras calculado para a relação m^3/m^3 foi de 18 amostras, suficientes para atender a precisão requerida, enquanto para st/m^3 foi de 23, o que implica na necessidade de mais 03 (três) unidades amostrais para maior precisão dos resultados obtidos.

Tabela 8 – Parâmetros estatísticos encontrados para as relações de resíduo/tora extraída.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	Relação:Resíduos/Tora Extraída-RRT	
	m^3/m^3	st/m^3
Amostra	20	20
Amplitude Total	1,16	2,79
Média	1,70	3,61
Variância	0,0937	0,5696
Desvio Padrão	0,3061	0,7547
Erro Padrão	0,0684	0,1688
Coefficiente de Variação	17,98%	20,88%
Intervalo de Confiança	$1,70 \pm 0,143$	$3,56 \pm 0,353$
IC inferior	1,56	3,20
IC superior	1,84	3,91
η_c	18	23

$t_{0,05}=2,093$.

m^3/m^3 = relação do volume (m^3) de toras extraídas com volume (m^3) de resíduos.

st/m^3 = relação do volume estéreo (st) de resíduos com volume (m^3) de resíduos.

η_c : número de amostras necessárias para atender a precisão requerida, $E_{10\%}$.

RRT: índice da relação de resíduos /toras.

5.4 ANÁLISE DESCRITIVA DOS RESÍDUOS DAS UNIDADES DE TRABALHO (UT)

5.4.1 Análise descritiva da Unidade de trabalho 83

A análise descritiva realizada na unidade de trabalho 83 mostrou que das vinte espécies selecionadas para o estudo apenas dez (10) ocorreram nesta unidade de trabalho: angelim vermelho (*Dinizia excelsa* Ducke), breu vermelho (*Protium puncticulatum* Macbr), cupiúba (*Goupia glabra* Aubl), faveira (*Parkia multijuga* Bth), jatobá (*Hymenaea courbaril*, L.), maçaranduba (*Manilkara huberi* (Ducke) Chevalier), muiracatiara (*Astronium lecointei*,

Ducke), roxinho (*Peltogyne le-cointei* Ducke), sapucaia (*Lecythis usitata* Miers var. *paraensis* (Ducke)) e tauari (*Couratary guianensis* Ducke) (Tabela 09 e Anexo B).

De acordo com (Tabela 09 e Anexo B), o menor valor do fator de cubicação foi 0,44m³/st para as espécies faveira e jatobá, e o maior valor, 0,73m³/st, para breu vermelho. No que concerne ao fator de empilhamento, o menor valor foi 1,37st/m³ para o breu vermelho e o maior valor foi 2,65st/m³ para a cupiúba.

Na relação de m³/m³, o menor valor foi 1,03m³/m³ para a espécie roxinho e o maior, 2,86 m³/m³, para o angelim vermelho. Na relação st/m³, o valor mínimo foi de 2,05st/m³ para o roxinho; e o máximo, de 5,84st/m³ para o angelim vermelho.

Os parâmetros estatísticos para quantificar os resíduos como FC, FE e RRT (m³/m³ e st/m³) apresentaram coeficientes de variação oscilando devido, provavelmente, às características intrínsecas de cada espécie, bem como às tortuosidades observadas nas galhadas.

Tabela 09 – Parâmetros estatísticos para as espécies estudadas na UT 83

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	UT 83			
	FC	FE	RRT	
			m ³ /m ³	st/m ³
Amostras	10	10	10	10
Mínimo	0,44	1,37	1,03	2,05
Máximo	0,73	2,65	2,86	5,84
Média	0,53	2,00	1,90	3,71
Variância	0,0078	0,1483	0,303	1,5386
Desvio Padrão	0,0882	0,3851	0,5504	1,2404
Erro Padrão	0,0279	0,1218	0,1741	0,3922
Coeficiente de Variação	16,57%	19,22%	28,94%	33,48%
Intervalo de Confiança	0,53 ± 0,063	2,00 ± 0,276	1,90 ± 0,394	3,71 ± 0,887
IC inferior	0,47	1,72	1,50	2,82
IC superior	0,59	2,27	2,29	4,59
η_c	14	19	43	57

$$t_{0,05}=2,262$$

FC: fator de cubicação

FE: fator de empilhamento

RRT: índice da relação de resíduos /toras

m³/m³= relação do volume (m³) de toras extraídas com volume (m³) de resíduos

st/m³= relação do volume estéreo (st) de resíduos com volume (m³) de resíduos.

η_c : número de amostras necessárias para atender a precisão requerida, E_{10%} .

5.4.2 Análise descritiva da UT 84

Nesta unidade de trabalho, ocorreram somente quinze (15) espécies: amesclão (*Trattinnickia burserifolia*, Mart), angelim vermelho (*Dinizia excelsa* Ducke), breu vermelho (*Protium puncticulatum* Macbr), cupiúba (*Goupia glabra* Aubl), faveira (*Parkia multijuga* Bth), guajará-bolacha (*Poteraia* sp.), jatobá (*Hymenaea courbaril*, L.), maçaranduba (*Manilkara huberi* (Ducke) Chevalier), muiracatiara (*Astronium lecointei*, Ducke), piquiá (*Caryocar villosum* (Aubl.) Pers), roxinho (*Peltogyne le-cointei* Ducke), sapucaia (*Lecythis usitata* Miers var. *paraensis* (Ducke)), tauari (*Couratary guianensis* Ducke), timborana (*Pseudopiptadenia psilostachya* Benth) e ucuúba (Ucuúba - *Virola surinamensis* (Rol) Warb) (Tabela 10 e Anexo C).

Na Tabela 10, a espécie timborana apresentou o menor valor para o fator de cubicação ($0,22\text{m}^3/\text{st}$), tendo também demonstrado o maior valor ($4,45\text{st}/\text{m}^3$) para o fator de empilhamento. Para a espécie jatobá obteve-se o maior valor para o fator de cubicação ($0,67\text{m}^3/\text{st}$) e conseqüentemente o menor valor de empilhamento ($1,50\text{st}/\text{m}^3$).

Na relação de m^3/m^3 , o valor mínimo encontrado foi de $1,12\text{m}^3/\text{m}^3$ para a espécie Cupiúba; e o máximo, de $3,60\text{m}^3/\text{m}^3$ para o Piquiá. Na relação st/m^3 , o valor mínimo foi de $1,74\text{st}/\text{m}^3$ para o Jatobá; e o máximo, de $7,19\text{st}/\text{m}^3$ para o Piquiá.

Os fatores de cubicação, o empilhamento e a RRT calculados (m^3/m^3 e st/m^3) apresentaram coeficientes de variação oscilando, devido às tortuosidades observadas nas galhadas e às características de cada espécie (Tabela 10 e Anexo C).

Tabela 10 – Parâmetros estatísticos para as espécies estudadas na UT 84.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	UT84			
	FC	FE	RRT	
			m ³ /m ³	st/m ³
Amostras	15	15	15	15
Mínimo	0,22	1,5	1,12	1,74
Máximo	0,67	4,45	3,6	7,19
Média	0,48	2,22	1,70	3,59
Variância	0,0088	0,4418	0,3706	1,7745
Desvio Padrão	0,0937	0,6647	0,6087	1,3321
Erro Padrão	0,0242	0,1716	0,1572	0,3439
CV%	19,69	29,99	35,91	37,09
IC	0,48 ± 0,052	2,22 ± 0,368	1,70 ± 0,337	3,59 ± 0,738
IC inferior	0,42	1,85	1,36	2,85
IC superior	0,53	2,58	2,03	4,32
η_c	8	18	26	28

$t_{0,05} = 2,145$.

CV%: coeficiente de variação (%).

IC: intervalo de confiança.

FC: fator de cubicação / FE: fator de empilhamento.

RRT: índice da relação de resíduos / toras.

m³/m³= relação do volume (m³) de toras extraídas com volume (m³) de resíduos.

st/m³= relação do volume estéreo (st) de resíduos com volume (m³) de resíduos.

η_c : número de amostras necessárias para atender a precisão requerida, $E_{10\%}$.

5.4.3 Análise descritiva da UT 85

Na análise descritiva na unidade de trabalho 85, entre as vinte espécies selecionadas para o estudo, ocorreu apenas quatorze (14): amapá (*Brosimum parinarioides*, Ducke), amesclão (*Trattinnickia burserifolia*, Mart), angelim pedra (*Hymenolobium petraeum*, Ducke), angelim vermelho (*Dinizia excelsa* Ducke), breu vermelho (*Protium puncticulatum* Macbr), faveira (*Parkia multijuga* Bth), guajará-bolacha (*Pouteria* sp.), ipê (*Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nichols), jatobá (*Hymenaea courbaril*, L.), maçaranduba (*Manilkara huberi* (Ducke) Chevalier), maparajuba (*Manilkara paraensis* (Hub.) Stand), muiracatiara (*Astronium lecointei*, Ducke), piquiá (*Caryocar villosum* (Aubl.) Pers) e tauari (*Couratay guianensis* Ducke) (Tabela 11 e Anexo D).

Como demonstra a Tabela 11, o valor mínimo encontrado para o fator de cubicação, dentre as espécies que ocorreram nessa unidade, foi 0,40 m³/st para a espécie breu vermelho e

o valor máximo, 0,67 m³/st, foi obtido com a maparajuba. Para o fator de empilhamento o menor valor foi 1,65 st/m³ para a espécie muiracatiara e maior valor, 2,59 st/m³, para o amapá.

A RRT (m³/m³) apresentou o menor valor, 1,24m³/m³, para a espécie guajará-bolacha e o maior valor para o angelim pedra, 2,45m³/m³. Na relação st/m³, o menor valor foi 2,15st/m³ para muiracatiara e o maior para a espécie angelim vermelho, com 8,63st/m³ (Tabela 11 e Anexo D).

Os parâmetros estatísticos para quantificar os resíduos, como FC, FE e RRT (m³/m³ e st/m³), apresentaram coeficientes de variação oscilando em relação à média geral das espécies que ocorrem nessa unidade de trabalho devido, provavelmente, às características intrínsecas de cada espécie, bem como dos resíduos.

Tabela 11 – Parâmetros estatísticos para as espécies estudadas na UT 85.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	UT 85			
	FC	FE	RRT	
			m ³ /m ³	st/m ³
Amostra	14	14	14	14
Mínimo	0,40	1,65	1,24	2,15
Máximo	0,67	2,59	2,45	8,63
Média	0,51	2,16	1,87	3,84
Variância	0,006	0,309	0,546	2,595
Desvio Padrão	0,077	0,555	0,739	1,615
Erro Padrão	0,021	0,148	0,198	0,431
Coeficiente de Variação	15,14%	24,25%	39,52%	41,96%
Intervalo de confiança	0,51 ± 0,044	2,29 ± 0,321	1,87 ± 0,427	3,84 ± 0,930
IC inferior	0,46	1,96	1,44	2,91
IC superior	0,55	2,61	2,29	4,77
η_c	11	12	32	37

$t_{0,05} = 2,160$.

FC: fator de cubicação.

FE: fator de empilhamento.

RRT: índice da relação de resíduos /toras.

m³/m³= relação do volume (m³) de toras extraídas com volume (m³) de resíduos.

st/m³= relação do volume estéreo (st) de resíduos com volume (m³) de resíduos.

η_c : número de amostras necessárias para atender a precisão requerida, E_{10%}.

5.4.4 Análise descritiva da UT 86

Na unidade de trabalho 86 selecionada, ocorreram apenas quatorze (14) espécies: amapá (*Brosimum parinarioides*, Ducke), amesclão (*Trattinnickia burserifolia*, Mart), angelim pedra (*Hymenolobium petraeum*, Ducke), angelim vermelho (*Dinizia excelsa* Ducke), breu vermelho (*Protium puncticulatum* Macbr), faveira (*Parkia multijuga* Bth), jatobá (*Hymenaea courbaril*, L.), maçaranduba (*Manilkara huberi* (Ducke) Chevalier), maparajuba (*Manilkara paraensis* (Hub.) Stand), muiracatiara (*Astronium lecointei*, Ducke), sapucaia (*Lecythis usitata* Miers var. *paraensis* (Ducke)), sucupira (*Andira micrantha*, (Spr) Bth), tauari (*Couratary guianensis* Ducke) e timborana (*Pseudopiptadenia psilostachya* Benth) (Tabela 12 e Anexo E).

Na Tabela 12, a espécie amapá apresentou o maior valor para o fator de cubicação ($0,70\text{m}^3/\text{st}$), tendo também demonstrado o menor valor ($1,43\text{st}/\text{m}^3$) para o fator de empilhamento. Para a espécie jatobá obteve-se o menor valor para o fator de cubicação ($0,36\text{m}^3/\text{st}$), e a espécie angelim vermelho apresentou o maior valor ($3,74\text{st}/\text{m}^3$) para o fator de empilhamento. Na RRT de m^3/m^3 , o valor mínimo encontrado foi de $1,00\text{m}^3/\text{m}^3$ para a espécie sucupira, e o máximo, de $2,23\text{m}^3/\text{m}^3$, para a timborana. Na relação st/m^3 , o valor mínimo foi de $1,77\text{st}/\text{m}^3$ para o amapá, e o máximo, de $4,59\text{st}/\text{m}^3$, para a espécie timborana (Tabela 12 e Anexo E).

Os FC, FE e RRT (m^3/m^3 e st/m^3) apresentaram coeficientes de variação oscilando devido, provavelmente, às características intrínsecas de cada espécie, bem como às tortuosidades observadas nas galhadas.

Tabela 12 – Parâmetros estatísticos para as espécies estudadas na UT 86.

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	UT 86			
	FC	FE	RRT	
			m ³ /m ³	st/m ³
Amostra	14	14	14	14
Mínimo	0,36	1,43	1,00	1,77
Máximo	0,70	3,74	2,23	4,59
Média	0,48	2,38	1,53	3,40
Variância	0,008	0,387	0,218	1,100
Desvio Padrão	0,089	0,622	0,467	1,049
Erro Padrão	0,024	0,166	0,125	0,280
Coefficiente de variação	18,54%	26,14%	30,47%	30,83%
Intervalo de confiança	0,48 ± 0,052	2,38 ± 0,359	1,53 ± 0,269	3,40 ± 0,605
IC inferior	0,43	2,02	1,26	2,79
IC superior	0,53	2,74	1,80	4,00
ηc	7	14	19	20

$t_{0,05} = 2,160$.

FC: Fator de cubicação.

FE: Fator de empilhamento.

RRT: índice da relação de resíduos /toras.

m³/m³= relação do volume (m³) de toras extraídas com volume (m³) de resíduos.

st/m³= relação do volume estéreo (st) de resíduos com volume (m³) de resíduos.

ηc : número de amostras necessárias para atender a precisão requerida, E_{10%} (RRT –m³/m³).

5.4.5 Análise descritiva dos fatores de cubicação e empilhamento de todas as unidades de trabalhos (UT 83, UT 84, UT 85 e UT 86) selecionadas para o estudo.

A Tabela 13 demonstra os valores de cubicação e empilhamento de todas as UT estudadas. Nas UT 83 e 85, as médias encontradas para o fator de cubicação foram aproximadas, assim como as respectivas médias das UT 84 e 86, justificando-se assim que as espécies encontravam-se distribuídas de maneira balanceada, ou seja, as espécies que ocorriam com maior frequência numa UT normalmente não apareciam na outra, fazendo com que as médias observadas para o fator de cubicação fossem próximas (Tabela 13 e Anexo J).

O fator de cubicação e empilhamento são inversamente proporcionais, como demonstrados na Tabela 13. As UT 84 e 86 apresentaram o menor FC (0,48m³/st) e consequentemente o maior FE (2,22st/m³ e 2,38st/m³), respectivamente.

Tabela 13 – Parâmetros estatísticos dos fatores de cubicação e empilhamento das unidades de trabalho selecionadas para o estudo.

ESTATÍSTICA	FC				FE			
	UT				UT			
	83	84	85	86	83	84	85	86
Amostra	10	15	14	14	10	15	14	14
Média	0,53	0,48	0,51	0,48	2,00	2,22	2,16	2,38
Variância	0,0078	0,009	0,006	0,008	0,148	0,441	0,309	0,387
Desvio Padrão	0,0882	0,094	0,077	0,089	0,385	0,664	0,555	0,622
Erro Pad da média	0,0279	0,024	0,021	0,024	0,121	0,171	0,148	0,166
CV%	16,57	19,69	15,14	18,54	19,22	29,99	24,25	26,14
IC	0,53	0,48	0,51	0,48	2,00	2,22	2,29	2,38
	± 0,063	± 0,052	± 0,044	± 0,052	± 0,276	± 0,368	± 0,321	± 0,359
IC superior	0,47	0,42	0,46	0,43	1,72	1,85	1,96	2,02
IC inferior	0,59	0,53	0,55	0,53	2,27	2,58	2,61	2,74
ηc	14	8	11	7	19	18	12	14

FC=Fator de cubicação

FE=Fator de empilhamento

ηc : número de amostras necessárias para atender a precisão requerida, $E_{10\%}$ (RRT –m³/m³).

5.4.6 Análise descritiva dos índices de todas as unidades de trabalhos (UT 83, UT 84, UT 85 e UT 86) selecionadas para o estudo

Na Tabela 14, na RRT m³/m³, na UT 84, obteve-se um índice igual à média geral encontrada para as 20 (vinte) espécies estudadas, e a maior média encontrada foi na UT 83, com menor número de espécies (dez), referindo que, para cada metro cúbico de tora extraída da floresta, existe 1,90m³ de resíduos, o que se verifica nos valores da UT 85 foi aproximado, porém, com maior numero de espécies(quatorze), notando-se que provavelmente, as espécies que ocorreram nessa UT 83 obtiveram maior volume de resíduos gerados por cada metro cúbico de tora extraída da floresta.

Tabela 14 – Parâmetros estatísticos da relação entre o volume de tora extraída (m^3/m^3) e dos resíduos gerados na UT selecionadas para o estudo.

ESTATÍSTICA	Vr / Vt (m^3/m^3)				Vr / Vt (st/m^3)			
	UT's				UT's			
	83	84	85	86	83	84	85	86
Amostra	10	15	14	14	10	15	14	14
Média	1,90	1,70	1,87	1,53	3,71	3,59	3,84	3,40
Variância	0,303	0,371	0,546	0,218	1,539	1,775	2,595	1,100
Desvio Padrão	0,550	0,609	0,739	0,467	1,240	1,332	1,615	1,049
Erro Pad da média	0,174	0,157	0,198	0,125	0,392	0,344	0,431	0,280
CV%	28,94	35,91	39,52	30,47	33,48	37,09	41,96	30,83
IC	1,90	1,70	1,87	1,53	3,71	3,59	3,84	3,40
	$\pm 0,394$	$\pm 0,337$	$\pm 0,427$	$\pm 0,269$	$\pm 0,887$	$\pm 0,738$	$\pm 0,930$	$\pm 0,605$
IC superior	1,54	1,36	1,44	1,26	2,82	2,85	2,91	2,79
IC inferior	2,29	2,03	2,29	1,80	4,59	4,32	4,77	4,00
η_c	43	26	32	19	57	28	37	20

m^3/m^3 = relação do volume (m^3) de toras extraídas com volume (m^3) de resíduos

st/m^3 = relação do volume estéreo (st) de resíduos com volume (m^3) de resíduos

IC= Intervalo de confiança

η_c : número de amostras necessárias para atender a precisão requerida, $E_{10\%}$ (RRT – m^3/m^3).

5.4.7 Média geral das espécies encontradas nas Unidades de trabalho

As Tabelas 15 e 16 referem-se às médias gerais de todas as espécies selecionadas para o estudo (20 espécies), nas quais foi encontrado um FC de $0,49m^3/st$, FE de $2,08st/m^3$, RRT de $1,70 m^3/m^3$ e $3,56st/m^3$ para cada metro cúbico de tora extraída da floresta. Os parâmetros estatísticos citados na tabela abaixo serviram para determinar a precisão dos parâmetros quantitativos dos resíduos.

O número de amostras, ao nível de 95% de probabilidade e uma expectância de erro a 10%, foi significativa, com 20 espécies estudadas para FC, FE e RRT (m^3/m^3). Entretanto, para a RRT (st/m^3) seria necessário acrescentar 03 (três) unidades amostrais (espécies). A necessidade desse acréscimo foi decorrente do elevado grau de tortuosidades nas galhadas dos resíduos.

Tabela 15 – Média geral das espécies em todas as unidades de trabalho.

ESPÉCIES	Média Geral das UT's			
	FC	FE	Relação	
			m ³ /m ³	st/m ³
Amapá	0,56	2,01	1,36	2,75
Amesclão	0,45	2,22	1,75	3,88
Angelim pedra	0,53	2,58	1,86	4,55
Angelim vermelho	0,46	2,66	2,43	5,24
Breu vermelho	0,52	2,02	1,78	3,51
Cupiúba	0,51	2,25	1,72	3,51
Faveira	0,44	2,08	1,50	3,41
Guajará-bolacha	0,52	2,22	1,41	2,94
Ipê	0,57	1,83	1,40	2,62
Jatobá	0,48	2,23	1,48	3,36
Maçaranduba	0,48	2,37	1,89	3,89
Maparajuba	0,59	2,18	2,06	3,83
Muiracatiara	0,57	1,83	1,61	2,97
Piquiá	0,50	1,99	2,42	4,84
Roxinho	0,50	1,98	1,60	3,18
Sapucaia	0,55	1,86	1,44	2,63
Sucupira	0,50	1,90	1,00	2,00
Tauari	0,49	2,22	1,70	3,54
Timborana	0,30	3,51	1,97	4,72
Ucuúba	0,45	1,85	1,71	3,80
MÉDIA	0,49	2,08	1,70	3,56
DESVIO PADRÃO	0,06	0,39	0,35	0,82
CV%	12,59	17,80	20,33	23,15
ERR PAD MÉDIA	0,01	0,09	0,08	0,18
INTERV DE CONFIANÇA	0,03	0,18	0,16	0,39
LIMITE SUPERIOR	0,53	2,37	1,87	3,94
LIMITE INFERIOR	0,47	2,01	1,54	3,17

Tabela 16 – Resumo da Média geral de todas as unidades de trabalho (UT).

ESTATÍSTICA	NOTAÇÃO	FC	FE	RRT	
				m ³ /m ³	st/m ³
Média	\bar{X}	0,49	2,08	1,70	3,56
Desvio Padrão	S	0,0628	0,4282	0,3465	0,8240
Coef. de Variação	CV%	12,59	19,36	20,33	23,15
Erro Pad. da média	$S \bar{X}$	0,0140	0,0957	0,077	0,1842
Interv de confiança	IC(0,05)	$\bar{X} \pm 0,029$	$\bar{X} \pm 0,200$	$\bar{X} \pm 0,162$	$\bar{X} \pm 0,386$
<i>N^o Amostras</i>	<i>ηc</i>	7	14	18	23

m³/m³= relação do volume (m³) de toras extraídas por volume (m³) de resíduos

st/m³= relação do volume estéreo (st) de resíduos por volume (m³) de resíduo.

FC=fator de cubicação

FE=fator de empilhamento

RRT: índice da relação de resíduos /toras

$t_{0,05}=2,093$

ηc :número de amostras necessárias para atender a precisão requerida, $E_{10\%}$

5.5 DETERMINAÇÃO DA BIOMASSA DE RESÍDUOS DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL POR GRUPOS DE ESPÉCIES, UTILIZANDO-SE AS VARIÁVEIS “VOLUME E DENSIDADE DA MADEIRA”

A quantificação da biomassa foi realizada com base nas médias de densidade da madeira encontradas em literaturas e nos volumes de resíduos. Para uma intensidade de exploração de 15m³/ha, praticada na Fazenda Rio Capim, foi obtido o índice de 1,70m³ ou 3,61st de resíduos para cada 1m³ de tora extraída, gerando, através desse índice, 25,5m³ ou 54,2st de resíduos por hectare de área explorada.

Para as espécies estudadas foram encontradas nas literaturas médias de densidade para cada grupo de espécies (0,74ton/m³) e o volume de resíduos, anteriormente especificado (25,5m³/ha), obtendo um total de biomassa residual de 75 toneladas por hectare (Tabela 17).

Para visualizar a distribuição de biomassa por grupo de espécies em função de sua densidade, foi utilizada a classificação de Loureiro e Silva (1968), que agrupa as espécies em “Muito leve (GD1)”; “Moderadamente Pesada (GD2)”; “Pesada (GD3)” e “Muito Pesada (GD4)”.

Tabela 17 – Volume de resíduos, densidade e biomassa obtidos das vinte espécies agrupadas de acordo com suas densidades.

GRUPOS	VR (m³)*	Média de Densidade (ton/m³)	Biomassa (ton/ha)	%
GD1	25,5	0,50	12,7	17
GD2	25,5	0,59	15,1	20
GD3	25,5	0,89	22,6	30
GD4	25,5	0,96	24,6	33
TOTAL		0,74	75,0	100

VR*: Volume de resíduos com base no índice 1,7m³ de resíduos x 15m³/ha (volume de toras por hectare).

GD1: Grupos de densidade leve (até 0,40-0,55 ton/m³).

GD2: Grupos de densidade moderadamente pesada (0,55- 0,75 ton/m³).

GD3: Grupos de densidade pesada (0,75-0,95 ton/m³).

GD4: Grupos de densidade muito pesada (> 0,95 ton/m³).

Para uma UPA com 5.500 hectares pode-se obter 412.500 toneladas de resíduos. Para um volume de 25,5m³ por hectare de resíduos tem-se para essa área um volume de 140.250m³ de resíduos. Considerando que o rendimento em volume de carvão é da ordem de 45%, então poderia obter-se 63,113mdc (metro de carvão), dos quais 63%, cerca de 39.761m³, é de carvão pesado a muito pesado, próprio para uso siderúrgico, e o restante, 23.351m³, de carvão leve a médio peso.

Com base no mercado atual de carvão vegetal com preço médio de venda de R\$65,00/mdc, a conversão dos resíduos em carvão vegetal proporcionaria uma receita bruta de R\$4.102.280,00 (quatro milhões cento e dois mil e duzentos e oitenta reais) por ano.

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, podem-se inferir as seguintes conclusões:

- O grau de tortuosidade dos galhos da copa das espécies tropicais e os arranjos dos resíduos na pilha indicam ser os causadores de baixo valor de fator de cubicação (FC), provocado pela existência de elevado volume de espaços vazios entre os resíduos. Essa conclusão foi válida também para o fator de empilhamento (FE), que é um resultado inverso de FC.
- As variações dos índices de relação entre o volume de resíduos e o volume de toras extraídas das espécies estudadas não têm uma tendência lógica. Uma árvore de grande diâmetro nem sempre apresenta maior volume de resíduos. O volume final de resíduos está relacionado com as galhadas, associadas às árvores quebradas ou tombadas.
- A relação de 1,70m³ ou 3,61 estéreos de resíduos para cada 1m³ de tora extraída mostra ser maior do que a relação estabelecida pelo IBAMA, que é de 1:1m³, indicando, assim, que esse índice não é fixo, devendo, portanto, ser levantado para cada caso específico.
- Do total de resíduos de exploração florestal, 63% são constituídos de resíduos pesados a muito pesados, muito promissores para produção de carvão na siderurgia.
- O uso do índice da relação de resíduos e toras ($RRT = 1,70m^3/m^3$), obtido neste estudo, permite à empresa quantificar com segurança o volume de resíduos de exploração florestal para fins de produção de carvão vegetal, na Fazenda Rio Capim.
- O volume de resíduos resultante do RRT e a intensidade de exploração praticada pela empresa podem disponibilizar 25,5m³ de resíduos por hectare, o que pode proporcionar uma receita da ordem de R\$ 4.102.345,00 para uma área de 5500 hectares explorada anualmente.

7 RECOMENDAÇÕES

- Continuação do estudo de resíduos de exploração florestal no que concerne à viabilidade técnico-econômica de extração de resíduos;
- Estudo da relação de rendimento volumétrico e gravimétrico de carvão de resíduos florestais;
- Estudo da relação volume estéreo de resíduos e volume de carvão (mdc);
- Estudo mais detalhado da biomassa de resíduos, englobando todos os resíduos (toras ocas ou rachadas, árvores tombadas ou quebradas nas trilhas do skkider);
- Estudo de equações de afilamento do tronco (serial taper) de árvores com diâmetros inferiores a 30 cm de diâmetro, comumente tombadas nas trilhas do skkider.

REFERÊNCIAS

- ABRACAVE – Associação Brasileira de Carvão vegetal. **Anuário Estatístico**, 2001. Disponível em: <<http://www.abracave.com.br>>. Acesso em: 12 jan. 2006.
- ALMEIDA, O. T. et al. **Evolução da fronteira Amazônica**: oportunidades para um desenvolvimento sustentável. Belém: IMAZON, 1996.
- ALMEIDA, O; UHL, C. O desafio da exploração sustentada na Amazônia. In: ALMEIDA, O. T. **A evolução da fronteira Amazônica**: oportunidades para o desenvolvimento sustentável. Belém: IMAZON, 1996. p.1-6.
- AMARAL, L. H. et al. **Floresta para sempre**: um manual para produção de madeira na Amazônia. Belém: IMAZON, 1998. 137 p.
- ANGELO, H.; GUIMARÃES, D. P. Subsídios econômicos ao manejo florestal sustentável na região Amazônica. **Revista Árvore**, v. 25, n. 3, p. 353-360, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo setorial 2004**: indústria de madeira processada mecanicamente. Curitiba, PR: ABIMCI, 2004. 50 p.
- BAGGIO, A. J.; CARPANEZZI, A. A. Quantificação dos resíduos em bracatingas na região metropolitana de Curitiba. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 30/31, p. 51-66, jan/dez. 1995.
- BALLONI, E. A.; MIGLIORINI, A. J.; BRITO, J. O. **Produção de energia através de florestas de rápido crescimento**. Piracicaba, SP: IPEF, 1998. (Circular Técnica, n. 103).
- BARBOSA, A. P. et al. Considerações sobre o perfil tecnológico do setor madeireiro na Amazônia Central: biodiversidade, pesquisa e desenvolvimento na Amazônia. **Parcerias Estratégicas**, v. 6, n. 12, 2001. Disponível em: <http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/177>. Acesso em: 28 dez. 2005.
- BARRETO, P. et al. **Custos e benefícios financeiros da exploração de impacto reduzido em comparação a exploração convencional na Amazônia Oriental**. 2. ed. Belém: FFT, 1998. 66 p.
- BARRETO, P.; UHL, C.; YARED, J. G. O Potencial de produção sustentável de madeira em Paragominas, Pará na Amazônia Oriental. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1 e CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7, 1993, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais, 1993. p. 387-392.
- BASTOS, T. X.; ROCHA, A. M. A.; PACHECO, N. A.; SAMPAIO, S. M. N. Efeito da remoção da floresta ombrófila sobre regime pluviométrico no município de Paragominas - PA. **Boletim de Geografia Teórica**, v. 23, n. 45-46, p. 85 – 92, 1993.

BENZO, G.; LUENGO, C. A. Biomassa com potencial energético adicional aos combustíveis fósseis. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANEJAMENTO ENERGETICO, 3, 1998. **Anais...** 1998, p. 133-137.

BERNADIN, Y; ET MATOS, R. Etude de faisabilité au Brésil, par l'Antenne ERAI de San Paulo - BRESIL (1997).

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto Radam: Folha SA. 23** – São Luís e parte da folha SA. 24 – Fortaleza. Geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, 1973. (Levantamento de recursos minerais, v. 3).

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Projeto Radam: Folha SA. 22** – Belém. Geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, 1974. (Levantamento de recursos minerais, v. 5).

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. COODERNADORIA DE AGRONEGÓCIO. **Proposta de utilização energética de florestas e resíduos agrícolas.** Brasília: Ministério da Agricultura, 1984.

BRITO, J. O; BARRICHELO, L. E. G. **Carvão vegetal de madeira de desbaste de Pinusn.** Brasília: PRODEPEF, 1982. 13 p. (IPEF: Circular técnica, 146).

CARVALHO, J. O. P. **Análise estrutural da regeneração natural em Floresta Tropical densa na região do Tapajós no Estado Pará.** 1982. 127 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Paraná, 1982.

_____. **Subsídios para o manejo de florestas naturais na Amazônia brasileira:** resultados de pesquisas da EMBRAPA/IBDF-PNPF. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1987. 35 p.

COUTO, H. T. Z.; BRITO, J. O.; TOMAZELLI FILHO, M. **Quantificação de resíduos florestais para produção de energia em povoamento de *Eucalyptus saligna*.** São Paulo: IPEF, 1984. p. 19-23.

COUTO, L.; FONSECA, E. M. B., MULLER, M. D. **O estado da arte das plantações de florestas de rápido crescimento para produção de biomassa para energia em Minas Gerais:** aspectos técnicos, econômicos, sociais e ambientais. Belo Horizonte: CEMIG, 2000. 44 p.

D'OLIVEIRA, M. V. N. Danos produzidos na floresta tropical em exploração planejada, considerando abate, arraste mecanizado e abertura de estradas e trilhas de arraste. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE COMPENSADOS E MADEIRA TROPICAL, 2, 1994. **Anais...** Belém. p. 129-137.

DENICH, M. **Possibilidades de utilização e manejo adequado de áreas alteradas a abandonadas na Amazônia brasileira.** Brasília: MCT/CNP, 1998. 49 p.

FERREIRA, C. A. et al. **Manejo florestal na Amazônia brasileira:** situação atual e perspectivas. Colombo: EMBRAPA, 1999. 20 p. (EMBRAPA: Documento, 37).

FERREIRA, C. A. P.; C. FILHO, P. P.; **Análise comparativa de custos de exploração florestal mecanizada em terra firme**. Belém: Embrapa, 1991. 20 p. (Embrapa Circular Técnica, n. 63).

FONSECA, F. F. A. Siderurgia e carvão vegetal em Carajás: problemas e perspectivas. **Revista Pará Desenvolvimento**, n. 26, p. 58-60, jan. 1990.

FONTES, P. J. P.; QUIRINO, W. F.; PASTORE JUNIOR, F. **Aglutinantes para briquetagem de carvão vegetal**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/ipf.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2005.

FRUWALD, A. Resíduos de madeira para abastecimento, possibilidades e dificuldades para reciclagem. **Brasil Madeira**, Curitiba, v. 5, n. 54, p.12, 1981.

GERWING, J.; VIDAL, E. e VERISSIMO, A. **Rendimento no processamento de madeira no Estado do Pará**. Belém: AMAZON, 2000. 32 p. (AMAZON: Serie Amazônica, 18).

GOMES, A. M. A. **Medição dos arvoredos**. Lisboa: Sã da Costa, 1957, 413 p.

GRAZIANO, J. S. **Tecnologia e agricultura familiar**. Rio Grande do Sul: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000. 520 p.

_____. **Censo Industrial Brasil. VIII Recenseamento geral: 1970**. Série regional vol. IV. Diretoria técnica – Superintendência de estatísticas primárias, departamento de censos. Rio de Janeiro: IBGE, 1970. 193 p.

_____. **Censo Industrial – Dados gerais, Brasil. IX Recenseamento geral do Brasil – 1980**. v. 3 n. 6. Rio de Janeiro: IBGE, 1984. 189 p.

_____. Diretoria de Geociências. **Diagnóstico da Amazônia Legal**: nota técnica. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 16 p.

_____. **Sinopse preliminar do censo demográfico 1991**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 74 p.

INSTITUTO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SOCIAL DO PARÁ - IDESP. Convênios. **Diagnóstico do município de Paragominas**. Belém: IDESP, 1977. (Relatórios de Pesquisa, 3). 236 p.

INTERNATIONAL TROPICAL TIMBER ORGANIZATION. **Critérios e indicadores para o manejo sustentável das florestas tropicais naturais**. Yokohama: ITTO, 1999. 22 p. (Série 7).

JANKAUSKIS, J. **Avaliação de técnicas de manejo florestal**. Belém: SUDAM, 1990. 143 p.

JOHNS, J., BARRETO, P., UHL, C. Logging damage in Planned and unplanned logging operations and its implications for sustainable timber production in the eastern Amazon. **Forest Ecology and Management**, n. 89, p. 59- 77, 1996.

LEAO, R. M. **A floresta e o homem**. Universidade de São Paulo: Instituto de Pesquisa e Estudos Florestais, 2000, 378 p.

LENTINI, M. **Fatos florestais da Amazônia 2005**. Belém: IMAZON, 2005.

Lista oficial de espécies florestais da Orsa Florestal S/A. Madeiras Tropicais Brasileiras. IBAMA, 1997. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br>>. Acesso em: 16/12/2005.

LOPES, F. et al. Resíduos de madeira: Um passivo ambiental ou uma opção de geração de receita. **Informativo, SPCP**, Curitiba, MG, p. 17-19, 2002.

LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F. **Catálogo das madeiras da Amazônia**. Belém: SUDAM, 1968. v 1 e 2.

LOUREIRO, V. R. Amazônia: historia e perspectivas. Reflexões sobre a questão. **Revista Pará Desenvolvimento**, n. 26, p. 3-24, jan. 1990.

MARTINS, H. Madeira como fonte de energia. In: PENEDO, W. R. **Uso da madeira para fins energéticos**. Belo Horizonte: Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais, 1980. 12-26 p.

MATTAR, P. N. et al. **O Mercado de madeiras no Brasil e no mundo**. Belém: BASA/FCAP, 1996. (Estudos Setoriais, 9). 55p.

MIRANDA, E. M. de; et al. Efeitos da exploração de uma floresta tropical úmida sobre o microambiente e sua influencia na regeneração de sítios perturbados. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE COMPENSADOS E MADEIRA TROPICAL, 2, 1994, Belém. **Anais...** Belém, 1994. p. 145-160.

MONTEIRO, M. A. Sidero-metalurgia e carvoejamento na Amazônia Oriental brasileira. In: XIMENES, T. **Cenários da industrialização na Amazônia**. Belém: UFPA/NAEA/UNAMAZ, 1995. p. 49-104.

NUMAZAWA, S.; SILVA, R. A. N.; CARVALHO, M. S. P. D. . **Produtos madeireiros: tipos, mercados e comercialização no Estado do Pará**. Belém: FCAP-SUDAM, 1994 (Relatorio Tecnico).

NUMAZAWA, S. **Aproveitamento de resíduos da exploração florestal na Estação experimental de Curua-Una/Pa, para produção de carvão vegetal**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, 1986. 126 p.

NUMAZAWA, S. **Características do carvão vegetal de cupiúba (*Goupia glabra*, AUBL)**. Belém: FCAP, 1990. 15 p. (Serviço de Documentação e Informação)

NUMAZAWA, S. et al. **Avaliação quantitativa da madeira deixada como resíduos após a exploração florestal**. Belém: FUNPEA/CCM, 2002. 13 p.

PERREIRA JUNIOR, R. A.; LEAO, C. F. G.; DAMASCENO, J. C. et al. **Manual de procedimentos técnicos para condução de manejo florestal e exploração de impacto reduzido**: Paragominas-Pará. Belém: [S.n.], 1998. 76 p.

RANKIN, J. M. Forestry in the Brazilian Amazon. In. PRANCE, G. T.; LOVEJOY, T. E. (Ed.). **Amazônia, Key Environmental Series**. Pergamon Press, Oxford, England: UK, 1985: p. 369-392.

REZENDE, G. C. Implantação e produtividade de florestas para fins energéticos. In: SEMINÁRIO SOBRE GASEIFICAÇÃO DE MADEIRA E CARVÃO VEGETAL, 1981, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1981. p.11-25.

ROCHA, M. P. Exploração madeireira na Amazônia: situação atual e perspectivas. **Revista da Madeira**, v. 11, n. 61, p.31, nov. 2001.

SBS - Sociedade Brasileira de Silvicultura. 2003. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br/>>. Acesso em: 26 jan. 2006.

SCOLFORO, J. R. **Avaliação da produtividade florestal através da classificação do sítio**. Lavras: ESALC/FEAPE, 1993, 138 p.

SERRÃO, E. A. Desenvolvimento agropecuário e florestal na Amazônia: Proposta para o desenvolvimento sustentável com base no conhecimento científico e tecnológico. In: COSTA, J. M. M. **Amazônia: desenvolvimento econômico, desenvolvimento sustentável e sustentabilidade de recursos naturais**. Belém: UFPA/NUMA, 1995. 204 p.

SEYE, O.; PINHEIRO, P. C. C. Influência de temperatura de carbonização nas propriedades do carvão vegetal de *Eucalyptus*. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE USO DE BIOMASSA PLANTADA PARA PRODUÇÃO DE METAIS E GERAÇÃO DE ELETRICIDADE, 1, 2001, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2001.

SILVA, E. J. D. **Impacto da exploração madeireira predatória e planejada sobre o crescimento e diversidade de espécies arbóreas na Amazônia Oriental**. 1998. 115 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de São Paulo, 1998.

SILVA, J. N. M. **Manejo florestal**. 2. ed. Belém: Embrapa, 1996. p.12-24.

SILVA, M. G. **Carvão de resíduos de indústria madeireira de três espécies florestais exploradas no Município de Paragominas no Estado do Pará**. 2004. 64 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2004.

SILVA, R. C. **Contribuição do levantamento de solo e caracterização dos sistemas naturais e ambientais na região de Paragominas – Estado do Pará**. 1997. 107 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 1997.

SOUZA, A. L. L. **Análise do setor madeireiro do Estado do Pará**. Belém: FCAP, 1981. 23 p.

SOUZA, A. L. L. **Desenvolvimento sustentável, manejo florestal e o uso dos recursos madeireiros na Amazônia**: desafios, possibilidades e limites. Belém: UFPA/NAEA, 2002. 126 p.

SOUZA, M. R. Tecnologias para usos alternativos de resíduos florestais – IBAMA na área de utilização de resíduos florestais e agrícolas. In: WORKSHOP SUL-AMERICANO SOBRE USOS ALTERNATIVOS DE RESÍDUOS DE ORIGEM FLORESTAL E URBANO, 1997, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Embrapa Florestas, 1997. p. 49-70.

THIBAU, C. E. **Produção sustentada em florestas**: conceitos, tecnologias, biomassa energética e pesquisas e constatações. Belo Horizonte: O Autor, 2000. 511 p.

TOMASELLI, I. Processamento primário de madeiras tropicais. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE COMPENSADOS E MADEIRA TROPICAL, 2, 1994, Belém. **Anais...** Belém. p. 107.

UHL, C.; BARRETO, P.; VERÍSSIMO, A.; BARROS, A. C.; AMARAL, P.; VIDAL, E.; SOUZA JÚNIOR, C. Uma abordagem integrada de pesquisa sobre o manejo dos recursos naturais na Amazônia. Belém, 1996. In: BARROS, A. C.; VERÍSSIMO, A. (Ed.). **A expansão da atividade madeireira na Amazônia: Impactos e perspectivas para o desenvolvimento do setor florestal no Pará**. Belém: IMAZON, p. 143-164, 1996.

UHL, C.; CLARK, K.; MAQUIRINO, P. Vegetation dynamics in Amazonian treefall gaps. **Ecology**. v. 69, p. 751 - 763, 1988.

UHL, C.; VERÍSSIMO, A.; MATTOS, M. M.; BRANDINO, Z.; VIEIRA, J. C. G. Social economic and ecological consequences of selective logging in an Amazon frontier: the case of Thailand. **Forest Ecology and Management**, v. 46, p. 243–273, 1991.

VANOLLI, C. A. Proposta para o mercado do carvão vegetal brasileiro. **Revista Silvicultura**, v. 16, n. 64, p. 40-43, dez. 1995.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE; Departamento de recursos naturais e estudos ambientais, 1991. 124 p.

VERÍSSIMO, A. **Pólos madeireiros do Estado do Pará**. Belém: IMAZON, 2002. p. 74.
VERÍSSIMO, A.; AMARAL, P. **Importância da criação de Flonas Amazônia Brasileira**. Belém: IMAZON, 1997.

VERÍSSIMO, A., BARRETO, P., MATOS, M., TARIFA, R.; Uhl, C. Logging impacts and prospects for sustainable forest management in an old Amazonian frontier: the case of Paragominas. **Forest Ecology and Management**, n. 55, p. 169-199, 1992.

VERISSIMO, A. et al. Impactos da atividade madeireira e perspectivas para o manejo sustentável da floresta numa velha fronteira da Amazônia: O caso Paragominas. In: XIMENES, T. **Cenários da industrialização na Amazônia**. Belém: UFPA/NAEA/UNAMAZ, 1995. p. 7-38.

VIANEZ, B. F. **Uso de resíduos madeireiros na economia e ecologia Amazônica**. 2001. Disponível em: <<http://www.ibict.br>>. Acesso em: 25 nov. 2005.

VIDAL, E.; GERWING, J.; BARRETO, P.; AMARAL, P.; JOHNS, J. S. **Redução de desperdícios na produção de madeira na Amazônia**. Belém: IMAZON, n. 5, 1997. 20 p. (Série Amazônia).

VIDAL, E. et al. **Redução de desperdícios na produção de madeira na Amazônia**. Belém: IMAZON, 1997. 20 p. (IMAZON: Série Amazônica, 5).

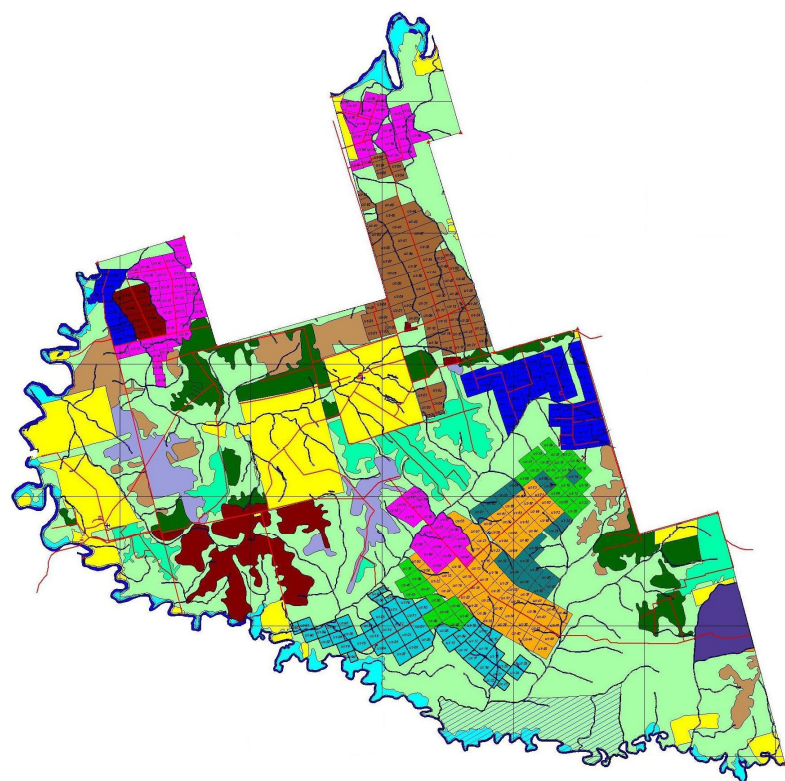
VIEIRA, L. S.; SANTOS, P. C. T. C. **Amazônia: seus solos e outros recursos naturais**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1987. 416 p.

WATRIN, O. S.; ROCHA, A. M. A. **Levantamento de vegetação natural e uso da terra no Município de Paragominas (PA) utilizando imagens TM/Landsat**. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1992. 40 p. (EMBRAPA-CPATU. Boletim de Pesquisa, 124).

YARED, J. A. G. **Efeito de sistemas silviculturais na florística e na estrutura de florestas secundária e primária, na Amazona Oriental**. 1996.176 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

ANEXOS

ANEXO A – Mapa temático de uso atual do solo



MAPA TEMÁTICO DE USO ATUAL DO SOLO

- Floresta Ombrófila Densa
- Floresta Ombrófila Densa (Tornado)
- Floresta Aluvial
- Floresta Ombrófila Densa Explorada em 1994 a 99/FFT
- Floresta Ombrófila Densa Explorada em 1995
- Floresta Ombrófila Densa Explorada em 1996
- Floresta Ombrófila Densa Explorada em 1997
- Floresta Ombrófila Densa Explorada em 1998
- Floresta Ombrófila Densa Explorada em 1999
- Floresta Ombrófila Densa Explorada em 2000
- Floresta Ombrófila Densa Explorada em 2001
- Floresta Ombrófila Densa Explorada em 2002
- Floresta Ombrófila Densa Explorada em 2003
- Floresta Ombrófila Densa Explorada em 2004
- Floresta Ombrófila Densa Explorada em 2005
- Pastagens
- Lago

LEGENDA

Infraestrutura

- Pista
- Sede
- Serraria
- Pontos
- Estrada
- Rio
- Drenagem
- UPA - 07
(Área Dendrogêne)
- Upa 09 (Área 2006)
- Área Preservação Permanente
- Área Preservação Absoluta

ANEXO B – Espécies estudadas na UT 83

Espécies	V (tora)	V (res)	FC	FE	Vr / Vt (m³/m³)	Vr / Vt (st/m³)
Angelim vermelho	3.357	9.594	0.49	2.04	2.86	5.84
Breu vermelho	2.633	4.976	0.73	1.37	1.89	2.59
Cupiúba	2.634	4.696	0.32	3.11	1.78	5.55
Cupiúba	1.496	4.910	0.43	2.48	3.28	7.63
Cupiúba	1.511	3.520	0.54	1.84	2.33	4.29
Cupiúba	1.566	2.360	0.43	2.35	1.51	3.54
Cupiúba	2.320	6.220	0.70	3.45	2.68	3.83
Faveira	4.463	4.687	0.45	2.04	1.05	2.33
Faveira	2.877	4.600	0.42	2.08	1.60	3.81
Jatobá	9.546	12.696	0.55	1.80	1.33	2.40
Jatobá	1.407	3.422	0.41	2.45	2.43	5.97
Jatobá	2.327	4.630	0.36	2.81	1.99	5.60
Maçaranduba	3.696	4.144	0.42	2.38	1.12	2.67
Maçaranduba	4.144	4.985	0.51	2.43	1.20	2.36
Maçaranduba	4.183	6.464	0.44	2.28	1.55	3.53
Maçaranduba	2.842	3.785	0.51	2.43	1.33	2.61
Maçaranduba	2.040	3.785	0.51	2.43	1.86	3.64
Maçaranduba	5.968	9.642	0.51	2.43	1.62	3.17
Maçaranduba	3.437	8.608	0.51	2.43	2.50	4.91
Maçaranduba	7.669	8.608	0.51	2.43	1.12	2.20
Maçaranduba	2.270	2.992	0.51	2.43	1.32	2.58
Maçaranduba	1.805	2.179	0.84	1.18	1.21	1.44
Maçaranduba	2.187	2.279	0.51	2.43	1.04	2.04
Maçaranduba	2.946	3.547	0.32	3.10	1.20	3.74
Maçaranduba	1.975	6.260	0.51	2.43	3.17	5.43
Maçaranduba	2.582	6.515	0.51	2.43	2.52	4.95
Maçaranduba	2.222	6.124	0.51	2.43	2.76	5.40
Maçaranduba	2.295	8.053	0.51	2.43	3.51	6.88
Maçaranduba	2.324	5.625	0.51	2.43	2.42	4.75
Maçaranduba	2.073	5.640	0.51	2.43	2.72	5.34
Maçaranduba	2.817	7.562	0.46	2.16	2.68	5.84
Maçaranduba	3.043	4.483	0.51	2.43	1.47	2.89
Maçaranduba	4.132	8.900	0.51	2.43	2.15	4.22
Muiracatiara	3.897	5.291	0.57	1.75	1.36	2.38
Roxinho	4.390	4.500	0.50	1.98	1.03	2.05
Sapucaia	2.404	4.820	0.61	1.63	2.01	3.28
Tauari	3.324	5.005	0.58	1.73	1.51	2.60
Tauari	1.097	3.563	0.53	1.90	3.25	6.17

ANEXO C – Espécies estudadas na UT 84.

Espécies	V (tora)	V (res)	FC	FE	Vr / Vt (m³/m³)	Vr / Vt (st/m³)
Amesclão	2.00	2.63	0.45	2.22	1.32	2.93
Angelim vermelho	9.48	15.59	0.38	2.94	1.64	4.33
Angelim vermelho	5.86	10.10	0.51	1.98	1.72	3.41
Angelim vermelho	8.38	12.49	0.38	2.94	1.49	3.92
Breu vermelho	2.89	3.31	0.49	2.05	1.15	2.35
Cupiúba	4.63	5.16	0.54	1.85	1.12	2.06
Faveira	14.75	14.94	0.43	2.08	1.01	2.36
Faveira	1.14	3.66	0.44	2.08	3.21	7.30
Faveira	2.05	3.37	0.42	2.08	1.64	3.92
Guajará-bolacha	2.29	4.52	0.45	2.22	1.97	4.37
Guajará-bolacha	2.87	4.46	0.56	1.79	1.55	2.78
Guajará-bolacha	3.87	4.69	0.41	2.46	1.21	2.99
Jatobá	4.85	5.63	0.67	1.50	1.16	1.74
Maçaranduba	4.01	16.61	0.51	2.43	4.14	8.12
Maçaranduba	2.26	4.58	0.42	2.37	2.03	4.81
Maçaranduba	2.68	3.24	0.51	2.43	1.21	2.37
Maçaranduba	2.59	5.96	0.51	2.43	2.30	4.52
Maçaranduba	1.54	1.91	0.37	2.72	1.24	3.36
Maçaranduba	2.53	3.33	0.40	2.55	1.32	3.29
Maçaranduba	1.14	1.94	0.64	1.87	1.70	2.66
Maçaranduba	2.19	2.38	0.51	2.43	1.09	2.13
Maçaranduba	3.84	6.05	0.46	2.18	1.58	3.43
Maçaranduba	3.48	6.08	0.42	2.16	1.75	4.16
Maçaranduba	2.65	3.31	0.62	1.61	1.25	2.01
Maçaranduba	6.82	12.95	0.56	1.78	1.90	3.39
Maçaranduba	2.80	3.73	0.60	1.68	1.33	2.24
Maçaranduba	3.41	3.99	0.48	2.08	1.17	2.43
Maçaranduba	3.85	9.28	0.48	2.08	2.41	5.01
Muiracatiara	2.92	3.88	0.45	2.24	1.33	2.98
Muiracatiara	3.90	6.65	0.38	2.62	1.70	4.46
Muiracatiara	1.12	2.85	0.92	1.09	2.54	2.76
Muiracatiara	4.67	4.77	0.56	1.80	1.02	1.84
Muiracatiara	1.93	4.11	0.57	1.74	2.13	3.72
Muiracatiara	3.62	4.98	0.43	2.32	1.38	3.19
Muiracatiara	2.86	3.80	0.55	1.81	1.33	2.40
Muiracatiara	2.73	3.94	0.55	1.98	1.44	2.62
Muiracatiara	2.35	4.77	0.59	1.69	2.04	3.44
Piquiá	3.00	10.78	0.50	1.99	3.60	7.19
Roxinho	3.39	7.37	0.50	1.98	2.17	4.30
Sapucaia	1.93	2.83	0.44	2.25	1.47	3.30
Sapucaia	1.56	1.69	0.49	2.04	1.08	2.21
Tauari	3.31	4.62	0.49	2.05	1.40	2.86
Tauari	1.66	2.49	0.46	2.36	1.50	3.26
Tauari	3.66	7.67	0.54	1.87	2.09	3.91

continua....

Espécies	V (tora)	V (res)	FC	FE	Vr / Vt (m³/m³)	Vr / Vt (st/m³)
Tauari	7.12	9.05	0.38	2.65	1.27	3.37
Tauari	4.79	6.15	0.34	2.95	1.29	3.79
Tauari	7.23	10.85	0.40	2.49	1.50	3.74
Tauari	1.34	3.24	0.71	1.40	2.42	3.38
Timborana	4.22	7.22	0.22	4.45	1.71	4.85
Ucuúba	2.01	3.44	0.45	1.85	1.71	3.80

ANEXO D – Espécies estudadas na UT 85.

Espécies	V (tora)	V (res)	FC	FE	Vr / Vt (m³/m³)	Vr / Vt (st/m³)
Amapá	2.32	3.87	0.34	2.98	1.67	4.98
Amapá	13.63	17.56	0.52	2.20	1.29	2.48
Amesclão	3.58	5.79	0.44	2.27	1.62	3.67
Amesclão	7.57	12.02	0.42	2.36	1.59	3.74
Amesclão	2.36	5.00	0.42	2.39	2.12	5.08
Angelim pedra	3.89	4.20	0.54	1.85	1.08	1.99
Angelim pedra	9.79	11.46	0.57	1.76	1.17	2.06
Angelim pedra	1.37	7.00	0.42	2.39	5.11	10.32
Angelim vermelho	3.60	14.57	0.47	2.23	4.05	8.63
Breu vermelho	2.79	4.93	0.41	2.43	1.76	4.28
Breu vermelho	1.91	2.03	0.35	2.84	1.06	3.02
Breu vermelho	4.57	4.70	0.35	2.83	1.03	2.91
Breu vermelho	1.29	5.36	0.49	2.02	4.15	8.40
Faveira	1.74	2.65	0.52	1.92	1.53	2.93
Faveira	3.23	4.25	0.42	2.08	1.31	3.13
Faveira	7.04	9.99	0.43	2.08	1.42	3.30
Faveira	2.29	4.56	0.44	2.29	1.99	4.55
Guajará-bolacha	5.55	7.14	0.59	2.06	1.28	2.18
Guajará-bolacha	2.83	2.84	0.78	2.09	1.00	1.29
Guajará-bolacha	5.01	8.07	0.34	2.95	1.61	4.75
Guajará-bolacha	2.58	2.74	0.59	2.06	1.06	1.80
Ipê	3.82	6.06	0.46	2.19	1.58	3.46
Ipê	5.25	6.34	0.68	1.48	1.21	1.78
Jatobá	10.12	16.88	0.46	2.16	1.67	3.60
Maçaranduba	2.61	3.98	0.51	2.43	1.52	2.99
Maçaranduba	3.57	4.18	0.51	2.43	1.17	2.30
Maçaranduba	1.11	3.49	0.38	2.66	3.15	8.29
Maçaranduba	2.47	3.91	0.51	2.43	1.58	3.10
Maçaranduba	2.32	2.82	0.42	2.39	1.21	2.90
Maçaranduba	1.91	2.80	0.35	2.86	1.46	3.87
Maçaranduba	4.63	9.43	0.55	1.81	2.04	3.70
Maçaranduba	2.58	7.75	0.26	3.91	3.00	5.22

continua....

Espécies	V (tora)	V (res)	FC	FE	Vr / Vt (m³/m³)	Vr / Vt (st/m³)
Maçaranduba	1.52	4.35	0.67	1.48	2.87	4.28
Maçaranduba	2.25	6.88	0.76	1.32	3.05	4.03
Maçaranduba	3.34	4.13	0.45	2.24	1.24	2.75
Maçaranduba	2.62	9.00	0.53	1.90	3.43	6.52
Maçaranduba	1.11	2.97	0.48	2.08	2.69	5.59
Maparajuba	0.90	2.30	0.90	2.30	2.55	2.82
Maparajuba	1.28	2.54	0.43	2.30	1.99	4.59
Muiracatiara	10.21	14.37	0.58	1.72	1.41	2.42
Muiracatiara	7.54	9.00	0.64	1.57	1.19	1.87
Piquiá	2.90	3.97	0.50	1.99	1.37	2.72
Piquiá	3.28	3.71	0.50	1.99	1.13	2.26
Tauari	5.58	7.07	0.46	2.36	1.27	2.76
Tauari	3.86	8.70	0.46	2.36	2.26	4.90
Tauari	5.75	9.46	0.46	2.36	1.64	3.58
Tauari	3.12	3.97	0.50	2.01	1.27	2.56
Tauari	7.87	10.24	0.62	1.60	1.30	2.09
Tauari	9.65	17.40	0.76	1.31	1.80	2.36
Tauari	7.34	9.29	0.50	2.00	1.27	2.54

ANEXO E - Espécies estudadas na UT 86.

Espécies	V (tora)	V (res)	FC	FE	Vr / Vt (m³/m³)	Vr / Vt (st/m³)
Amapá	4.79	5.94	0.70	1.43	1.24	1.77
Amesclão	1.56	3.38	0.47	2.11	2.16	4.56
Angelim pedra	2.42	2.65	0.90	1.11	1.10	1.22
Angelim pedra	4.57	6.47	0.19	5.23	1.42	7.40
Angelim vermelho	4.19	4.91	0.45	3.74	1.17	2.60
Breu vermelho	3.11	6.49	0.47	2.12	2.09	4.43
Faveira	3.06	3.54	0.45	2.08	1.16	2.57
Jatobá	17.43	20.47	0.25	4.01	1.17	4.71
Jatobá	4.69	4.96	0.45	2.25	1.06	2.37
Jatobá	2.55	2.56	0.37	2.74	1.00	2.75
Jatobá	11.24	16.64	0.37	2.67	1.48	3.96
Maçaranduba	3.63	4.25	0.33	3.02	1.17	3.53
Maçaranduba	3.24	3.56	0.32	3.08	1.10	3.39
Maçaranduba	1.08	2.96	0.51	1.97	2.75	5.43
Maçaranduba	2.61	3.59	0.48	2.07	1.38	2.85
Maçaranduba	2.30	2.39	0.31	3.26	1.04	3.37
Maçaranduba	2.45	3.68	0.41	2.41	1.50	3.66
Maçaranduba	4.79	5.18	0.37	2.72	1.08	2.94
Maçaranduba	1.06	2.29	0.40	2.49	2.16	5.38
Maçaranduba	3.51	4.11	0.31	3.19	1.17	3.72
Maçaranduba	2.02	3.31	0.55	1.82	1.64	2.98
Maçaranduba	4.69	6.03	0.33	3.06	1.29	3.93
Maçaranduba	1.59	5.59	0.47	2.13	3.51	4.33
Maçaranduba	7.62	10.81	0.69	1.44	1.42	2.05
Maçaranduba	5.32	6.40	0.51	2.43	1.20	2.36
Maçaranduba	4.76	8.12	0.21	4.67	1.71	5.97
Maçaranduba	2.38	7.05	0.37	2.70	2.96	5.43
Maçaranduba	3.58	6.72	0.45	2.24	1.88	4.20
Maparajuba	5.77	9.25	0.67	1.48	1.60	2.39
Maparajuba	4.35	5.59	0.67	1.48	1.29	1.90
Maparajuba	4.53	9.12	0.44	2.27	2.01	4.57
Maparajuba	1.59	3.53	0.44	2.26	2.22	5.01
Maparajuba	2.42	5.16	0.36	2.76	2.13	5.88
Muiracatiara	3.56	7.13	0.38	2.66	2.00	5.32
Muiracatiara	0.80	1.79	0.68	1.30	2.25	3.31
Sapucaia	4.21	4.38	0.56	1.80	1.04	1.87
Sucupira	5.15	5.15	0.50	1.90	1.00	2.00
Tauari	2.29	2.53	0.40	2.48	1.11	2.75
Tauari	3.54	5.28	0.46	2.36	1.49	3.24
Tauari	11.82	15.57	0.45	2.25	1.32	2.96
Tauari	10.06	10.54	0.24	4.24	1.05	4.44
Timborana	5.29	13.34	0.33	2.86	2.52	4.76
Timborana	5.71	11.12	0.44	2.27	1.95	4.43

ANEXO F – Quantificação de biomassa por grupo de densidades leves.

Espécies	Grupos	V (res) m3	Média Dens (g/cm3)	Peso (ton)
Amesclão	GD1	3.38	0.44	1.488
Amesclão	GD1	5.79	0.44	2.547
Amesclão	GD1	12.02	0.44	5.290
Amesclão	GD1	5.00	0.44	2.200
Amesclão	GD1	2.63	0.44	1.159
Faveira	GD1	2.65	0.53	1.406
Faveira	GD1	3.54	0.53	1.876
Faveira	GD1	4.25	0.53	2.252
Faveira	GD1	9.99	0.53	5.295
Faveira	GD1	4.56	0.53	2.414
Faveira	GD1	4.69	0.53	2.484
Faveira	GD1	4.60	0.53	2.438
Faveira	GD1	14.94	0.53	7.916
Faveira	GD1	3.66	0.53	1.938
Faveira	GD1	3.37	0.53	1.788
Ucuúba	GD1	3.44	0.49	1.69

ANEXO G – Quantificação de biomassa por grupo de densidades moderadamente pesadas.

Espécies	Grupos	V (res) m3	Média Dens (g/cm3)	Peso (ton)
Amapá	GD2	3.87	0.61	2.363
Amapá	GD2	5.94	0.61	3.621
Amapá	GD2	17.56	0.61	10.714
Breu vermelho	GD2	6.49	0.55	3.572
Breu vermelho	GD2	4.93	0.55	2.709
Breu vermelho	GD2	3.31	0.55	1.820
Breu vermelho	GD2	2.03	0.55	1.116
Breu vermelho	GD2	4.98	0.55	2.737
Breu vermelho	GD2	4.70	0.55	2.585
Breu vermelho	GD2	5.36	0.55	2.947
Roxinho	GD2	7.37	0.72	5.31
Roxinho	GD2	4.50	0.72	3.24
Tauari	GD2	7.07	0.59	4.17
Tauari	GD2	2.53	0.59	1.49
Tauari	GD2	8.70	0.59	5.13
Tauari	GD2	5.28	0.59	3.12
Tauari	GD2	9.46	0.59	5.58
Tauari	GD2	3.97	0.59	2.34
Tauari	GD2	10.24	0.59	6.04
Tauari	GD2	4.62	0.59	2.73
Tauari	GD2	2.49	0.59	1.47
Tauari	GD2	7.67	0.59	4.52
Tauari	GD2	15.57	0.59	9.19
Tauari	GD2	10.54	0.59	6.22
Tauari	GD2	9.05	0.59	5.34
Tauari	GD2	6.15	0.59	3.63
Tauari	GD2	5.00	0.59	2.95
Tauari	GD2	3.56	0.59	2.10
Tauari	GD2	17.40	0.59	10.26
Tauari	GD2	9.29	0.59	5.48
Tauari	GD2	10.85	0.59	6.40
Tauari	GD2	3.24	0.59	1.91

ANEXO H – Quantificação de biomassa por grupo de densidades pesada.

Espécies	Grupos	V (res)		
		m3	Média Dens (g/cm3)	Peso (ton)
Angelim pedra	GD3	2.65	0.93	2.466
Angelim pedra	GD3	4.20	0.93	3.907
Angelim pedra	GD3	11.46	0.93	10.658
Angelim pedra	GD3	6.47	0.93	6.020
Angelim pedra	GD3	7.00	0.93	6.511
Cupiúba	GD3	5.16	0.85	4.389
Cupiúba	GD3	4.70	0.85	3.991
Cupiúba	GD3	4.91	0.85	4.174
Cupiúba	GD3	3.52	0.85	2.992
Cupiúba	GD3	2.36	0.85	2.006
Cupiúba	GD3	6.22	0.85	5.287
Jatobá	GD3	20.47	0.94	19.24
Jatobá	GD3	4.96	0.94	4.66
Jatobá	GD3	2.56	0.94	2.40
Jatobá	GD3	5.63	0.94	5.30
Jatobá	GD3	16.88	0.94	15.87
Jatobá	GD3	16.64	0.94	15.64
Jatobá	GD3	12.70	0.94	11.93
Jatobá	GD3	3.42	0.94	3.22
Jatobá	GD3	4.63	0.94	4.35
Muiracatiara	GD3	14.37	0.86	12.36
Muiracatiara	GD3	3.88	0.86	3.34
Muiracatiara	GD3	6.65	0.86	5.72
Muiracatiara	GD3	2.85	0.86	2.45
Muiracatiara	GD3	4.77	0.86	4.10
Muiracatiara	GD3	4.11	0.86	3.54
Muiracatiara	GD3	7.13	0.86	6.13
Muiracatiara	GD3	4.98	0.86	4.29
Muiracatiara	GD3	3.80	0.86	3.27
Muiracatiara	GD3	3.94	0.86	3.38
Muiracatiara	GD3	1.79	0.86	1.54
Muiracatiara	GD3	5.29	0.86	4.55
Muiracatiara	GD3	9.00	0.86	7.74
Muiracatiara	GD3	4.77	0.86	4.11
Piquiá	GD3	3.97	0.84	3.33
Piquiá	GD3	3.71	0.84	3.11
Piquiá	GD3	10.78	0.84	9.06

continua....

Espécies	Grupos	V (res)		
		m3	Média Dens (g/cm3)	Peso (ton)
Sapucaia	GD3	2.83	0.90	2.54
Sapucaia	GD3	1.69	0.90	1.52
Sapucaia	GD3	4.82	0.90	4.34
Sapucaia	GD3	4.38	0.90	3.95
Timborana	GD3	13.34	0.90	12.00
Timborana	GD3	11.12	0.90	10.01
Timborana	GD3	7.22	0.90	6.50

ANEXO I – Quantificação de biomassa por grupo de densidades muito pesada

Espécies	Grupos	V (res)		
		m3	Média Dens (g/cm3)	Peso (ton)
Angelim vermelho	GD4	4.91	0.99	4.857
Angelim vermelho	GD4	14.57	0.99	14.428
Angelim vermelho	GD4	15.59	0.99	15.438
Angelim vermelho	GD4	10.10	0.99	9.999
Angelim vermelho	GD4	12.49	0.99	12.365
Angelim vermelho	GD4	9.59	0.99	9.498
Guajará-bolacha	GD4	7.14	0.99	7.064
Guajará-bolacha	GD4	2.84	0.99	2.812
Guajará-bolacha	GD4	8.07	0.99	7.992
Guajará-bolacha	GD4	2.74	0.99	2.714
Guajará-bolacha	GD4	4.52	0.99	4.474
Guajará-bolacha	GD4	4.46	0.99	4.414
Guajará-bolacha	GD4	4.69	0.99	4.645
Ipê	GD4	6.06	0.97	5.87
Ipê	GD4	6.34	0.97	6.15
Maçaranduba	GD4	4.25	0.95	4.04
Maçaranduba	GD4	3.56	0.95	3.38
Maçaranduba	GD4	2.96	0.95	2.81
Maçaranduba	GD4	3.98	0.95	3.78
Maçaranduba	GD4	3.59	0.95	3.41
Maçaranduba	GD4	2.39	0.95	2.27
Maçaranduba	GD4	4.14	0.95	3.94
Maçaranduba	GD4	3.68	0.95	3.49
Maçaranduba	GD4	4.18	0.95	3.97
Maçaranduba	GD4	5.18	0.95	4.92
Maçaranduba	GD4	2.29	0.95	2.18
Maçaranduba	GD4	4.11	0.95	3.90

continua....

Espécies	Grupos	V (res)		
		m3	Média Dens (g/cm3)	Peso (ton)
Maçaranduba	GD4	3.49	0.95	3.31
Maçaranduba	GD4	3.91	0.95	3.71
Maçaranduba	GD4	3.31	0.95	3.15
Maçaranduba	GD4	6.03	0.95	5.73
Maçaranduba	GD4	5.59	0.95	5.31
Maçaranduba	GD4	2.82	0.95	2.68
Maçaranduba	GD4	10.81	0.95	10.27
Maçaranduba	GD4	6.40	0.95	6.08
Maçaranduba	GD4	8.12	0.95	7.72
Maçaranduba	GD4	7.05	0.95	6.69
Maçaranduba	GD4	2.80	0.95	2.66
Maçaranduba	GD4	9.43	0.95	8.95
Maçaranduba	GD4	7.75	0.95	7.36
Maçaranduba	GD4	4.35	0.95	4.13
Maçaranduba	GD4	6.72	0.95	6.39
Maçaranduba	GD4	16.61	0.95	15.78
Maçaranduba	GD4	4.58	0.95	4.35
Maçaranduba	GD4	3.24	0.95	3.07
Maçaranduba	GD4	5.96	0.95	5.67
Maçaranduba	GD4	6.88	0.95	6.53
Maçaranduba	GD4	4.99	0.95	4.74
Maçaranduba	GD4	6.46	0.95	6.14
Maçaranduba	GD4	1.91	0.95	1.81
Maçaranduba	GD4	3.33	0.95	3.17
Maçaranduba	GD4	1.94	0.95	1.84
Maçaranduba	GD4	2.38	0.95	2.27
Maçaranduba	GD4	3.78	0.95	3.60
Maçaranduba	GD4	3.78	0.95	3.60
Maçaranduba	GD4	4.13	0.95	3.92
Maçaranduba	GD4	9.64	0.95	9.16
Maçaranduba	GD4	8.61	0.95	8.18
Maçaranduba	GD4	8.61	0.95	8.18
Maçaranduba	GD4	2.99	0.95	2.84
Maçaranduba	GD4	2.18	0.95	2.07
Maçaranduba	GD4	2.28	0.95	2.17
Maçaranduba	GD4	3.55	0.95	3.37
Maçaranduba	GD4	6.26	0.95	5.95
Maçaranduba	GD4	6.51	0.95	6.19
Maçaranduba	GD4	6.05	0.95	5.75
Maçaranduba	GD4	6.08	0.95	5.78
Maçaranduba	GD4	6.12	0.95	5.82

continua...

Espécies	Grupos	V (res)		
		m3	Média Dens (g/cm3)	Peso (ton)
Maçaranduba	GD4	8.05	0.95	7.65
Maçaranduba	GD4	5.62	0.95	5.34
Maçaranduba	GD4	5.64	0.95	5.36
Maçaranduba	GD4	7.56	0.95	7.18
Maçaranduba	GD4	4.48	0.95	4.26
Maçaranduba	GD4	8.90	0.95	8.46
Maçaranduba	GD4	3.31	0.95	3.15
Maçaranduba	GD4	12.95	0.95	12.30
Maçaranduba	GD4	3.73	0.95	3.54
Maçaranduba	GD4	3.99	0.95	3.79
Maçaranduba	GD4	9.28	0.95	8.81
Maçaranduba	GD4	9.00	0.95	8.55
Maçaranduba	GD4	2.97	0.95	2.83
Maparajuba	GD4	9.25	1.03	9.53
Maparajuba	GD4	5.59	1.03	5.75
Maparajuba	GD4	2.30	1.03	2.37
Maparajuba	GD4	2.54	1.03	2.61
Maparajuba	GD4	9.12	1.03	9.39
Maparajuba	GD4	3.53	1.03	3.64
Maparajuba	GD4	5.16	1.03	5.31
Sucupira	GD4	5.15	1.05	5.41

ESPÉCIES	UT83 (10 ESPÉCIES)				UT84 (15 ESPÉCIES)				UT85 (14 ESPÉCIES)				UT86 (14 árvores)				Média Geral das UT's				
	FC	FE	Relação		FC	FE	Relação		FC	FE	Relação		FC	FE	Relação		FC	FE	Relação		
			m3/m3	st/m3			m3/m3	st/m3			m3/m3	st/m3			m3/m3	st/m3			m3/m3	st/m3	
Amapá									0.43	2.59	1.48	3.73	0.70	1.43	1.24	1.77	0,52	1,92	1.36	2.75	
Amesclão					0.45	2.22	1.32	2.93	0.43	2.34	1.78	4.16	0.47	2.11	2.16	4.56	0,44	2,27	1.75	3.88	
Ang. pedra									0.51	2.00	2.45	4.79	0.55	3.17	1.26	4.31	0,52	1,92	1.86	4.55	
Ang. vermelho	0.49	2.04	2.86	5.84	0.42	2.62	1.62	3.89	0.47	2.23	2.23	8.63	0.45	3.74	1.17	2.60	0,45	2,22	2.43	5.24	
Breu vermelho	0.73	1.37	1.89	2.59	0.49	2.05	1.15	2.35	0.40	2.53	2.00	4.65	0.47	2.12	2.09	4.43	0,47	2,13	1.78	3.51	
Cupiúba	0.48	2.65	2.32	4.97	0.54	1.85	1.12	2.06									0,49	2,04	1.72	3.51	
Faveira	0.44	2.06	1.32	3.07	0.43	2.08	1.96	4.52	0.45	2.09	1.56	3.48	0.45	2.08	1.16	2.57	0,44	2,27	1.50	3.41	
Guajará					0.47	2.16	1.58	3.38	0.57	2.29	1.24	2.50					0,53	1,89	1.41	2.94	
Ipê									0.57	1.83	1.40	2.62					0,57	1,75	1.40	2.62	
Jatobá	0.44	2.36	1.92	4.65	0.67	1.50	1.16	1.74	0.46	2.16	1.67	3.60	0.36	2.92	1.18	3.45	0,43	2,33	1.48	3.36	
Maçaranduba	0.51	2.38	1.93	3.84	0.50	2.19	1.76	3.59	0.49	2.30	2.19	4.27	0.41	2.63	1.70	3.85	0,48	2,08	1.89	3.89	
Maparajuba									0.67	2.30	2.27	3.70	0.52	2.05	1.85	3.95	0,56	1,79	2.06	3.83	
Muiracatiara	0.57	1.75	1.36	2.38	0.56	1.92	1.66	3.05	0.61	1.65	1.30	2.15	0.53	1.98	2.12	4.32	0,56	1,79	1.61	2.97	
Piquiá					0.50	1.99	3.60	7.19	0.50	1.99	1.25	2.49					0,50	2,00	2.42	4.84	
Roxinho	0.50	1.98	1.03	2.05	0.50	1.98	2.17	4.30									0,50	2,00	1.60	3.18	
Sapucaia	0.61	1.63	2.01	3.28	0.47	2.14	1.27	2.75					0.56	1.80	1.04	1.87	0,53	1,89	1.44	2.63	
Sucupira													0.50	1.90	1.00	2.00	0,50	2,00	1.00	2.00	
Tuari	0.55	1.81	2.38	4.38	0.47	2.25	1.64	3.47	0.54	2.00	1.54	2.97	0.39	2.83	1.24	3.35	0,49	2,04	1.70	3.54	
Timborana					0.22	4.45	1.71	4.85					0.38	2.56	2.23	4.59	0,33	3,03	1.97	4.72	
Ucuúba					0.45	1.85	1.71	3.80									0,45	2,22	1.71	3.80	
MÉDIA	0.53	2.00	1.90	3.71	0.48	2.22	1.70	3.59	0.51	2.16	1.87	3.84	0.48	2.38	1.53	3.40	0,49	2,08	1.70	3.61	
																	Desv Pad	0,49	2,08	1,70	3,56
																	CV %	12.59	17.80	20.33	23.15
																	Erro pad média	0.01405	0.08714	0.0775	0.18425
																	IC	0.029	0.182	0.162	0.386
																	LS	0.53	2.37	1.87	3.94
																	LI	0.47	2.01	1.54	3.17