



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

**ESTUDO COMPARATIVO DOS ESTOQUES DAS DIFERENTES FONTES
GERADORAS DE RESÍDUOS DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL EM ÁREAS
MANEJADAS NOS MUNICÍPIOS DE ANAPÚ E PORTEL, PARÁ.**

MILENA PANTOJA DE SOUZA

BELÉM

2009



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

**ESTUDO COMPARATIVO DOS ESTOQUES DAS DIFERENTES FONTES
GERADORAS DE RESÍDUOS DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL EM ÁREAS
MANEJADAS NOS MUNICÍPIOS DE ANAPÚ E PORTEL, PARÁ.**

**MILENA PANTOJA DE SOUZA
Engenheira Florestal**

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

Orientador
Eng^o Ftal., Sueo Numazawa, **Doutor**.

BELÉM

2009

Souza, Milena Pantoja de

Estudo comparativo dos estoques das diferentes fontes geradoras de resíduos de exploração florestal em áreas manejadas nos Municípios de Anapú e Portel / Pa. / Milena Pantoja de Souza. – Belém, 2009.

123f.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2009.

1. Manejo florestal. 2. Utilização de recursos florestais. 3. Amazônia. I. Título.

CDD – 634.92

MILENA PANTOJA DE SOUZA

**ESTUDO COMPARATIVO DOS ESTOQUES DAS DIFERENTES FONTES
GERADORAS DE RESÍDUOS DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL EM ÁREAS
MANEJADAS NOS MUNICÍPIOS DE ANAPÚ E PORTEL, PARÁ.**

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

Aprovada em Agosto de 2009.

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. Sueo Numazawa
Orientador

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

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

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

Prof. Dr. Maria de Nazaré Martins Maciel
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

Prof. Dr. Alcir de Oliveira Brandão (Suplente)
Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA

DEDICATÓRIA

Primeiramente, dedico a Deus,

¹⁷ Porquanto, ainda que a figueira não floresça, nem haja fruto na vide; o produto da oliveira minta, e os campos não produzam mantimento; as ovelhas da malhada sejam arrebatadas, e nos currais não haja vacas,

¹⁸ todavia, eu me alegrarei no SENHOR, exultarei no Deus da minha salvação.

¹⁹ JEOVÁ, o Senhor, é a minha força, e fará os meus pés como os das cervas, e me fará andar sobre as minhas alturas.

Habacuque 3. 17-19 (Bíblia Sagrada)

Em seguida dedico,

❖ Aos meus amados Pais,

RAIMUNDO CONCEIÇÃO DE SOUZA: o pai mais amável, dedicado, virtuoso e honesto que alguém podia ter. O meu pai é o maior merecedor desta conquista.

HELENA PANTOJA DE SOUZA: pelo seu amor e por suas orações a Deus, tenho conseguido vencer, as mais difíceis dificuldades.

❖ E especialmente à,

JOSÉ LEONARDO DOS SANTOS CARVALHO, meu amado esposo, simplesmente,
obrigada meu amor, por orar a Deus por mim e
pelo apoio constante na elaboração deste trabalho.
Amo-Te. Para sempre!

SARAH, minha princesinha, obrigada pela paciência. Minha vida, meu viver.
Amo-Te. Para sempre!

AGRADECIMENTOS

Agradeço-te Deus.

Verdadeiramente, não é simples escrever uma dissertação. Entretanto, o aprendizado que se extrai nesta fase é praticamente, inenarrável. Aprendi inúmeras lições com este curso de mestrado, entre elas, a importância de pessoas queridas ao meu redor que, contribuíram, imensamente, à elaboração deste trabalho. Vocês foram essenciais, presentes, exatamente, no momento em que mais precisei. E agora, aproveito para notificar, meu singelo reconhecimento, porém, se esquecer de alguém nesta hora, peço perdão, mas saibam que agradeço a todos aqueles que oraram a Deus por mim, me incentivaram ou de alguma outra maneira torceram por mim...

Ao meu excelente orientador, professor, pai, amigo Sueo Numazawa, pelo empenho e dedicação, pelo apoio, incentivo, compreensão e, principalmente, pelo aprendizado que obtive até a conclusão desta dissertação. Mas, especialmente, por sua amizade e carinho. Enfim, por ter sido, certamente, um segundo pai, dentre tantas coisas. Receba os meus mais sinceros agradecimentos! Só Deus poderá te recompensar, por tudo o que você fez por mim, desejo que ELE continue te abençoando, durante toda a tua vida!

Ao meu eterno professor Paulo Luiz Contente de Barros, pela disponibilidade em me atender sempre que precisei.

A Empresa Brascomp Compensados do Brasil S.A., Bruno Cerutti e Carlos Fleck por disponibilizar a área de estudo e suas instalações nas Fazendas Terra Alta, Santo Antônio, Pedra Escrita e Santa Helena/PA e dar todo o apoio logístico necessário para a coleta de dados;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos;

À Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA pelo apoio institucional e pela oportunidade que me deu para ampliar meu conhecimento científico;

À Coordenadoria do curso de Pós-graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA, pelo apoio a mim dispensado durante o curso;

Aos examinadores Prof. Dr. Paulo Contente, Dr. Osmar Aguiar, Maria de Nazaré Martins Maciel e Alcir de Oliveira Brandão pelas sugestões e críticas;

Ao coordenador do mestrado prof. Prof. Francisco de Assis Oliveira e a Milena.

Aos meus amigos do curso de mestrado: Denes Barros, Luiz, Carla, Priscila.

A minha querida cunhada Valéria, Kris, e minha grande amiga Keller pela ajuda, carinho, força, incentivo, nos momentos de fraqueza e, principalmente, pelas orações a Deus, por mim.

A minha querida amiga Sandra pela ajuda, amizade sincera, e contribuição no trabalho.

A minha amiga e irmã em Cristo Silvana, obrigada por suas orações a Deus por mim.

A minha família Raimundo, Helena, Bruno, Marcelo, minha cunhada Lidiane, meus sobrinhos, meus enteados João e Matheus pelo apoio concedido.

E, principalmente, ao meu esposo Leonardo, e minha princesinha Sarah com muito amor.

E a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

AGRADEÇO.

*“Porque há esperança
para a árvore, que, se for
cortada, ainda se
renovará, e não cessará
ps seus renovos. Se
envelhecer na terra a sua
raiz, e morrer os seu
tronco no pó, ao cheiro
das águas, brotará e dará
ramos como a planta.”*

(Jó 14.7-9.) Bíblia Sagrada

SUMÁRIO

	pág.
LISTA DE TABELAS	13
LISTA DE FIGURAS	15
RESUMO	16
ABSTRACT	17
1. INTRODUÇÃO	18
2. REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1. O POTENCIAL FLORESTAL BRASILEIRO.	20
2.2. FLORESTA NATIVA.	21
2.3. MANEJO FLORESTAL	23
2.3.1. Exploração florestal na Amazônia	25
2.3.2. Resíduos Florestais	27
2.3.3. Uso dos resíduos florestais como fonte energética	29
2.4. FATOR DE CONVERSÃO	32
3. MATERIAL E MÉTODO	34
3.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO	34
3.1.1. Município de Anapú/PA	36
3.1.1.1. Localização geográfica	36
3.1.1.2. Descrição do ambiente	37
3.1.2. Município de Portel/PA	39
3.1.2.1. Localização geográfica	39
3.1.2.2. Descrição do ambiente	40
3.1.3. Caracterização geral das propriedades	43
3.2. ESTUDO PRELIMINAR DOS DADOS DE INVENTÁRIO FLORESTAL E DEFINIÇÃO DA AMOSTRAGEM DE CAMPO	45
3.3. RESÍDUOS DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL	46
3.4. ESPÉCIES SELECIONADAS NAS ÁREAS ESTUDADAS	47
3.5. DETERMINAÇÃO DOS FATORES DE CUBICAÇÃO E DE EMPILHAMENTO DOS RESÍDUOS	48

3.6.	INVENTÁRIO FLORESTAL DE ÁRVORES COM DAP ENTRE 10 E 30 CM	50
3.7.	QUANTIFICAÇÃO DE VOLUME DE ÁRVORES COM DAP MAIOR QUE 30 CM DEIXADAS NAS BORDADURAS DE ESTRADAS E PÁTIOS DE ESTOCAGEM	51
3.8.	QUANTIFICAÇÃO DE VOLUME DE SAPOPEMAS PARA ÁRVORES OCORRENTES NA ÁREA	52
3.9.	ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS DE INVENTÁRIO DO SUB-BOSQUE	52
3.10.	DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DA RELAÇÃO ENTRE O VOLUME DOS RESÍDUOS GERADOS E O VOLUME DAS TORAS EXTRAÍDAS	54
3.11.	ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS DADOS	55
3.11.1.	Determinação do número ideal da amostra	56
3.11.2.	Determinação do intervalo de confiança	56
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	57
4.1.	FATORES DE CUBICAÇÃO (FC) E DE EMPILHAMENTO (FE) DOS RESÍDUOS	57
4.2.	QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DE MADEIRA DE ÁRVORES COM DAP ENTRE 10 E 30 CM (INVENTÁRIO FLORESTAL) E MAIOR QUE 30 CM (BORDADURAS DE ESTRADAS E PÁTIOS)	60
4.3.	QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DE MADEIRAS DE SAPOPEMAS	64
4.4.	DADOS DE RESÍDUOS QUANTIFICADOS POR FONTE GERADORA DAS ÁREAS ESTUDADAS NOS MUNICÍPIOS DE ANAPÚ E PORTEL NO ESTADO DO PARÁ	65
4.5.	DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DA RELAÇÃO ENTRE O VOLUME DOS RESÍDUOS GERADOS E O VOLUME DAS TORAS EXTRAÍDAS	69
4.6.	RESULTADOS DA APURAÇÃO FINAL DA QUANTIDADE DE	71

RESÍDUOS DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL DA ÁREA
MANEJADA NAS ÁREAS DE ESTUDO

5.	CONCLUSÃO	75
6.	RECOMENDAÇÕES	75
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
	ANEXOS	88
	APÊNDICES	97

LISTAS DE TABELAS

		pág.
Tabela 1	Características gerais das propriedades do estudo nos municípios de Anapú e Portel, PA	57
Tabela 2	Intensidade de Exploração e número de espécies na AUTEF de cada AMF.	59
Tabela 3	Número de espécies listadas na AUTEF e número de espécies do levantamento de campo	60
Tabela 4	Número de árvores no levantamento de campo em função da classe diametral	62
Tabela 5	Média geral das médias dos Fatores de Cubicação e Empilhamento das espécies estudadas.	71
Tabela 6	Análise estatística descritiva das médias dos Fatores de Cubicação e Empilhamento das espécies estudadas.	72
Tabela 7	Média geral dos Volumes de troncos das árvores com diâmetros de $10\text{cm} \geq \text{DAP} \leq 30\text{cm}$ do sub-bosque.	74
Tabela 8	Média geral dos Volumes dos troncos das árvores com diâmetros de $10\text{cm} \geq \text{DAP} \leq 30\text{cm}$ e $\text{DAP} > 30\text{cm}$ do sub-bosque.	75
Tabela 9	Estimativa de Volume de resíduos encontrados nas estradas principais das áreas estudadas.	75
Tabela 10	Estimativa de Volume de resíduos encontrados nas estradas principais das áreas estudadas.	76
Tabela 11	Estimativa de Volume de resíduos encontrados nos pátios de estocagem das áreas estudadas.	76
Tabela 12	Volume de resíduos encontrados nas trilhas das áreas	76

estudadas.

Tabela 13	Estimativa de Volume de resíduos encontrados nas estradas principais das áreas estudadas.	77
Tabela. 14	Volume de sapopemas por espécie e total das áreas estudadas.	78
Tabela 15	Volume total de resíduos gerados (copas e arvores quebradas) pela fonte geradora 1 das áreas estudadas.	79
Tabela 16	Volume total de resíduos gerados pela fonte geradora 2.	79
Tabela 17	Volume total de resíduos gerados pela fonte geradora 3.	80
Tabela 18	Resumo do volume geométrico (m ³) de resíduo gerado pela exploração florestal das áreas estudadas	80
Tabela 19	Resultado estatístico do índice da relação de os resíduos gerados e fustes extraídos.	82
Tabela 20	Quantificação final de resíduos em m ³ e st total e por hectare, nas AMF estudadas	83

LISTA DE FIGURAS

		pág.
Figura 1.	Localização geográfica do Município de Anapú/PA	42
Figura 2.	Mapa de localização da área de estudo das Fazendas Santa Helena e Pedra Escrita no município de Anapú/PA	42
Figura 3	Localização geográfica do Município de Portel/PA	48
Figura 4.	Mapa de localização da área de estudo das Fazendas Terra Alta – Tuerê e Santo Antônio no município de Portel/PA	49
Figura 5.	Localização da área de estudo, municípios de Anapú e Portel/PA	56
Figura 6.	Galhadas	60
Figura 7.	Galhadas, Toras ocas, Bases de tronco	61
Figura 8.	Medição de comprimento e da circunferência da peça de resíduos	63
Figura 9.	Medição do comprimento e altura da pilha	64
Figura 10.	Marco da picada e Medição da circunferência da árvore com $10\text{cm} \leq \text{DAP} \leq 30\text{cm}$	65
Figura 11	Estrada principal, estrada secundária e quantificação do volume de árvores com DAP maior que 30cm nas bordaduras das estradas e pátios de estocagem de fustes	66
Figura 12	Resíduos de galhadas de copas, árvores quebradas e tombadas	69
Figura 13	Porcentagem da repartição dos resíduos de exploração florestal por fontes geradoras	81

RESUMO

Os resíduos deixados após a realização das atividades de exploração florestal de um Plano de Manejo Florestal Sustentável representam uma variável econômica significativa, principalmente, em face à valoração dessa matéria prima e pelo fato de se constituir em mais uma fonte para atender as demandas dos pólos siderúrgicos do estado, gerando emprego e renda. Considerando esse aspecto o objetivo deste trabalho foi realizar um estudo comparativo do estoque por fontes geradoras de resíduos de exploração florestal em quatro áreas manejadas denominadas Fazenda Terra Alta – Tuerê, Fazenda Santo Antônio ambas no município de Portel e Fazenda Pedra Escrita, Fazenda Santa Helena no município de Anapú, estado do Pará. Os estoques de resíduos foram quantificados por fonte geradoras incluindo galhadas, árvores quebradas ou tombadas, árvores eliminadas na abertura de estradas e pátios de estocagem, trilhas de arraste, toras ocas ou rachadas e sapopemas em função da exploração de impacto reduzido nas áreas. A relação de resíduos encontrada em cada área do estudo para cada 1m^3 de tora extraída mostra ser maior do que a relação estabelecida pelo IBAMA que é de $1:1\text{m}^3$, indicando assim que esse índice não é fixo, devendo, portanto, ser levantado para cada caso específico. E o volume médio total de resíduos encontrado por fonte geradoras de todas as áreas estudadas é de $59,01\text{m}^3/\text{ha}$ ou $125,91\text{st}/\text{ha}$. O uso do índice da relação de resíduos e toras, obtido neste estudo, permite a empresa quantificar com segurança o volume de resíduos de exploração florestal para fins de produção de carvão vegetal, em cada área de manejo florestal.

Palavra chave: resíduo florestal; fator de cubagem; fator de empilhamento; carvão vegetal.

ABSTRACT

The residue left after the activity forestry exploration of sustainable forest management plan represents a significant economic variable, especially due to the valuation of raw material and the fact that they are a source to supply the demands of the steel industries in the Pará State, creating jobs and income. This work aims to realize a comparative study of the stock by sources of forestry exploration residues in four areas named Terra Alta-Tuerê farm and Santo Antônio farm located in Portel city, Pedra Escrita farm and Santa Helena farm located in Anapú city, state of Pará. The stocks residues were quantified by generating source including antlers, trees broken or fallen trees eliminated in the opening of roads and storage yards, skid trails, split or hollow logs and buttresses in according to reduced impact exploration in the areas. The residues list found in each area of study for each 1m^3 of logs extracted shown to be greater than the list determined by IBAMA that is $1:1\text{m}^3$, thus indicating that this index is not fixed, and should therefore be raised for each case. The total average volume of residues found by generating source of all the areas studied is $59.01\text{ m}^3 / \text{ha}$ or $125.91\text{ st} / \text{ha}$. Using the index of residue list and logs obtained in this study, allows the company to quantify with security the amount of residues from forestry exploration with the purpose to produce charcoal in each forest management area.

Keyword: forest residue; scaling factor, stacking factor, charcoal.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um grande consumidor e produtor mundial de carvão vegetal. A demanda desse produto, ainda continua crescendo, em particular na região norte do Brasil, devido principalmente ao aumento do número de indústrias siderúrgicas, onde o carvão vegetal é uma matéria-prima essencial de alto custo na elaboração de seus produtos. Em 2008/2009 com a crise mundial houve uma retração nessa demanda, porém, gradativamente a economia deverá se recuperar a partir de 2010, voltando o carvão a ser destaque na economia do Estado.

Assim sendo, os resíduos gerados pela atividade de exploração florestal na Amazônia são fontes de matéria primas que poderiam ser utilizadas para diversos fins. Poucas informações têm-se a respeito de quantificação desses resíduos, tornando-se, necessário conhecer esse potencial, uma vez que o uso racional dos recursos florestais deve abranger toda biomassa.

A exploração florestal se constitui um dos maiores fatores de produção da economia do Estado do Pará. O aproveitamento da biomassa residual para produção de carvão vegetal é, hoje, uma realidade onde as empresas detentoras de planos de manejo florestal buscam levantar esse quantitativo que pode ser destinado para esse fim. Sabe-se que o volume de tronco é inferior aos resíduos gerados, no entanto, não se têm dados que possam representar a média de todos os planos.

Os resíduos já fazem parte de uma cadeia produtiva, que vai desde a exploração florestal, mediante a execução de Planos de Manejo Florestal devidamente aprovado pelo órgão competente, até a produção do ferro gusa nas indústrias siderúrgicas instaladas no Estado do Pará.

Assim, os resíduos deixados após a realização das atividades de exploração florestal de um Plano de Manejo Florestal Sustentável, representam uma variável econômica significativa, principalmente, em face à valoração dessa matéria prima e pelo fato de se constituir em mais uma fonte para atender as demandas dos pólos siderúrgicos do estado, gerando emprego e renda.

As atividades inerentes de Plano de Manejo Florestal Sustentável geram uma quantidade de resíduos de copas, de árvores quebradas ou tombadas, de árvores retiradas durante a execução da infra-estrutura necessária, tais como as aberturas de pátios, estradas e trilhas e, outros tipos de materiais, como por exemplo as raízes tabulares, as aparas de toras ocas, que ficam na floresta e que podem ser aproveitados para diversos fins, destacando-se para produção de energia, em particular, para conversão em carvão vegetal, insumo essencial às indústrias siderúrgicas, hoje instaladas e em funcionamento no Estado do Pará e do Maranhão.

Porém, esse quantitativo de resíduos, varia de acordo com a intensidade de exploração aprovada pelo Plano de Operações Anual - POA de cada Plano de Manejo Florestal Sustentável, e o sistema de exploração empregado, ou seja, tradicional ou de impacto reduzido.

Dessa forma, a avaliação quantitativa da biomassa de exploração florestal resultante dos resíduos originários da atividade florestal é um aspecto que define este estudo a fim de criar alternativas energéticas que possam reduzir o desperdício, os impactos ambientais e aumentar o crescimento econômico.

Dentro deste contexto, o objetivo desta dissertação foi fazer um estudo comparativo dos estoques das diferentes fontes geradoras de resíduos de exploração florestal oriundos de: copas de árvores caídas durante a exploração florestal, na abertura de estradas, trilhas e pátios de estocagem para árvores com $10\text{cm} \geq \text{DAP} \leq 30\text{cm}$, na abertura de estradas principal, secundárias e pátios para árvores com $\text{DAP} > 30\text{cm}$, de sapopemas, por queda natural de árvores que estejam sob a influência das trilhas principais, e por toras ocas e aparas de toras deixadas nos pátios de estocagem de toras em áreas manejadas nos municípios de Anapú e Portel no Estado do Pará.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. O POTENCIAL FLORESTAL BRASILEIRO

O setor florestal brasileiro contribui com uma parcela importante para a economia brasileira, gerando produtos para consumo direto ou para exportação, impostos e emprego para a população e, ainda, atuando na conservação e preservação dos recursos naturais (LADEIRA, 2002).

De acordo com a classificação do Programa Nacional de Florestas (PNF) do Ministério do Meio Ambiente, oito cadeias produtivas exploram o patrimônio florestal: chapas e compensados, óleos e resinas; fármacos; cosméticos; alimentos; carvão, lenha e energia; papel e celulose; madeira e móveis.

Dos 8,5 milhões de quilômetros quadrados do território brasileiro, aproximadamente 63,7% são cobertos por florestas nativas, 23,2% ocupados por pastagens, 6,8 % agricultura, 4,8 % pelas redes de infra-estrutura e áreas urbanas, 0,9 % culturas permanentes e apenas 0,6% abrigam florestas plantadas (Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas - ABRAF, 2005).

No mundo, as florestas plantadas para os uso industrial, ocupam aproximadamente 187,5 milhões de hectares, o que equivale a um país do tamanho do México. Desse total, 5,4 milhões de hectares, ou 2,9 % do total, encontram-se no Brasil, ainda que estes plantios, correspondam apenas a 1 % do total florestal nacional (ABRAF, 2005).

De acordo com Ladeira (2002), o PIB Florestal responde por 4 % do PIB nacional, perfazendo um total US\$ 21 bilhões, com destaque de três setores: celulose e papel (US\$ 7 bilhões), Siderurgia a Carvão vegetal (US\$ 4,2 bilhões) e Madeira e Móveis (US\$ 9,3 bilhões).

Com relação ao PIB, a economia na Amazônia é largamente baseada no setor rural (extração de madeira, pecuária e agricultura), na mineração industrial (extração de bauxita e ferro) e na Zona Franca de Manaus. O PIB regional totalizou R\$ 7,3 bilhões em 2000 (equivalente a US\$ 40 bilhões), o que representa 6,5 % do

PIB do Brasil, embora a região represente quase 60 % do território e abrigue 12 % da população nacional.

2.2. FLORESTA NATIVA

As florestas tropicais são caracterizadas pela alta densidade de plantas e pela grande diversidade de espécies cujos ritmos de crescimento são, em geral, diferentes. Tais formações florestais naturais possuem características mais complexas quando comparadas a florestas plantadas, tanto na estrutura horizontal ou vertical, quanto na distribuição espacial de árvores individuais (SMITH et al., 1997).

De acordo com a Lei nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, no Brasil define-se como florestas naturais ou nativas as formações vegetais predominantemente lenhosas, ou seja, arbóreas e arbustiva-arbórea, bem como as fases sucessoras dessas formações vegetais, desde que constituídas por espécies de ocorrência natural no Estado. No Brasil, os exemplos são: Floresta Amazônica, Mata Atlântica, Mata dos Cocais e Mata de Araucárias.

Nas florestas nativas, além de toda a complexidade de sua composição, com um grande número de espécies com as mais diferentes características silviculturais, ecológicas e tecnológicas, poucas são as informações de como as plantas crescem, seja em áreas intactas, seja em áreas exploradas ou ainda em áreas sujeitas a regime de manejo. Um dos importantes pontos a serem abordados para estas florestas é a definição do ciclo de corte, e também o conhecimento de como o número de árvores por classe de diâmetro evolue ao longo do tempo. Naturalmente que muitos outros pontos são extremamente relevantes para que as florestas naturais possam ser utilizadas em bases sustentada como por exemplo: suscetibilidade das espécies florestais a exploração; a economicidade do manejo sustentado; uma maior eficiência no processo de beneficiamento e aproveitamento da madeira, a racionalização das técnicas de exploração e transporte, dentre outras (SCOLFORO et al., 1998).

Dos 850 milhões de hectares do território nacional, aproximadamente 550 milhões de hectares são cobertos por florestas nativas. Desse total, cerca de 2/3 são formados pela floresta Amazônica, e o restante, por cerrado, Caatinga, Mata Atlântica e seus ecossistemas associados (MMA, 2001).

O Brasil possui a segunda maior área de florestas naturais do planeta. No total, nossa vegetação natural passa de meio bilhão de hectares – só é menor que a da Rússia – e abriga a maior biodiversidade do planeta, assim como a quinta parte da água doce da Terra e uma diversidade única de culturas e populações associadas à floresta (BARBOZA, 2008).

No Brasil há florestas naturais de produção de domínio público ou privado. Nas florestas públicas das unidades de conservação de uso sustentável, a produção florestal é muito reduzida. As de produção privada totalizam 242 milhões de hectares, o que corresponde a 50,7% das florestas naturais do país, que totalizam 477,7 milhões de hectares (FAO, 2006). Nas florestas privadas concentra-se a quase totalidade da produção de madeira tropical consumida pela indústria de processamento mecânico.

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 diminuição dos estoques dessas florestas, as 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, vistos como grande maciço florestal de rápido crescimento (SOUZA, 2002).

As plantações florestais cumprem um papel importante para a conservação das florestas naturais. Pois, as plantações diminuem a pressão de exploração nas florestas naturais, especialmente de produtos de menor valor in natura, como toras para celulose, carvão e energia. São mais de 1,5 milhões de hectares de florestas naturais conservadas nas áreas de plantio florestal no Brasil. No caso das florestas naturais, as duas principais preocupações são a promoção da cultura de proteção e conservação florestal nas propriedades agrícolas e a gestão das florestas públicas,

que representam mais de 60% de todas as florestas naturais do país. A gestão dessas florestas naturais do Brasil tem três grandes desafios: 1) manter e ampliar a cobertura florestal, 2) ampliar as áreas de proteção integral em áreas de alto valor para conservação e 3) promover o desenvolvimento socioeconômico, a partir do uso sustentável das florestas (REMADE, 2007)

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 respondem por 60% do total de madeira industrial consumida no Brasil. (SBS, 2003).

A madeira oriunda de florestas plantadas é utilizada principalmente para a produção de celulose, aglomerado, chapa de fibra, carvão vegetal, compensado, madeiras cerradas e móveis. 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).

2.3. MANEJO FLORESTAL

Manejo Florestal Sustentável é a administração da floresta para obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentação do ecossistema objeto do manejo e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplas espécies madeireiras, de múltiplos produtos e subprodutos não-madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços florestais (MMA, 2001).

O propósito do manejo é assegurar que os recursos da floresta sejam mantidos em suas funções ambientais, sócio-culturais e econômicas, as quais devem ser consideradas simultaneamente, e não isoladamente, já que são independentes; entendendo-se, portanto que as abordagens sem uma consideração

simultânea destas funções poderão resultar numa simplificação, frustração, ou ainda não previsão dos problemas relacionados á questão do manejo florestal de florestas tropicais (FEITOSA, 2008). Um processo inclusivo de tais dimensões e dos diversos atores envolvidos em sua concepção e aplicação, tem condão de potencializar o uso de nossas florestas na perspectiva da equidade e sustentabilidade. Só nesse âmbito que se pode pensar na adaptação e uso do solo de modo a promover sua recuperação pois, em muitas regiões, o desenvolvimento rural pretérito já levou a degradação de vários componentes de ecossistemas importantes. Dentre tantos destaque-se, por exemplo, os recursos hídricos, que são essenciais em programas de manejo florestal (COUTO; FONSECA; MÜLLER, 2000).

De acordo com Couto (2000), programas consistentes de Manejo Florestal vêm sendo implementados em várias partes do mundo com o objetivo principal de proteger o setor florestal, propiciando sua exploração em bases sustentáveis. Tais programas são em algumas instâncias promovidos por organizações nacionais e internacionais, governamentais e não-governamentais, associações e comunidades diversas e por empresas florestais privadas, na busca de práticas alternativas de desenvolvimento sustentável.

Para ser sustentável, o manejo de florestas nativas pressupõe uma extração de madeira de baixo impacto, o qual visa minimizar os danos ecológicos e reduzir as perdas de madeira. Na prática os planos de manejo para a obtenção de produtos madeireiros e não madeireiros devem adotar medidas previamente diagnosticadas para obtenção de benefícios econômicos, sociais e ecológicos. Devem-se aplicar técnicas silviculturais condizentes às áreas manejadas a fim de manter sua produção contínua e, ao mesmo tempo preservar a fauna e minimizar os impactos avindos da exploração, para que a mesma perpetue para as futuras gerações (FEITOSA, 2008).

O manejo dos recursos florestais não está restrito as 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 et al., 2000).

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).

2.3.1. Exploração florestal na Amazônia

A Amazônia Legal com uma área de 5 milhões de quilômetros quadrados (60% do território nacional) e uma população de 21 milhões de habitantes é formada pelos Estados do Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins. A exploração de madeira é uma das principais atividades econômicas da região. Esta contribui com cerca de 15% do Produto Interno Bruto (PIB) dos Estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia, com rendimento bruto em torno de US\$ 2,5 bilhões por ano e geração de 344 mil empregos diretos e indiretos (LENTINI et al, 2005).

A importância socioeconômica da atividade florestal na Amazônia brasileira é inquestionável. No Pará, a exploração dos recursos da floresta tropical tem sido crescente, sendo este o maior produtor de madeira em tora no país, com 9,51 milhões de m³, 52,86% do total em 2006 (SANTANA et al, 2008). Outros produtos oriundos da floresta são destaques como o carvão vegetal (216.017t), intensamente demandado, cuja exploração destina-se às siderúrgicas instaladas no Pará e Maranhão para a produção de ferro gusa.

A exploração florestal é um termo utilizado para definir um conjunto de operações que se inicia com a abertura de acesso à floresta e termina com o transporte das toras para as unidades de processamento. Essas operações podem afetar vários componentes de ecossistema, resultando em danos como a compactação do solo, erosão e os prejuízos à vegetação, o que modifica o meio físico em diferentes escalas de intensidade (MARTINS, et al., 1998).

A floresta amazônica distingue-se não só por sua extensão territorial, mas pela alta biodiversidade, pelo elevado potencial econômico e pela rápida destruição

de extensas áreas, determinadas por fatores antrópicos, como extrativismo vegetal e a agricultura de subsistência (RABELO et al., 2002).

Nos últimos anos, essa imensa área, tem merecido atenção especial, pelo fato dessa formação conter a maior reserva de recursos florestais e ser depositária de uma das maiores biodiversidades do planeta. Contudo, seus recursos madeireiros e não-madeireiros estão sendo explorados de forma irracional, uma vez que predomina a colheita madeireira sem o mínimo planejamento, sendo caracterizada pela máxima retirada de madeira por unidade de área, das espécies de valor comercial, promovendo danos severos a floresta remanescente (PINTO et al., 2002). Os mesmos autores afirmam que é necessário que o planejamento possa prever a intensidade com que os danos causados pela exploração irão ocorrer na arquitetura da floresta, permitindo, assim, manter a sua sustentabilidade; e que a exploração feita de forma planejada reduz os danos causados à floresta durante as operações de colheita florestal.

A exploração de madeira praticada na região pode ser caracterizada de duas formas: I) Exploração Manejada (EM) ou Exploração de Impacto Reduzido, caracterizada pelo planejamento da construção de estradas, pátios de estocagem e ramais de arraste, do corte de cipós antes da exploração e da derrubada direcional das árvores; e II) Exploração Convencional (EC) ou Exploração Predatória, caracterizada pela exploração sem planejamento onde estradas e pátios de estocagem seguem uma rota tortuosa e mais longa, os cipós não são cortados antes da exploração e as árvores são derrubadas sem técnicas de corte (JOHNS ET AL, 1996; VIDAL et al, 1997; HOLMES et al, 2002), causando maior impacto na floresta.

A exploração predatória, onde se começa extraíndo somente espécies de alto valor econômico, representa 47% da madeira extraída na região (LENTINI et al, 2003). Geralmente, neste tipo de exploração, os madeireiros retornam à mesma área em intervalos curtos de tempo para extrair espécies de menor valor econômico ou de diâmetros menores, deixando severos impactos na floresta, como: aumento da susceptibilidade ao fogo (HOLDSWORTH & UHL, 1997), redução da biomassa viva (GERWING, 2002), aumento do risco de extinção de espécies locais (Martini et al,

1994), aumento de cipós e espécies pioneiras (Holdsworth & Uhl, 1997; Cochrane & Schulze, 1999; Gerwing, 2002; Monteiro et al, 2004), catalisação do desmatamento (Veríssimo et al, 1995) e emissão de carbono (Houghton, 1995).

Os impactos da exploração madeireira em florestas nativas, levando-se em consideração os danos causados aos indivíduos arbóreos, regeneração natural e solo, devem ser observados criteriosamente no manejo destas florestas, pois estes impactos têm influência direta na elaboração do plano de manejo, além da busca pelas questões básicas, ligadas a auto-ecologia das espécies envolvidas (MARTINS et al., 2003).

Felizmente, há atualmente uma consciência generalizada no meio científico de que os recursos naturais de florestas tropicais, como os da Amazônia, precisam ser utilizados com base em uma nova conduta, através da adoção de medidas sensatas que levem ao desenvolvimento econômico e à conservação ambiental simultaneamente. Essa região tem sido alvo constante de preocupações e interesse quanto á manutenção de seus recursos naturais, por abrigar a maior reserva de madeiras tropicais do mundo e por ser considerada o centro potencial de abastecimento do mercado mundial de madeiras no futuro. Porém, a exploração madeireira predominante praticada tem contribuído para a eliminação gradativa do seu potencial, por ser feita sem planejamento e orientação técnica adequada, associada ás falhas na aplicação das leis florestais (GAMA, 2000).

2.3.2. Resíduos florestais

Os resíduos são as partes que sobram de processos derivados das atividades humanas e animal e de processos produtivos, como a matéria orgânica, o lixo doméstico, os efluentes industriais e os gases liberados em processos industriais ou por motores (SEBRAE, s/d).

São considerados resíduos florestais todos os materiais orgânicos após a colheita. Podemos citar os resíduos lenhosos – sobras de madeira, com ou sem

casca, os galhos grossos e finos, as folhas, os tocos, as raízes, a serapilheira e a casca (PULITO & ARTHUR JUNIOR, 2009).

Como resultado das atividades de extração da madeira, infere-se que cerca de 20% da massa de uma árvore são deixados 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).

Por outro lado é importante lembrar que a exploração de madeiras comerciais também deixa 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, poderiam ser aproveitados 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 de uma reserva energética considerável. (LOPES et al., 2002).

Foelkel (2007) em seu estudo afirma que os resíduos florestais agregam qualidade ao solo, mas dificultam as operações das próximas atividades silviculturais, quando for o caso de se reformar ou conduzir uma nova floresta.

Em tratando-se do uso dos recursos florestais, mas precisamente dos resíduos florestais provenientes da área de exploração florestal, criou-se uma legislação específica, afim de equilibrar tal retirada de forma irracional e avançada, sendo a Instrução normativa nº 15, de 07 de dezembro de 2006 (SECTAM), em qual cita “Só poderá solicitar a utilização de resíduos florestais os detentores de planos de manejo (PMFS) e requerentes de supressão da vegetação para uso alternativo do solo licenciados pela SECTAM”, ou seja, só é permitido a utilização dos resíduos florestais provenientes de tais áreas, se houver o licenciamento ambiental liberado pelo órgão ambiental competente.

2.3.3. Uso dos resíduos florestais como fonte energética

A evolução do consumo mundial de energia, baseada em combustíveis fósseis, conduziu a humanidade para uma matriz energética insegura, cara e, sobretudo, bastante negativa para o meio ambiente. Isso tem levado muitos países a considerarem a necessidade de profundas mudanças, incluindo a intensificação do aproveitamento de outras fontes energéticas, sobretudo as renováveis, incluindo-se a madeira. No campo energético, a madeira é tradicionalmente chamada de lenha e, nessa forma, sempre ofereceu histórica contribuição para o desenvolvimento da humanidade, tendo sido sua primeira fonte de energia, inicialmente empregada para aquecimento e cocção de alimentos. Ao longo dos tempos, passou a ser utilizada como combustível sólido, líquido e gasoso, em processos para a geração de energia térmica, mecânica e elétrica. (BRITO, 2008).

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 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).

Em todo mundo, o assunto sobre o destino dos resíduos de madeira gera polêmica e contradições. Entretanto, torna-se cada vez mais unânime a idéia de que esses resíduos apresentem um enorme potencial de utilização e pode 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).

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 o restante como resíduo 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 as necessidades das indústrias siderúrgicas.

Conforme Couto et al., (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. Alternativa para evitar o destino dos resíduos de madeira no meio ambiente, é utilizá-lo como fonte de energia, aumentando a qualidade no suprimento de energia, reduzindo custos, além de atuar como contribuinte redutor da poluição. Esse aproveitamento é vantajoso, pois se 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 instalar 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 (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.

Mesmo diante desse quadro, o setor de carvão vegetal enfrenta algumas dificuldades que vem se acumulando com o passar dos anos, dentre os quais se destaca o elevado desmatamento das áreas com vegetação nativa para 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 apóia 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 estão 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 otimização do uso das fontes energéticas disponíveis, ao mesmo tempo promovendo 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.

2.4. FATOR DE CONVERSÃO

A necessidade da deposição de métodos práticos e precisos na conversão de madeira empilhada em madeira maciça para quantificação de volume tem sido objeto de investigação conforme relatam Couto e Bastos (1988), Paula Neto (1993); Machado e Figueiredo Filho (2003).

Gatto (2002) considerou o fator de conversão de volume da madeira como um critério de qualidade sendo esse um dispositivo para quantificar o material com maior precisão, para conhecer o consumo, o rendimento energético como também, para facilitar e/ou padronizar a comercialização da madeira.

Várias características das árvores e povoamentos afetam o fator de empilhamento e cubicação, dentre as quais, destacam-se o diâmetro, o comprimento, a espessura de casca, a forma de empilhamento, a espécie, o espaçamento, a idade da árvore, o sítio, etc. Portanto, há necessidade de calcular-se fatores para os diferentes estratos de uma floresta. (COUTO & BASTOS, 1988).

Paula Neto *et al.* (1993), conduziram estudos sobre fator de empilhamento e concluíram que não se deve utilizar um fator de empilhamento médio, uma vez que esse fator varia por classe DAP (diâmetro à altura do peito), e que o fator de empilhamento médio obtido para todas as densidades estudadas, independentemente das classes de DAP e de toretes foi igual a 1,3324, o que difere daqueles normalmente utilizados na prática (1,43), acarretando uma superestimação de 7,3%.

No Brasil é freqüente a adoção de um fator de cubicação médio, fato que pode acarretar erros grosseiros no cálculo do volume num país que consome cerca de 180 milhões de metros cúbicos de madeira por ano, pequenos erros de

mensuração podem representar valores expressivos diante desse universo. Assim, é oportuno elucidar eventuais distorções de mensuração e ajustar um fator de correção para madeira empilhada em razão do tempo de depósito a céu aberto e permite conhecer e quantificar as causas da variação dimensional da madeira, otimizar o planejamento, tornando possível reduzir perdas (BARROS *et al*, 2008).

O volume da madeira pode ser expresso em metro cúbico (m^3) ou estere (mst), sendo necessária, algumas vezes, a conversão entre essas unidades. Essa é realizada estimando-se um fator de empilhamento (F_e), definido pela razão entre o volume estere (volume aparente) e o volume sólido, ou um fator de cubicação (F_c) dado pela razão entre volume sólido e volume estere da pilha de madeira. O seu emprego evita a mensuração individualizada dos toretes para se conhecer o volume cúbico de uma pilha de madeira, que, por sua vez, denota em aumento de tempo e mão-de-obra elevando o custo da madeira. Para os mais diversos fins a madeira necessita estar relativamente seca, o que requer uma secagem prévia ao ar livre por um determinado tempo, que varia em razão da espécie e condições atmosféricas. Porém, essa madeira ao permanecer empilhada, por um período de secagem maior do que o necessário sofre uma variação dimensional, ocorrendo uma redução no volume aparente da pilha de toretes sob efeito do tempo. Essa acomodação das pilhas, ou seja, redução do volume aparente sob efeito do tempo é geradora de discussões e dúvidas acerca do fator de correção a ser utilizado na determinação do volume sólido de madeira. (BARROS, *et al*, 2008).

Assim sendo, o volume de madeira é de suma importância no controle de estoque, no controle do crescimento, no planejamento da produção, elaboração de plano de manejo, na comercialização, no transporte de produtos florestais e, na adequação dos equipamentos processadores de madeira (picadores, serras, etc.). No entanto, a quantificação assume um papel diferenciado quando envolve as relações comerciais, como no pagamento de operários, para a venda e a manutenção de estoques e para o planejamento operacional. (BARROS, 2006).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em quatro áreas de manejo florestal (AMF), sendo duas denominadas: Fazenda Terra Alta e Fazenda Santo Antônio pertencentes à Empresa BRASCOMP COMPENSADOS DO BRASIL S.A, UPA/2007, localizadas no município de Portel/PA na Mesorregião do Marajó, Microregião de Portel entre as coordenadas geográficas 01° 55' 45" de latitude Sul e 50° 49' 15" de longitude a Oeste de Greenwich. (Figura 1).

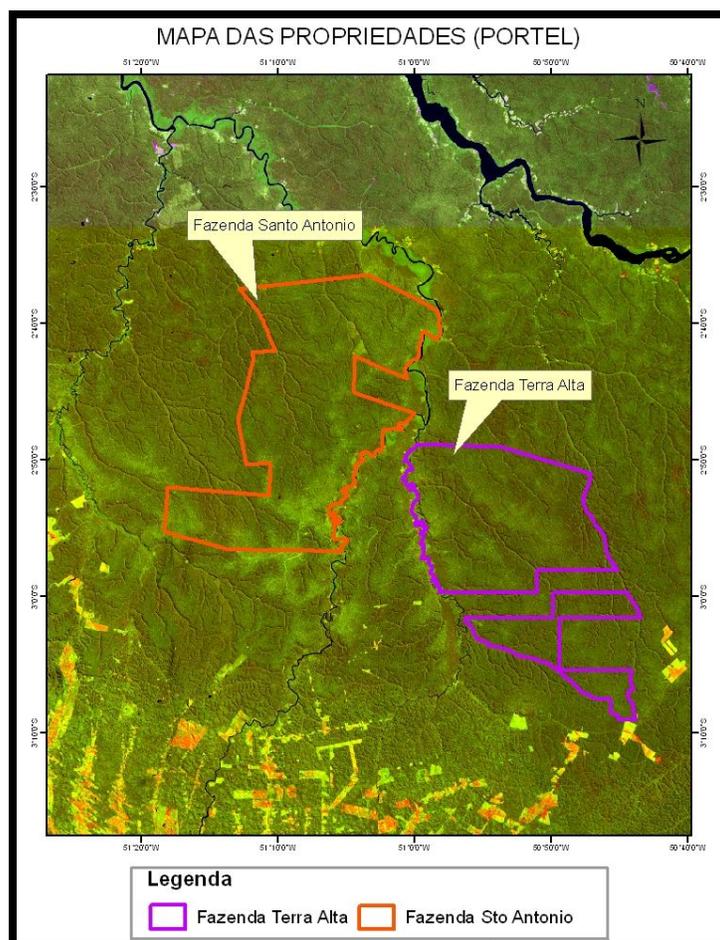


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo das Fazendas Terra Alta – Tuerê e Santo Antônio no município de Portel/PA.

Em relação às outras duas áreas de manejo estudadas uma pertence ao detentor Carlos Fleck, denominada Fazenda Santa Helena e a outra pertencente ao detentor Bruno Cerutti denominada Fazenda Pedra Escrita, ambas localizam-se no município de Anapú, no estado do Pará, na Mesorregião Sudoeste Paraense, Microregião de Altamira, com coordenadas geográficas de latitude $03^{\circ}28'20''$ sul e a uma longitude $51^{\circ}11'52''$ oeste (Figura 2).

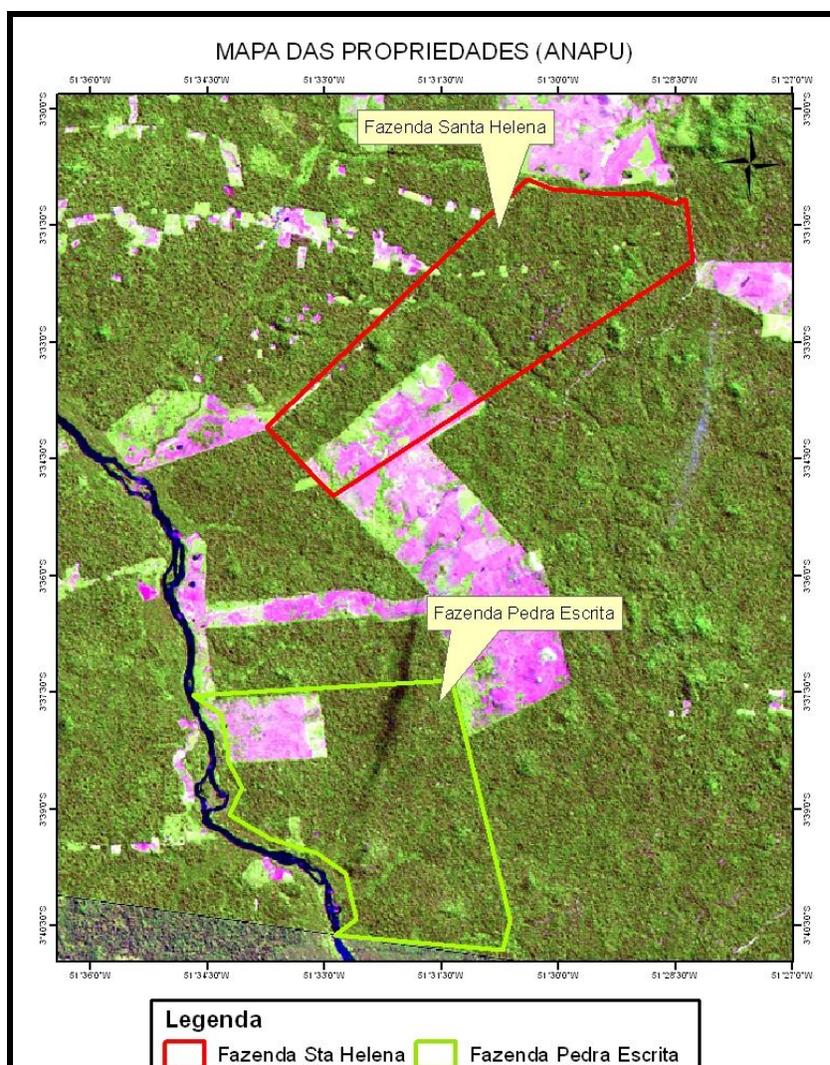


Figura 2. Mapa de localização da área de estudo das Fazendas Santa Helena e Pedra Escrita no Município de Anapú / PA.

Os procedimentos para a metodologia, coleta e registro de dados nas áreas estudadas foram àqueles estabelecidos nas diretrizes propostas por Barros et al (**no prelo**). As áreas estudadas estão detalhadas na figura a seguir (Figura 3).

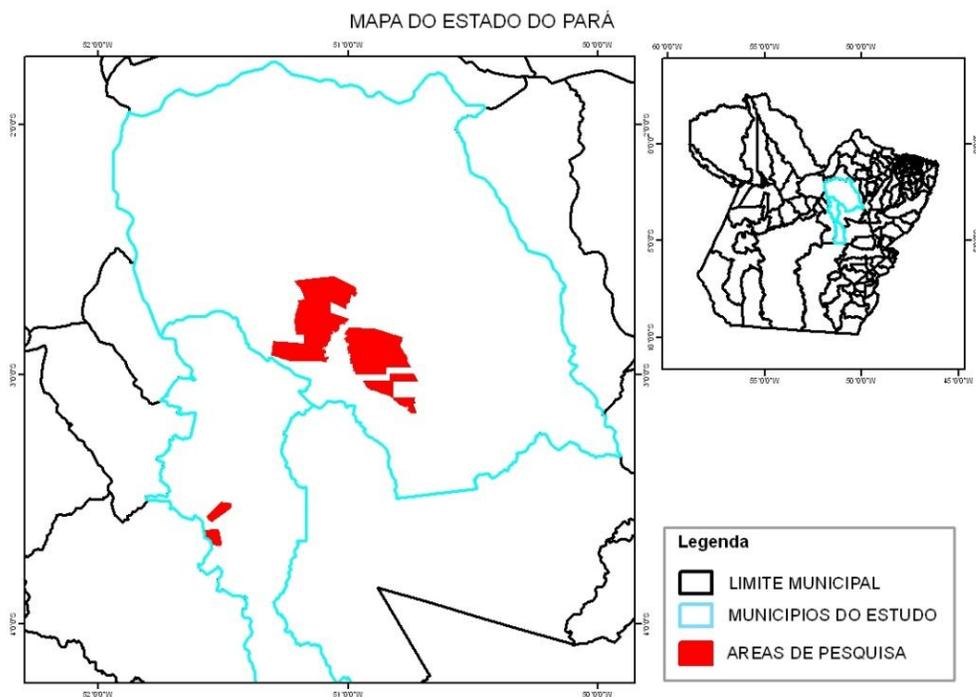


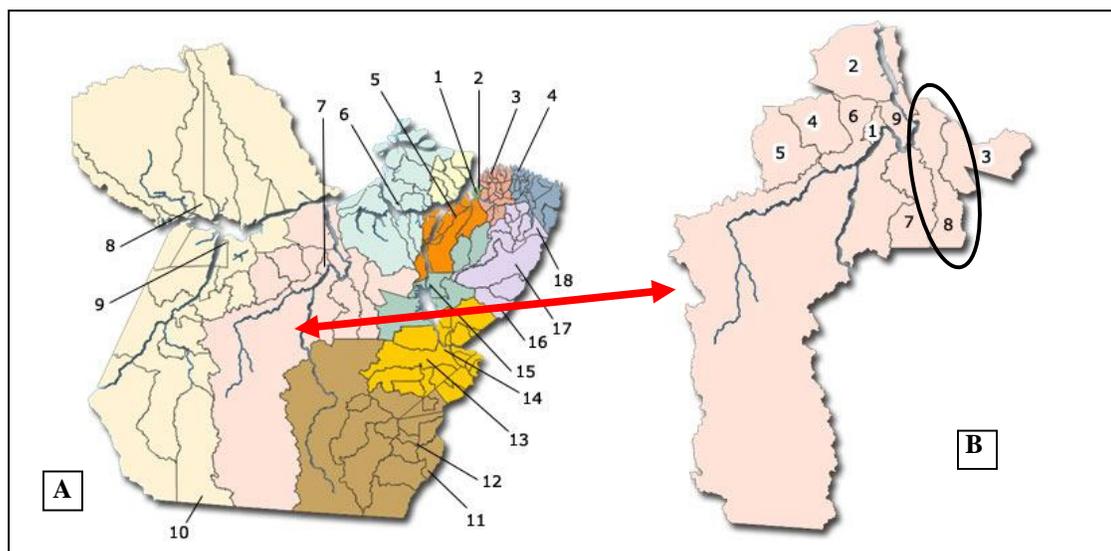
Figura 3. Localização da área de estudo, municípios de Anapú e Portel/PA

3.1.1 Município de Anapú/PA

3.1.1.1. Localização geográfica

O município de Anapú (Figura 3) localiza-se na mesorregião sudoeste paraense, microregião de Altamira. Limita-se ao norte com o município de Portel, ao sul com o município de São Félix do Xingu, ao leste com os municípios de Pacajá e Novo Repartimento, e a Oeste com os municípios de Senador José Porfírio de Vitória do Xingu. A sede do município ocupa uma área territorial de 11.951,7 Km²

localizada nas coordenadas geográficas Latitude Sul 03°28'12,0" e Longitude Oeste 51°12'06,1". O acesso é pela Rodovia BR 230 – Rodovia Transamazônica, sentido Altamira – Marabá.



Fonte: SEFA

Figura 4. A. Mapa do Pará. B. Localização geográfica dos municípios: 1. Altamira; 2. Porto de Moz ; 3. Pacajá ; 4. Medicilândia; 5. Uruará; 6. Brasil Novo 7. Senador José Porfirio ; **8. Anapú** ; 9. Vitória do Xingu

3.1.1.2. Descrição do ambiente

O clima é tropical úmido, com período chuvoso entre os meses de Dezembro à Junho, atingindo precipitação pluviométrica anual entre 1800 e 2000 mm, fatores estes que favorecem a prática da agricultura voltada ao cultivo de culturas de subsistência (milho, mandioca, arroz, feijão), culturas perenes (pimenta-do-reino, cacau, café, cupuaçu), fruticultura (banana, citros). Porém as alterações climáticas (como o aumento no período de estiagem), em função, especial do desmatamento, estão resultando em perdas na exploração agropecuária. A temperatura média mensal é acima de 22°C .

Os solos predominantes no município são os Latossolos Vermelhos/amarelos, Podzólicos Vermelhos/amarelos e Latossolos Amarelos Podzólicos. Apresentando

algumas raras manchas de terra roxa estruturada no sentido sul e pequenas manchas de Latossolos amarelo húmico antropogênicos no sentido norte.

O relevo predominante no município caracteriza-se de plano a ondulado. Há ocorrências freqüentes de erosão em grande parte das propriedades rurais, ocasionado principalmente pela combinação entre os seguintes fatores: relevo ondulado, o uso incorreto do solo e implantação incorreta de pastagens .

O município apresenta uma hidrografia expressiva, tendo como rios principais o Rio Pacajá e daí para o Rio Xingu (promove a interligação entre o município e as grandes cidades da região norte, como: Belém, Santarém, Manaus, Macapá, além de Porto de Moz, Senador José Porfírio, e acesso ao Oceano Atlântico, via Rio Amazonas) e Rio Anapú .

A vegetação original da área do município é formada de Floresta Tropical Ombrófila/heterogênea. Rica em várias espécies de madeiras de lei, tais como: Mogno, Cedro, Jatobá, Ipê, Maçaranduba, Angelim, Andiroba, Tatajuba, Amarelão, Acapu, Cumarú, Piquiá, dentre outras.

Nas áreas de capoeira também constituída por uma diversidade de espécies vegetais, onde destacam-se a Imbaúba Branca, Babaçu, Jurubeba, Lacre, Serrotão, entre outras. Nestas áreas habitam preferencialmente o tatu, o veado, a paca, a cutia e o catitu .

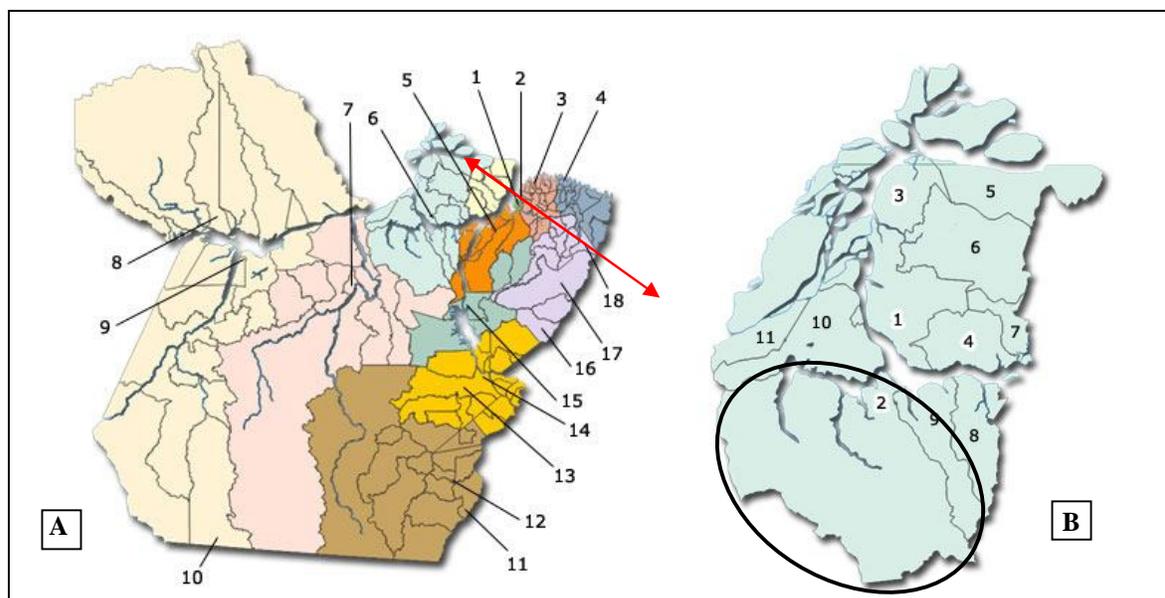
Nas áreas mais afastadas da floresta densa, encontramos grandes variedades de animais silvestres (veado, queixada, anta, paca, tatu, jaboti, cutia etc.) e aves de varias espécies (arara, jacu, tucano, jacamim, mutum) estes últimos, conforme descrição dos agricultores, sua diminuição se deu principalmente pelo efeito do desmatamento .

A economia está baseada na exploração de madeira de lei e na agropecuária, sendo que o comércio não apresenta expansão no decorrer dos últimos anos .

3.1.2. Município de Portel/PA

3.1.2.1. Localização geográfica

O Município de Portel (Figura 3), Estado do Pará, localiza-se na Mesorregião do Marajó, Microregião de Portel. Sua extensão territorial compreende área de 27.928Km², definindo limites com os municípios de Melgaço-norte; Oeiras do Pará-leste; Itupiranga e Porto de Moz-sul e Senador José Porfírio-oeste. Dista da capital do Estado (Belém) 326km, via marítima e 27km, via aérea. População de 34.103 habitantes, dos quais 17.134 são homens e 16.369 são mulheres. 58,67% da população vive em área rural. A densidade demográfica conta com 1,22 hab/km². Localiza-se a uma latitude 01°56'08" sul e a uma longitude 50°49'16" oeste, estando a uma altitude de 19 metros. Sua população estimada em 2007 era de 45.533 habitantes.



Fonte: SEFA

Figura 5. A. Mapa do Pará. B. Localização geográfica dos municípios: 1. Breves; 2. **Portel**; 3. Afuá; 4. Currealinho; 5. Chaves; 6. Anajás ; 7. São Sebastião da Boa Vista ; 8. Oeiras do Pará; 9. Bagre; 10. Melgaço; 11. Gurupá

3.1.2.2. Descrição do ambiente

O clima, segundo “Kôppen”, na sua classificação o município de Portel pertence ao grupo AF, sendo um clima tropical úmido, com a precipitação de 350mm, no mês de abril é rebaixado até 60mm, no mês de outubro. O trimestre mais chuvoso é fevereiro, março e abril, enquanto nos meses de agosto, setembro e outubro aparecem como o período mais seco (índice pluviométrico anual é 2.200mm).

A estrutura geológica do município é em quase sua totalidade, formada por sedimentos cenozóicos, englobando litotipos da Formação Barreiras, de idade Terciárias (arenitos, siltos e argilitos caulínicos, com lentes de conglomerados); e sedimentos inconsolidados (arreas, siltes e argilas) de idade quaternárias. Somente em uma pequena porção ao sul de seu território, estão exposta rochas de idade pré-cambrianas, pertencentes ao Complexo Xingu (granitos, granodioritos, dioritos, migmatitos, granulitos ácido e básicos, quartzitos, xistos e gnaíses), que constituem as cachoeiras dos altos cursos dos rios Pacajá e Anapú.

Como em quase toda a totalidade dos Municípios desta mesorregião, a cidade de Portel apresenta uma baixa altitude, variando entre 3 a 4 metros, não havendo modificações significativas para o “Interland” deste Município.

Neste Município, aparecem três grandes rios que drenam toda a área: rio Anapú, rio Pacajá e o rio Camairaripi e se deslocam no sentido sul-noroeste. O rio Anapú desagua na Baía de Pracuí a Baía de Caxiuanã e os principais afluentes pela margem direita são: rios Marinaú, Tueré e os igarapés: Itatira, Merapiranga, Janal Grande, Umarizal, Marapuá, Atua e Majuá e; pela margem esquerda; rio Pracuruzinho, rio Curió e rio Pracupi, os igarapés Carumbé, Itatinguinho, Itatingão, Poção, Jacitara, Cocoajá e Tapacú. O rio Pacajá desagua na baía de Portel, que passa em frente à sede do Município, logo após encontrar com o rio Camairaripi. Os seus principais afluentes pela margem esquerda são: rios Urianã, Aratari, Mandaquari, Guajará e os igarapés: Damiana, Capoeirão, Grande, Pajé, Limão e pela margem direita: rio Jacar-Parú Grande, rio Jacaré Paruzinho e igarapés: Vinte e

Nove, Angelim, Do Ouro, Pereira, Ana, Tucumanpijó, Mineiro, Candirí, Maratuba, Cajú e Araújo. O rio Camaraipí é a terceira drenagem do Município, porém de grande destaque, porque deságua na baía de Portel, em frente à sede municipal. Seus principais afluentes pela margem direita são: rio Banã, rio Pirico e os igarapés Esmeralda, Macaco, Açaituba, Meratuba, Grande e Cariatuba. Pela margem esquerda, encontramos rio Pitinga, rio Acangatá, rio Paca, rio Ajará e os igarapés Taquera, Tamaquerinha, Tanquera, Arumã e Otá. Apresenta outros rios menores, como o Acutí-Pereira e seu afluente o igarapé Laranjal. O rio Jaguarajó faz limite a leste com o Município de Bagre.

O domínio vegetal no município de Portel é Floresta Densa dos terraços e baixos platôs ao longo dos cursos d'água, é notada a presença de Floresta aberta Mista (cocal) em extensões de até 1,5 km a cada lado do rio.

A norte do município, ao longo do Rio Anapú (margem direita) encontra-se Campos Graminosos úmidos, em depressões assoreadas de Sedimentos Arenosos. A presença da Vegetação Secundária é pouco expressiva.

As populações de vida silvestre da Ilha do Marajó (Portel) são mais recentes do que aquelas das regiões imediatamente vizinhas (vale do rio Tocantins e porção sul do Amapá), e que o processo de colonização da ilha é temporalmente congruente com a consolidação da sua estrutura geológica. Dividem-se entre a planície coberta de savana e as densas florestas. Praias de rio, lagos de diversos tamanhos, igarapés, dunas, florestas. A fauna marajoara é muito rica, onde se destaca o raro guará além de jacarés e muitas espécies de peixes. Tem como principal símbolo: o búfalo.

A estrutura econômica de todos os 16 municípios que compõem a área do Plano é essencialmente primária, baseando-se no extrativismo vegetal, na pesca, na pecuária extensiva e na agricultura de subsistência.

A atividade pecuária tem uma maior expressão na economia local, muito embora venha apresentando uma forte tendência de encolhimento nos últimos anos. Em 1990, o efetivo bovino somava pouco mais de 600 mil cabeças na área do Plano, equivalente a 10% do rebanho do estado do Pará. Em 2004, enquanto o

efetivo paraense quase triplicou, o rebanho bovino da região foi reduzido a metade (330 mil), passando a representar menos de 2% do total estadual. O mesmo processo de encolhimento se deu com o rebanho bubalino, de grande tradição na região. De 540 mil cabeças em 1990 (80% do total estadual), caiu para pouco mais de 290 mil (pouco mais de 60%) em 2004. A razão principal da decadência da pecuária na região é o grande atraso técnico da atividade.

As fazendas de gado do Marajó, em sua grande maioria, necessitam de modernização tecnológica, gerencial etc. Associado a este fator, está a inexistência de locais de abate na região, fazendo com que o escoamento da produção se dê na forma do gado em pé, reduzindo sobremaneira a competitividade do produto local em relação à outras regiões produtoras do Estado do Pará.

Dentre as atividades econômicas regionais, as extrativistas são as que apresentam maior importância, principalmente o açaí e o palmito, pois são elas que garantem a emprego e renda para a maior parte da população. Têm como uma característica fundamental a sazonalidade, isto é, dependem da estação do ano em que se tornam economicamente viáveis. A exploração madeireira ocorre há muito tempo no arquipélago do Marajó. Geralmente as áreas onde se encontra uma maior quantidade de espécies valiosas para o mercado estão muito distantes das margens dos rios, o que dificulta sobremaneira o seu acesso e o transporte das toras. A fim de minimizar estes problemas, os ribeirinhos realizam a extração no período chuvoso, quando os rios e igarapés estão cheios, o que lhes facilita o transporte .

A área do Plano do Marajó apresenta uma enorme insuficiência e precariedade em termos de infra-estrutura econômica, em todos os seus componentes: transportes, energia, telecomunicações e armazenagem. O sistema de transportes limita-se ao marítimo e hidroviário. Praticamente inexistem rodovias na região, e as poucas vicinais existentes são intransitáveis na estação das chuvas.

O transporte empregado, tanto para a condução dos moradores, quanto para o escoamento da produção, é feito pelos rios. Na época da seca, o transporte é feito através de montarias (grandes cascos) puxadas a búfalo. As poucas estradas

existentes em asfalto, margeiam a costa em cotas mais elevadas, chamadas de tesos, ligando os centros maiores. As demais são construídas em argila ou areia, para facilitar a manutenção, e interligam-se com as outras.

A ligação das cidades ribeirinhas se dá com Belém e Macapá, através de linhas regulares de passageiros e cargas. Existe um projeto de construção de hidrovia, com a abertura de um canal de 32 Km ligando os rios Anajás e Atuaá, o que permitiria uma via de transporte efetiva atendendo o interior da ilha e encurtaria em 150 Km a ligação entre Belém e Macapá (de 580 para 430 Km), reduzindo o tempo de viagem de 24 para 18 horas. Quanto ao transporte aéreo, inexistem linhas aéreas regulares no Arquipélago, resumindo-se o atendimento à região aos vôos da FAB e às empresas de táxi aéreo.

3.1.3. Caracterização geral das Propriedades

Em todas as propriedades foram realizadas as seguintes atividades nas áreas manejadas: Zoneamento; Áreas de preservação permanente; Áreas inacessíveis a exploração; Áreas de exploração.

Etapa I: Coleta de informações para a elaboração do plano de manejo: Imagem de satélite; Visita a área e Levantamento de campo - Inventário 100%;

Etapa II: Planejamento das estradas secundárias;

Etapa III: Divisão da área destinada a exploração em blocos de exploração anual – UPA.

O levantamento de resíduos de exploração florestal nas Fazendas: Terra Alta - Tuerê, Santo Antônio, Pedra Escrita e Santa Helena foram baseados em dados da Autorização de Exploração Florestal (AUTEF n° 62/2007, 67/2007, 325/2007 e 272/2008 – em anexo) emitidas pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente, bem como do Inventário Florestal 100% realizado pela empresa na área de cada Unidade de Produção Anual – UPA.

A Tabela 1 descreve algumas características das propriedades onde foram realizadas o presente estudo.

TABELA 1. Características gerais das propriedades do estudo nos municípios de Anapú e Portel, PA.

Propriedade	Detentor	Município	ATP (ha)	APP _{pupa} (ha)	ARLT (ha)	AAUTOR (ha)	UPA
Terra Alta	Brascomp Compensados do Brasil S.A	PORTEL/PA	65.100,00	93,13	52.080,00	1.656,87	2007
Santo Antônio	Brascomp Compensados do Brasil S.A	PORTEL/PA	71.161,94	65,80	56.929,55	3.267,19	2007
Pedra Escrita	Bruno Cerutti	ANAPÚ/PA	3.000,00	14,75	2.400,00	651,44	2007
Santa Helena	Carlos Roberto Fleck	ANAPÚ/PA	3.000,61	87,54	2.650,42	2.474,06	2008

ATP: Área Total da Propriedade; APP_{pupa}: Área de Preservação Permanente da Unidade de Produção Anual (UPA); ARLT: área da Reserva legal total; AAUTOR: área autorizada

Este trabalho teve como base os aspectos metodológicos já realizados e utilizados pela Empresa Cikel Brasil Verde Madeiras Ltda.

Tomando como base o Inventário Florestal a 100%, a Tabela 2 mostra detalhadamente a intensidade de exploração bem como a distribuição das espécies que foram liberadas na AUTEF (Autorização de Exploração Florestal) autorizada pela SEMA (Secretaria de Estado de Meio Ambiente) nas quatro áreas de manejo florestal estudadas.

TABELA 2. Intensidade de Exploração e número de espécies na AUTEF de cada Área de Manejo Florestal estudada.

PROPRIEDADE	INTENSIDADE DE EXPLORAÇÃO (m ³ /ha)	NÚMERO DE ESPÉCIE
Terra Alta	23,1000	27
Santo Antônio	29,0108	29
Pedra Escrita	26,2501	28
Santa Helena	29,2400	28

AUTEF: Autorização de Exploração Florestal / AMF: Área de Manejo Florestal

3.2. ESTUDO PRELIMINAR DOS DADOS DE INVENTÁRIO FLORESTAL E DEFINIÇÃO DA AMOSTRAGEM DE CAMPO

Foram estabelecidos quatro AMF (área de manejo florestal), tendo como base o número de espécies listadas na AUTEF (autorização de exploração florestal) para cada propriedade, e o número de espécies levantadas em cada área estudada, com seu respectivo percentual. Na Fazenda Terra Alta foram autorizadas 27 espécies florestais para serem exploradas, sendo que desse total autorizado, foram levantadas 17 espécies, correspondendo a 79,60% do total. (Tabela 3).

Os métodos empregados no presente estudo visam à comparação do volume de resíduos gerados pelas atividades de exploração florestal em áreas manejadas, decompostos por fontes geradoras, bem como determinar o volume das árvores caídas naturalmente que se encontrem sob a influência direta das trilhas de arraste já existentes.

TABELA 3. Número de espécies listadas na Autorização de Exploração Florestal e Número de espécies do levantamento de campo

PROPRIEDADE	AUTEF	LEVANTAMENTO RESÍDUOS (Número de espécies)	%
Terra Alta	27	17	79,60
Santo Antônio	29	16	85,70
Pedra Escrita	28	18	93,26
Santa Helena	28	15	84,88

AUTEF: Autorização de Exploração Florestal

3.3. 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. Além desse material, foram incluídos também os resíduos gerados nas aberturas de estradas e pátios de estocagem de fustes (Figuras 6a, 6b e 6c).

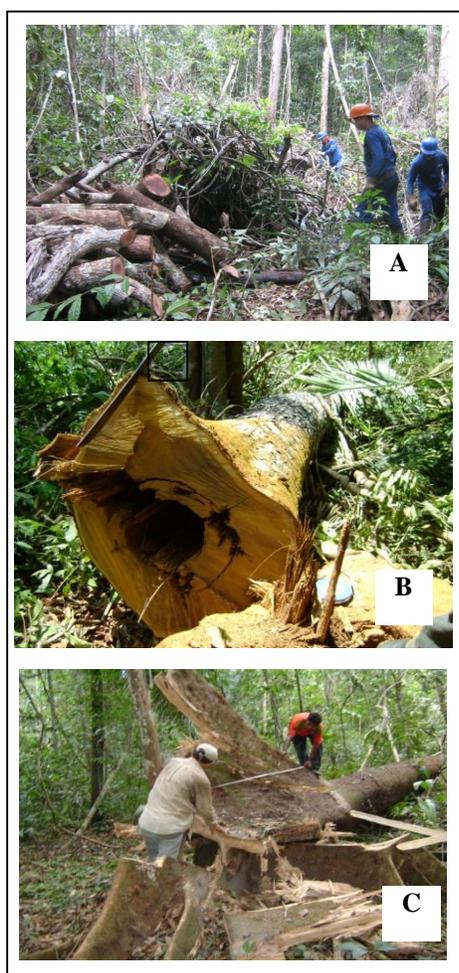


Figura 6. Resíduos da exploração florestal: a. Galhadas; B. Toras Ocas; C. Bases de tronco

3.4. ESPÉCIES SELECIONADAS NAS ÁREAS ESTUDADAS.

As espécies foram selecionadas com base no inventário florestal 100% fornecido pelo detentor do plano de manejo de cada área estudada, cuja seleção procedeu-se diante: da ocorrência das espécies mais freqüentes na UPA; 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 100%, realizado por cada detentor. As espécies selecionadas para cada área encontram-se em anexo.

O numero de árvores levantadas no estudo foi distribuídas em grupos por classes diametrais, que foi classificado como Classe 1: diâmetro de 50 a 70 cm; Classe 2: de 71 a 90 cm e Classe 3: maior que 90 cm (Tabela 4), no sentido de quantificar o volume de resíduos gerados pelas atividades de exploração florestal em áreas manejadas, decompostos por fontes geradoras, bem como determinar o volume das árvores caídas naturalmente que se encontrem sob a influência direta das trilhas de arraste já existentes.

TABELA 4. Número de árvores no levantamento de campo em função da classe diametral

Propriedade	Número de árvores	Classes de diâmetro (cm)					
		Classe 1		Classe 2		Classe 3	
		50 a 70	%	71 a 90	%	> 90	%
Terra Alta	104	27	25,96	50	48,08	27	25,96
Santo Antônio	102	14	13,73	55	53,92	33	32,35
Pedra Escrita	115	54	46,96	38	33,04	23	20,00
Santa Helena	111	8	7,21	53	47,75	50	45,05

3.5. DETERMINAÇÃO DOS FATORES DE CUBICAÇÃO E DE EMPILHAMENTO DOS RESÍDUOS

O Fator de Cubicação (FC), segundo Scolforo et al (1994), consiste na relação entre o volume geométrico dos resíduos (m^3) e o volume estéreo (st) dos resíduos empilhados.

$$FC = \text{Volume Real dos resíduos (m}^3\text{)} / \text{Volume empilhado (st)}$$

O volume geométrico de cada peça de resíduos foi determinado, medindo-se a circunferência no centro da peça e o seu comprimento (Figura 7: A e B).



Figura 7. Medição de uma peça de resíduo florestal: A: medição do comprimento e B: medição da circunferência

O Fator de Empilhamento, segundo SCOLFORO (1993), consiste na relação entre o volume da lenha empilhada (st) e o volume real dos resíduos (m^3). O cálculo para o FE foi determinado:

$$FE = \text{Volume empilhado (st)} / \text{Volume Real dos resíduos (m}^3\text{)}$$

Esses fatores são utilizados como fator de conversão para transformar volume de madeira empilhada (m^{st}) em volume rigoroso (m^3) e vice-versa. O fator de

cubicação também pode ser interpretado como um fator de forma para a pilha, pois reduz o volume aparente para o volume sólido (FINGER, 1992).

Para determinação do volume estéreo, os resíduos foram cortados em peças de aproximadamente de 1 metro de comprimento e empilhados. Em seguida, mediu-se o comprimento (A) e a altura (B) da pilha (Figura 8), para o calculado do volume com base na equação 1.



Figura 8. Medição de comprimento (A) e Altura (B) da pilha.

$$V_{(st)} = A.L.C \quad (\text{Equação 1})$$

Considerando que,

$V(st)$ - volume estéreo de lenha empilhada, st;

A - altura da pilha, m;

L - largura da pilha, m;

C - comprimento da pilha, m.

A largura da pilha correspondeu ao comprimento médio das peças empilhadas. O Fator de Empilhamento (FE) corresponde ao inverso do FC, sendo determinado através da equação 2.

$$FE = \frac{1}{FC} = \frac{V_{(st)}}{VGT_{(m^3)}} \quad (\text{Equação 2})$$

Considerando que,

FE - fator de empilhamento dos resíduos, st/m³;

FC – fator de cubicação.

3.6. INVENTÁRIO FLORESTAL DE ÁRVORES COM DAP ENTRE 10 E 30 cm

O inventário das árvores com DAP - Diâmetro à 1,30m do nível do solo, entre 10 e 30cm teve por objetivo a estimativa do volume de madeira de árvores derrubadas durante as operações de abertura das estradas principais, secundárias e trilhas de arraste, bem como dos pátios de estocagem definidos no POA- Plano de Operações Anuais do PMFS (projeto de manejo florestal sustentável).

Em cada área de manejo florestal estudada foram inventariadas 30 parcelas com dimensões de 250 x 10m (0,25ha), distribuídas aleatoriamente, em área ainda não explorada, aproveitando-se as picadas do inventário florestal a 100% das árvores com $DAP \geq 50\text{cm}$, (Figura 9: A e B). As variáveis medidas foram $10\text{cm} \leq DAP \leq 30\text{cm}$ e a altura.

O modelo proposto por B. Husch (1963) de simples entrada resultou no ajuste da equação de volume $\log V = 1,081861 + 2,401474 * \log DAP$ a qual foi usada no cálculo do volume das árvores em pé da área inventariada, entrando-se na equação com o DAP expresso em metros.



Figura 9. (A) Marco da picada e (B) Medição da circunferência da árvore com $10\text{cm} \leq DAP \leq 30\text{cm}$.

Desse modo, obteve-se como informação final, o volume de madeira das árvores com $10\text{cm} \geq \text{DAP} \leq 30\text{cm}$ por unidade de amostra que posteriormente foi transformada para m^3/ha .

3.7. QUANTIFICAÇÃO DE VOLUME DE ÁRVORES COM DAP MAIOR QUE 30CM DEIXADAS NAS BORDADURAS DE ESTRADAS E PÁTIOS DE ESTOCAGEM

Esse levantamento referiu-se à quantificação do volume de árvores com DAP maior que 30cm que ocasionalmente são derrubadas para abertura de estradas e pátios de estocagem na floresta e deixadas nas bordaduras de estradas e pátios (Figura 10: A, B, C e D). As variáveis medidas ao longo do tronco foram a circunferência ou diâmetro até o limite 10cm de diâmetro ou 32cm de circunferência e o comprimento total do tronco. A amostragem foi feita através de percurso nas estradas principais e secundárias, e na bordadura dos pátios de estocagem.

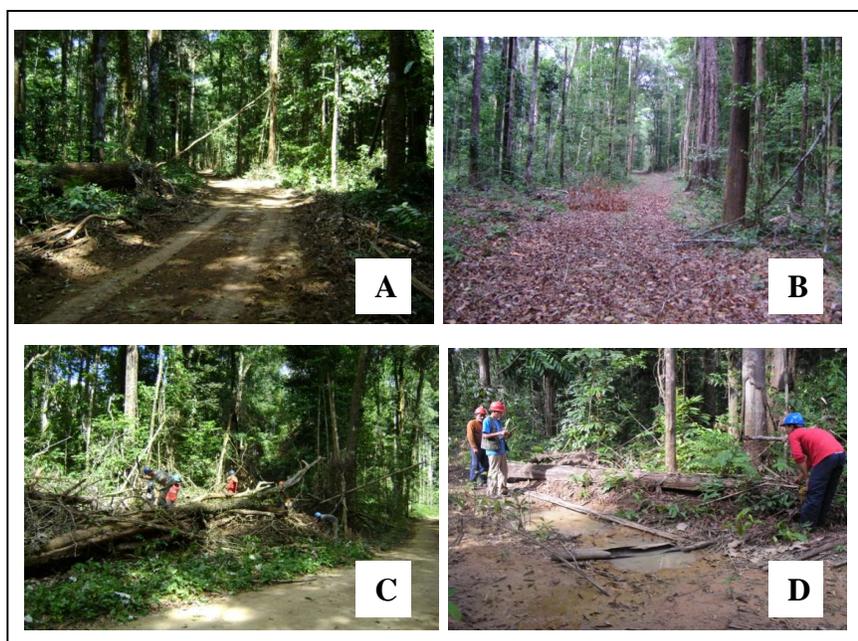


Figura 10. Árvores deixadas nas bordaduras das estradas principais (A); estradas secundárias (B); e pátios de estocagem (C e D)

3.8. QUANTIFICAÇÃO DE VOLUME DE SAPOPEMAS PARA ÁRVORES OCORRENTES NA ÁREA

A estimativa do volume de resíduos de sapopema foi calculada com base nos dados da pesquisa realizada na EMPRESA CIKEL. Identificou-se no inventário florestal as espécies que apresentam sapopema e o número das árvores extraídas da floresta, sendo o volume calculado através da equação 3. (NUMAZAWA & BARROS, 2009a).

$$VTS = \sum_1^n VMS \times NAE \quad \text{Equação 3}$$

Considerando que,

VTS - volume total de sapopema das árvores extraídas, m³;
VMS - volume médio de sapopema/espécie, m³;
NAE - número de árvores extraídas.

3.9. ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS DE INVENTÁRIO DAS ÁRVORES COM DAP ENTRE 10 E 30 cm

A análise estatística dos dados segundo o Processo de Amostragem Aleatório utilizado durante o Inventário Florestal das árvores com DAP entre 10 e 30 cm foi realizada segundo a aplicação da metodologia abaixo:

Equação 4

✓ **Média aritmética dos volumes:**
$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n=46} X_i}{n} \quad (m^3)$$

Equação 5

✓ **Variância dos volumes:**
$$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n=46} X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^{n=46} X_i)^2}{n}}{n-1} (m^3 / ha)^2$$

Equação 6

✓ **Desvio Padrão dos volumes:**
$$S_x = \sqrt{S_x^2} = (m^3)$$

Equação 7

✓ **Coefficiente de Variação:**
$$CV = \frac{S_x}{\bar{X}} \cdot 100 = \%$$

Equação 8

✓ **Variância da Média:**
$$S_{\bar{x}}^2 = \frac{S_x^2}{n} = (m^3)^2$$

Equação 9

✓ **Erro Padrão da Média:**
$$S_{\bar{x}} = \pm \frac{S_x}{\sqrt{n}} = (m^3)$$

Equação 10

✓ **Erro de Amostragem:**

- Absoluto
$$E_a = \pm t \cdot S_{\bar{x}} = \pm (m^3)$$
- Relativo
$$E_r = \pm \frac{t \cdot S_{\bar{x}}}{\bar{X}} \cdot 100 = \pm (\%)$$

Equação 11

✓ **Intervalo de Confiança para a Média.**

$$IC = Média \pm (t \times EP)$$

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

O índice consiste na relação entre o volume estéreo dos resíduos gerados (st) e o volume geométrico (m³) das toras extraídas (Figura 11), calculado através da equação 12.

$$\boxed{R_{(st/m^3)} = \frac{V_{(st)}}{VT_{(m^3)}}} \quad (\text{Equação 12})$$

Considerando que:

$R_{(st/m^3)}$ - Relação entre o volume de resíduos gerados em estéreos e o volume de tora em metros cúbicos extraído, st/m³;

$V_{(st)}$ - Volume de resíduos, st;

$VT_{(m^3)}$ - Volume da tora, m³.

A relação entre o volume geométrico dos resíduos gerados (m³), e o volume geométrico (m³) das toras extraídas, foi calculado através da equação 13.

$$\boxed{R_{(m^3/m^3)} = \frac{V_{(m^3)}}{VT_{(m^3)}}} \quad (\text{Equação 13})$$

Considerando que:

$R_{(m^3/m^3)}$ - Relação entre o volume de resíduos gerados em m³ e o volume de tora em metros cúbicos extraído, m³/m³;

$V_{(m^3)}$ - Volume geométrico de resíduos, m³;

$VT_{(m^3)}$ - Volume da tora, m³.



Figura 11. Resíduos da exploração florestal: A: galhadas de copas, B: peças de resíduos, C: pilha de resíduos.

3.11. ANÁLISE ESTATÍSTICA DESCRITIVA DOS DADOS

A estatística descritiva abrangeu a determinação da média, do erro padrão da média, do desvio padrão e do coeficiente de variação a fim de descrever a amostra do levantamento de cada área estudada.

3.11.1. Determinação do número ideal da amostra.

A determinação do número ideal de amostras (árvores), admitindo-se um erro de até 10% sobre o valor médio de Fator de cubicação, Fator de empilhamento e Relação toras extraídas e resíduos gerados foi verificada através da equação 14.

$$n = \frac{CV^2 \cdot t^2}{(E)^2} \quad (\text{Equação 14})$$

Considerando que,

n – número de amostra ideal;

CV - coeficiente de variação, %;

t - valor de t (tabelar);

$E(\%)$ – erro admitido sobre a média.

3.11.2. Determinação do intervalo de confiança

O intervalo de confiança foi determinado ao nível de 95% de probabilidade com os limites inferior e superior, através da equação 15.

$$IC = Média \pm (t \times EP) \quad (\text{Equação 15})$$

Considerando que,

IC – intervalo de confiança, %;

t - valor de t (95% de probabilidade para $n-1$);

EP – erro padrão da média.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. FATORES DE CUBICAÇÃO (FC) E DE EMPILHAMENTO (FE) DOS RESÍDUOS

Os Fatores de Cubicação dos resíduos calculados foram determinados com as médias das espécies estudadas em cada AMF (área de manejo florestal) dentre as árvores selecionadas no estudo, conforme consta na tabela 5. 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 maior ou menor espaços vazios entre os resíduos.

Nesse sentido, verificou-se que na Fazenda Terra Alta com 0,52m³/st seguido da Fazenda Santo Antônio com FC de 0,51m³/st ambos localizados no município de Portel, foi o que apresentou o melhor arranjo ou a menor tortuosidade de seus resíduos, ao contrário do valor encontrado nas Fazendas Pedra Escrita e Santa Helena situadas no município de Anapú com 0,48 e 0,49 m³/st respectivamente, o qual apresentaram os menores valores de FC.

Nas tabelas 5 e 6, encontram-se as médias dos valores dos Fatores de Cubicação (**FC**) e de Empilhamento (**FE**) de resíduos das espécies estudadas em cada área de manejo florestal -AMF.

TABELA 5. Média geral das médias dos Fatores de Cubicação e Empilhamento das espécies estudadas.

Propriedade	Número de árvores levantadas na área de estudo	Número de espécies levantadas na área de estudo	FC (m ³ /st)	FE (st/m ³)
Terra Alta - TA	104	17	0,52	2,01
Santo Antônio - SA	102	16	0,51	2,00
Pedra Escrita - PE	115	16	0,48	2,21
Santa Helena - SH	111	15	0,49	2,12
	Média Geral		0,50	2,09

FC: Fator de Cubicação / FE: Fator de Empilhamento

O FC médio das propriedades estudadas foi $0,50\text{m}^3/\text{st}$, tendo-se registrado o menor valor de $0,48\text{m}^3/\text{st}$ para a Fazenda Pedra Escrita e de $0,52\text{m}^3/\text{st}$ para a fazenda Terra Alta. Este fator é variável de acordo com a espécie, classe de diâmetro, tortuosidade e comprimento dos toretes (galhadas). Já o valor médio encontrado para a espécie de *Eucalyptus* spp é de $0,65\text{m}^3/\text{st}$ (Finger, 1992).

Segundo Couto & Bastos (1988), várias características das árvores e povoamentos afetam o fator de cubicação e de empilhamento, dentre as quais destacam-se o diâmetro, o comprimento, a idade da árvore, o sítio, etc. Portanto há necessidade de calcular-se fatores para os vários estratos homogêneos de uma floresta.

O Fator de cubicação – FC é o valor que multiplicado pelo valor do volume estéreo (st) converte em volume geométrico (m^3), ou ainda quando o volume estéreo é dividido pelo valor do FC. Assim, $V_{g(\text{m}^3)} = \text{FC} \times V_{(\text{st})}$ ou $V_{g(\text{m}^3)} = V_{(\text{st})} / \text{FC}$.

Por outro lado, o Fator de empilhamento - FE é utilizado para converter o volume geométrico (m^3) em volume estéreo pela multiplicação deste. Assim, $V(\text{st}) = \text{FE} \times V_{g(\text{m}^3)}$ ou $V(\text{st}) = V_{g(\text{m}^3)} / \text{FE}$.

Conforme Tabela 6, o menor valor encontrado no Coeficiente de Variação foi de 5,7% para a fazenda Santo Antônio, cujo número de unidades de amostra calculado foi de 2 unidades, indicando que o número de unidades de amostra (espécies) utilizadas (16) atende a precisão requerida para $\alpha = 0.05$ e erro admissível de 10%, considerando que o Limite de Erro de Amostragem obtido (EA%) foi de 3,1%. Enquanto que o maior valor encontrado no coeficiente de variação foi de 28,8% para a fazenda terra alta.

TABELA 6. Análise estatística descritiva das médias dos Fatores de Cubicação e Empilhamento das espécies estudadas.

ANÁLISE ESTATÍSTICA	ÁREA DE ESTUDO							
	Terra Alta		Santo Antônio		Pedra Escrita		Santa Helena	
	FC (m ³ /st)	FE (st/m ³)						
Média	0,52	2,01	0,51	2,00	0,48	2,21	0,49	2,12
Desvio Padrão	0,150	0,391	0,029	0,126	0,032	0,161	0,098	0,556
Erro Padrão da média	0,02	0,04	0,01	0,03	0,01	0,04	0,01	0,05
Coefficiente de Variação (CV%)	28,80	19,50	5,70	6,30	6,60	7,30	19,80	26,20
Intervalo de Confiança (Inferior)	0,49	1,93	0,50	1,93	0,46	2,13	0,48	2,02
Intervalo de Confiança (Superior)	0,55	2,09	0,53	2,06	0,49	2,29	0,51	2,23
Erro Amostral - Erro relativo	5,60	3,80	3,10	3,40	3,30	3,60	3,70	4,90
n (calculado)	33	15	2	2	2	2	15	27
n (necessário)	33	15	2	2	2	3	16	27

FC: Fator de Cubicação; FE: Fator de Empilhamento

Com base nos resultados obtidos nas tabelas 5 e 6, pode-se verificar a variabilidade nos coeficientes de variação calculados para os fatores de cubicação e empilhamento.

Esses resultados são inferiores aos encontrados por Scolforo (1993), para *Eucalyptus* sp (0,67m³/st) bem como os encontrados por Gomes (1957) para *Pinus* sp (0,66m³/st), o que pode ser atribuído ao fato das copas de espécies tropicais apresentarem grau de tortuosidades mais elevados em relação as espécies de climas temperados.

A dispersão dos valores encontrados em todas as situações pode ser considerada muito alta, variando no âmbito de 5,7% para a fazenda Santo Antônio à 28,8% para a fazenda Terra Alta para o fator de cubicação obtido pela razão de volumes.

Os coeficientes de variação para o fator de cubicação obtidos por razão de volumes são considerados baixos para as fazendas Santo Antônio e Pedra Escrita, uma vez que seus valores são inferiores a 10%, observe Tabela 5 e 6.

O FE médio foi 2,09st/m³ com limites inferior e superior do intervalo de confiança da média de 1,93 à 2,13st/m³ e 2,06 à 2,29st/m³, respectivamente.

Considerando que o fator de cubicação é o inverso do fator de empilhamento, então, o maior valor de FC corresponde ao menor valor de FE e vice-versa o menor valor de FC corresponde o maior de FE .

O menor valor encontrado para o coeficiente de variação no fator de empilhamento foi de 6,3% e o valor de *n* (número de amostras) calculado também foi de 2 unidades, indicando que o número de espécies estudadas (16) atendeu a precisão requerida para $\alpha = 0,05$ e erro admissível de 10%, uma vez que o Erro de Amostragem ($E_A\%$) obtido foi de 3,4%.

4.2. QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DE MADEIRA DE ÁRVORES COM DAP ENTRE 10 E 30CM (INVENTÁRIO FLORESTAL) E MAIOR QUE 30CM (BORDADURAS DE ESTRADAS E PÁTIOS).

O volume de madeira do sub-bosque, constituído de árvores com $10\text{cm} \geq \text{DAP} \leq 30\text{cm}$ foi calculado com base no inventario florestal realizado em trinta parcelas de 250 x 10m. O volume médio dos troncos das árvores levantadas foi de 76,31m³/ha, registrando-se os limites inferior e superior do Intervalo de Confiança da média de 66,53m³/ha à 77,29m³/ha, respectivamente, conforme visto na tabela 7.

TABELA 7. Média geral dos Volumes de troncos das árvores com diâmetros de $10\text{cm} \geq \text{DAP} \leq 30\text{cm}$ do sub-bosque.

	Terra Alta	Santo Antônio	Pedra Escrita	Santa Helena	Média Geral
Média (m³/ha)	80,87	72,5	71,06	80,82	76,31
Variância	321,49	212,89	147,95	89	
Desvio Padrão	17,93	14,59	12,16	9,43	
Coeficiente de Variação (%)	22,2	20,1	17,12	11,7	
Erro Padrão da Média	3,27	2,66	2,22	1,72	
Intervalo de Confiança para Média (limite inferior)	74,18	67,1	66,53	77,29	
Intervalo de Confiança para Média (limite superior)	87,57	78	75,6	84,34	
Erro de Amostragem (E _A) – Absoluto	6,69	5,46	4,53	3,5	
Erro de Amostragem (E_A) – Relativo	8,28	7,53	6,38	4,4	
<i>n</i> (calculado)	20,6	16,9	12,2	5,7	
<i>n</i> (necessário)	21	17	13	6	

O Coeficiente de Variação foi de no mínimo de 11,7% na fazenda Santa Helena e máximo de 22,2% para Fazenda Terra Alta e o número de amostras de 6 e 21 unidades indicando que o número de parcelas levantadas atende a precisão requerida para $\alpha = 0.05$ e erro admissível de 10%, uma vez que o Limite de Erro de Amostragem relativo obtido foi de 4,4% para a Fazenda Santa Helena conforme mostra a tabela 7.

Vale ressaltar que o volume de galhadas das árvores inventariadas não foi incluído no volume total, tendo em vista que a amostragem abrangeu apenas o volume do tronco.

Na tabela 8 encontra-se o volume médio total dos troncos das árvores utilizadas no estudo nas AMF de cada propriedade. O volume foi calculado com base nos dados do inventario florestal das árvores com $10\text{cm} \geq \text{DAP} \leq 30\text{cm}$ e o levantamento do volume das árvores com DAP maiores que 30cm encontradas nas bordaduras das estradas e pátio que são retiradas durante a operação de colheita de resíduos.

TABELA 8. Média geral dos Volumes dos troncos das árvores com diâmetros de $10\text{cm} \geq \text{DAP} \leq 30\text{cm}$ e $\text{DAP} > 30\text{cm}$ do sub-bosque.

Estimativa de Volume	Volume Total dos Troncos das Árvores - VTA (m^3/ha) / área de estudo				
	TA	SA	PE	SH	Média Geral
$10\text{cm} \geq \text{DAP} \leq 30\text{cm}$ (m^3)	80,87	72,5	71,06	80,82	76,31
$\text{DAP} > 30\text{cm}$ (m^3)	45,76	42,6	20,56	25,33	33,56

TA: Terra Alta; AS: Santo Antônio; PE: Pedra Escrita; SH: Santa Helena
VTA: Volume dos troncos das árvores

Nas tabela 9 encontram-se os valores dos volumes médios encontrados nas operações de infra-estrutura da exploração florestal de cada propriedade estudada (abertura das estradas principal e secundária trilhas e de pátios de estocagem de fustes).

Observou-se que os menores valores encontrados para a abertura da estrada principal e secundária foi na Fazenda Santa Helena de 6,00ha e 16,00ha respectivamente, e os maiores valores para a Fazenda Santo Antônio de 14,20ha e 30,50ha respectivamente. Constatou-se que quanto maior a abertura da estrada principal e secundária maior será o volume de resíduos encontrados nas diferentes classes diamétricas.

A abertura de cada área de infra-estrutura foram definidas de acordo com o plano de manejo florestal apresentado à Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA/PA . A estimativa do volume encontrado em cada operação foi determinada através dos resultados apresentados na Tabela 8 de cada área estudada.

Na tabela 9 são apresentados as estimativas de volumes em cada classe diamétrica distribuídas levando em consideração a área aberta referente às estradas principais, secundárias, pátios de estocagem e trilhas de arraste em cada área de estudo com o volume total de troncos já determinados na tabela 8.

TABELA 9. Estimativa de Volume de resíduos encontrados nas operações de Infra-estrutura de cada área de estudo

Volumes médios encontrados nas Operações de Infra-estrutura da Exploração florestal de cada área de estudo				
Estrada Principal	TA	SA	PE	SH
Área aberta (ha)	10,40	14,20	12,80	6,00
10cm \geq DAP \leq 30cm (m ³)	841,07	1029,50	909,57	484,92
DAP>30cm (m ³)	475,86	604,30	263,17	151,98
Total (m ³)	1316,93	1633,80	1172,74	636,90
	TA	SA	PE	SH
Estrada Secundária				
Área aberta (ha)	25,80	30,50	24,50	16,00
10cm \geq DAP \leq 30cm (m ³)	2086,50	2211,20	1740,97	1293,12
DAP>30cm (m ³)	1180,49	1298,00	503,72	405,28
Total (m ³)	3266,99	3509,20	2244,69	1698,40
	TA	SA	PE	SH
Pátios				
Área aberta (ha)	8,00	10,00	7,60	5,40
10cm \geq DAP \leq 30cm (m ³)	646,98	725,00	540,10	436,43
DAP>30cm (m ³)	366,04	425,60	156,30	136,78
Total (m ³)	1013,02	1150,60	696,40	573,21
	TA	SA	PE	SH
Trilhas de Arraste				
Área aberta (ha)	91,40	132,70	98,78	98,78
10cm \geq DAP \leq 30cm (m ³)	7391,52	9620,75	7019,31	7983,40
DAP>30cm (m ³)	4182,46	5653,02	2030,92	2502,10
Total (m ³)	11573,98	15273,77	9050,23	10485,50

TA: Terra Alta; AS: Santo Antônio; PE: Pedra Escrita; SH: Santa Helena
 VTA: Volume dos troncos das árvores

O volume total de resíduos disponíveis gerados de abertura de estradas e pátios, trilhas de arraste e de árvores nas bordaduras é encontrado na tabela 10.

Conforme tabela 10, o volume total de resíduos foi encontrado levando em consideração o Fator de Empilhamento de cada área, o qual foi transformado em volume estéreo.

TABELA 10. Estimativa de Volume total de resíduos encontrados na abertura de estradas, pátios e trilhas das áreas estudadas.

Propriedade	VTT (m ³)		FE	VTT (st)	
	10cm≥DAP≤30cm (m ³)	DAP>30cm (m ³)		10cm≥DAP≤30cm (m ³)	DAP>30cm (m ³)
Terra Alta	10966,28	6204,44	2,01	22042,22	12470,92
Santo Antônio	13586,45	2327,9	2,00	27172,9	4655,8
Pedra Escrita	15332,61	2405,33	2,21	33885,07	5315,78
Santa Helena	10197,87	694,04	2,12	21619,48	1471,36
Total	50083,21	11631,71		104719,67	23913,86

VTT: Volume total de troncos; FE: Fator de empilhamento

4.3. QUANTIFICAÇÃO DO VOLUME DE MADEIRA DE SAPOPEMAS

Nas Unidades de Produção Anual -UPA de cada área estudada, as espécies que apresentaram como características raízes do tipo tabulares (sapopemas), e que foram autorizadas para exploração constantes na lista de espécies, segundo cada AUTEF expedida pelo órgão Ambiental Competente, encontram-se na tabela 11 sendo que esta última não possui informação sobre o volume de sapopema, ficando, portanto, fora dos cálculos.

A tabela abaixo é apresentado o volume de resíduos de sapopemas por espécie, bem como o número de árvores exploradas dessas espécies, possibilitando assim, a determinação do volume total de resíduos de sapopemas gerados na área explorada de cada propriedade estudada.

TABELA 11. Volume de sapopemas por espécie e total das áreas estudadas.

Propriedade	Espécies	Volume Médio (m³/árv.)	Nºde Árvores Exploradas	Volume de sapopema (m³)
TA	Tauarí	6,462	206	1331,172
	Faveira	1,763	813	1433,319
	Total			2764,491
SA	Guajará Bolacha	1,054	203	213,96
	Timborana	1,016	2658	2700,53
	Tauarí	6,462	1681	10862,62
	Faveira	1,763	2204	3885,65
	Angelim Vermelho	3,729	306	1141,07
Total			18803,83	
PE	Tauarí	6,462	206	1331,172
	Faveira	1,763	813	1433,319
	Total			2764,491
SH	Faveira	1.763	1058	1865,25
	Tauarí	6.462	191	1234,24
	Timborana	1.016	291	295,66
	Total			3395,15

TA: Terra Alta; SA: Santo Antônio; PE: Pedra Escrita; SH: Santa Helena

4.4. DADOS DE RESÍDUOS QUANTIFICADOS POR FONTE GERADORA DAS ÁREAS ESTUDADAS NOS MUNICÍPIOS DE ANAPÚ E PORTEL NO ESTADO DO PARÁ

Os resíduos quantificados por fonte geradora encontram-se demonstrados nas tabelas a seguir:

Na tabela 12 encontram-se o volume total de resíduos gerados das copas, árvores quebradas e tombadas oriundos da exploração florestal autorizado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA/PA.

A média geral da relação entre o volume dos resíduos gerados e o volume das toras extraídas (RF) encontrado para as áreas estudadas foi de 1,78m³/m³,

aparentemente esse valor está mais ligado a outros fatores como a queda da árvore, o volume de ramos (copa), a árvores quebradas ou tombadas, etc.

TABELA 12. Volume total de resíduos gerados (copas e arvores quebradas) pela fonte geradora 1 das áreas estudadas.

Fonte Geradora de Resíduos: Resíduos de copas, árvores quebradas e tombadas							
Propriedade	AEM (ha)	Volume autorizado (m ³)	Volume autorizado de fustes (m ³ /ha)	RF		Volume de Resíduos (m ³ /ha)*	Volume Total (m ³)
				\bar{X} (m ³ /m ³)	$S_{\bar{X}}$		
TA	1656,87	38277,13	23,10	1,58	0,060	36,50	60472,44126
SA	3267,19	94788,23	29,01	1,75	0,078	50,77	165871,6424
PE	1733,8	45512,42	26,25	1,98	0,075	51,98	90114,59829
SH	2474,06	74773,68	29,24	1,81	0,035	52,92	130920,2289
Média Geral			26,90	1,78	0,062		

TA: Terra Alta; SA: Santo Antônio; PE: Pedra Escrita; SH: Santa Helena; RF: Relação entre o volume dos resíduos gerados e o volume das toras extraídas (m³/m³); AEM: Área de efetivo manejo

\bar{X} : Média; $S_{\bar{X}}$: Erro padrão da média

Na Tabela 13 verifica-se o volume total de resíduos por fontes geradoras na classe diamétrica com árvores de DAP entre 10 e 30 cm, sendo considerado a área aberta em ha para cada área manejada. Sendo que, quanto maior a área aberta da infra estrutura (estradas, pátios e trilhas), maior será o volume total de troncos.

TABELA 13. Volume total de resíduos gerados pela fonte geradora 2.

Fonte Geradora de Resíduos - Árvores 10cm≥DAP≤30cm (m ³)	Propriedades							
	Terra Alta		Santo Antônio		Pedra Escrita		Santa Helena	
	Área Aberta	Vol Total (m ³)	Área Aberta	Vol Total (m ³)	Área Aberta	Vol Total (m ³)	Área Aberta	Vol Total (m ³)
EP	10,40	841,36	14,20	1029,50	12,80	910,08	6,00	484,80
ES	25,80	2087,22	30,50	2211,25	24,50	1741,95	16,00	1292,80
P	8,00	647,20	10,00	725,00	7,60	540,36	5,40	436,32
TA	91,40	7394,26	132,70	9620,75	98,80	7024,68	98,80	7983,04
Total	135,60	10970,04	187,40	13586,50	143,70	10217,07	126,20	10196,96

EP: Estrada Principal; ES: Estrada Secundária; P: Pátio de Estocagem; TA: Trilhas de Arraste

Na Tabela 14 verifica-se o volume total de resíduos por fontes geradoras na classe diamétrica com árvores com DAP>30 cm, sendo considerado a área aberta em ha para cada área manejada. Sendo que, existe uma relação direta com a área aberta das estradas e pátios de estocagem, ou seja, será maior o volume total de troncos, a medida que a área aberta aumenta.

TABELA 14. Volume total de resíduos gerados pela fonte geradora 3.

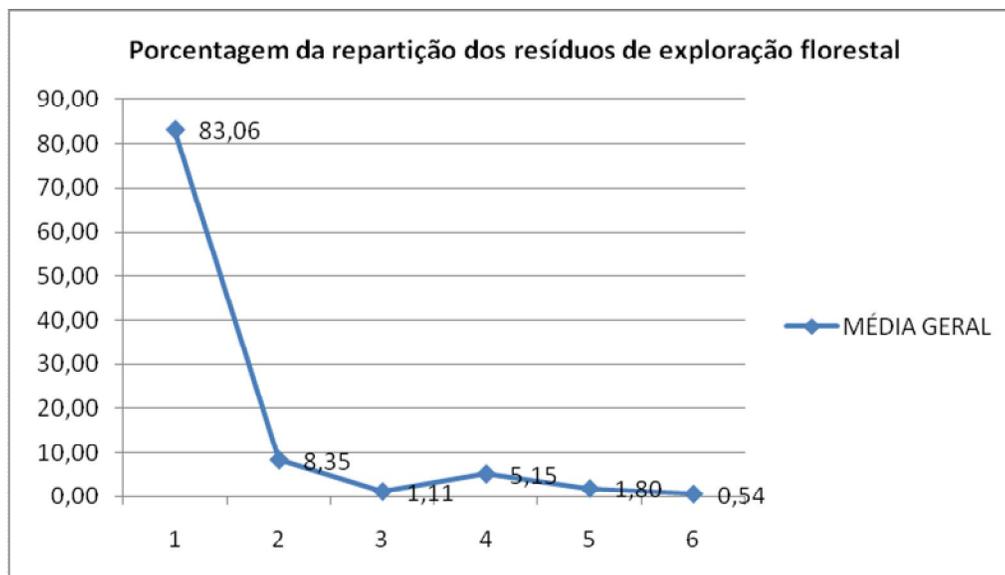
Fonte Geradora de Resíduos - Árvores DAP>30cm (m ³)	Propriedades							
	Terra Alta		Santo Antônio		Pedra Escrita		Santa Helena	
	Área Aberta	Vol Total (m ³)	Área Aberta	Vol Total (m ³)	Área Aberta	Vol Total (m ³)	Área Aberta	Vol Total (m ³)
EP	10,40	476,32	14,20	604,92	12,80	263,68	6,00	151,80
ES	25,80	1181,64	30,50	1299,30	24,50	504,70	16,00	404,80
P	8,00	366,40	10,00	426,00	7,60	156,56	5,40	136,62
Total	44,20	2024,36	54,70	2330,22	44,90	924,94	27,40	693,22

Na Tabela 15, encontra-se demonstrada a quantidade de resíduos por fontes geradoras. Constatou-se que o volume médio por fonte geradoras apresentado na tabela 15 é constituída na sua maior parte de copas e árvores quebradas ou tombadas por ocasião da exploração (83,06%), seguida de forma decrescente, dos resíduos gerados durante a abertura de estradas principal e secundária, pátios de estocagem dos fustes e trilhas de arraste com classe diamétrica entre 10 e 30cm (8,34%), de sapopemas (5,14%) e, finalmente, por árvores com queda natural que estejam sob a influência das trilhas principais (1,79%).

TABELA 15. Resumo do volume geométrico (m³) de resíduo gerado pela exploração florestal das áreas estudadas

Fonte Geradoras de Resíduos	Volume Total									
	TA		AS		PE		SH		MÉDIA GERAL	
	(m ³)	%	(m ³)	%	(m ³)	%	(m ³)	%	(m ³)	%
De copas e de árvores caídas durante a exploração florestal	60472,44	79,33	165871,64	81,32	90114,60	86,244	130920,23	90,16	111844,73	83,063
Na abertura de estradas, trilhas e pátios de estocagem para árvores com 10cm≥DAP≤30cm	10970,04	14,39	13586,50	6,66	10217,07	9,778	10196,96	7,02	11242,64	8,349
Na abertura de estradas, trilhas e pátios de estocagem para árvores com DAP>30cm	2024,36	2,66	2330,22	1,14	924,94	0,885	693,22	0,48	1493,19	1,109
Por sapopemas	2764,49	3,63	18803,83	9,22	2764,49	2,646	3395,12	2,34	6931,98	5,148
Por queda natural de árvores que estejam sob a influência das trilhas principais	0,00	0,00	2417,07	1,18	0,00	0,000	0,00	0,00	2417,07	1,795
Por toras ocas e aparas deixadas nos pátios de estocagem de toras na floresta	0,00	0,00	975,58	0,48	466,91	0,447	0,00	0,00	721,25	0,536
Volume Geométrico (m³)	76231,33		203984,84		104488,01		145205,52		134650,85	

A Figura 12 demonstra em forma de gráfico a média geral da repartição do estoque de resíduos de exploração florestal por fontes geradoras.



Fontes geradoras de resíduos: 1: De copas e de árvores caídas durante a exploração florestal; 2: Na abertura de estradas, trilhas e pátios de estocagem para árvores com $10\text{cm} \geq \text{DAP} \leq 30\text{cm}$; 3: Na abertura de estradas, trilhas e pátios de estocagem para árvores com $\text{DAP} > 30\text{cm}$; 4: Por sapopemas; 5: Por queda natural de árvores que estejam sob a influência das trilhas principais; 6: Por toras ocas e aparas deixadas nos pátios de estocagem de toras na floresta.

Na Figura 12, é demonstrado a média geral encontrada para as áreas em estudo, sendo que o percentual de maior quantidade de resíduos é proveniente de copas e de árvores caídas durante a exploração florestal com 83,06%, seguido dos resíduos que encontram-se em abertura de estradas, trilhas e pátios de estocagem para árvores com $10\text{cm} \geq \text{DAP} \leq 30\text{cm}$ com 8,35%. O menor percentual é encontrado por toras ocas e aparas deixadas nos pátios de estocagem de toras na floresta.

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

O índice da relação entre os resíduos gerados e os fustes extraídos das árvores estudadas encontram-se na tabela 16. A média geral foi de **$1,78\text{m}^3$ ou $3,71\text{st de lenha}$** para **1m^3 de fuste extraído** com limites inferior que variam de

1,46m³ à 1,83st e superior de 1,71m³ ou 2,12m³ para 1m³ de fuste, respectivamente. O menor coeficiente de variação obtido foi de 20,30% na fazenda Santa Helena e o maior de 45% para a fazenda santa Antônio e o número de amostras calculado de 16,20 a 78,20 unidades, indicando que o número de árvores estudadas atendeu a precisão requerida para $\alpha = 0.05$ e erro admissível de 10%, uma vez que o maior Erro de Amostragem ($E_A\%$) obtido foi de 7,8%, para fazenda Terra Alta , inferior ao que tinha estabelecido.

TABELA 16. Resultado estatístico do índice da relação de os resíduos gerados e fustes extraídos.

Análises Estatísticas	TA	SA	PE	PE
	Relação R/F (m ³ /m ³)			
Média	1,58	1,75	1,98	1,81
Desvio padrão	0,630	0,787	0,810	0,368
Erro Padrão da média	0,060	0,078	0,075	0,035
Coeficiente de Variação (%)	40,00	45,00	40,94	20,30
Intervalo de Confiança (limite inferior)	1,46	1,60	1,83	1,74
Intervalo de Confiança (limite superior)	1,71	1,90	2,12	1,88
Erro amostral (EA) - Erro Relativo	7,8	2,80	7,57	3,80
<i>n</i> (calculado) para $E_A = 10\%$	62,9	78,20	65,80	16,20
<i>n</i> (necessário)	63	79	66	17
Média geral	1,78	m³/m³	3,71	st/m³

Média Geral FE: 2,8st/m³

Na tabela 16, está demonstrada a análise estatística do índice da relação de resíduos de copa para volume de fuste. Assim, pode-se então dizer que $R/F = (\text{Volume de Resíduos de copa})/(\text{Volume de fustes})$, logo:

$$VR = IRF \times VF$$

ou

$$VF = \frac{VR}{IRF}$$

Considerando que,

VR – volume de resíduos, m³;

IRF – índice da relação resíduos gerados e fustes extraídos;

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

Essa alta variação observada constitui uma característica dessa variável, tendo em vista que a relação entre o volume de copa e o volume de fuste depende fundamentalmente da espécie, entre outros fatores, como, por exemplo, a posição sociológica em que a árvore explorada se encontrava na floresta.

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 as tortuosidades observadas nas galhadas.

4.6. RESULTADOS DA APURAÇÃO FINAL DA QUANTIDADE DE RESÍDUOS DE EXPLORAÇÃO FLORESTAL DA ÁREA MANEJADA NAS ÁREAS DE ESTUDO

Na tabela 17, encontra-se demonstrada a quantidade de resíduos de exploração florestal, incluindo galhadas, resíduos de abertura de estradas principal e secundária, base de troncos (sapopemas) trilhas de arraste, pátios de estocagem de fustes e de árvores quebradas ou tombadas. Obteve-se a média geral para as áreas de estudo o volume de resíduos de exploração de 59,01m³.ha⁻¹ ou 125,91st.ha⁻¹,

totalizando **435.793,38m³** ou **208.513,58st** que podem ser extraídos das áreas autorizadas (AEM) pelo órgão competente.

TABELA 17. Quantificação final de resíduos em m³ e st total e por hectare, nas AMF estudadas

PROPRIEDADE	AEM (ha)	VTR		VRA	
		m ³	st	m ³ /ha	st/ha
<i>Fazenda Terra Alta, Portel-PA</i>	1656,87	79849,85	160498,20	48,19	96,87
<i>Fazenda Santo Antônio, Portel-PA</i>	3267,19	203985,10	407970,20	62,43	124,87
<i>Fazenda Pedra Escrita, Anapú-PA</i>	1733,80	115635,18	255553,75	66,69	157,40
<i>Fazenda Santa Helena, Anapú-PA</i>	2474,06	145292,98	308021,12	58,73	124,50
MÉDIA GERAL		136190,78	283010,82	59,01	125,91

AEM – área efetiva de manejo VRA – volume de resíduos por unidade de área (ha).

VTR – volume total de resíduos na área

m³ – volume geométrico.

st – volume estéreo.

Os resultados encontrados do estoque de resíduos da exploração florestal das quatro áreas manejadas são os seguintes:

- O FC médio encontrado nas áreas de ocorrência do estudo foi 0,50m³/st, tendo-se registrado o menor valor de 0,48m³/st na Fazenda Terra Alta localizada no município de Portel. E o maior valor encontrado foi de 0,52m³/st para a Fazenda Santa Helena no município de Anapú. 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);
- A baixa variação do fator de cubicação na Fazenda Santo Antônio garantiu a precisão requerida com limite de erro de amostragem de 5,7% para $\alpha = 0,05$ e para um erro admissível de 10%;
- O Fator de Empilhamento (FE) médio foi de 2,09st de resíduos para 1m³ de tora extraída, os limites inferior e superior do intervalo de confiança variaram de 1,93st/m³ a 2,13st/m³, enquanto que o limite superior foi de 2,06st/m³ à 2,29st/m³. O menor valor de FE encontrado foi de 2,00st/m³ na Fazenda Santo Antônio, e o maior valor de 2,21st/m³ na Fazenda Pedra Escrita;

- A baixa variação do fator de empilhamento das espécies estudadas garantiu a precisão requerida com limite de erro de amostragem de 3,4% à 4,9 para $\alpha = 0,05$ e para um erro admissível de 10%;
- O volume médio geral de troncos de árvores $10\text{cm} \geq \text{DAP} \leq 30\text{cm}$ das trinta parcelas estudadas foi de $76,31\text{m}^3/\text{ha}$, registrando-se variação de $66,53\text{m}^3/\text{ha}$ e de $77,29\text{m}^3/\text{há}$;
- A operação de abertura de estradas e de pátios de estocagem disponibiliza um volume total de $61.714,92\text{m}^3$ ou $128.633,54\text{st}$ de resíduos nas áreas estudadas, para árvores com diâmetros de $10\text{cm} \geq \text{DAP} \leq 30\text{cm}$ e para árvores com diâmetro maior que 30cm ;
- O índice geral médio da relação de resíduos gerados e fustes extraídos das dezoito espécies estudadas foi de ***1,78m³ ou 3,71st de lenha para 1m³ de fustes extraídos***;
- A repartição de resíduos de exploração florestal indicou que as galhadas de copas e as árvores quebradas ou tombadas representam a maior parte do montante de resíduos, variando de 75,8 à 90,2%, seguido de árvores com diâmetros entre 10 e 30cm eliminadas na abertura de estradas e pátios de estocagem variando de 6,7 à 13,7%, apenas na Fazenda Santo Antônio esse aumento de resíduos é proveniente de sapopemas, o qual corresponde a 9,2% do volume de resíduos final.
- O volume médio total de resíduos, incluindo galhadas, árvores quebradas ou tombadas, árvores eliminadas na abertura de estradas e pátios de estocagem, trilhas de arraste, toras ocas ou rachadas e sapopemas de todas as áreas estudadas é de ***59,01m³/ha ou 125,91st/ha***.
- A relação de resíduos encontrada em cada área do estudo para cada 1m^3 de tora extraída mostra ser maior do que a relação estabelecida pelo IBAMA que é de $1:1\text{m}^3$, indicando assim que esse índice não é fixo, devendo, portanto, ser levantado para cada caso específico;
- O uso do índice da relação de resíduos e toras, obtido neste estudo, permite a empresa quantificar com segurança o volume de resíduos de exploração

florestal para fins de produção de carvão vegetal, em cada área de manejo florestal – AMF;

- Com base na exploração de **1.656,87ha** e no quantitativo de resíduos florestais estimado na Fazenda Terra Alta de **48,19m³.ha⁻¹ ou 96,87st.ha⁻¹** de resíduos totais, incluindo galhadas, bases de tronco (sapopemas), toras ocas ou rachadas, abertura de estradas principais e secundárias, pátios de estocagem de fustes e de trilhas de arraste na floresta, a área disponibiliza um montante de **79.849,85m³ ou 160.498,20st de madeira considerada como resíduos florestais, na área objeto deste estudo;**
- Na Fazenda Santo Antônio com área de manejo florestal de 3.267,19ha e no quantitativo final de resíduos de **62,43m³.ha⁻¹ ou 124,87st.ha⁻¹**, incluindo todas as fontes geradoras de resíduos florestais, é disponibilizado um montante de **203.985,10m³ ou 407.970,20st de madeira considerada como resíduos florestais, na área objeto deste estudo;**
- Fazenda Pedra Escrita com área de manejo florestal de 1.733,80ha e no quantitativo final de resíduos de **66,69m³.ha⁻¹ ou 157,40st.ha⁻¹**, incluindo todas as fontes geradoras de resíduos florestais, o qual é disponibilizado um montante de **115.635,18m³ ou 255.553,75st de madeira considerada como resíduos florestais, na área objeto deste estudo;**
- Enquanto que na Fazenda Santa Helena cuja AMF foi de 2.474,06ha e no quantitativo final de resíduos de **58,73m³.ha⁻¹ ou 124,50st.ha⁻¹**, incluindo todas as fontes geradoras de resíduos florestais, o qual é disponibilizado um montante de **145.292,98m³ ou 308.021,12st de madeira considerada como resíduos florestais, na área objeto deste estudo.**

5. CONCLUSÃO

Os estoques de resíduos de exploração florestal por fontes geradoras estão em função da precisão do planejamento das atividades de exploração, da infraestrutura (estradas, pátios, trilhas), da intensidade de exploração autorizada pelo Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS e das espécies exploradas, não apresentando grandes diferenças entre os estoques de resíduos entre as áreas estudadas.

Assim, os inventários de quantificação dos estoques de resíduos de exploração florestal, podem servir de base para propor alterações ou novas instruções normativas no que tange a utilização de resíduos florestais, já que os índices autorizados pelo órgão ambiental competente é menor do que o encontrado nas áreas manejadas, além de servir também de indicadores de avaliação das atividades do manejo florestal das áreas otimizando assim a sua fiscalização.

6. RECOMENDAÇÃO

- Dar continuidade ao estudo de resíduos de exploração florestal no que concerne a viabilidade técnico-econômica de extração de resíduos;
- Estudo da relação volume estéreo de resíduos e volume de carvão (mdc);
- Estudo de equações de afilamento (serial taper) de árvores com diâmetros inferiores a 30cm de diâmetro comumente tombadas nas trilhas do skkider.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMCI. **Estudos Setoriais 2003 Produtos de Madeira Sólida**. Curitiba: 2003.

AIMEX. Exportação Brasileira de Madeira. 2005 < www.aimex.com.br >. Acesso em 06/01/2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS – ABRAF, 2007. **Estatísticas**. Disponível em:<www.abraflor.org.br>. Acesso em: 12/01/2009.

BACHA C., MACHADO, J. & NÉRIS, C. 2000. **Programas de incentivo ao reflorestamento em pequenos e médios imóveis rurais no Brasil**. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Relatório preparado para o projeto de pesquisa colaborativo: “Instrumentos para um Setor Florestal Privado Sustentável”. Londres: IIED.

BAGGIO, A. J.; CARPANEZZI, A. A. Quantificação dos resíduos em bracatingas na região metropolitana de Curitiba. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, nº 30/31, p. 51-66, jan/dez. 1995.

BARBOSA, A. P.; VIANEZ, B. F; VAREJAO, M. de J.; ABREU, R. L. S. de. **Considerações sobre o perfil tecnológico do setor madeireiro na Amazônia Central**. 2001. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/CEE/revista/parcerias12/2003ama.pdf>>. Acesso em 28 de Dez. 2005.

BARBOZA, L. M; Kageyama, P.Y. **Florestas Nativas**. Revista da Madeira – REMADE, edição 115, de julho de 2008.

BALLONI, E. A.; MIGLIORINI, A. J.; BRITO, J. O. **Produção de energia através de florestas de rápido crescimento**. IPEF, Piracicaba, 1998. (Circular Técnica nº 103).

BARROS, M. V. **Fator de cubicação para madeira empilhada de *Eucalyptus grandis* W Hill ex Maiden, com toretes de dois comprimentos, e sua variação com o tempo de exposição ao ambiente**. 2006. 92 p. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2006.

BARROS M. V.; FINGER, C. A. G.; SCHNEIDER, P. R.; SANTINI, Elio José. **Fator de cubicação para toretes de *eucalyptus grandis* e sua variação com o tempo de exposição ao ambiente**. Revista Ciência Florestal. Edição: janeiro-março, vol. 18, número 001. Universidade Federal de Santa Maria – RS, 2008.

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

BRITO, J. O. **Carvão vegetal no Brasil: Gestões econômicas e ambientais**. Revista Opinião: sobre o setor de celulose e papel. Jun/Julho, 2008.

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

COCHRANE, M. A. & SHULTZ. Fire as a recurrent event in tropical forests of the eastern Amazon: Effects on forest structure, biomass, and species composition. *Biotropica* 31(1): p. 2-16, 1999.

CORONEL, D. A.; LAGO, A.; LENGLER, Leticia; SILVA, T. N. **Aproveitamento de resíduos do setor florestal de Lages – Santa Catarina. XLV Congresso do SOBER:** “conhecimentos para agricultura do futuro”. Sociedade brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Londrina – PR, 2007. Disponível em: http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/doc_o_catarina_26194.pdf Acesso em: 03 de mai. 2009.

COUTO, H. T. Z.; BASTOS, N. L. M. **Fator de Empilhamento para plantações Eucalyptus no estado de São Paulo.** IPEF. Piracicaba, n^o 38. 1988. 23-27 p.

COUTO, H. T.Z. do; BRITO, J. O.; TOMAZELLI FILHO, M. **Quantificação de resíduos florestais para produção de energia em povoamento de *Eucalyptus saligna*.** São Paulo: IPEF, n. 26, 1984. p.19-23.

COUTO, L.; FONSECA, E.M.B.; MÜLLER, 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 – MG: CEMIG, 2000. 44p.

FAO. Forestry, 2006. Disponível em: <http://www.livrosgratis.com.br>. Acesso em: 05 de maio de 2009.

FEITOSA, B. da .C. Aproveitamento dos resíduos de madeira no Pará. **Revista da Madeira** – Edição n^o 114 – Junho de 2008.

FINGER, C. A. G. **Fundamentos de biometria florestal.** Santa Maria: UFSM, 1992. 269 p.

FOELKEL, Celso. **Gestão Ecoeficiente Dos Resíduos Florestais Lenhosos Da Eucaliptocultura :** Eucalyptus online book e Newsletter. Porto Alegre- RGS, outubro

de 2007. Disponível em: http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT07_residuoslenhosos.pdf, acesso em 06 de maio de 2009.

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

FONTES, P. J. P.; QUIRINO, W. F.; PASTORE, J. F. **Aglutinantes para briquetagem de carvão vegetal. 2003**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/ipf.pdf>>. Acesso em 05 de nov. de 2005.

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

GAMA, M. de M. B. **Estrutura, valoração e opções de manejo sustentado para uma floresta de várzea na Amazônia**. 2000. 206p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

GATTO, D. A. **Avaliação quantitativa e qualitativa da utilização madeireira na região da quarta colônia de imigração italiana no Rio Grande do Sul**. 2002. 108 f. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

GERWING, J.J. & FARIAS, D.L. 2000. **Integrating liana abundance and forest stature into an estimate of aboveground biomass for an eastern Amazonian forest**. J Trop. Ecol. 16(3):327-336.

GERWING, J. J. **Degradation of forests through logging and fire in the eastern Brazilian Amazon**. Forest Ecology and Management, 157, p. 131-141, 2002.

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

GONÇALVES, B. S. **O Compromisso da Empresas com o Meio Ambiente – Agenda Ambiental das Empresas e a Sustentabilidade da Economia Florestal**. São Paulo: Instituto Ethos, 2005.

HOLDSWORTH, A. R. & UHL, C. **Fire in Amazonian selective logged rain forest and the potential for fire reduction**. *Ecological Applications* 7(2): p. 713-725, 1997.

HOUGHTON, R. A. **Land-use change and the carbon cycle (review)**. *Global Change Biology* 1(4): p. 275-287, 1995.

HOLMES, T. P., BLATE, G. M., ZWEEDE, J. C., PEREIRA JUNIOR, R., BARRETO, P., BOLTZ, F. **Custos e benefícios financeiros da exploração florestal de impacto reduzido em comparação à exploração florestal convencional na Amazônia Oriental**. Belém: Fundação Floresta Tropical, 2002. 69p.

JOHNS, J. S., BARRETO, P., UHL, C. **Logging damage during planned and unplanned logging operations in the estern Amazon**. *Forest Ecology Management*, 89(1-3): p. 59- 77, 1996.

LADEIRA, H. **Quatro décadas de Engenharia Floresta no Brasil**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 2002.

LELE, U.; VIANA, V.M.; VERÍSSIMO, A.; STEPHEN, V.; PERKINS, K. & HUSAIN, S. A. 2000. **The forests and forest sector in Brazil. Forests in the Balance: challenges of conservation with development**. Washington DC: World Bank, pp.7-77.

LENTINI, M., VERISSIMO, A., SOBRAL, L. **Fatos Florestais da Amazônia 2003**. Belém: Imazon 2003. 108p. Disponível em: <http://www.imazon.org.br>

LENTINI, M., VERISSIMO, A., PEREIRA, D. **A Expansão Madeireira na Amazônia. Boletim informativo O Estado da Amazônia**. Belém: Imazon 2005. Disponível em: <http://www.imazon.org.br>

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

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.

MACHADO, S. A; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2003. 309 p.

MARTINI, A., ROSA, N., UHL, C. **An attempt to predict which Amazonian tree species may be threatened by logging activities**. Environmental Conservation 21(2): p. 152-162, 1994.

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. 12-26p.

MARTINS, S. S.; COUTO, L.; TORMENA, C. A.; MACHADO, C. C. **Impactos da exploração madeireira em florestas nativas sobre alguns atributos físicos do solo**. Revista Árvore, Viçosa – MG, v. 22, n. 1, p. 69 – 76, 1998.

MARTINS, S. S.; COUTO, L.; MACHADO, C. C.; SOUZA, A. L. de. **Efeito da exploração florestal seletiva em uma floresta estacional semidecidual**. Revista *Árvore*, Viçosa – MG, v. 27, n. 1, p. 65 – 70, 2003.

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

MEDRADO, M.; HOEFLICH, V; CASTRO, A. **Evolução do setor florestal no século XXI**. 2005. Disponível: <http://www.celuloseonline.com.br/colunista/colunista.asp?IDAssuntomateria=271&iditem=> Acesso em: 10/04/2008

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE . MMA. Comitê Executivo Interministerial para a Proteção da Camada de Ozônio. PROZON. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/sqa/ozonio/capa.2001> Acesso em: 20/05/2009.

MONTEIRO, M. de. 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.

MONTEIRO, A. L., SOUZA Jr, C., BARRETO, P., PANTOJA, F., GERWING, J. **Impactos da exploração madeireira e do fogo em florestas de transição da Amazônia Legal**. Scientia Forestalis, n.65, p. 11-21, 2004.

NOCE, R. et al. Concentrações das exportações no mercado de madeira serrada. **Revista *Árvore***, v.29, n.3, p.431-437, 2005.

NUMAZAWA, S. **Aproveitamento de resíduos de exploração florestal em Curua-Una/Pa, para produção de carvão vegetal**. Dissertação de Mestrado, Universidade

Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Curitiba. 126 p. 1986.

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

NUMAZAWA, S.; BARROS, P.L.C.B. **Quantificação de resíduos de exploração florestal e de árvores de queda natural em florestas manejadas na Amazônia: O caso Brascomp Compensados do Brasil S. A – Fazenda Santo Antônio**. Relatório Técnico, não publicado, com distribuição restrita, 2009a, 41p.

NUMAZAWA, S.; BARROS, P.L.C.B. **Quantificação de resíduos de exploração florestal e de árvores de queda natural em florestas manejadas na Amazônia: O caso Brascomp Compensados do Brasil S. A – Fazenda Terra Alta - Tuerê**. Relatório Técnico, não publicado, com distribuição restrita, 2008a, 53p.

NUMAZAWA, S.; BARROS, P.L.C.B. **Quantificação de resíduos de exploração florestal e de árvores de queda natural em florestas manejadas na Amazônia: O caso Bruno Cerutti Ribeiro do Valle – Fazenda Pedra Escrita**. Relatório Técnico, não publicado, com distribuição restrita, 2008b, 42p.

NUMAZAWA, S.; BARROS, P.L.C.B. **Resíduos de Exploração Florestal “Quantificação, Avaliação e Determinação de índices volumétricos” – Fazenda Santa Helena**. Relatório Técnico, não publicado, com distribuição restrita, 2009b, 41p.

OLIVEIRA-FILHO, A.T.; SCOLFORO, J.R.S.; MELLO, J.M. **Composição florística e estrutura comunitária de um remanescente de floresta semidecídua montana em Lavras, MG**. Revista Brasileira de Botânica, São Paulo, v.17, n.2, p.167-182, dez. 1994.

PAULA NETO, F.; REZENDE, A. V.; CAMPOS, J. C. C.; REZENDE, J. L. P. **Análise do comportamento dos fatores do empilhamento para *Eucalyptus grandis***. Revista *Árvore*, Viçosa, v. 17, n.1, p. 45-49, 1993.

PINTO, A. C. M.; SOUZA, A. L. de; SOUZA, A. P. de; MACHADO, C. C.; MINETTE, L. J.; VALE, A. B. do. **Análise de danos de colheita de madeira em floresta tropical úmida sob regime de manejo florestal sustentado na Amazônia Ocidental**. Revista *Árvore*, Viçosa – MG, v.26, n. 4, p. 459 - 466, 2002.

PULITO, A. P.; ARTHUR JÚNIOR, J. C. **Manejo de Resíduos Florestais**. Revista *Opiniões*. Dez. 2008 – Fev. 2009

RABELO, F. G.; ZARIN, D. J.; OLIVEIRA, F. A.; JARDIM, F. C. S. 2002. **Diversidade, composição florística e distribuição diamétrica do povoamento com DAP \geq 5 cm em região de estuário no Amapá**. Revista de Ciências Agrárias, 37: 91-112.

REMADE 2007. Elaborado pela Equipe Jornalística: **Os Desafios da gestão das florestas naturais**. Revista da Madeira – Edição nº 108 – Outubro de 2007.

REZENDE, G. C. de. **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.

SANTANA, A. C. et. al. **Identificação e caracterização de arranjos produtivos locais nos estados do Pará e Amapá, no período 2000 a 2005: orientações para políticas de desenvolvimento local**. FIDESA/SUPES/UNAMA: Belém, UNAMA: RELATÓRIO FINAL. 2008. 149 p.

SANTANA, A. C. **A competitividade sistêmica das empresas de madeira da Região Norte.** Belém: M & S, 2002.

SERRAO, 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. 204p.

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

SOUZA, M. R. de. **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.

SOUZA, A.L.L. **Desenvolvimento sustentável, manejo florestal e uso dos recursos madeiros na Amazônia: desafios, possibilidades e limites.** Belém: UFPA/NAEA, 2002.126p.

SCOLFORO, J. R. S. **Técnicas de Predição Presente do Crescimento e Produção Como Suporte Para Manejo Florestal.** REVISTA DO IPEF, v. 3, n. 3, p. 265-270, 1993.

SCOLFORO, J. R. S. ; MELLO, J. M. de; LIMA, C. S. de A. **Obtenção de relações quantitativas para estimativa de volume do fuste em floresta estacional semidecídua montana.** CERNE (UFL), LAVRAS, v. 1, n. 1, p. 123-134, 1994.

SCOLFORO, J. R. S. et al. **Acuracidade de equações de afilamento para representar o perfil do fuste de *Pinus elliottii*.** Cerne, v.4, n.1, p.100-122, 1998.

SCOLFORO, J. R. S. et al. **Modelo de produção para floresta nativa como base para manejo sustentado.** Disponível em: http://www.dcf.ufla.br/cerne/artigos/16-02-20096047v2_n1_artigo%2010.pdf Acesso em: 17 de abr. de 2009.

SEBRAE. **Uso de resíduos e dejetos como fonte de energia renovável.** Disponível em: [http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/1444A5CABEE102E383257428004FDF09/\\$File/NT0003768A.pdf](http://www.biblioteca.sebrae.com.br/bds/BDS.nsf/1444A5CABEE102E383257428004FDF09/$File/NT0003768A.pdf) Acesso em: 05/05/2009.

SMITH, D.M.; LARSON, B. C.; KELTY.M.J.; ASHTON,P.M. **the practice of silviculture: applied forest ecology.** New York: Willey and Sons. 1997.

SMERALDI, R & VERÍSSIMO, A. 1999. **Acertando o Alvo: consumo de madeira no mercado interno brasileiro e promoção da certificação florestal.** São Paulo: Amigos da Terra – Programa Amazônia/ Piracicaba, SP: Imaflora / Belém, PA: Imazon.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **A sociedade brasileira e seu patrimônio florestal.** São Paulo: SBS, 2003. 20p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA – SBS. **Fatos e Números do Brasil Florestal.** Novembro de 2006.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA – SBS. **Fatos e Números do Brasil Florestal**. Dezembro de 2007.

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

VANOLLI, C. A. **Proposta para o mercado do carvão vegetal brasileiro**. Revista Silvicultura, v. 16, nº 64, 40-43p, dez. 1995.

VERÍSSIMO, A., BARRETO, P., TARIFA, R., UHL, C. **Extraction of a high-value natural resource from Amazon: The case of mahogany**. Forest Ecology and Management, 72, 39- 60, 1995.

VERÍSSIMO, A.; LIMA, E. & LENTINI, M. 2002. **Pólos Madeireiros do Estado do Pará**. Belém: Imazon.

VIANEZ, B.F. **Uso de resíduos madeireiros na economia e ecologia amazônica**. 2001. Disponível em: <<http://WWW.ibict.br>>. Acesso em 25 de Nov. 2008.

VIDAL, E., GERWING, J., BARRETO, P., AMARAL, P., JOHNS, J. **Redução de desperdícios na Produção de Madeira na Amazônia**. Serie Amazônica, nº 5. Imazon, 21p, 1997.

ANEXOS

Anexo 1. Autorização de Exploração Florestal (AUTEF) da Fazenda Terra Alta – Tuerê.



GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ
SECRETARIA EXECUTIVA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE - SECTAM/PA
Diretoria de Meio Ambiente - DMA

Anexo I - Autorização para Exploração Florestal

AUTEF Nº: 62/2007

VALIDADE ATÉ: 05/06/2008

Protocolo Nº: 2007/0000056131
Data do protocolo: 22/02/2007

Cadastro Ambiental Rural Nº: *Sem Informação*
Licença Atividade Rural Nº: 87/2007

QUANTIFICAÇÃO DE TORAS DE MADEIRA NATIVA - Autorizado no Plano Operacional Anual

ESPÉCIES FLORESTAIS DO POA		QUANTIDADE (m3)	
NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	por ha	TOTAL
<i>Anacardium giganteum</i> Hanck ex Engl.	Cajuacu	0,5060	837,8050
<i>Andira parviflora</i> Ducke	Angelim-vermelho	2,5240	4.182,4650
<i>Astronium gracile</i> Engl.	Muiracatiara	0,5060	839,1180
<i>Bowdichia nitida</i> Spruce	Sucupira	0,2280	377,2520
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	Amapá	0,5970	989,1060
<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Andiroba	0,1720	285,2220
<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	Pequiarana	0,5790	958,6910
<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	Pequiá	0,4480	741,7160
<i>Copaifera reticulata</i> Ducke	Copaiba	0,1740	289,0640
<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke & R.Knuth	Tauari	0,8920	1.477,4120
<i>Dipteryx polyphylla</i> Huber	Cumarú	0,4330	717,4980
<i>Euxylophora paraensis</i> Huber	Pau-amarelo	0,0530	88,4790
<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Cupiúba	2,4740	4.099,8830
<i>Hymenaea</i> sp	Jatobá	0,8590	1.422,5440
<i>Hymenolobium</i> sp.	Angelim	0,6130	1.016,2640
<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Chevalier	Maçaranduba	3,4310	5.684,4200
<i>Nectandra</i> sp.	Louro	2,0630	3.418,5040
<i>Parkia nitida</i> Miq.	Faveira	1,2090	2.003,7830
<i>Peltogyne densiflora</i> Spruce ex Benth.	Pau-roxo	0,4930	817,4630
<i>Piptadenia suaveolens</i> Miq.	Timborana	0,9310	1.543,0030
<i>Pouteria guianensis</i> Aubl.	Abiurana	0,6470	1.072,2020
<i>Pouteria venosa</i> subsp. <i>amazonica</i> T.D.Penn.	Guajará	0,3760	623,4310
<i>Protium tenuifolium</i> (Engl.) Engl.	Breu	0,8520	1.411,1380
<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	Ipê	0,3460	573,9790
<i>Tachigali myrmecophila</i> Ducke	Taxi	0,4700	779,0290
<i>Virola cuspidata</i> Warb.	Ucuúba	1,1510	1.906,5250
<i>Vochysia maxima</i> Ducke	Quaruba	0,0730	121,1430
TOTAL DE VOLUME AUTORIZADO		23,1000	38.277,1390

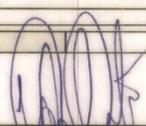
Anexo 2. Autorização de Exploração Florestal (AUTEF) da Fazenda Santo Antônio/Portel/PA

 GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA EXECUTIVA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE - SECTAM/PA Diretoria de Meio Ambiente - DMA			
Anexo I - Autorização para Exploração Florestal			
AUTEF Nº: 67/2007	VALIDADE ATÉ: 12/06/2008		
Protocolo Nº: 2007/0000056120 Data do protocolo: 22/02/2007	Cadastro Ambiental Rural Nº: Sem Informação Licença Atividade Rural Nº: 90/2007		
QUANTIFICAÇÃO DE TORAS DE MADEIRA NATIVA - Autorizado no Plano Operacional Anual			
ESPÉCIES FLORESTAIS DO POA		QUANTIDADE (m3)	
NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	por ha	TOTAL
<i>Alexa grandiflora</i> Ducke	Melanciaira	0,1806	590,0807
<i>Anacardium giganteum</i> Hanck ex Engl.	Cajuacu	0,2794	913,0909
<i>Andira parviflora</i> Ducke	Angellm-vermelho	1,3384	4.372,9530
<i>Astronium gracile</i> Engl.	Muiracatiara	1,1949	3.904,0900
<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	Tatajuba	0,1171	382,7464
<i>Bowdichia nitida</i> Spruce	Sucupira	0,0837	273,7046
<i>Brosimum guianense</i> (Aubl.) Huber	Amapá	0,3979	1.300,2120
<i>Cesapa guianensis</i> Aubl.	Andiroba	1,5290	4.995,5680
<i>Caryocar microcarpum</i> Ducke	Pequiarana	0,1561	510,1668
<i>Caryocar villosum</i> (Aubl.) Pers.	Pequiá	0,4199	1.372,1330
<i>Copaifera reticulata</i> Ducke	Copaiba	0,2091	683,3184
<i>Cordia goeldiana</i> Huber	Freijó	0,1025	335,0366
<i>Couratari oblongifolia</i> Ducke & R.Knuth	Tauari	2,8260	9.233,3800
<i>Dipteryx polyphylla</i> Huber	Cumarú	0,5175	1.690,8180
<i>Goupia glabra</i> Aubl.	Cupiúba	1,9521	6.378,0010
<i>Hymenaea</i> sp	Jatobá	2,1754	7.107,5150
<i>Hymenolobium</i> sp.	Angelim	0,9166	2.994,9440
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	Sapucala	0,6749	2.205,2320
<i>Manilkara huberi</i> (Ducke) Chevalier	Maçaranduba	3,0817	10.068,8600
<i>Mezilaurus itauba</i> (Meisn.) Taub. ex Mez	Itaúba	0,0598	195,4579
<i>Nectandra pichurim</i> (H.B.K.) Mez		1,9776	6.461,3190
<i>Parkia nitida</i> Miq.	Faveira	3,5031	11.445,4200
<i>Piptadenia suaveolens</i> Miq.	Timborana	2,5122	8.207,9450
<i>Pouteria venosa</i> subsp. <i>amazonica</i> T.D.Penn.	Guajará	0,2752	899,3826
<i>Prodlum tenuifolium</i> (Engl.) Engl.	Breu	0,4909	1.604,0080
<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.	Ipê	0,1979	646,5963
<i>Tachigali paniculata</i> Aubl.	Taxi	1,0853	3.546,0000
<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl.) Kuntze	Barrote	0,1821	595,2346
<i>Virota cuspidata</i> Warb.	Ucuúba	0,6739	1.875,2220
TOTAL DE VOLUME AUTORIZADO		29,0108	94.788,2358

Anexo 3. Autorização de Exploração Florestal (AUTEF) da Fazenda Pedra Escrita/Anapú/PA

 GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE - SEMA/PA Diretoria de Meio Ambiente - DMA			
Anexo I - Autorização para Exploração Florestal			
AUTEF Nº: 325/2008		VALIDADE ATÉ: 28/07/2009	
Protocolo Nº: 2006/0000353755 Data do protocolo: 17/10/2006		Cadastro Ambiental Rural Nº: 144/2008 Licença Atividade Rural Nº: 188/2007	
QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS FLORESTAIS - Autorizado no Plano Operacional Anual			
ESPÉCIES FLORESTAIS DO POA		QUANTIDADE (st)	
NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	por ha	TOTAL
Diversos	Diversos	39,3751	64.165,5057
TOTAL DE VOLUME AUTORIZADO		39,3751	64.165,5057
QUANTIFICAÇÃO DE TORAS DE MADEIRA NATIVA - Autorizado no Plano Operacional Anual			
ESPÉCIES FLORESTAIS DO POA		QUANTIDADE (m3)	
NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	por ha	TOTAL
<i>Alexa grandiflora</i> Ducke	Melanciaira	10,0285	16.342,5387
<i>Anacardium giganteum</i> Hanck ex Engl.	Cajuaçu	0,2799	456,0678
<i>Astronium gracile</i> Engl.	Muiracatiara	0,4458	726,5104
<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	Tatajuba	0,2033	331,2449
<i>Bowdichia major</i> (Mart.) Benth.	Sucupira	0,1020	166,2483
<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke	Mururé	0,2510	409,0715
<i>Caraipa grandiflora</i> Mart.	Louro-tamaquaré	0,2204	359,0951
<i>Coiba samauma</i> K.Schum.	Sumaúma	2,1589	3.518,1931
<i>Copaifera reticulata</i> Ducke	Copaiba	0,0564	91,9012
<i>Couepia robusta</i> Huber	Abiurana	0,1185	193,1799
<i>Couratari guianensis</i> Aubl.	Tuari	0,5694	927,8932
<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong	Orelha-de-macaco	0,1363	222,1783
<i>Euxylophora paraensis</i> Huber	Amarelão	1,9651	3.202,2801
<i>Guatteria olivacea</i> R.E.Fr.	Embirá	0,3928	640,0794
<i>Hymenaea</i> sp	Jatobá	1,3558	2.209,3706
<i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A.Mori	Jarana	0,4400	716,9784
<i>Lecythis pisonis</i> Cambess.	Sapucaia	0,1040	169,5506
<i>Micropholis</i> sp.	Curupixá	1,3509	2.201,4159
<i>Ocotea cymbarum</i> Kunth	Louro	0,1139	185,5629
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	Faveira	2,4968	4.068,8076
<i>Pouteria pachycarpa</i> Pires	Goiabão	0,0457	74,5034
<i>Protium sagotianum</i> March.	Breu	0,1373	223,7421
<i>Sclerolobium paniculatum</i> Vogel	Taxi	0,0741	120,7374
<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Marupá	0,7956	1.296,4570
<i>Sterculia speciosa</i> K.Schum.	Capoteiro	0,5295	862,8106
<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl) Nichols.	Ipê	1,2214	1.990,3864
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Parapará	0,3953	644,1201
<i>Vouacapoua americana</i> Aubl.	Acapu	0,2615	426,0789
TOTAL DE VOLUME AUTORIZADO		26,2501	42.777,0038

Anexo 4. Autorização de Exploração Florestal (AUTEF) da Fazenda Santa Helena/Anapú/PA

 GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE - SEMA/PA Diretoria de Meio Ambiente - DMA			
Autorização para Exploração Florestal			
AUTEF Nº: 272/2008		VALIDADE ATÉ: 06/05/2009	
Protocolo Nº: 2007/0000114841 Data do protocolo: 03/04/2007		Cadastro Ambiental Rural Nº: 27/2007 Licença Atividade Rural Nº: 327/2008	
RESPONSÁVEL TÉCNICO:			
Engenheiro florestal: JOSÉ JORGE CAVALCANTE COQUEIRO			CREA: 8.020 D
DADOS DO PROPRIETÁRIO E DO IMÓVEL:			
PROPRIETÁRIO: SANTA HELENA PARTICIPAÇÕES LTDA. e outros CPF/CNPJ: 05.348.277/0001-23			
DETENTOR: CARLOS ROBERTO FLECK CPF/CNPJ: 009.843.960-04			
IMÓVEL: FAZENDA SANTA HELENA - LOTES 73 E 73A MUNICÍPIO: Anapú COORDENADAS GEOGRÁFICAS: DATUM: SAD69 - W: 51:32:06,00 - S: 03:32:06,00 PORTE: D - I			
Área Total da propriedade:		Área de Reserva Legal:	
3.000,6121 ha		2.650,4217 ha	
Área Total do MFS:		Área Antropizada:	
2.586,6500 ha		25,0470 ha	
APP de UPA:		Área Autorizada:	
87,5430 ha		2.586,6500 ha (UPA/2008)	
TIPOLOGIA LICENCIADA:			
0115-1 - Unidade de Produção anual do manejo florestal			
ÁREA LÍQUIDA AUTORIZADA:			
2.474,0600 ha (UPA/2008)			
QUANTIFICAÇÃO AUTORIZADA (Lista detalhada por essência no Anexo I)			
PRODUTO		Qtd. por ha	Qtd. total
Resíduos Florestais		43,9424	108,716,3427
Toras de Madeira Nativa		29,2360	72,477,5606
			st m3
LOCAL E DATA:		Belém - PA, 06 de maio de 2008	
 Valmir Gabriel Ortega Secretário de Estado de Meio Ambiente SEMA - PA		 Marcelo Afonso de Mello Diretor de Controle e Qualidade Ambiental SEMA - PA Joséson Jorge dos Santos Marques Diretor de Planejamento Ambiental SEMA	
IMPORTANTE			
- A presente Autorização gera estrito direito de execução da atividade constante do Projeto, não produzindo direitos reais imobiliários, possessórios ou usufrutuários, em favor do próprio da mesma, e nem com efeitos sobre terceiros; - O uso irregular desta autorização implicará na sua cessação, bem como nas sanções previstas na Legislação vigente; - Esta autorização não contém emendas ou rasuras; - Cópia autenticada desta autorização deve ser mantida no local da exploração para efeito de fiscalização; - Os dados técnicos de exploração no plano são de inteira responsabilidade do Engenheiro responsável pela elaboração do PMFS; - A utilização, consumo e transporte da matéria-prima desta autorização estarão desobrigados da reposição florestal, nos moldes da Legislação vigente; - Dar cumprimento as condicionantes constantes no verso deste documento (Anexo II).			
Quadro de Nomenclatura - Áreas da Legenda na Carta-Imagem:			
DENOMINAÇÃO	NOMENCLATURA	DENOMINAÇÃO	NOMENCLATURA
Área da Propriedade Rural Total	APRT	Área da Propriedade Rural por Matrícula e Posse	APRMP
Área da Matrícula	AMR	Área de Reserva Legal	ARL
Área de Reserva Legal Compensada	ARLC	Área de Reserva Legal Degradada	ARLD
Área em Concessão	ACC	Área Desmatada - conversão de solo	ADS
Área a ser Explorada pelo Projeto de Exploração Florestal - PEF	AEP	Área com Exploração Florestal - Corte Seletivo	AEF
Área do Plano de Manejo Florestal Sustentável - PMFS	AMF	Área com Floresta Plantada ou a Plantar	AFP
Área de Preservação Permanente	APP	Área de Limpeza e Reforma de Pastagem	ALRP
Área de Preservação Permanente em Área com Exploração Florestal	APPEF	Área de Preservação Permanente Degradada	APPD
Área de Preservação Permanente em Reserva Legal	APPRL	Área de Preservação Permanente em Área Aberta (Já Explorada)	APPAA
Área de Preservação Permanente em Reserva Legal Compensada	APPRLC	Área de Preservação Permanente em Área Remanescente	APPAR
Área de Preservação Permanente em Área a ser Explorada - do PEF	APPAE	Área de Preservação Permanente em Área a ser Manejada - do PMFS	APPMF
Área de Preservação Permanente em Área Comunitária de Asses. Rurais	APPCAR	Área Comunitária em Assentamentos Rurais	ACAR

Anexo 6. Levantamento de dados no campo, Fazenda Terra Alta – Tuerê / Portel- PA



Anexo 7. Levantamento de dados no campo, Fazenda Santo Antônio / Portel-PA



Anexo 8. Levantamento de dados no campo, Fazenda Pedra Escrita / Anapú-PA



Anexo 9. Levantamento de dados no campo, Fazenda Santa Helena / Anapú-PA



APÊNDICE

Apêndice 1. Espécies estudadas na AMF da Fazenda Terra Alta, no município de Portel/PA, para a quantificação de resíduos florestais.

Unidade	Fazenda Terra Alta - Espécie
1	Amapá – <i>Brosimum parinarioides</i> , Ducke
2	Andiroba - <i>Carapa guianensis</i> , Aubl.
3	Angelins – <i>Hymenolobium sp</i> , <i>Dinizia excelsa</i> , Ducke, ...
4	Copaiba – <i>Copaifera sp.</i>
5	Cumarú – <i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Wild.
6	Cupiúba - <i>Goupia glabra</i> , Aubl.
7	Faveira – <i>Parkia sp.</i>
8	Ipê - <i>Tabebuia serratifolia</i> , (G.Don) Nichols
9	Jatobá - <i>Hymenaea courbaril</i> , L.
10	Louro – <i>Nectrandra sp.</i>
11	Maçaranduba - <i>Manilkara huberi</i> , (Ducke) A. Chevalier
12	Muiracatiara - <i>Astronium lecointe</i> , Ducke
13	Pau roxo - <i>Peltogyne lecointei</i> , Ducke
14	Piquiá – <i>Caryocar villosum</i> , Aubl (Pers)
15	Sucupira – <i>Bowdichia nítida</i> , Spruce x Benth
16	Tauari - <i>Couratari guianensis</i> , Aubl.
17	Timborana – <i>Piptadenia suaveolens</i> , Miq.

Apêndice 2. Espécies estudadas na AMF da Fazenda Santo Antônio, no município de Portel/PA, para a quantificação de resíduos florestais.

Unidade	Fazenda Santo Antônio - Espécie
1	Amapá – <i>Brosimum parinarioides</i> , Ducke
2	Andiroba - <i>Carapa guianensis</i> , Aubl.
3	Angelins – <i>Hymenolobium sp</i> , <i>Dinizia excelsa</i> , Ducke, ...
4	Breu – <i>Trattinnickia sp.</i>
5	Cumarú – <i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Wild.
6	Cupiúba - <i>Goupia glabra</i> , Aubl.
7	Faveira – <i>Parkia sp.</i>
8	Guajará – <i>Pouteria sp.</i>
9	Ipê - <i>Tabebuia serratifolia</i> , (G.Don) Nichols
10	Jatobá - <i>Hymenaea courbaril</i> , L.
11	Louro – <i>Nectandra sp.</i>
12	Maçaranduba - <i>Manilkara huberi</i> , (Ducke) A. Chevalier
13	Muiracatiara - <i>Astronium lecointe</i> , Ducke
14	Tatajuba – <i>Bagassa guianensis</i> , Aubl.
15	Tauarí - <i>Couratari guianensis</i> , Aubl.
16	Timborana – <i>Piptadenia suaveolens</i> , Miq.
17	Tauarí - <i>Couratari oblongifolia</i> , Ducke & R.Knuth

Apêndice 3. Espécies estudadas na AMF da Fazenda Pedra Escrita, no município de Anapú/PA, para a quantificação de resíduos florestais.

Unidade	Fazenda Pedra Escrita - Espécie
1	Acapú – <i>Vouacapoua americana</i> , Aubl.
2	Amarelão - <i>Euxylophora paraensis</i> , Huber
3	Breu – <i>Protium sagotianum</i> March.
4	Curupixá - <i>Micropholis</i> sp.
5	Embira - <i>Guatteria olivacea</i> R.E.Fr.
6	Faveira – <i>Parkia</i> sp.
7	Ipê - <i>Tabebuia serratifolia</i> , (G.Don) Nichols
8	Jarana - <i>Lecythis lurida</i> (Miers) S.A.Mori
9	Jatobá - <i>Hymenaea courbaril</i> , L.
10	Louro Tamaquaré - <i>Caraipa grandiflora</i> , L.
11	Marupá - <i>Simarouba amara</i> , Aubl.
12	Melancieira - <i>Alexa grandiflora</i> , Ducke
13	Muiracatiara - <i>Astronium lecointe</i> , Ducke.
14	Mururé - <i>Brosimum parinarioides</i> , Ducke
15	Sumaúma - <i>Ceiba samauma</i> , K.Schum
16	Tachí - <i>Tachigalia</i> sp.
17	Tatajuba - <i>Bagassa guianensis</i> , Aubl.

Apêndice 4. Espécies estudadas na AMF da Fazenda Santa Helena, no município de Anapú/PA, para a quantificação de resíduos florestais.

Unidade	Fazenda Santa Helena - Espécie
1	Amarelão - <i>Euxylophora paraensis</i> , Huber
2	Andiroba – <i>Carapa guianensis</i> , Aubl.
3	Breu – <i>Trattinnickia</i> sp.
4	Cumarú – <i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Wild.
5	Copaiba – <i>Copaifera</i> sp.
6	Curupixá - <i>Micropholis</i> sp.
7	Faveira – <i>Parkia</i> sp.
8	Ipê - <i>Tabebuia serratifolia</i> , (G.Don) Nichols
9	Jatobá - <i>Hymenaea courbaril</i> , L
10	Louro - <i>Caraipa grandiflora</i> , L.
11	Melancieira - <i>Alexa grandiflora</i> , Ducke
12	Muiracatiara - <i>Astronium lecointe</i> , Ducke.
13	Sumaúma - <i>Ceiba samauma</i> , K.Schum
14	Tauari - <i>Couratari oblongifolia</i> , Ducke & R.Knuth
15	Timborana - <i>Piptadenia suaveolens</i> , Miq.

Apêndice 5. Fatores de Cubicação e de Empilhamento das árvores estudadas na Fazenda Terra Alta / Portel - BRASCOMP

Árvores	Nº da Arvore.	UT	Espécie	FC	FE
1	1722	A	Amapá	0.541	1.848
2	1412	A	Amapá	0.523	1.911
3	1157	H	Amapá	0.538	1.858
4	1414	B	Amapá	0.734	1.363
5	1428	B	Amapá	0.540	1.852
6	1227	A	Andiroba	0.487	2.055
7	1399	H	Andiroba	0.472	2.118
8	226	B	Andiroba	0.303	3.305
9	944	B	Andiroba	0.495	2.021
10	1858	A	Andiroba	0.430	2.327
11	1165	B	Andiroba	0.509	1.963
12	1205	B	Angelim	0.569	1.759
13	732	H	Angelim	0.597	1.674
14	1836	A	Angelim	0.491	2.037
15	1538	H	Angelim	0.478	2.092
16	820	H	Angelim	0.563	1.775
17	67	H	Copaíba	0.401	2.495
18	107	H	Copaíba	0.362	2.765
19	823	B	Copaíba	0.596	1.677
20	1038	B	Copaíba	0.499	2.004
21	1360	B	Copaíba	0.475	2.107
22	846	H	Cumaru	0.478	2.090
23	705	H	Cumaru	0.483	2.071
24	564	H	Cumaru	0.503	1.989
25	169	H	Cumaru	0.437	2.289
26	748	I	Cumaru	0.402	2.486
27	714	H	Cupiuba	0.390	2.566
28	826	B	Cupiuba	0.531	1.884
29	975	B	Cupiuba	0.485	2.064
30	1473	B	Cupiuba	0.473	2.115
31	608	B	Cupiuba	0.437	2.286
32	1497	H	Cupiuba	0.466	2.148
33	799	H	Cupiuba	0.588	1.701
34	830	H	Cupiuba	0.384	2.602
35	801	H	Cupiuba	0.470	2.128

36	483	B	Faveira	0.550	1.819
37	1202	B	Faveira	0.498	2.010
38	1390	B	Faveira	0.541	1.850
39	1007	B	Faveira	0.902	1.108
40	1198	A	Faveira	0.561	1.783
41	1199	B	Faveira	0.536	1.867
42	1154	B	Faveira	0.568	1.762
43	1342	B	Faveira	0.427	2.342
44	955	B	Faveira	0.566	1.768
45	462	B	Ipê	0.585	1.710
46	1071	B	Ipê	0.535	1.868
47	1426	B	Jatobá	0.505	1.982
48	970	H	Jatobá	0.475	2.106
49	408	B	Jatobá	0.568	1.761
50	1358	B	Jatobá	0.578	1.731
51	796	H	Jatobá	0.557	1.794
52	1391	B	Louro	0.429	2.329
53	480	B	Louro	0.704	1.420
54	1770	A	Louro	0.589	1.698
55	1400	A	Louro	0.459	2.179
56	1281	C	Louro	0.345	2.899
57	1545	A	Louro	0.499	2.005
58	892	H	Maçaranduba	0.464	2.156
59	1428	C	Maçaranduba	0.467	2.142
60	903	H	Maçaranduba	0.493	2.030
61	1423	C	Maçaranduba	0.443	2.255
62	1217	B	Maçaranduba	0.481	2.080
63	899	H	Maçaranduba	0.529	1.889
64	877	H	Maçaranduba	0.427	2.341
65	1834	C	Maçaranduba	0.449	2.225
66	930	H	Maçaranduba	0.479	2.087
67	1264	C	Maçaranduba	0.432	2.315
68	834	H	Maçaranduba	0.502	1.992
69	1671	A	Maçaranduba	0.500	1.999
70	1373	B	Maçaranduba	0.488	2.049
71	821	H	Muiracatiara	0.335	2.983
72	1360	A	Muiracatiara	0.555	1.803
73	327	H	Muiracatiara	1.698	0.589
74	1383	C	Muiracatiara	0.500	1.999
75	1608	A	Muiracatiara	0.625	1.600
76	1261	B	Muiracatiara	0.669	1.494

77	1461	B	Muiracatiara	0.475	2.107
78	733	H	Pau roxo	0.604	1.657
79	1590	H	Pau roxo	0.548	1.825
80	482	H	Pau roxo	0.503	1.987
81	758	H	Pau roxo	0.520	1.922
82	234	H	Pau roxo	0.457	2.188
83	1507	A	Pau roxo	0.589	1.697
84	209	H	Piquiá	0.478	2.091
85	385	B	Piquiá	0.516	1.936
86	1071	A	Piquiá	0.400	2.502
87	424	B	Piquiá	0.474	2.108
88	632	B	Piquiá	0.545	1.834
89	1301	B	Piquiá	0.453	2.209
90	400	H	Sucupira	0.564	1.774
91	566	B	Sucupira	0.798	1.253
92	1374	B	Sucupira	0.477	2.098
93	1835	A	Sucupira	0.445	2.247
94	1300	B	Tauari	0.482	2.075
95	1422	C	Tauari	0.807	1.238
96	1345	A	Tauari	0.515	1.941
97	1452	A	Tauari	0.632	1.582
98	1506	A	Tauari	0.534	1.874
99	1063	B	Tauari	0.683	1.464
100	1455	B	Timborana	0.300	3.339
101	1771	A	Timborana	0.478	2.093
102	114	H	Timborana	0.469	2.132
103	689	H	Timborana	0.490	2.040
104	776	H	Timborana	0.405	2.471
Média				0.52	2.01
Variância				0.02	0.15
Desvio Padrão				0.15	0.39
Coeficiente de Variação (%)				0.01	0.04
Erro Padrão da Média				28.76	19.48
Intervalo de Confiança (limite inferior)				0.49	1.93
Intervalo de Confiança (limite superior)				0.55	2.09
Erro de Amostragem - Absoluto				0.03	0.08
Erro de Amostragem - Relativo				5.60	3.79
número de amostras (calculado)				32.6	15.0
número de amostras (necessário)				35	34

Apêndice 6. Relação entre o volume de resíduos gerados e volume de fustes extraídos na Fazenda Terra Alta / Brascomp - PORTEL

Árvores	Nº da Árvore	UT	Espécie	R/F(m³/m³)	R/F(st/m³)
1	1722	A	Amapá	1.209	2.233
2	1412	A	Amapá	1.455	2.781
3	1157	H	Amapá	1.856	3.448
4	1414	B	Amapá	2.061	2.809
5	1428	B	Amapá	1.336	2.475
6	1227	A	Andiroba	3.051	6.269
7	1399	H	Andiroba	1.105	2.340
8	226	B	Andiroba	1.122	3.709
9	944	B	Andiroba	1.103	2.230
10	1858	A	Andiroba	1.373	3.194
11	1165	B	Andiroba	2.606	5.116
12	1205	B	Angelim	1.526	2.684
13	732	H	Angelim	0.806	1.350
14	1836	A	Angelim	1.737	3.539
15	1538	H	Angelim	2.062	4.312
16	820	H	Angelim	1.161	2.060
17	67	H	Copaíba	1.157	2.888
18	107	H	Copaíba	1.180	3.262
19	823	B	Copaíba	2.089	3.505
20	1038	B	Copaíba	1.373	2.751
21	1360	B	Copaíba	2.485	5.237
22	846	H	Cumaru	2.452	5.125
23	705	H	Cumaru	1.589	3.291
24	564	H	Cumaru	2.023	4.024
25	169	H	Cumaru	1.866	4.270
26	748	I	Cumaru	2.140	5.320
27	714	H	Cupiuba	1.348	3.457
28	826	B	Cupiuba	2.151	4.052
29	975	B	Cupiuba	1.514	3.125
30	1473	B	Cupiuba	1.853	3.919
31	608	B	Cupiuba	1.154	2.639
32	1497	H	Cupiuba	1.187	2.549
33	799	H	Cupiuba	1.895	3.225
34	830	H	Cupiuba	1.356	3.529
35	801	H	Cupiuba	1.412	3.004
36	483	B	Faveira	2.775	5.049

37	1202	B	Faveira	3.955	7.949
38	1390	B	Faveira	1.333	2.466
39	1007	B	Faveira	1.521	1.686
40	1198	A	Faveira	1.505	2.685
41	1199	B	Faveira	1.081	2.018
42	1154	B	Faveira	1.651	2.909
43	1342	B	Faveira	0.987	2.311
44	955	B	Faveira	1.533	2.710
45	462	B	Ipê	1.354	2.315
46	1071	B	Ipê	1.037	1.937
47	1426	B	Jatobá	1.019	2.020
48	970	H	Jatobá	1.050	2.211
49	408	B	Jatobá	1.701	2.995
50	1358	B	Jatobá	1.689	2.923
51	796	H	Jatobá	1.206	2.164
52	1391	B	Louro	1.807	4.209
53	480	B	Louro	1.761	2.500
54	1770	A	Louro	1.407	2.388
55	1400	A	Louro	1.932	4.210
56	1281	C	Louro	1.751	5.075
57	1545	A	Louro	1.960	3.931
58	892	H	Maçaranduba	1.126	2.428
59	1428	C	Maçaranduba	1.588	3.402
60	903	H	Maçaranduba	1.276	2.590
61	1423	C	Maçaranduba	1.195	2.696
62	1217	B	Maçaranduba	1.324	2.754
63	899	H	Maçaranduba	0.821	1.551
64	877	H	Maçaranduba	2.287	5.353
65	1834	C	Maçaranduba	1.106	2.461
66	930	H	Maçaranduba	1.085	2.266
67	1264	C	Maçaranduba	0.987	2.284
68	834	H	Maçaranduba	1.344	2.677
69	1671	A	Maçaranduba	0.639	1.278
70	1373	B	Maçaranduba	0.817	1.675
71	821	H	Muiracatiara	1.110	3.311
72	1360	A	Muiracatiara	1.247	2.249
73	327	H	Muiracatiara	1.818	1.070
74	1383	C	Muiracatiara	1.148	2.295
75	1608	A	Muiracatiara	0.806	1.290
76	1261	B	Muiracatiara	0.622	0.930
77	1461	B	Muiracatiara	0.825	1.738

78	733	H	Pau roxo	1.811	3.001
79	1590	H	Pau roxo	2.711	4.948
80	482	H	Pau roxo	1.839	3.655
81	758	H	Pau roxo	1.732	3.329
82	234	H	Pau roxo	2.296	5.023
83	1507	A	Pau roxo	0.925	1.569
84	209	H	Piquiá	2.884	6.029
85	385	B	Piquiá	1.852	3.586
86	1071	A	Piquiá	1.401	3.506
87	424	B	Piquiá	1.972	4.157
88	632	B	Piquiá	1.593	2.922
89	1301	B	Piquiá	0.990	2.187
90	400	H	Sucupira	2.587	4.590
91	566	B	Sucupira	2.163	2.711
92	1374	B	Sucupira	0.886	1.860
93	1835	A	Sucupira	1.201	2.698
94	1300	B	Tauari	2.037	4.227
95	1422	C	Tauari	0.879	1.089
96	1345	A	Tauari	1.802	3.497
97	1452	A	Tauari	1.232	1.949
98	1506	A	Tauari	1.234	2.312
99	1063	B	Tauari	1.131	1.656
100	1455	B	Timborana	1.065	3.557
101	1771	A	Timborana	4.269	8.936
102	114	H	Timborana	2.204	4.699
103	689	H	Timborana	1.783	3.638
104	776	H	Timborana	1.065	2.631
Média				1.58	3.16
Variância				0.40	1.84
Desvio Padrão				0.63	1.35
Coeficiente de Variação (%)				0.06	0.13
Erro Padrão da Média				40.0	42.88
Intervalo de Confiança (limite inferior)				1.46	2.90
Intervalo de Confiança (limite superior)				1.71	3.42
Erro de Amostragem - Absoluto				0.12	0.26
Erro de Amostragem - Relativo				7.8	8.35
número de amostras (calculado)				62.9	72.4
número de amostras (necessário)				63	73

Apêndice 7. Volume de resíduos de abertura de copas e pátios de estocagem de fustes Terra Alta/ BRASCOMP - Portel

Parcelas	Volume de troncos (m³/ha)	Parcelas	Volume de troncos (m³/ha)
A1	83.16	A16	105.86
A2	70.88	A17	58.74
A3	64.91	A18	55.04
A4	77.55	A19	81.30
A5	102.09	A20	105.35
A6	106.24	A21	60.58
A7	58.34	A22	70.58
A8	77.44	A23	79.36
A9	56.09	A24	89.51
A10	71.33	A25	83.83
A11	74.64	A26	97.77
A12	72.27	A27	86.79
A13	77.86	A28	49.86
A14	88.56	A29	104.86
A15	98.38	A30	116.99

Média (m³/ha)	80.87
Variância	321.49
Desvio Padrão	17.93
Coeficiente de Variação (%)	22.2
Variância da Média	10.72
Erro Padrão da Média	3.27
Intervalo de Confiança para a Média:	
Limite Inferior	74.18
Limite Superior	87.57
n (calculado)	20.6
n (necessário)	21

Apêndice 8. Espécies selecionadas pela empresa para abate na Fazenda Santo Antônio/Porte-PA

Nº de espécies	ESPÉCIES	VOLUME (m³)	Número de árvores
1	AMAPÁ	248.70	52
2	ANDIROBA	1447.00	486
3	ANGELIM	128.86	26
4	ANGELIM PEDRA	221.91	44
5	ANGELIM VERMELHO	524.34	45
6	ANGELIM AMARGOSO	243.09	50
7	ARARACANGA	115.41	37
8	BREU	188.91	48
9	CAJU AÇÚ	209.50	49
10	COPAÍBA	201.97	45
11	CUMARU	432.84	68
12	CUPIÚBA	1195.03	244
13	FAVEIRA	2377.36	427
14	FREIJÓ	99.07	23
15	GOIABÃO	61.02	20
16	GUAJARÁ	276.11	39
17	IPÊ	620.96	85
18	JATOBÁ	2006.42	239
19	LOURO	1334.83	284
20	MAÇARANDUBA	1288.65	234
21	MARUPÁ	240.36	44
22	MOROTOTÓ	197.20	37
23	MUIRACATIARA	700.02	125
24	PARA PARÁ	420.59	107
25	PIQUIÁ	388.46	63
26	SAPUCAIA	418.51	74
27	SUCUPIRA	536.51	111
28	TATAJUBA	684.34	139
29	TAUARI	1888.37	421
30	TIMBORANA	1437.75	419
TOTAL		20134.07	4085

OBS: As espécies que compõem o grupo dos angelins foram consideradas apenas como Angelim.

Apêndice 9. Volume e Número de árvores das espécies selecionadas para estudo de resíduos de exploração florestal na Fazenda Santo Antônio/Portel-PA

Nº de spp	ESPÉCIES	Volume (m³)	% em Volume
1	AMAPÁ	248.7	1.44
2	ANDIROBA	1447	8.39
3	ANGELINS	1118.2	6.48
4	BREU	188.91	1.10
5	CUMARU	432.84	2.51
6	CUPIÚBA	1195.03	6.93
7	FAVEIRA	2377.36	13.79
8	GUAJARÁ	276.11	1.60
9	IPÊ	620.96	3.60
10	JATOBÁ	2006.42	11.63
11	LOURO	1334.83	7.74
12	MAÇARANDUBA	1288.65	7.47
13	MUIRACATIARA	700.02	4.06
14	TATAJUBA	684.34	3.97
15	TAUARI	1888.37	10.95
16	TIMBORANA	1437.75	8.34
TOTAL		17245.49	100.00

Apêndice 10. Volume de Resíduos de Abertura de Copas e Pátios de estocagem de fustes na Fazenda Santo Antônio/Portel-PA

Parcelas	Volume de troncos (m³)	Parcelas	Volume de troncos (m³)
A1	83.09	A16	73.37
A2	106.39	A17	67.83
A3	76.91	A18	65.46
A4	71.64	A19	70.44
A5	119.03	A20	69.83
A6	78.81	A21	58.20
A7	84.33	A22	64.45
A8	85.79	A23	60.58
A9	88.24	A24	62.53
A10	69.77	A25	62.58
A11	79.67	A26	71.86
A12	67.97	A27	56.81
A13	53.67	A28	52.86
A14	60.34	A29	75.10
A15	59.22	A30	78.34

Média	72.50
Variância	212.89
Desvio Padrão	14.59
Coef. de Variação	20.12
Variância da Média	7.10
Erro Padrão da Média	2.66
Erro de Amostragem (E_A):	
Absoluto ±	5.46
Relativo ±	7.53
Intervalo de Confiança para a Média:	
Limite Inferior	67.04
Limite Superior	77.96

Apêndice 11. Índice da relação de volumes gerados e o volume das toras extraídas na Fazenda Santo Antônio/Portel-PA

N°	NA	UT	Espécie	R/F (m³/m³)	R/F (st/m³)
1	597	E	Amapá	1.16	2.21
2	677	E	Amapá	1.53	2.60
3	1627	H	amapa	1.29	2.57
4	1783	D	amapa	1.20	2.45
5	1573	I	amapa	1.21	2.14
6	239	D	andiroba	2.30	4.36
7	343	D	andiroba	2.35	3.85
8	459	E	andiroba	1.76	3.89
9	600	E	andiroba	2.56	5.17
10	1448	E	andiroba	3.48	5.69
11	1501	E	andiroba	1.30	2.64
12	1533	D	andiroba	1.85	3.72
13	1575	D	andiroba	1.06	2.03
14	707	G	angelim	3.94	6.20
15	1174	G	angelim	1.25	2.00
16	1963	H	angelim	2.46	5.17
17	461	D	angelim	4.03	8.13
18	1768	F	angelim	3.98	7.66
19	2020	G	angelim	1.14	1.95
20	1269	F	angelim	3.28	6.12
21	1466	F	breu	1.11	2.76
22	1095	B	breu	1.12	2.42
23	1349	G	breu	1.15	2.31
24	1651	G	breu	1.89	3.18
25	1057	G	cumaru	1.34	2.98
26	1226	G	cumaru	1.46	3.13
27	1274	G	cumaru	1.32	3.20
28	1647	H	cumaru	1.93	3.69
29	1772	E	cumaru	1.38	2.32
30	887	B	cupiúba	2.27	3.99
31	1532	J	cupiúba	1.91	3.72
32	1533	J	cupiúba	1.66	3.24
33	1588	I	cupiúba	2.06	5.07
34	1670	I	cupiúba	1.99	3.14
35	1671	E	cupiúba	1.26	2.52

36	239	H	faveira	2.22	3.96
37	387	B	faveira	1.64	2.78
38	556	E	faveira	2.05	4.12
39	1225	E	faveira	1.26	2.20
40	1660	E	faveira	1.59	2.51
41	1817	F	faveira	1.57	6.62
42	1959	E	faveira	1.25	2.33
43	1220	E	guajará	0.99	2.38
44	1516	E	guajará	1.63	3.20
45	1618	H	guajará	1.15	1.99
46	1632	H	guajará	1.78	3.09
47	1695	H	guajará	1.95	3.60
48	576	D	ipê	1.27	2.44
49	580	D	ipê	1.03	1.82
50	1306	C	Ipê	0.97	2.13
51	1462	E	Ipê	0.93	1.93
52	1506	D	Ipê	1.22	1.93
53	1569	C	Ipê	1.26	2.37
54	222	D	jatobá	1.02	1.80
55	398	E	jatobá	1.08	1.94
56	456	E	jatobá	1.30	2.66
57	595	E	jatobá	3.30	5.78
58	1018	D	jatobá	1.12	2.24
59	1024	D	jatobá	1.17	2.33
60	1448	I	jatobá	1.02	2.50
61	1654	D	jatobá	1.53	3.54
62	1844	G	jatobá	1.35	2.76
63	2000	E	jatobá	2.12	4.28
64	939	G	louro	1.82	3.62
65	1417	B	louro	1.18	2.77
66	1650	D	louro	1.47	3.16
67	1813	H	louro	1.45	2.17
68	1929	F	louro	1.35	3.02
69	1994	F	louro	1.15	2.35
70	125	E	maçaranduba	1.64	3.31
71	134	E	maçaranduba	3.07	5.69
72	144	D	maçaranduba	3.61	6.56
73	289	E	maçaranduba	1.09	2.18
74	579	D	maçaranduba	1.26	2.69
75	654	E	maçaranduba	1.05	1.64

76	1576	G	maçaranduba	2.27	5.37
77	1577	G	maçaranduba	2.89	6.52
78	1649	D	maçaranduba	1.09	3.02
79	1652	D	maçaranduba	1.02	2.74
80	286	E	muiracatiara	2.01	3.14
81	296	D	muiracatiara	1.55	3.07
82	319	D	muiracatiara	3.05	6.13
83	406	D	muiracatiara	1.05	1.76
84	651	E	muiracatiara	3.43	5.13
85	1572	D	muiracatiara	1.01	1.70
86	2152	F	muiracatiara	1.07	2.46
87	160	B	tatajuba	1.30	2.58
88	350	I	tatajuba	2.63	6.28
89	524	J	tatajuba	1.38	3.38
90	156	J	tauari	1.25	2.24
91	212	J	tauari	1.24	2.30
92	1276	D	tauari	1.22	2.19
93	1337	J	tauari	1.10	2.50
94	1609	C	tauari	1.57	2.97
95	2150	F	tauari	2.47	4.36
96	35	J	timborana	1.33	3.42
97	202	B	timborana	3.96	7.01
98	1584	E	timborana	1.81	3.31
99	1832	C	timborana	1.90	3.64
100	1862	C	timborana	2.94	7.17
101	1923	F	timborana	2.33	4.38
102	1984	E	timborana	1.84	3.44
Média				1.75	3.44
Variância				0.62	2.29
Desvio Padrão				0.79	1.51
Coeficiente de Variação (%)				45.0	44.0
Erro Padrão da Média				0.006	0.022
Limite de Erro - LE					
Absoluto				0.01	0.04
Relativo (%)				0.69	1.30
Intervalo de Confiança para a Média					
Limite Inferior				1.74	3.39
Limite Superior				1.76	3.48

Apêndice 12. Volume e número de árvores das espécies selecionadas para estudo de resíduos de exploração florestal na Fazenda Pedra Escrita/Anapú-PA

Nº de spp	ESPÉCIES	Volume (m³)	% em Volume
1	ACAPÚ	426.079	1.07
2	AMARELÃO	3202.280	8.03
3	BREU	223.742	0.56
4	CURRUPIXÁ	2201.416	5.52
5	EMBIRA	640.079	1.60
6	FAVEIRA	4068.808	10.20
7	IPÊ	1990.386	4.99
8	JARANA	716.978	1.80
9	JATOBÁ	2209.371	5.54
10	LOURO	544.658	1.37
11	MARUPÁ	1296.457	3.25
12	MELANCIEIRA	16342.539	40.96
13	MUIRACATIARA	726.510	1.82
14	MURURÉ	409.071	1.03
15	SUMAÚMA	3518.193	8.82
16	TACHI	120.737	0.30
17	TATAJUBA	331.245	0.83
18	TAUARI	927.893	2.33
TOTAL		39896.443	100.00

Apêndice 13. Volume de resíduos de abertura de copas e pátios de estocagem de fustes na floresta na Fazenda Pedra Escrita/Anapú-PA

Parcelas	Volume de troncos (m ³)	Parcelas	Volume de troncos (m ³)
A1	80.340	A16	81.573
A2	66.947	A17	56.653
A3	49.401	A18	77.764
A4	67.720	A19	77.764
A5	71.544	A20	61.478
A6	67.720	A21	72.182
A7	60.527	A22	52.763
A8	67.720	A23	60.364
A9	74.957	A24	50.157
A10	81.967	A25	67.616
A11	54.705	A26	87.700
A12	78.182	A27	63.345
A13	86.056	A28	78.216
A14	85.318	A29	97.894
A15	84.531	A30	68.786

Média	71.06
Variância	147.953
Desvio Padrão	12.164
Coef. de Variação	17.12
Variância da Média	4.93
Erro Padrão da Média	2.22
Erro de Amostragem (E_A):	
Absoluto ±	4.53
Relativo ±	6.38
Intervalo de Confiança para a Média:	
Limite Inferior	66.53
Limite Superior	75.60

Apêndice 14. Índice da relação de resíduos gerados e fustes extraídos na Fazenda Pedra Escrita/Anapú-PA

Arvore	R/F	Arvore	R/F	Arvore	R/F	Arvore	R/F
1	4.33	30	1.14	59	2.98	88	1.39
2	2.83	31	4.15	60	1.50	89	1.34
3	2.84	32	1.14	61	1.80	90	2.11
4	3.36	33	1.14	62	3.12	91	2.21
5	1.95	34	1.12	63	2.99	92	0.74
6	0.93	35	0.89	64	2.89	93	2.74
7	1.21	36	2.04	65	2.56	94	1.69
8	0.81	37	2.83	66	2.94	95	3.23
9	1.64	38	2.31	67	2.29	96	2.84
10	1.92	39	2.27	68	1.43	97	2.03
11	1.73	40	1.74	69	1.68	98	2.17
12	1.08	41	0.65	70	2.65	99	1.30
13	2.35	42	1.89	71	3.11	100	0.84
14	2.64	43	0.89	72	3.16	101	2.28
15	1.64	44	4.09	73	1.01	102	1.00
16	2.07	45	1.16	74	2.24	103	1.12
17	2.03	46	2.90	75	1.52	104	2.36
18	0.87	47	2.89	76	2.36	105	1.74
19	2.77	48	2.02	77	1.86	106	2.52
20	1.23	49	2.48	78	1.81	107	2.51
21	1.79	50	2.09	79	1.67	108	0.93
22	1.58	51	1.40	80	1.64	109	1.31
23	0.79	52	2.53	81	1.32	110	2.38
24	1.86	53	2.38	82	1.56	111	1.01
25	1.39	54	2.85	83	1.04	112	1.64
26	4.27	55	2.74	84	1.58	113	2.32
27	2.80	56	2.04	85	0.97	114	1.32
28	1.60	57	1.63	86	1.76	115	1.51
29	0.84	58	2.53	87	2.03		
Média					1.98		
Erro Padrão da Média					0.075		
Coeficiente de Variação (%)					40.94		
Limite de Erro de Amostragem:							
Valor Absoluto					0.149		
Valor Relativo					7.57		
Intervalo de Confiança da Média:							
Limite Inferior					1.83		
Limite Superior					2.12		
n (calculado)					65.8		
n (necessário)					66		

Apêndice 15. Análise estatística das variáveis quantificadas para todas as espécies amostradas na Fazenda Pedra Escrita/Anapú-PA

Espécie	TODAS AS ESPÉCIES AMOSTRADAS							
Variável	VRT	VRNT	VST	VF	FC	FE	R/F	VRT + VRNT
Unidade	(m³)	(m³)	(st)	(m³)	(m³/m³)	(st/m³)	(m³/m³)	(m³)
Média	2.04	8.147	4.004	6.536	0.514	1.991	1.75	10.187
Variância	1.56	31.65	5.81	17.61	0.005	0.123	0.620	37.233
Desvio Padrão	1.249	5.626	2.410	4.197	0.073	0.351	0.787	6.101
Coef. de Variação (%)	61.27 3	69.055	60.207	64.224	14.3663	17.660	45.0233	59.899
Erro Padrão da Média	0.015 3	0.310	0.056	0.172	5.355	0.0012	0.006	0.365
Limite de Erro - LE								
LE absoluto (±)	0.030	0.616	0.113	0.343	0.0001	0.0024	0.012	0.725
LE relativo (%) (±)	1.491	7.568	2.827	5.251	0.0206	0.1209	0.691	7.120
Intervalo de Confiança para a Média								
Limite Inferior	2.009	7.531	3.891	6.192	0.514	1.989	1.738	9.462
Limite Superior	2.07	8.764	4.117	6.879	0.515	1.994	1.762	10.912

VRT – volume de resíduos traçados

VRNT – volume de resíduos não traçados

VST – volume estéreo de resíduos

VF – volume de fustes

FC – fator de cubicação

FE – fator de empilhamento

R/F – relação resíduos / fustes VRT + VRNT – soma total de resíduos

Apêndice 16. Volume de toras das espécies selecionadas para estudo de resíduos de exploração florestal da Fazenda Santa Helena/Anapú-PA

Nº de Espécies	ESPÉCIES	Volume	
		m ³	%
1	Amarelão - <i>Euxylophora paraensis</i> , Huber	8378.15	13.6
2	Andiroba – <i>Carapa guianensis</i> , Aubl.	886.83	1.4
3	Breu – <i>Trattinnickia</i> sp.	844.51	1.4
4	Cumarú – <i>Dipteryx odorata</i> (Aubl.) Wild.	315.59	0.5
5	Copaiba – <i>Copaifera</i> sp.	315.59	0.5
6	Curupixá - <i>Micropholis</i> sp.	2075.44	3.4
7	Faveira – <i>Parkia</i> sp.	9148	14.9
8	Ipê - <i>Tabebuia serratifolia</i> , (G.Don) Nichols	4070.6	6.6
9	Jatobá - <i>Hymenaea courbaril</i> , L	9166.61	14.9
10	Louro - <i>Caraipa grandiflora</i> , L.	795.82	1.3
11	Melancieira - <i>Alexa grandiflora</i> , Ducke	14088.87	22.9
12	Muiracatiara - <i>Astronium lecointe</i> , Ducke.	4019.21	6.5
13	Sumaúma - <i>Ceiba samauma</i> , K.Schum	3298.49	5.4
14	Tauarí - <i>Couratari oblongifolia</i> , Ducke & R.Knuth	2272.38	3.7
15	Timborana - <i>Piptadenia suaveolens</i> , Miq.	1857.63	3.0
TOTAL		61533.72	100.0

Apêndice 17. Fatores de cubicação e empilhamento das árvores levantadas na Fazenda Santa Helena/Anapú-PA

Espécie	FC	FE	Espécie	FC	FE
Amarelão	0.45	2.22	Faveira	0.53	1.88
Amarelão	0.44	2.3	Faveira	0.57	1.76
Amarelão	0.45	2.21	Faveira	0.5	2.02
Amarelão	0.49	2.06	Faveira	0.53	1.87
Amarelão	0.44	2.27	Faveira	0.29	3.48
Amarelão	0.42	2.36	Faveira	0.56	1.78
Amarelão	0.44	2.28	Faveira	0.45	2.21
Amarelão	0.41	2.42	Faveira	0.56	1.78
Amarelão	0.48	2.08	Ipê	0.48	2.09
Amarelão	0.55	1.81	Ipê	0.28	3.54
Amarelão	0.46	2.18	Ipê	0.2	5.12
Amarelão	0.45	2.21	Jatobá	0.59	1.69
Amarelão	0.49	2.04	Jatobá	0.55	1.82
Andiroba	0.24	4.19	Jatobá	0.39	2.54
Andiroba	0.49	2.05	Jatobá	0.56	1.78
Breu	0.37	2.73	Jatobá	0.55	1.82
Breu	0.52	1.92	Jatobá	0.52	1.91
Breu	0.5	2.02	Jatobá	0.69	1.45
Copaíba	0.37	2.71	Jatobá	0.59	1.7
Copaíba	0.57	1.75	Jatobá	0.64	1.55
Cumarú	0.35	2.87	Jatobá	0.59	1.71
Cumarú	0.41	2.44	Jatobá	0.67	1.5
Curupixá	0.47	2.12	Jatobá	0.50	2.01
Curupixá	0.51	1.96	Jatobá	0.56	1.8
Curupixá	0.46	2.18	Jatobá	0.52	1.94
Faveira	0.36	2.77	Jatobá	0.46	2.2
Faveira	0.47	2.14	Jatobá	0.38	2.64
Faveira	0.61	1.63	Jatobá	0.42	2.4
Faveira	0.4	2.51	Jatobá	0.46	2.16
Faveira	0.53	1.88	Louro	0.58	1.71
Faveira	0.54	1.87	Louro	0.58	1.72
Faveira	0.58	1.74	Louro	0.51	1.96
Faveira	0.49	2.02	Melancieiro	0.57	1.76
Faveira	0.47	2.13	Melancieiro	0.41	2.41
Faveira	0.58	1.72	Melancieiro	0.49	2.05
Faveira	0.56	1.8	Melancieiro	0.48	2.1
Melancieiro	0.43	2.33	Tauari	0.68	1.48

Melancieiro	0.47	2.14	Tauari	0.49	2.03
Melancieiro	0.51	1.96	Tauari	0.63	1.58
Melancieiro	0.58	1.73	Tauari	0.61	1.65
Muiracatiara	0.46	2.16	Tauari	0.51	1.96
Muiracatiara	0.58	1.73	Tauari	0.66	1.52
Muiracatiara	0.53	1.9	Timborana	0.35	2.83
Muiracatiara	0.55	1.8	Timborana	0.59	1.7
Muiracatiara	0.65	1.54	Timborana	0.45	2.22
Muiracatiara	0.43	2.3	Timborana	0.43	2.32
Muiracatiara	0.56	1.79	Timborana	0.55	1.83
Sumaúma	0.45	2.23	Timborana	0.37	2.69
Sumaúma	0.57	1.77	Timborana	0.41	2.43
Sumaúma	0.65	1.53	Timborana	0.56	1.79
Sumaúma	0.47	2.13	Timborana	0.3	3.37
Sumaúma	0.67	1.5	Timborana	0.46	2.15
Sumaúma	0.41	2.41	Timborana	0.5	2.01
Sumaúma	0.58	1.72	Timborana	0.5	2.01
Sumaúma	0.67	1.48	Timborana	0.28	3.58
Tauari	0.33	3.04			

Média	0.49	2.12	1.81
Variância	0.010	0.309	0.136
Desvio Padrão	0.098	0.556	0.368
Erro Padrão da média	0.009	0.053	0.035
Coeficiente de Variação (%)	19.8	26.2	20.3
Intervalo de Confiança (limite inferior)	0.48	2.02	1.74
Intervalo de Confiança (limite superior)	0.51	2.23	1.88
Erro de Amostragem – Valor absoluto	0.018	0.105	0.069
Erro de Amostragem – Valor relativo	3.7	4.9	3.8
n (calculado)	15.4	27.0	16.2
n (necessário)	16	27	17

Apêndice 18. Volume de Resíduos de Abertura de Copas, Pátio de Estocagem de Fustes (inventário florestal do sub-bosque) e de trilhas de arraste na Fazenda Santa Helena/Anapú-PA

Parcelas	Volume de troncos (m ³)	Parcelas	Volume de troncos (m ³)
A1	70.39	A16	73.80
A2	82.37	A17	77.62
A3	74.19	A18	77.51
A4	78.31	A19	76.40
A5	75.04	A20	70.91
A6	80.21	A21	73.70
A7	73.18	A22	78.74
A8	70.59	A23	97.34
A9	77.14	A24	101.22
A10	80.44	A25	99.32
A11	76.06	A26	86.98
A12	78.15	A27	97.17
A13	81.99	A28	93.60
A14	85.95	A29	70.57
A15	70.66	A30	94.96

Analise estatística	Volume de troncos (m ³ /ha)
Média	80.82
Variância	89.00
Desvio Padrão	9.43
Erro Padrão da Média	1.72
Coefficiente de Variação	11.67
Erro de Amostragem (E_A):	
Absoluto ±	3.52
Relativo ±	4.36
Intervalo de Confiança para a Média:	
Limite Inferior	77.29
Limite Superior	84.34
n (calculado)	5.70
n (necessário)	6

Apêndice 19. Índice da relação de resíduos gerados e fustes extraídos na Fazenda Santa Helena /Anapú

Arvore	R/F								
1	1.82	23	1.66	45	1.18	67	1.84	89	1.96
2	2.11	24	1.61	46	1.27	68	1.50	90	1.95
3	1.84	25	1.90	47	1.06	69	2.13	91	1.53
4	1.90	26	1.83	48	1.80	70	1.17	92	1.82
5	1.74	27	1.99	49	2.84	71	1.40	93	2.19
6	1.72	28	1.90	50	1.87	72	1.47	94	2.21
7	1.83	29	1.76	51	1.70	73	1.92	95	1.66
8	1.74	30	1.75	52	1.99	74	1.47	96	1.84
9	1.37	31	2.03	53	1.70	75	1.82	97	3.41
10	1.21	32	1.80	54	1.98	76	1.49	98	1.46
11	2.91	33	1.85	55	1.88	77	1.90	99	2.08
12	1.43	34	2.20	56	1.81	78	1.83	100	1.98
13	1.56	35	2.38	57	1.78	79	1.71	101	2.39
14	1.63	36	1.71	58	2.03	80	1.72	102	1.92
15	1.28	37	1.97	59	2.07	81	1.94	103	1.99
16	1.99	38	1.92	60	1.69	82	1.94	104	1.93
17	1.90	39	1.44	61	2.19	83	1.31	105	1.90
18	1.24	40	2.36	62	2.02	84	1.80	106	1.84
19	1.15	41	1.65	63	1.65	85	2.08	107	1.41
20	1.30	42	1.82	64	1.64	86	1.70	108	1.61
21	1.20	43	2.05	65	1.87	87	2.25	109	1.76
22	1.77	44	1.59	66	1.31	88	1.92	110	2.89
								111	1.80

Análise estatística	R/F
Média	1.81
Desvio Padrão	0.368
Erro Padrão da Média	0.035
Coeficiente de Variação (%)	20.3
Limite de Erro de Amostragem:	
Valor Absoluto	0.069
Valor Relativo	3.83
Intervalo de Confiança da Média:	
Limite Inferior	1.74
Limite Superior	1.88
n (calculado)	16.3
n (necessário)	17.0