

**MARCELO POSONSKI**

**IMPACTOS SILVICULTURIAS, AMBIENTAIS E ECONÔMICOS  
DO DESCARTE DE RESÍDUOS DE MADEIRA  
EM PLANTIOS DE *Pinus Elliotii***

**Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências.**

**Orientador:  
Prof. Dr. Dimas Agostinho da Silva**

**Co-orientadores:  
Prof. Dr. Vitor Afonso Hoefflich  
Dr. Guilherme Andrade  
Dr. Renato Dedecek**

**CURITIBA**

**2005**

## **AGRADECIMENTOS**

À minha mãe, por estar sempre agregando valores éticos e morais à minha vida, por estar sempre ao meu lado, por me incentivar e me apoiar incondicionalmente nos momentos difíceis.

Aos meus irmãos, Osny e Osvaldo Júnior pelo incentivo e amizade.

Ao Professor Dr. Dimas Agostinho da Silva, meu orientador, pela confiança em meu trabalho, pela oportunidade de aprendizado e principalmente por sua amizade.

Ao Professor Dr. Vitor Afonso Hoeflich, co-orientador e responsável direto pela viabilização do projeto de pesquisa, pela confiança em mim depositada e por sua presteza durante todo o tempo de realização dos trabalhos.

Aos Drs. Guilherme Andrade e Renato Dedecek pelo apoio, colaborações e co-orientação e ao companheiro Rafael Grani pela ajuda na coleta de dados.

À empresa MOBASA – Modo Battistella Reflorestamento S.A, na pessoa do Sr. Ulisses Ribas Júnior, pela parceria e confiança no desenvolvimento do projeto de pesquisa, ao Engenheiro Florestal Reinaldo Langa pela paciência e pelo apoio na condução dos trabalhos de campo, bem como a todos os técnicos da MOBASA que auxiliaram na fase de coleta de dados.

A Silviconsult Engenharia por ter proporcionado plenas condições para que pudesse compatibilizar os compromissos junto à empresa aos trabalhos necessários para o desenvolvimento do projeto de pesquisa.

A meus grandes amigos Christopher, André, Pablo, Marília, Everson e Jânio pelo companheirismo, pelos momentos de alegria, pelo auxílio e estímulo nos momentos difíceis.

À minha noiva, Marise Pim Petean, pela compreensão nos momentos de ausência, pelo apoio, incentivo e principalmente por seu amor.

A todos que de alguma forma participaram de minha vida e me ajudaram no desenvolvimento de minha vida pessoal e profissional, o meu muito obrigado.

## **BIOGRAFIA**

Marcelo Posonski, filho de Osvaldo M. Posonski e Leonira Ana Posonski, nasceu em 16 de dezembro de 1977 na cidade de Pomerode, Santa Catarina.

Cursou o ensino fundamental e parte do ensino médio no Colégio Estadual Sagrado Coração de Jesus (Canoinhas – SC) entre 1989 e 1994, complementando o ensino médio no Colégio SEPAM (Ponta Grossa – PR) em 1996.

Ingressou no Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná em 1997, concluindo-o em 2002.

Em 2002 iniciou seus estudos de pós-graduação no Curso de Especialização em Gestão e Engenharia Ambiental na Universidade Federal do Paraná.

Em 2003 iniciou seu Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, na Área de Concentração em Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais.

Em 2004 ingressou na Silviconsult Engenharia Ltda, aonde vem atuando em projetos voltados à área de gestão socioambiental.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>v</b>
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	<b>vii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>viii</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>x</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
2.1 Geral .....	3
2.2 Específicos.....	3
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
3.1 RESÍDUOS INDUSTRIAIS .....	4
3.2 RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE BASE FLORESTAL .....	4
3.3 RESÍDUOS FLORESTAIS E A FERTILIDADE DO SOLO .....	5
3.4 GESTÃO AMBIENTAL.....	11
3.5 QUALIDADE AMBIENTAL .....	12
3.5.1 Certificação Florestal.....	13
3.6 ASPECTO E IMPACTO AMBIENTAL .....	13
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>15</b>
4.1 ÁREA DE ESTUDOS .....	15
4.1.1 Características da Empresa.....	15
4.2 OBTENÇÃO DOS DADOS.....	16
4.3 EXPERIMENTO I – APLICAÇÃO DE RESÍDUOS DE MADEIRA (CASCA SUJA) EM PLANTIOS ADULTOS.....	19
4.3.1 Local de Coleta dos Dados .....	19
4.3.2 Definição dos Tratamentos.....	19
4.3.3 Análise de Solos .....	22
4.3.3.1 Testes realizados.....	22
4.3.4 Análise de Biomassa.....	22
4.3.4.1 Testes realizados.....	22
4.4 EXPERIMENTO II - Análise da Aplicação de Resíduos em Plantios Jovens .....	24
4.5 ANÁLISE AMBIENTAL.....	27

4.6	ANÁLISE DOS ASPECTOS ECONÔMICOS.....	30
4.6.1	Variáveis Analisadas .....	30
<b>5</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>32</b>
5.1	EXPERIMENTO I – APLICAÇÃO DE RESÍDUOS DE MADEIRA (CASCA SUJA) EM PLANTIOS ADULTOS.....	32
5.1.1	Avaliações Dendrométricas.....	32
5.1.2	Análise de Solos .....	34
5.1.3	Análise de Nutrientes Presentes na Biomassa das Árvores.....	37
5.1.3.1	Análise de nutrientes presentes no alburno entre dois períodos de crescimento..	38
5.1.3.2	Análise de nutrientes presentes nas acículas .....	40
5.1.3.3	Análise de nutrientes presentes nas cascas .....	41
5.1.4	Peso de Nutrientes nas Árvores de <i>Pinus elliottii</i> .....	43
5.2	EXPERIMENTO II – ANÁLISE DO DESCARTE DE RESÍDUOS EM PLANTIOS JOVENS .....	44
5.3	ANÁLISE AMBIENTAL .....	47
5.4	ANÁLISE DOS ASPECTOS ECONÔMICOS.....	52
5.4.1	Variáveis Analisadas .....	52
<b>6</b>	<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>59</b>
<b>7</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>62</b>

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Grupos de Árvores de <i>Pinus elliottii</i> Selecionados Conforme a Presença de Resíduos em suas Bases .....	20
TABELA 2 - Critérios de Avaliação de Impactos.....	29
TABELA 3 - Nutrientes Presentes nas Cascas de <i>Pinus spp</i> Coletadas no Pátio de Estocagem.....	32
TABELA 4 - Média de Volume, DAP, Altura Total e Altura Comercial das Árvores de <i>Pinus elliottii</i> por Tratamento aos 18 Anos de Idade.....	33
TABELA 5 - Teor de Macroelementos entre as Profundidades de 0 - 5 cm, 5 - 10 cm, 10 - 15 cm e 15 - 20 cm de Profundidade de Solo .....	35
TABELA 6 - Teor de Nutrientes no Alburno das Árvores de <i>Pinus elliottii</i> , por Tratamento e por Posição no Tronco.....	37
TABELA 7 - Teor de Nutrientes no Alburno das Árvores de <i>Pinus elliottii</i> , entre as Idades de (15 e 16 anos) e (17 e 18 anos) .....	39
TABELA 8 - Teor de Nutrientes Presentes nas Acículas das Árvores de <i>Pinus elliottii</i> .....	40
TABELA 9 - Teor de Nutrientes nas Cascas das Árvores de <i>Pinus elliottii</i> por Tratamento e por Posição no Tronco.....	42
TABELA 10 - Peso de Nutrientes em Árvores de <i>Pinus elliottii</i> por Tratamento e por Seção no Tronco .....	43
TABELA 11 - Peso Seco de Plantas Indesejáveis por Tratamento .....	44
TABELA 12 - Aspectos e Impactos Ambientais das Operações Relativas ao Controle da Matocompetição.....	48
TABELA 13 - Aspectos e Impactos Ambientais das Operações Relativas ao Descarte de Resíduos (cascas) em Plantios Florestais.....	49
TABELA 14 - Aspectos e Impactos Ambientais Relativos ao Descarte de Resíduos (cascas), e às Operações de Controle da Matocompetição em Plantios Florestais.....	50
TABELA 15 - Custos de Transporte e Distribuição de Cascas para os Tratamentos 5 e 2 .....	54

TABELA 16 - Custos das Operações de Controle da Matocompetição para o Primeiro Ano de um Plantio de <i>Pinus elliottii</i> em Áreas sem Cascas e em Áreas com 800 m <sup>3</sup> de Cascas por Hectare (tratamento 5) e 160 m <sup>3</sup> de Cascas por Hectare (tratamento 2).....	54
TABELA 17 - Custos de Transporte e Distribuição de 800 m <sup>3</sup> de Cascas e Controle da Matocompetição Realizado no Primeiro Ano de Plantio de <i>Pinus elliottii</i> .....	54
TABELA 18 - Custos de Transporte e Distribuição de 160 m <sup>3</sup> de Cascas e Controle da Matocompetição Realizado no Primeiro Ano de Plantio de <i>Pinus elliottii</i> .....	56

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Esquema do Experimento II.....	25
QUADRO 2 - Impactos Ambientais Significativos Referente às Operações Ligadas ao Controle da Matocompetição e ao Descarte de Resíduos .....	50
QUADRO 3 - Comparação entre Impactos Ambientais Significativos Referente às Operações Ligadas ao Controle da Matocompetição e o Descarte de Resíduos .....	51
QUADRO 4 - Incremento Necessário do Plantio de <i>Pinus elliottii</i> para Diferentes Distâncias de Transporte de Cascas para os Tratamentos 5 e 2 .....	57

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Esquema de Trabalho (Avaliação dos Aspectos Silviculturais, Econômicos e Ambientais do Descarte de Resíduos de Madeira em Plantios Florestais) .....	18
FIGURA 2 - Gupos de árvores (tratamentos 1, 2, 3 e 4).....	21
FIGURA 3 - Níveis de profundidades para coleta de solos (0-5; 5-10; 10- 15; 15-20cm).....	21
FIGURA 4 - Locais de Coleta de Discos e Acículas nas Árvores de <i>Pinus elliottii</i> .....	21
FIGURA 5 - Esquema das Parcelas e Sub-parcelas do Experimento II.....	26
FIGURA 6 - Sub-parcela (1 m <sup>2</sup> ) para Coleta de Plantas Indesejáveis .....	27
FIGURA 7 - Esquema da Aviação Ambiental .....	28
FIGURA 8 - Pesos Secos de Plantas Indesejáveis por Tratamento.....	45
FIGURA 9 - Custos de Transporte de Cascas para os Tratamentos 2, 3, 4, e 5 em Diferentes Distâncias .....	53

## RESUMO

O presente trabalho de pesquisa teve como principal objetivo analisar os impactos silviculturais, econômicos e ambientais do descarte de resíduos de madeira em plantios comerciais de *Pinus elliottii*. A pesquisa foi realizada em duas unidades de manejo florestal pertencentes a MOBASA – Modo Battistella Reflorestamento S.A., situada em Rio Negrinho – SC. Para a realização das análises foram instalados dois experimentos, sendo eles: (I) análise do descarte de resíduos (casca suja) em plantios adultos; (II) análise do descarte de resíduos (casca suja e cinza de caldeira) em plantios jovens. A análise dos aspectos silviculturais foi realizada com base na incorporação de nutrientes pelo solo, pelas plantas e no incremento em volume do plantio. Quando analisado o solo, os resultados indicaram que, aparentemente, a decomposição dos resíduos não provocou uma alteração significativa em sua composição química. Com relação à incorporação de nutrientes pela planta, houve aumento da concentração principalmente de fósforo e cálcio, tanto no alburno, quanto nas cascas e nas acículas. Os resultados também demonstraram que nos tratamentos onde existiam cascas o volume médio das árvores foi superior ao da testemunha e à média do talhão onde foi instalado o experimento, porém não ficou evidenciado que este resultado é consequência direta da decomposição das cascas. Os resultados do experimento em plantios jovens demonstraram que, em relação ao controle da matocompetição, o aumento do volume de cascas incide na redução progressiva do nível de infestação por plantas indesejáveis por hectare, em razão de formar uma camada de material sobre o solo, impedindo a passagem de luz e o livre desenvolvimento destas plantas. Considerando os mesmos resultados, a avaliação econômica mostrou que, em áreas sem cascas, os custos de controle da matocompetição (roçada e aplicação de herbicida em área total) para o primeiro ano de plantio são quatro vezes maiores em relação a áreas com cascas. Porém, quando computados os custos de transporte e distribuição de resíduos, o custo em áreas com cascas foi 71 vezes superior ao custo de áreas sem cascas. Quando realizada a simulação entre os custos em diferentes distâncias de transporte e o incremento ideal obtido pela floresta para que este seja, no mínimo, igual aos custos de transporte e distribuição, concluiu-se que, considerando a distância mínima de 10 Km (ida e volta), a floresta deverá apresentar um incremento médio 6% superior para se equiparar aos custos. A análise ambiental demonstrou que todos os impactos ambientais negativos são comuns em áreas com ou sem cascas (operações ligadas ao controle da matocompetição e ao descarte de resíduos). Porém, quando analisados os resultados dos experimentos I e II, a aplicação de resíduos apresenta impactos ambientais positivos, como a redução da quantidade de herbicida utilizada por hectare, redução da área a ser roçada e o aumento da concentração de nutrientes no solo e nas árvores.

Palavras-chave: Impactos Ambientais, Resíduos Florestais, Plantios Comerciais

## ABSTRACT

The present research has as its main objective to present the results of the analysis of forestry methods, economical, and environmental impacts of timber residue discard in *Pinus elliottii* commercial plantations. The research took place in two units of managed forests owned by MOBASA – Modo Battistella Reflorestamento S.A., located in the city of Rio Negrinho, Santa Catarina state, in Southern Brazil. In order to realize the research, two experiments were installed: (I) analysis of residue discard (dirty bark) in adult plantations; (II) analysis of residue discard (dirty bark and boiler ashes) in young plantations. The forestry analysis was based on the soil nutrient incorporation, plant nutrient incorporation and on the volume increment in the plantations. When the soil was analyzed, the results indicated that, apparently the residues decomposition did not generate a significant change in the soil chemical composition. When analyzing the plant nutrient incorporation there was an increase in the concentration, mainly, of phosphorus and calcium, in the heartwood, as well as in the bark and leaves. The results also showed that on the treatments where there was bark, the volume of the trees were higher than the testimony, and the average of the stand where the experiment was installed, even though it was not evident that these results are due to bark decomposition. The results of the experiments in young plantations showed that, related to the undesired plants control, the higher volume of bark causes progressive reduction in the undesired plants infestation per hectare, once that it forms another layer of organic material on top of the soil, not letting the light got through and making it difficult for those plants to develop. Considering these results , the economic evaluation showed that, in areas without bark, the costs of undesired plants control (clear and herbicide application in total area), in the first year after planting, are four times higher when related with the areas with bark. On the other hand, when analyzing the costs of transportation and distribution of residue, the costs in areas with bark turns out to be 71 times higher than in areas with no bark. When simulating costs between different transportation distances and ideal increment obtained in the plantations were to be, at least, similar to the transportation and distribution costs, the conclusion was: considering an average distance of 10 km (back and forth) the plantation should present an average increment of 6% higher to get even with the costs. The environment analysis showed that all the significant negative impacts are common to the areas with and with out bark (operations related to undesired plants control and residue distribution). However, when analyzing the results from experiments I and II, the application of residue presented positive environment impacts, such as: the reduction of the herbicide quantity per hectare, reduction on clear area, and increment in the nutrient concentration in the soil as well as in the plants.

Key words: Environmental Impacts, Forest Residue, Commercial Plantations

## 1 INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro abrange empresas nas mais diversificadas áreas, que utilizam diferentes tipos de matérias-primas, gerando uma grande gama de produtos manufaturados de madeira e derivados da floresta.

Estima-se que, no ano de 2004, a área ocupada por espécies de *Pinus* spp no Brasil era de aproximadamente 1.800.000 ha. Na região sul estima-se em 1.060.000 ha a área plantada, com a seguinte distribuição: 605.000 ha no Paraná, 318.000 ha em Santa Catarina e 136.000 ha no Rio Grande do Sul. (FERREIRA *et al.*, 2004).

Estas áreas constituem-se hoje na base de fornecimento de matéria-prima para a indústria de papel e celulose, embalagens, chapas de fibras, aglomerados, móveis, compensados, etc. (FERREIRA *et al.*, 2004).

Assim como em diversos outros setores da atividade industrial, as empresas do setor florestal têm se preocupado cada vez mais com as questões relativas ao aumento da produção, otimização dos processos, redução de desperdícios, destinação e reaproveitamento dos resíduos, além da melhoria das condições de trabalho. Isto não ocorre somente em ambientes internos, dentro das fábricas, mas em toda a cadeia produtiva, desde a implantação de povoamentos florestais ou manejo de florestas nativas até a expedição do produto final pelas fábricas.

Um das principais ferramentas que muitas empresas vêm adotando ao longo dos últimos anos para o controle e a melhoria dos processos é a implantação de sistemas de gestão, visando sua posterior certificação.

A busca pela certificação ambiental leva as empresas a adotarem padrões de qualidade mais rigorosos, melhorias do processo de produção e das condições de trabalho, além de uma melhor gestão no que diz respeito à destinação e reaproveitamento dos resíduos da madeira.

Na atividade florestal, um número cada vez maior de empresas vem buscando adequação aos princípios, critérios e indicadores de normas como a do FSC

(*Forest Stewardship Council*) e do CERFLOR (Programa de Certificação Florestal Brasileiro), visando certificar o manejo de suas florestas, atestando dessa maneira a realização de boas práticas no que diz respeito aos aspectos econômicos, sociais e ambientais.

Os resíduos gerados pelas empresas de base florestal são um de seus aspectos mais importantes no que diz respeito às questões ambientais inerentes às suas atividades, pois a manutenção de depósitos de resíduos, ou sua incineração, não são práticas recomendáveis ambientalmente devido aos impactos gerados.

Principalmente sob a ótica da certificação florestal, a empresa possui a responsabilidade não apenas de reduzir a quantidade de resíduos e dar uma destinação final. É recomendado também que a empresa procure a reutilização ou aproveitamento desses resíduos, com o monitoramento dos impactos provocados e da viabilidade econômica desse processo.

No caso de resíduos de *Pinus* spp, muitas empresas praticam o descarte de cascas, cinzas, costaneiras, serragem, pó-de-lixo, e vários outros tipos de materiais no campo, em áreas de plantios comerciais. Porém, poucos são os estudos realizados a respeito dos efeitos provocados pela destinação final em áreas de plantios, principalmente no que se refere aos aspectos relacionados às alterações químicas no solo e nas plantas, além dos custos e dos benefícios dessa prática, fato este que motivou a realização do presente trabalho.

## 2 OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivos:

### 2.1 GERAL

Avaliar os impactos silviculturais, econômicos e ambientais do descarte de resíduos de madeira em plantios comerciais de *Pinus elliottii*.

### 2.2 ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos destacam-se:

- a) avaliar os efeitos do descarte de resíduos (casca suja) sobre a nutrição do solo, as variáveis dendrométricas e a nutrição das árvores, em plantio adulto;
- b) avaliar os efeitos do descarte de resíduos (casca suja e cinza de caldeira) sobre a matocompetição em plantio jovem;
- c) avaliar os aspectos ambientais do descarte de resíduos em plantios florestais; e
- d) avaliar os aspectos econômicos do descarte de resíduos em plantios florestais com base nos aspectos silviculturais.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 RESÍDUOS INDUSTRIAIS

Segundo a RESOLUÇÃO 313 / 2002 do CONAMA<sup>1</sup>, resíduo sólido industrial é todo o resíduo que resulte de atividades industriais e que se encontre nos estados sólido, semi-sólido, gasoso – quando contido, e líquido – cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

De acordo com OLANDOSKI (2001), resíduo, lixo ou o que sobra é sinônimo da agregação aleatória de elementos bem definidos que, agrupados, se transformam em uma massa sem valor comercial e com um potencial de agressão ambiental variável segundo a sua composição.

#### 3.2 RESÍDUOS NA INDÚSTRIA DE BASE FLORESTAL

Para OLANDOSKI (2001), no caso de resíduos florestais, estes são o material originado de árvores e que permanece no campo após a exploração e rebrota. A biomassa não comercial é representada pelas árvores dominadas ou mortas, casca, galhos, ponteiros, folhas e brotos, e ainda touças, raízes e folhas. As folhas são mais úteis quando deixadas em campo, pois possuem 5% de matéria seca e 50% de nutrientes essenciais às plantas. Mas os outros resíduos, quando deixados no campo, são desperdiçados.

OLANDOSKI (2001) ainda cita que os resíduos madeireiros podem ser definidos como a porção da tora não transformada em madeira comercial, incluindo costaneiras, aparas, peças descartadas pela presença de defeitos, destopos e serragem.

---

<sup>1</sup> Conselho Nacional do Meio Ambiente

Suas características físicas, químicas e mecânicas variam substancialmente, dependendo do tipo e origem do material, afetando significativamente a sua destinação final.

Os resíduos florestais, além de serem utilizados para a geração de energia de diversas formas, como queima direta, briquetes de madeira, carvão, briquetes de carvão e paletes, podem também ser utilizados de várias outras maneiras como na fabricação de pequenos objetos e utensílios tais como brinquedos, artigos para copa/cozinha, cabos de ferramentas, artigos desportivos, decorativos e de recreação, produção de chapas de partículas de diferentes composições, cama para aviários, currais e estábulos, compostagem para adubação e complementos orgânicos para o solo, produção de fibras para diversos fins tais como chapas, isolamento termo-acústico, papel, papelão, produção de pacotes para contenção de encostas, obtenção de matéria-prima para a indústria de tintas, vernizes, corantes, adesivos, indústria alimentícia e solventes através da extração de voláteis, etc (SOUZA, 1997).

Para a avaliação da potencialidade da indústria em termos de geração e utilização dos resíduos é necessária a realização de avaliações que passam pela qualificação dos resíduos industriais, uma vez que estes são muito heterogêneos em termos de formas e características físicas, além de serem gerados em vários locais diferentes dentro da indústria. Os resíduos devem ser também quantificados, porque a quantidade disponibilizada é um dos fatores que determinam sua potencialidade de uso. Outro fator importante na análise dos resíduos é a questão econômica para a determinação dos custos da falta de utilização e necessidade de alocação e os benefícios da utilização (BRAND, 2000).

### 3.3 RESÍDUOS FLORESTAIS E A FERTILIDADE DO SOLO

As principais funções dos macronutrientes na vida da planta, segundo MALAVOLTA (1997), são as seguintes: Nitrogênio – absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celulares, herança; Fósforo – armazenamento

e transferência de energia, fixação simbiótica de nitrogênio; Potássio – abertura e fechamento de estômatos, fotossíntese, transporte de carboidratos e outros produtos, respiração, sínteses, fixação simbiótica de nitrogênio; Cálcio – estrutura e funcionamento de membranas, absorção iônica, reações com hormônios vegetais e ativação enzimática, mensageiro secundário; Magnésio – absorção iônica, fotossíntese, respiração, armazenamento e transferência de energia, sínteses orgânicas, balanço eletrolítico, estabilidade dos ribossomos.

A sustentabilidade da produção florestal se embasa, em grande parte, na escolha de técnicas de manejo mais apropriadas, levando em conta o controle da erosão e o balanço adequado dos ciclos dos nutrientes, assim como uma boa conservação da água no perfil do solo. Diferentes tipos de solo refletem diferenças no nível nutricional, que devem ser consideradas no manejo da fertilidade e no volume de produção a se obter. Tal é o caso de nutrientes como N, P, K e Ca, os quais demonstraram estar fortemente correlacionados com a produção de madeira (TURVEY e SMETHURST, 1994).

Segundo FERREIRA *et al.* (2004) as espécies *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* var. *elliottii* são consideradas de baixa exigência nutricional. A rapidez de crescimento e ausência de sintomas de deficiências, particularmente nas primeiras rotações, condicionaram a idéia que as plantações de *Pinus* dispensariam a prática da fertilização mineral. Entretanto, diversos autores estudaram os fatores de solo e as suas relações com o estado nutricional e a produtividade dessas espécies, demonstrando estreita interdependência entre essas variáveis.

Ainda segundo FERREIRA *et al.* (2004), problemas nutricionais em *Pinus elliottii* mereceriam maior atenção, merecendo destaque a alta correlação entre a qualidade do sítio e a soma de bases trocáveis do solo, em especial a quantidade de Ca mais Mg e o teor de P.

SANTOS FILHO *et al.* (1987) apontam para um pior crescimento do *Pinus* em situações de solo arenoso, em posições de paisagem que favoreçam a lixiviação e a

baixa retenção de água.

LASO GARICOITS (1990) confirma este aspecto constatando que o crescimento do *Pinus taeda* foi fortemente afetado em plantios sobre solos derivados do arenito, principalmente pela baixa oferta de P, K, Mg e Zn. O mesmo autor destaca o K e o Zn como elementos mais limitantes à produção de *Pinus taeda*.

REISSMANN e ZOTL (1987) também apontam limitações de crescimento desta espécie relacionadas à baixa oferta de K, Ca, Mg e Zn.

As técnicas de preparo do terreno tem sido estudadas nos últimos anos em relação a sua influência sobre as propriedades dos solos, contemplando tanto manejos intensivos como técnicas conservacionistas (MERINO *et. al.*, 1994).

Em solos onde pode haver uma limitação nutricional, tem sido recomendado manter a maior quantidade de matéria orgânica possível ao invés de retirá-la (ENTRY *et al.*, 1987).

CARLYLE *et al.* (1998), abordando práticas de preparo do terreno utilizando resíduos da colheita de *Pinus radiata*, afirmam que a conservação dos solos pode exercer efeitos significativos sobre a quantidade de nutrientes do ecossistema e conseqüentemente sobre a fertilidade do solo em curto e longo prazo. Neste sentido, os resíduos lenhosos têm demonstrado serem eficientes na redução da lixiviação de N e P em solos arenosos.

A grande quantidade de serragem produzida na indústria madeireira paraense, geralmente, é disposta em terrenos baldios ou no próprio pátio da serraria e são queimados, objetivando a sua eliminação. Esse processo, a céu aberto, emite grande quantidade de CO<sub>2</sub>, que polui a atmosfera urbana, contribuindo para o aumento do efeito estufa, formação do fenômeno de ilhas de calor e crescente incidência de doenças respiratórias na população local, como a asma, a bronquite e a pneumonia, sendo o caso do município de Tailândia, no Pará (COMETTI, *et. al.* 2003).

Na tentativa de reduzir tais impactos, a empresa de laminados e compensados Tailâminas, localizada no estado do Pará, há seis anos, tem utilizado

resíduos de lâmina como material orgânico para cobertura do solo nas plantações de Paricá (*Schizolobium amazonicum*) e Pupunha (*Bactris Gasipaes*), obtendo resultados satisfatórios. No quinto ano da Plantação de Paricá onde foram incorporados resíduos de lâmina, 44,63% das árvores alcançaram o DAP (diâmetro a altura do peito) igual ou superior a 20cm e 6,7% das mudas não sobreviveram, enquanto que na área sem cobertura de resíduos, apenas 23,18% atingiram esse diâmetro, e houve morte de 20% das mudas (COMETTI, *et. al.* 2003).

Segundo SCHUMACHER (1996), durante a fase inicial de desenvolvimento de uma floresta, uma grande parte dos carboidratos é canalizado para a produção de biomassa da copa e raízes. Entretanto com o passar do tempo, quando as copas começam a competir entre si, a produção relativa do tronco aumenta e a das folhas e ramos diminui gradativamente.

Os teores de nutrientes são maiores nas partes mais metabolicamente ativas das plantas, como folhas e brotações, devido aos seus ativos envolvimentos em relações enzimáticas e compostos bioquímicos de transferência de energia e transporte eletrônico, as menores concentrações de micronutrientes são encontradas na madeira. Contudo, para a maioria dos nutrientes, é na madeira que se encontram os maiores conteúdos dos mesmos, simplesmente devido à sua maior massa seca (GONÇALVES *et al.*, 2000).

Para o setor industrial, o interessante é que a floresta produza a maior quantidade possível de biomassa no componente madeira. No entanto isto nem sempre é possível, pois dependendo da espécie e das condições de sítio, as prioridades de alocação dos carboidratos poderão ser alteradas o que por sua vez terá um reflexo na produção de biomassa e acúmulo de nutrientes nos diferentes componentes das árvores (SCHUMACHER, 1996).

A utilização de espécies introduzidas como o *Eucalyptus* e o *Pinus*, o adensamento de plantas, as técnicas de preparo do solo bem como a intensidade de colheita florestal são algumas das práticas silviculturais que podem ser controladas

através do conhecimento da produção de biomassa e distribuição desta nas diversas partes da planta, com vistas à manutenção da produtividade em longo prazo dos ecossistemas. Através da exportação de nutrientes, via colheita florestal, é que ocorre a maior limitação com relação à manutenção da produtividade dos sítios (SCHUMACHER, 1996).

Para FERREIRA *et al.* (2004), a intensidade de exploração e seu impacto sobre a exportação de nutrientes foram estudados por diversos autores, que concluem pela inconveniência da exploração total da árvore e da importância da manutenção das galhadas e acículas no campo. Quando possível, recomenda-se o descascamento das toras no local de exploração, ou mesmo o retorno da casca, e ou das cinzas provenientes de sua queima, ao solo, devido à quantidade relativamente alta de nutrientes presentes nos galhos e acículas.

TORRACA *et al.* (1984) afirmam que a derrubada dos povoamentos mais antigos de *P. elliottii* var. *elliottii* para replantio implica na exportação de nutrientes através da biomassa retirada (casca + madeira) ou queimada (acículas e ramos).

Nos resultados obtidos por CHIJOKE (1980) com *Pinus caribaea* var. *hondurensis* no Projeto jari, ficou demonstrado que elementos básicos são amplamente imobilizados, desde estágios iniciais do crescimento (5-6 anos) com cerca de 80% dos nutrientes imobilizados sendo exportados na colheita, retidos no tronco e casca.

No caso das cinzas de caldeira, este tipo de resíduo é formado na queima em caldeiras de geração de vapor, sendo usado em compostagem, como componente do substrato, em viveiros de mudas, como matéria prima para a fabricação de carvão ativado, como agente pozolâmico do cimento, em indústrias de pré-moldados e também em recuperação de áreas degradadas. Em sua composição chega a 60% de matéria orgânica, 2,6% de potássio e cálcio, contendo um pH alcalino e micronutrientes (NOLASCO *et al.*, 1999).

O efeito benéfico da cinza como fertilização de base e, principalmente, de cobertura, é o resultado de sua composição química e da solubilização lenta de seus

macro e micronutrientes, podendo ser grosseiramente comparada a uma fórmula NPK de relação (1:3:7) mais Ca, Mg e micronutrientes (NOLASCO *et al.*, 1999).

Diversos trabalhos têm demonstrado a importância desse material no aumento da fertilidade do solo e na nutrição mineral e produtividade das florestas (MORO e GONÇALVES, 1995).

De um modo geral, as cinzas causam várias melhorias físicas e químicas no solo, como por exemplo, as elevações dos níveis de pH, Ca, K, Mg, entre outros. (VOGEL, *et al.*, 2002).

MORO e GONÇALVES (1995) afirmam que a cinza atua como agente melhorador das características químicas do solo e como fonte de nutrientes para as árvores, principalmente P, K, Ca, e Mg. Essas informações são mais reforçadas quando se considera a grande influência da cinza sobre a quantidade de nutrientes acumulados pelas árvores.

Segundo GUERRINE e MORO (1994), a aplicação de cinzas e/ou resíduos em plantio de eucalipto são alternativas técnica e economicamente viáveis, aumentando a fertilidade do solo e influenciando o desenvolvimento da espécie.

DALLAGO (2000), afirma que atualmente há grande necessidade de desenvolvimento de estudos na utilização de resíduos industriais visando seu aproveitamento.

MORO e GONÇALVES (1995) avaliando o efeito da cinza de biomassa florestal sobre o crescimento de povoamentos florestais de *Eucalyptus grandis* concluíram que a aplicação de doses crescentes de cinza resultou em consideráveis elevações de produtividade, sendo que para a dose de melhor resposta, 20t ha<sup>-1</sup> de cinza, os ganhos foram 49% superiores à testemunha. Os ganhos em produtividade promovidos pela cinza, de modo geral, independentemente das doses aplicadas, foram superiores àqueles conseguidos mediante a aplicação de adubo químico.

### 3.4 GESTÃO AMBIENTAL

Por gestão ambiental entende-se o conjunto de princípios, estratégias e diretrizes de ações e procedimentos que visam proteger a integridade dos meios físico e biótico, bem como dos grupos sociais que deles dependem. O conceito inclui também o monitoramento e o controle de elementos essenciais à qualidade de vida, em geral, e à salubridade humana, em particular. Envolve o monitoramento, controle e fiscalização do uso dos recursos naturais, bem como o processo de estudo, avaliação e eventual licenciamento de atividades potencialmente poluidoras. Envolve ainda a normatização de atividades, definição de parâmetros físicos, biológicos e químicos dos elementos naturais a serem monitorados, bem como os limites de sua exploração e/ou as condições de atendimento das exigências ambientais em geral (AGENDA 21 BRASILEIRA, 2000).

Já a gestão dos recursos naturais – uma particularidade da gestão ambiental – preocupa-se em especial, para garantir a sustentabilidade, com o conjunto de princípios, estratégias e diretrizes de ações determinadas e conceituadas pelos agentes socioeconômicos públicos e privados, que interagem no processo de uso dos recursos naturais (AGENDA 21 BRASILEIRA, 2000).

A gestão integrada dos recursos naturais consiste no estabelecimento de um conjunto de ações de natureza administrativa em determinado espaço ou unidade de planejamento, considerando as inter-relações dos recursos naturais e das atividades socioeconômicas. É o *modus operandi*, que tem por premissa básica manter os recursos naturais disponíveis para o desenvolvimento – hoje, amanhã e sempre (AGENDA 21 BRASILEIRA, 2000).

O uso de matéria-prima tem que ser equilibrado, a fim de garantir a conservação de recursos limitados e preciosos. Seja na extração mineral, devastação de florestas valiosas, destruição de florestas de madeira ou uso de combustível fóssil, a capacidade de substituição e recuperação do eco-sistema é limitada. As demandas impostas pelos clientes aos fornecedores precisam ser modificadas, a fim de refletir a

manutenção desses recursos (GILBERT, 1995).

Ao analisar o desempenho ambiental das organizações, todos os aspectos da atividade industrial, prédios e transportes, precisam ser considerados. Eles afetam todas as partes da organização, e o sistema de gestão ambiental, que permitirá o controle visando à melhoria do desempenho ambiental, precisa incorporar todas essas questões (GILBERT, 1995).

Ainda segundo GILBERT (1995), as questões do desempenho ambiental mostram que é possível analisar o desempenho ambiental de nossas organizações em relação a questões globais – a filosofia “pense globalmente e atue localmente”.

A abordagem de padrões de sistemas de gestão ambiental reúne três conceitos:

- a) tudo o que fazemos na empresa tem algum impacto sobre o meio ambiente;
- b) os sistemas gerenciais controlam tudo o que fazemos na empresa; e
- c) é possível definir padrões para os sistemas de gestão ambiental.

### 3.5 QUALIDADE AMBIENTAL

A qualidade nas organizações deve ser entendida como uma filosofia que embasa o modelo de gestão ambiental proposto. Aqui entendido como modelo de gestão ambiental o conjunto de decisões exercidas sob princípios de qualidade ambiental e ecológica preestabelecidos, com a finalidade de atingir e preservar um equilíbrio dinâmico entre objetivos, meios e atividades no âmbito da organização (ANDRADE *et al*, 2000).

A filosofia da qualidade ambiental, portanto, não deve ser encarada como uma mudança com data de início e fim, porém como um processo contínuo com intensa participação de todos os níveis da organização, de cima para baixo, e partindo da cúpula diretiva da instituição. A filosofia, para ser instrumentalizada na prática,

deve contar com ferramentas e técnicas para dar suporte ao processo de gestão, a partir da definição de missões, estratégias corporativas, configuração organizacional, recursos humanos, processos e sistemas (ANDRADE *et al.*, 2000).

REIS e QUEIROZ (2002), destacam que há um crescente aumento de preocupação da sociedade com a diminuição da qualidade do nosso meio ambiente / meio envolvente. A utilização indiscriminada de materiais, matérias-primas, insumos, produtos, processos e serviços e a forma como eles impactam negativamente no nosso meio ambiente / meio envolvente é algo que tem preocupado toda a sociedade, principalmente devido aos impactos negativos que tem causado em toda a cadeia, desde a extração da matéria-prima até a disposição final do produto após o uso.

### 3.5.1 Certificação Florestal

Segundo FSC (2004) existem alguns princípios e critérios aos quais a organização deve se submeter para fins de certificação. Um dos princípios de maior relevância relacionado ao escopo deste trabalho é o Princípio nº 6, que trata dos impactos do manejo florestal, o qual estabeleceu que:

*“O manejo florestal deve conservar a diversidade ecológica e seus valores associados, os recursos hídricos, os solos, os ecossistemas e paisagens frágeis e singulares. Dessa forma estará mantendo as funções ecológicas e a integridade das florestas”.*

### 3.6 ASPECTO E IMPACTO AMBIENTAL

Segundo ISO (1996), aspecto ambiental é o elemento de atividades, produtos ou serviços de uma empresa que pode interagir com o meio ambiente.

Ainda segundo ISO (1996), entende-se por impacto ambiental qualquer alteração do meio ambiente, quer adversa ou benéfica, total ou parcialmente resultante de atividades, produtos ou serviços de uma organização.

A Resolução 001 / 86 do CONAMA considera impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas, que direta ou indiretamente afeta:

- a) a saúde;
- b) a segurança e o bem estar da população;
- c) as atividades econômicas e sociais;
- d) a biota;
- e) as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e
- f) a qualidade dos recursos ambientais.

QUEIROZ (2002) afirma que impacto ambiental inclui a noção de julgamento, valor positivo (benéfico) ou negativo (prejudicial). O conceito de impacto ambiental, portanto, é relativo porque o julgamento que lhe é intrínseco varia no espaço e no tempo. Pode-se admitir então que o impacto ambiental é sempre uma perturbação ecossistêmica, proveniente de uma ação ou omissão humana (efeito ambiental), qualificada de positiva ou negativa, por um certo grupo social no contexto de sua realidade espacial – temporal, ou seja, cultural.

REIS (2002) define aspecto ambiental como a “causa”, e impacto ambiental como o “efeito”. Segundo o autor, a cada ação que a empresa realizar que tenha um impacto negativo no meio ambiente, haverá uma reação que pode ser imediata, de médio ou longo prazo. Desta forma, a identificação dos aspectos e impactos ambientais e a avaliação da significância dos mesmos é um dos aspectos importantes do SGA. Para tal, é necessário termos uma clara compreensão da relação existente entre os negócios da empresa e o meio ambiente.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 ÁREA DE ESTUDOS

A coleta de dados para a realização deste trabalho foi realizada em duas unidades de manejo pertencentes a MOBASA – Modo Battistella Reflorestamento S.A., ambas localizadas no município de Rio Negrinho - SC.

As coordenadas geográficas da área de estudo são: Latitude 26° 15' 16" sul e Longitude 49° 31' 06" a oeste de Greenwich. O município de Rio Negrinho está a 792 metros acima do nível do mar, fazendo parte da região fisionômica natural do estado de Santa Catarina denominada Planalto Norte Catarinense.

O clima dominante da região, segundo Köppen, é do tipo mesotérmico úmido, sem estação seca e com verões frescos, com temperatura média anual de 17°C e precipitação média anual de 1.517 mm.

A região está inserida na Bacia do Rio Paraná, mais especificamente pertencente à bacia do rio Iguçu, onde seu principal curso d'água é o Rio Negro, afluente da margem esquerda do Rio Iguçu.

A geomorfologia regional em sua maioria é pertencente ao Patamar de Mafra, corresponde a uma superfície regular, quase plana, que ocupa a sul do Paraná e a parte do norte de Santa Catarina.

O relevo é constituído predominantemente por uma superfície colinosa, com altitude entre 1.100 e 1.200 m no limite leste, inclinando-se suavemente para Oeste a altitude média de 800 m.

#### 4.1.1 Características da Empresa

O Conglomerado Battistella é um grupo de empresas atuantes em diversos setores, comercializando produtos e serviços para a América Latina, Europa e Estados

Unidos. No setor florestal, a Battistella Indústria e Comércio Ltda. atua na produção e comercialização de produtos de madeira, como painéis, lâminas, compensados, madeira serrada, pellets, entre outros, possuindo duas unidades industriais, sendo uma em Lages – SC e outra em Rio Negrinho – SC.

O ativo florestal da empresa é administrado pela MOBASA – Modo Battistella Reflorestamento S.A., possuindo aproximadamente 40.000 hectares de terras, sendo 18.000 hectares com florestas cultivadas, onde são aplicadas modernas técnicas de manejo florestal sustentado.

A unidade de produção da empresa situada em Rio Negrinho tem um consumo médio de 45.000 m<sup>3</sup>/dia de madeira de *Pinus* spp. Os resíduos derivados do processo de produção consistem em: cinzas de caldeira (36 m<sup>3</sup>/dia), casca limpa (60 m<sup>3</sup>/dia) e casca suja (40 m<sup>3</sup>/dia).

A casca limpa é proveniente do descascamento das toras de madeira que servirão de matéria-prima para a fábrica, sendo vendida em grande parte para indústrias de chapas de painéis reconstituídos, ou utilizada como combustível na caldeira para gerar vapor e energia elétrica para a fábrica.

A casca suja é o resíduo gerado no pátio de estocagem das toras, que está misturado a outros materiais como pedras e solo. As cascas, juntamente com as cinzas da caldeira, comumente são retiradas do pátio e distribuídas para agricultores da região, que as utilizam na lavoura como cobertura e fontes de nutrientes.

A empresa recebeu a certificação do manejo florestal pelo FSC no ano de 2003, aumentando então o controle sobre todos os aspectos ambientais ligados à rotina de produção de madeira para a indústria.

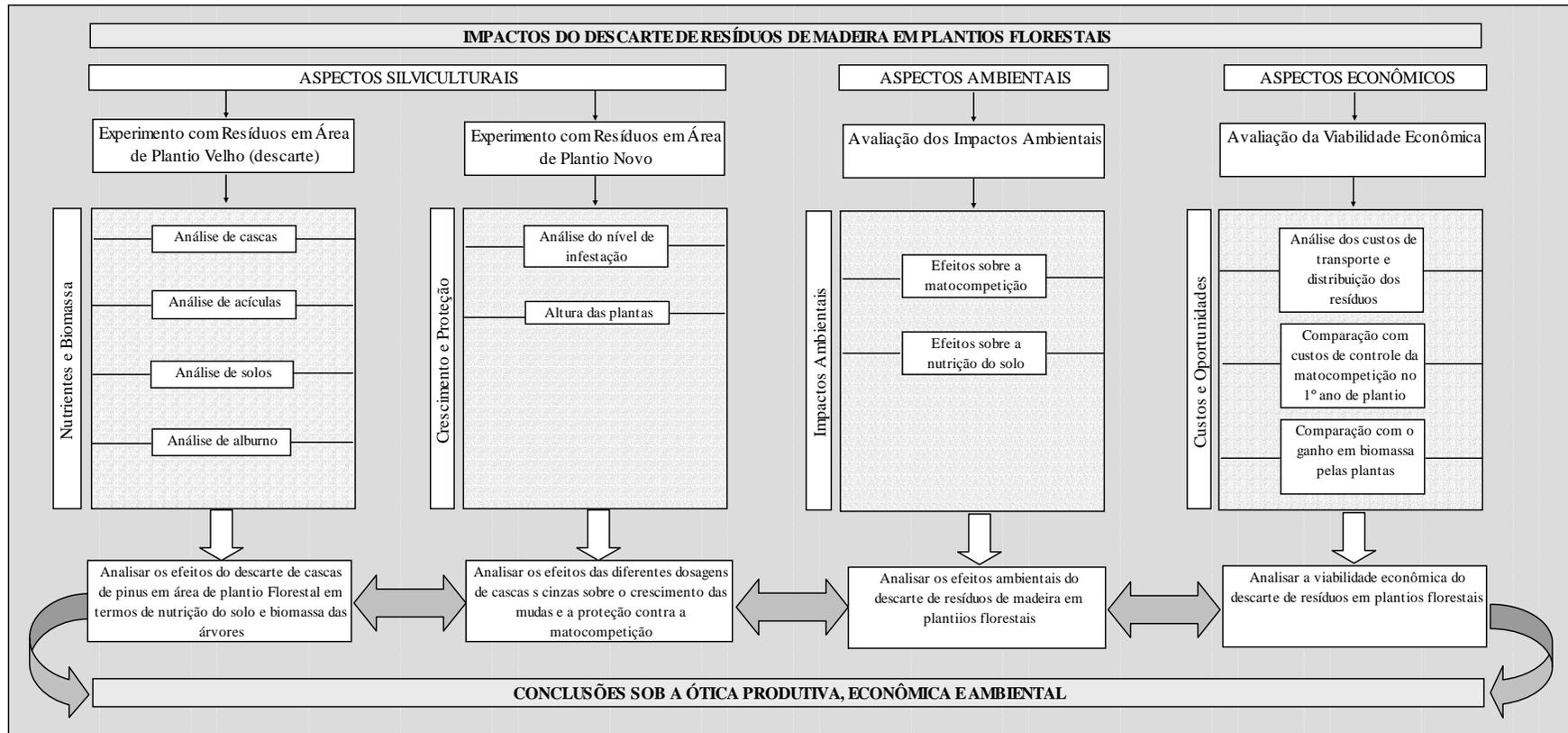
## 4.2 OBTENÇÃO DOS DADOS

Para alcançar os objetivos estabelecidos para este trabalho, foram instalados dois experimentos, sendo:

- experimento I - Análise dos efeitos provocados pelo descarte de resíduos (casca suja) em plantio adulto; e
- experimento II - Análise dos efeitos provocados pelo descarte de resíduos (casca suja e cinza de caldeira) em plantio jovem.

Com base nos resultados obtidos nos experimentos I e II, foi realizada a análise dos aspectos silviculturais. A partir disso, passou-se então para a análise dos aspectos econômicos e ambientais. A Figura 1 mostra o esquema de trabalho para a obtenção dos resultados.

FIGURA 1 – Esquema de Trabalho (Avaliação dos Aspectos Silviculturais, Econômicos e Ambientais do Descarte de Resíduos de Madeira em Plantios Florestais)



### 4.3 EXPERIMENTO I – DESCARTE DE RESÍDUOS DE MADEIRA (CASCA SUJA) EM PLANTIOS ADULTOS

A análise do descarte de resíduos em plantios adultos teve o objetivo de avaliar seus efeitos sobre:

- a) o teor de macronutrientes no solo;
- b) o estado nutricional das árvores (análise de alburno, casca e acículas); e
- c) o incremento em altura, DAP e volume do plantio florestal.

#### 4.3.1 Local de Coleta dos Dados

O experimento foi realizado em uma área de plantio de *Pinus elliottii*, plantado no ano de 1986, onde foram depositados resíduos (casca suja) no ano de 2002. A coleta de material procedeu-se no ano de 2004.

#### 4.3.2 Definição dos Tratamentos

Na época em que foram depositados os resíduos na área de plantio, não se estabeleceu um critério para distribuição uniforme das cascas. Sendo assim, verificou-se que havia basicamente quatro situações diferentes relativas ao volume de cascas distribuído no plantio de *Pinus elliottii*, sendo:

- a) na primeira situação, os resíduos circundavam por inteiro a base das árvores, em uma espessura de aproximadamente 20 cm;
- b) na segunda situação, os resíduos estavam dispostos apenas na metade da base das árvores, com a mesma espessura média;
- c) na terceira situação, a camada de resíduos alcançava a espessura de até 70 cm acima da base de cada árvore; e
- d) Na quarta situação, as árvores não possuíam nenhuma quantidade de resíduos em suas bases.

Cabe ressaltar que estas situações não foram montadas, e sim encontradas na área de plantio no momento da avaliação inicial quanto à metodologia a ser utilizada para a avaliação dos dados de acordo com os objetivos deste trabalho.

Observando-se as quatro situações, a seleção das árvores foi definida de acordo com o volume de cascas recebido em sua base. Para tanto, foram definidos quatro grupos (tratamentos), com cinco indivíduos cada um, de acordo com a Tabela 1.

TABELA 1 – Grupos de Árvores de *Pinus elliottii* Selecionados Conforme a Presença de Resíduos em suas Bases

Grupo (Tratamentos)	Árvores	Descrição
1 – Toda base (20cm)	1 – 5	Resíduos em toda a base das árvores
2 – Metade da base (20cm)	5 – 10	Resíduos na metade da base das árvores
3 – Testemunha	10 – 15	Árvores que não receberam resíduos
4 – Toda base (70cm)	15 – 20	Resíduos em toda a base com espessura superior às demais

Os quatro grupos de árvores encontravam-se no mesmo talhão, a uma distância média de 10 metros entre um e outro, sendo que o grupo 4, encontrava-se a uma distância um pouco maior, cerca de 30 metros.

Foram selecionados 20 indivíduos, com DAP próximo à média da população (23,5 cm a 31 cm). Em cada indivíduo, procedeu-se a coleta dos seguintes materiais:

- quatro amostras de solo, nas profundidades de 0 a 5, 5 a 10, 10 a 15 e 15 a 20 cm, próximas das árvores selecionadas;
- uma amostra de acículas da copa de cada indivíduo; e
- três discos do fuste (discos da base, DAP e metade da altura total).

O esquema da definição dos grupos e da coleta de material é apresentado nas Figuras 2, 3 e 4.

FIGURA 2 – Grupos de Árvores (Tratamentos 1, 2, 3 e 4)

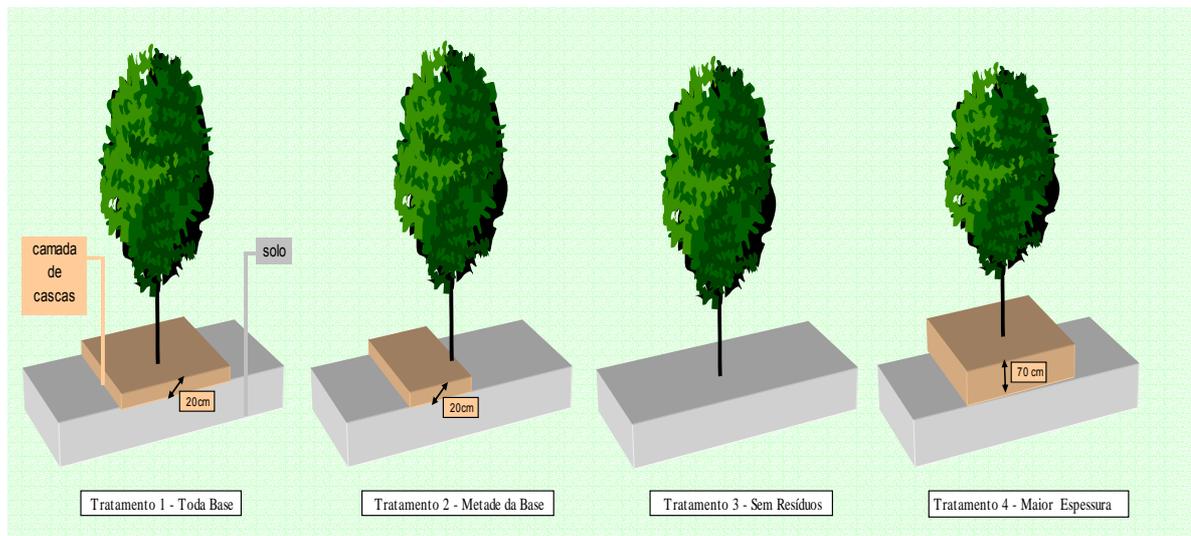


FIGURA 3 – Níveis de Profundidades para Coleta de Solos (0-5; 5-10; 10-15; 15-20cm)

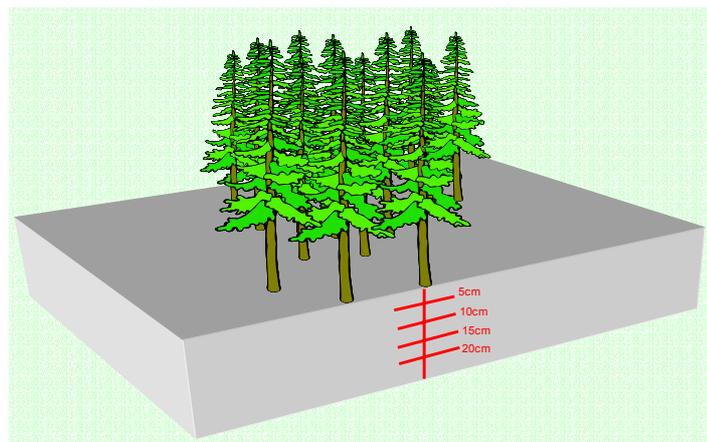
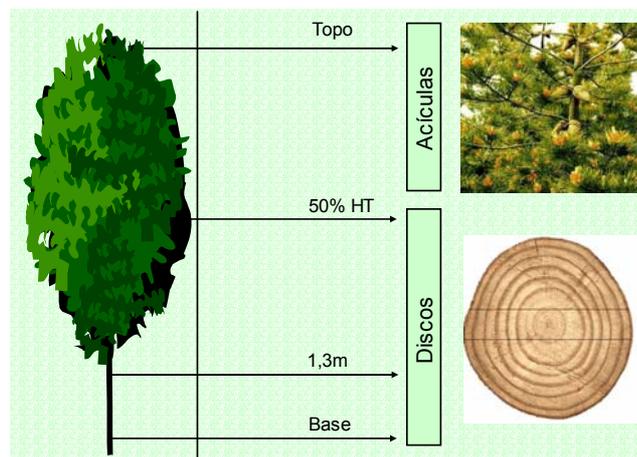


FIGURA 4 – Locais de Coleta de Discos e Acículas nas Árvores de *Pinus elliottii*



Foram ainda tomadas as circunferências da base, da altura de 1,3 m, da metade da altura total, além de medidas as alturas totais de cada árvore para a estimativa do volume médio de cada tratamento.

#### 4.3.3 Análise de Solos

As amostras de solo foram utilizadas para determinar os atributos químicos do solo: macronutrientes, capacidade de troca de cátions e matéria-orgânica; e as análises granulométricas, seguindo metodologia descrita em EMBRAPA (1997).

##### 4.3.3.1 Testes Realizados

- comparação entre os volumes dos tratamentos;
- comparação entre os tratamentos 1; 2; 3 e 4 na profundidade de 0 a 5cm;
- comparação entre os tratamentos 1; 2; 3 e 4 na profundidade de 5 a 10cm;
- comparação entre os tratamentos 1; 2; 3 e 4 na profundidade de 10 a 15 cm; e
- comparação entre os tratamentos 1; 2; 3 e 4 na profundidade de 15 a 20cm.

#### 4.3.4 Análise de Biomassa

##### 4.3.4.1 Testes realizados

No laboratório, as amostras foliares foram secas em estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 70-75°C até peso constante. Após a secagem foi feita a moagem do material foliar em moinho Willey com peneira de 20 "mesh". Em

seguida, o material foi encaminhado ao Laboratório da Embrapa Florestas para a análise foliar. As amostras foram digeridas por via úmida, empregando-se a digestão Nitro-Perclórica (SARRUGE e HAAG, 1974).

Os teores de P foram determinados colorimetricamente pelo método de Vanado-Molibdato de Amônia, e os teores de K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e Cu por espectrometria de absorção atômica. Os teores de N foram determinados por Semi-Micro-Kjeldahl (SARRUGE e HAAG, 1974).

Nos discos obtidos foram medidos o diâmetro com casca e sem casca, a densidade básica e separadas amostras para análise do teor dos macronutrientes no alburno e casca. Os anéis do alburno relativo aos dois últimos anos antes e dos dois últimos anos após a colocação dos resíduos tiveram o teor dos macronutrientes analisados separadamente, conforme metodologia descrita acima.

A análise dos nutrientes presentes na biomassa foi realizada no alburno, acículas e casca de cada árvore, sendo:

1. Alburno – Disco da Base: análise da concentração de nutrientes presentes no alburno da base das árvores;
2. Alburno – Disco da Metade da Altura Total: análise da concentração de nutrientes presentes no alburno na metade da altura total;
3. Alburno – Disco do DAP: análise da concentração de nutrientes presentes no alburno na altura do DAP (1,3 m);
4. Alburno – Idades (Entre os 15/16 e 17/18 anos): análise da concentração de nutrientes presentes entre os dois períodos de crescimento (antes e depois do descarte das cascas);
5. Acículas – Média dos Tratamentos: análise da concentração de nutrientes presentes nas acículas;
6. Casca – Disco da Base: análise da concentração de nutrientes presentes nas cascas da base das árvores;

7. Casca – Disco do DAP: análise da concentração de nutrientes presentes na altura do DAP (1,3 m) das árvores;
8. Casca – Disco da Metade da Altura Total: análise da concentração de nutrientes presentes na metade da altura total das árvores; e
9. Peso de nutrientes: estimativa do peso de nutrientes por seção nas árvores, sendo: seção I (base até DAP); seção II (DAP até metade da altura total); seção III (metade da altura total até altura total).

Para a estimativa do peso de nutrientes, utilizou-se uma densidade básica da madeira de *Pinus elliottii* igual a 420 kg m<sup>-3</sup>, de acordo com TOMASELLI (1979).

Foram estimados os seguintes nutrientes:

- N (nitrogênio);
- P (fósforo);
- K (potássio);
- Ca (cálcio); e
- Mg (magnésio).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com um nível de erro de 5%.

#### 4.4 EXPERIMENTO II - ANÁLISE DO DESCARTE DE RESÍDUOS EM PLANTIOS JOVENS

O experimento II teve como objetivo avaliar a influência da distribuição de camadas de resíduos (casca suja e cinza de caldeira) sobre a matocompetição e sobre a altura das mudas.

O experimento foi realizado em uma área preparada para o plantio, localizada em uma fazenda distante 50 km da fábrica da Battistella.

Foram testados 7 tratamentos com 5 repetições, num total de 45 parcelas.

Cada tratamento recebeu um volume diferente de resíduos, na área total da parcela ou somente nas linhas de plantio, como demonstra o Quadro 1:

QUADRO 1 – Esquema do Experimento II

TRATAMENTOS		REPETIÇÕES				
		1	2	3	4	5
T1	TESTEMUNHA	-	-	-	-	-
T2	LINHA 4 cm de cascas (17,5 m <sup>3</sup> )	-	-	-	-	-
T3	LINHA 8 cm de cascas (35 m <sup>3</sup> )	-	-	-	-	-
T4	TOTAL 4 cm de cascas (43,75 m <sup>3</sup> )	-	-	-	-	-
T5	TOTAL 8cm de cascas (87,5 m <sup>3</sup> )	-	-	-	-	-
T6	TOTAL 4 cm de cascas (43,75 m <sup>3</sup> ) C/ CINZA (4,38 m <sup>3</sup> )	-	-	-	-	-
T7	LINHA 4 cm de cascas (17,5 m <sup>3</sup> ) C/ CINZA (4,38 m <sup>3</sup> )	-	-	-	-	-

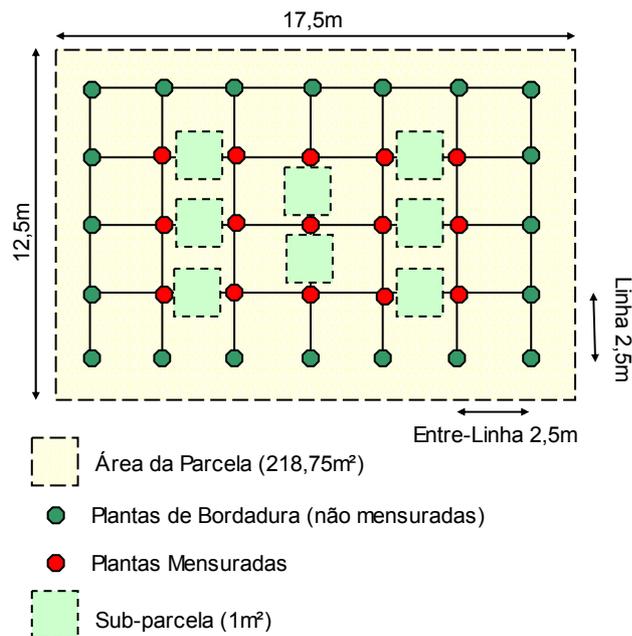
Onde:

- T1: Testemunha - parcelas que não receberam nenhuma quantidade de resíduos;
- T2: Cascas sujas distribuídas nas linhas de plantio com 4 cm de espessura, correspondendo a 17,5 m<sup>3</sup> de cascas para a área total do tratamento;
- T3: Cascas sujas distribuídas nas linhas de plantio com 8 cm de espessura, correspondendo a 35 m<sup>3</sup> de cascas para a área total do tratamento;
- T4: Cascas sujas distribuídas na área total das parcelas com 4 cm de espessura, correspondendo a 43,75 m<sup>3</sup> de cascas para a área total do tratamento;
- T5: Cascas sujas distribuídas na área total das parcelas com 8 cm de espessura, correspondendo a 87,5 m<sup>3</sup> de cascas para a área total do tratamento;

- T6: Cascas sujas distribuídas na área total das parcelas com 4 cm de espessura, correspondendo a 43,75 m<sup>3</sup> de cascas mais 4,38 m<sup>3</sup> de cinzas de caldeira distribuídas na área total do tratamento; e
- T7: Cascas sujas distribuídas nas linhas de plantio com 4 cm de espessura, correspondendo a 17,5 m<sup>3</sup> de cascas mais 3,5 m<sup>3</sup> de cinzas de caldeira para a área total do tratamento;

Cada parcela teve uma área equivalente a 218,75 m<sup>2</sup>, contendo um total de 35 plantas, correspondendo a uma área total de aproximadamente 7.656,25 m<sup>2</sup> para o experimento (Figura 5).

FIGURA 5 – Esquema das Parcelas e Sub-parcelas do Experimento II



Após a distribuição dos resíduos, foi realizado o plantio das mudas de *Pinus taeda*, no espaçamento de 2,5 x 2,5 m.

As cinzas de caldeira foram adicionadas com o objetivo de se avaliar o nível de incorporação de nutrientes no solo, porém, devido ao período reduzido entre a distribuição das cinzas no campo e a análise dos dados, essa avaliação será realizada em uma etapa posterior, não fazendo parte dos resultados deste trabalho.

As análises da matocompetição e das alturas das mudas foram realizadas aos 8 meses de plantio.

Para a análise da matocompetição, foram instaladas 8 sub-parcelas de 1 m<sup>2</sup> em cada parcela (Figura 6). Na área de cada sub-parcela, foi retirado toda a vegetação e tomado seu peso úmido. Posteriormente, uma amostra de 163,2 g foi levada à estufa para a estimativa do peso seco.

Para a medição das alturas das mudas, foram consideradas apenas 15 mudas presentes no interior das parcelas, desconsiderando-se as plantas de bordadura. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com um nível de erro de 1%.

FIGURA 6 – Sub-parcela (1 m<sup>2</sup>) para Coleta de Plantas Indesejáveis



#### 4.5 ANÁLISE AMBIENTAL

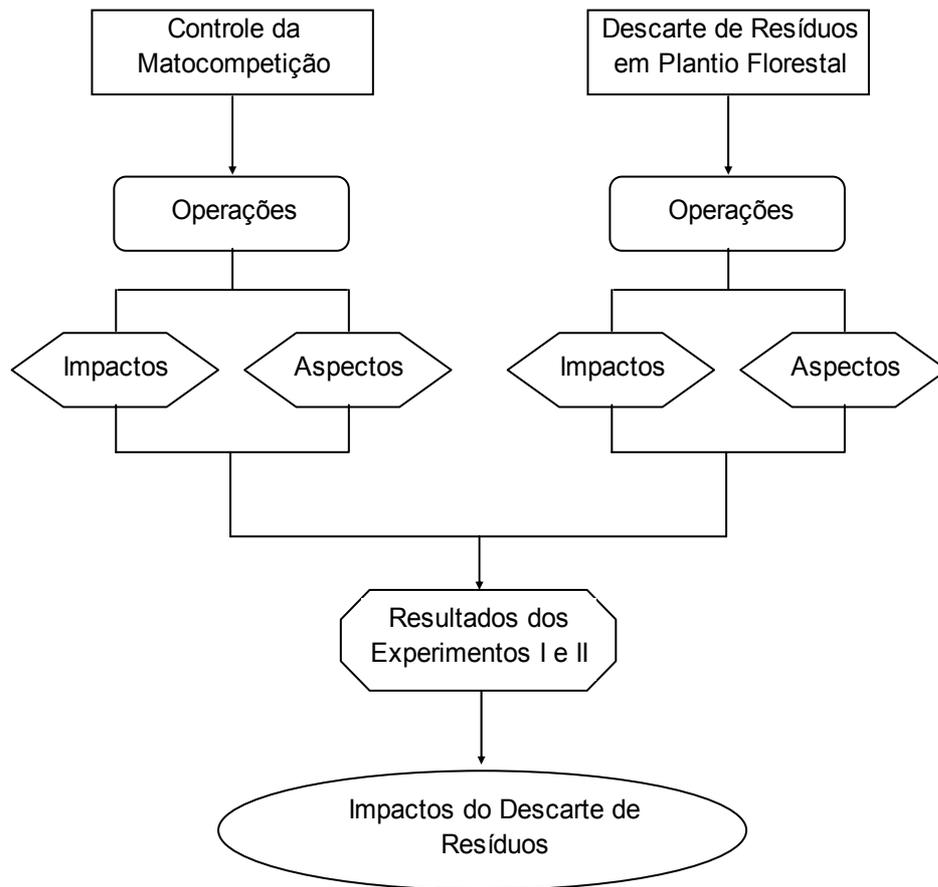
Os aspectos e impactos ambientais relacionados ao descarte de resíduos em plantios florestais foram identificados com base na metodologia proposta por REIS (2002).

Nesta metodologia, primeiramente são listadas todas as operações necessárias para desempenhar determinada tarefa e, em seguida, são listados os

aspectos e identificados os impactos ambientais referentes a cada operação.

O esquema para avaliação é apresentado na Figura 7.

FIGURA 7 – Esquema da Avaliação Ambiental



Primeiramente foram avaliados os aspectos e impactos ambientais das operações relacionadas ao controle da matocompetição, sendo elas a aplicação de herbicida, a roçada mecanizada e a roçada manual. Em seguida foram avaliados os aspectos e impactos ambientais das operações relacionadas ao descarte de resíduos em plantios florestais, sendo elas o transporte e a distribuição dos resíduos.

A matriz de avaliação de aspectos e impactos ambientais utilizada foi adaptada da metodologia proposta por ZENY (2002), onde é utilizada uma listagem de aspectos e impactos ambientais, atribuindo-se diferentes pontuações para se determinar

o grau de significância entre os impactos.

Para finalizar, com base nos resultados dos experimentos I e II, foi realizada a avaliação dos impactos positivos e negativos do descarte de resíduos, comparando-os com os impactos referentes ao controle da matocompetição.

Os critérios de avaliação dos impactos encontram-se na Tabela 2.

TABELA 2 – Critérios de Avaliação de Impactos

Impacto	Simbologia	Pontuação
Real	•	3
Potencial	•	1
Probabilidade de Ocorrência	Simbologia	Pontuação
Pequena	P	1
Média	M	2
Grande	G	3
Grau de Significância	Simbologia	Pontuação
Significativo	SG	5 a 6
Pouco Significativo	PS	2 a 4

FONTE: adaptado de ZENY (2002).

O Impacto Real foi considerado quando este pôde ser de alguma forma mensurado. Já o Impacto Potencial foi considerado como aquele em que existe a possibilidade de impacto, porém não ocorrendo no momento da operação, ou aquele que não pôde ser mensurado quando da implantação dos experimentos.

Considerou-se como Probabilidade de Ocorrência Pequena os impactos com poucas chances de ocorrer realmente, como Probabilidade Média os que podem ocorrer mediante condições específicas e, como Probabilidade Grande, os impactos com alto potencial de ocorrência.

Os impactos foram ainda classificados como significativos (SG), quando atingiram uma pontuação acima de 5 pontos e, pouco significativos (PS) quanto atingiram uma pontuação de até 4 pontos.

## 4.6 ANÁLISE DOS ASPECTOS ECONÔMICOS

A análise dos aspectos econômicos foi realizada com base nos seguintes pontos:

- custos de transporte e distribuição dos resíduos para o experimento I;
- comparação entre os custos de controle da matocompetição para o primeiro ano de plantio (aplicação de herbicida e roçada manual) em condições normais e em locais onde foram depositados resíduos (resultados do experimento II);
- incremento das árvores: análise do incremento ideal a ser obtido pelas árvores para que este supere os custos de transporte e distribuição dos resíduos e controle da matocompetição para o primeiro ano de plantio (resultados do experimento I); e
- definição da distância ideal para a distribuição dos resíduos: distância em que os custos de transporte e distribuição sejam, no mínimo, iguais aos ganhos em incremento pelas plantas (resultados dos experimentos I e II).

### 4.6.1 Variáveis Analisadas

As variáveis utilizadas para a avaliação econômica foram:

- a) custos de transporte e distribuição:
  - distância para transporte das cascas: fábrica – fazenda – fábrica (km);
  - capacidade de carga do caminhão basculante ( $m^3$ );
  - total de viagens necessárias ( $n^o$  viagens);
  - custo por carga (R\$/carga);
  - total transportado ( $m^3$ );
  - custo total de transporte (R\$); e
  - custo de distribuição das cascas no campo com trator de esteira (R\$/ha).

b) custos de controle da matocompetição:

- custo de aplicação de herbicida (R\$/ha); e
- custo de roçada manual (R\$/ha).

Os resultados foram expressos em reais (R\$) e posteriormente transformados em metros cúbicos ( $m^3$ ), utilizando-se para isso o valor do metro cúbico em pé praticado na região onde está instalada a empresa.

Para a comparação entre áreas onde foram descartados os resíduos e áreas sem cascas, utilizou-se os resultados dos experimentos I e II, sendo:

- resultado do experimento I: Melhor tratamento (maior volume médio); e
- resultado do experimento II: Melhor tratamento (menor concentração de plantas indesejáveis por unidade de área, com conseqüente diminuição da área de roçada e aplicação de herbicida necessária).

Com base nos custos de transporte das cascas para a implantação do experimento II, estimou-se então o custo médio por quilômetro rodado para o transporte das cascas.

Os custos médios por quilômetro foram somados aos custos de distribuição e aos custos de controle da matocompetição para o primeiro ano de plantio, obtendo-se então os custos para o controle da matocompetição em áreas com e sem cascas.

Os valores obtidos foram convertidos de Reais (R\$) para metro cúbico ( $m^3$ ) para facilitar a comparação entre custos e incrementos.

Os custos estimados por quilômetro foram então cruzados com os incrementos médios por hectare que o plantio de *Pinus* deveria ter para que, pelo menos, os custos da área onde as cascas foram descartadas se igualem ao incremento médio da floresta.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 EXPERIMENTO I - DESCARTE DE RESÍDUOS DE MADEIRA (CASCA SUJA) EM PLANTIOS ADULTOS

Para a análise dos nutrientes presentes nas cascas que foram descartadas na área de plantio foram coletadas 5 amostras no pátio de estocagem da empresa. A Tabela 3 apresenta a concentração de nutrientes presentes nas cascas do pátio de estocagem.

TABELA 3 – Nutrientes Presentes nas Cascas de *Pinus* spp Coletadas no Pátio de Estocagem

Amostras	N	P	K	Ca	Mg
	g kg <sup>-1</sup>				
1	2,71	0,17	1,24	0,75	0,38
2	3,16	0,17	1,58	1,64	0,50
3	2,56	0,17	1,46	1,09	0,46
4	2,48	0,17	1,13	0,67	0,25
5	2,63	0,11	1,13	0,92	0,29
Média	2,71	0,16	1,31	1,01	0,38

Os dados presentes na Tabela 3 aproximam-se dos obtido por CASTRO (1980) que encontrou as seguintes concentrações (g kg<sup>-1</sup>) de macronutrientes nas cascas de *Pinus oocarpa* com 18 anos de idade: N – 2,61; P – 0,17; K – 1,36; Ca – 0,68; Mg – 0,30.

#### 5.1.1 Avaliações Dendrométricas

No momento em que se procedeu à coleta dos dados, o talhão apresentava uma média de 600 árvores por hectare, com um volume médio de 359,75 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

Os resultados das avaliações dendrométricas são apresentados na Tabela 4.

TABELA 4 – Média de Volume, DAP, Altura Total e Altura Comercial das Árvores de *Pinus elliottii* por Tratamento aos 18 Anos de Idade.

Tratamentos	Volume (c/c)	DAP	Altura Total	Altura Comercial
	m <sup>3</sup>	cm	m	M
4 – Toda base (70cm)	0,7 (a)	27,4	25,4	18,2
1 – Toda base (20cm)	0,6(ab)	27,6	23,2	17,1
2 – Metade da base (20cm)	0,6(ab)	26,0	23,1	16,9
3 – Testemunha	0,5 (b)	29,2	22,6	16,1
CV%	14,0	5,9	3,9	9,2

NOTA: Os resultados seguidos por letras apresentaram-se estatisticamente diferentes para o teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

As médias dos volumes dos tratamentos mostraram-se estatisticamente diferentes para um nível de erro igual a 5%.

As médias dos volumes dos tratamentos que possuíam cascas (tratamentos 4, 2 e 1) foram superiores à do tratamento 3 (testemunha).

O tratamento 4 (70 cm de espessura média) apresentou um volume 25% maior que o tratamento 3 (testemunha). Quando considerado o volume médio individual para o talhão onde foi realizado o experimento, sendo este igual a 0,599 m<sup>3</sup> por árvore, o tratamento 4 apresenta um volume 15% maior à média da população.

BALLONI (1984) constatou que, apesar de o *Pinus spp* ser considerado pouco exigente quanto à fertilidade do solo, níveis diferenciados de produção têm sido observados quando se plantam espécies em condições edáficas distintas.

Neste sentido, considerando-se os resultados obtidos, poderia-se dizer que o as cascas exerceram algum tipo de influência sobre as características do solo da área de estudo, o que proporcionou um incremento em volume diferenciado para o *Pinus elliotti*.

Porém, cabe ressaltar que as cascas foram depositadas na área quando o plantio atingia os dezesseis anos de idade, sendo a estimativa em termos de volume realizada aos dezoito anos. Dessa forma, os resultados apontam para uma tendência maior de crescimento das árvores especificamente para as condições em que se

realizaram os estudos, sendo recomendada uma avaliação sobre a influência do descarte de cascas sobre os aspectos dendrométricos em um período maior de tempo, preferencialmente a partir do primeiro ano de plantio, avaliando essa influência durante o período total de rotação da espécie.

### 5.1.2 Análise de Solos

Os resultados gerais das análises de solos (teor de macronutrientes) entre as profundidades de 5 cm, 10 cm, 15 cm e 20 cm encontram-se na Tabela 5.

TABELA 5 – Teor de Macroelementos entre as Profundidades de 0 - 5 cm, 5 - 10 cm, 10 - 15 cm e 15 - 20 cm de Profundidade de Solo

Tratamento	P	M.O.	pH	H + Al	Al <sup>+3</sup>	K	Ca	Mg	SB	CTC	V	Sat. Al
	mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	cmolc dm <sup>-3</sup>						%		
0 a 5 (cm)												
4 – Toda base (70cm)	4,14	45,64	3,72	16,40	5,51 (a)	0,25	1,05	0,24	1,54	17,94	8,51	1,30
3 – Testemunha	4,50	56,52	3,78	17,14	4,86 (ab)	0,19	0,54	0,34	1,07	18,21	6,32	1,22
2 – Metade da base (20cm)	3,60	53,14	3,74	15,69	4,54 (b)	0,18	0,60	0,18	0,95	16,65	5,53	1,21
1 – Toda base (20cm)	4,50	59,28	3,68	16,01	4,40 (b)	0,26	0,83	0,46	1,55	17,56	8,59	1,37
CV%	10,6											
5 a 10 (cm)												
4 – Toda base (70cm)	3,24	38,53	3,72	15,75	5,60 (a)	0,21	0,69	0,13	1,04	16,79	6,18	1,19
3 – Testemunha	3,24	54,99	3,79	17,94	4,68 (ab)	0,13	0,25	0,16	0,54	18,48	2,80	1,12
1 – Toda base (20cm)	3,42	50,14	3,73	15,29	4,48 (b)	0,25	0,71	0,43	1,39	16,67	8,08	1,36
2 – Metade da base (20cm)	3,24	46,63	3,76	15,06	4,42 (b)	0,15	0,35	0,17	0,67	15,73	4,33	1,15
CV%	11,5											
10 a 15 (cm)												
4 – Toda base (70cm)	3,60 (a)	3,18 (b)	3,73 (ab)	15,71	5,73 (a)	0,16	0,42	0,33 (a)	0,91 (a)	16,62	5,59 (a)	1,16
3 – Testemunha	3,06 (ab)	4,94 (ab)	3,80 (a)	17,07	4,92 (b)	0,11	0,23	0,10 (b)	0,44 (b)	17,51	2,58 (b)	1,09
1 – Toda base (20cm)	1,80 (b)	5,56 (a)	3,71 (b)	16,02	4,49 (b)	0,17	0,41	0,19 (b)	0,78 (ab)	16,80	4,68 (ab)	1,17
2 – Metade da base (20cm)	2,34 (ab)	4,80 (ab)	3,79 (ab)	14,69	4,37 (b)	0,13	0,29	0,13 (b)	0,55 (ab)	15,24	3,68 (ab)	1,13
CV%	35,8	21,7	1,2	8,3			39,6		29,8	34,5		
15 a 20 (cm)												
4 – Toda base (70cm)	2,52	2,67 (b)	3,74 (c)	15,66 (a)	5,49 (a)	0,15	0,38	0,19	0,71	16,38 (a)	4,45	1,14
3 – Testemunha	1,62	4,59 (a)	3,82 (a)	14,21 (ab)	4,78 (ab)	0,09	0,21	0,09	0,39	14,6 (ab)	2,65	1,08
2 – Metade da base (20cm)	2,34	4,34 (a)	3,80 (ab)	13,24 (b)	4,61 (ab)	0,11	0,25	0,12	0,48	13,72 (b)	3,52	1,10
1 – Toda base (20cm)	1,62	4,36 (a)	3,76 (bc)	14,26 (ab)	4,25 (b)	0,14	0,33	0,16	0,63	14,89 (ab)	4,06	1,15
CV%	12,0		0,7	8,3	11,3	8,4						

NOTA: Os resultados seguidos por letras apresentaram-se estatisticamente diferentes para o teste de Tukey (p < 0,05)

De acordo com os dados da Tabela 5, o fator de maior destaque referente aos resultados das análises de solo está relacionado aos teores de alumínio, sendo o único elemento que apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos para os quatro níveis de profundidade analisados.

O tratamento 4, com maior espessura de cascas, apresentou a maior concentração de alumínio em todas as profundidades.

MALAVOLTA (1997) afirma que teores baixos de alumínio no solo encontram-se abaixo de 4 mmolc dm<sup>3</sup>, teores médios na faixa de 4 a 6 mmolc dm<sup>3</sup> e teores altos acima de 6 mmolc dm<sup>3</sup>.

TORRACA *et. al.* (1984) ao realizar análise química de amostras de solo em diferentes níveis de profundidade em plantio de *P. elliotii* var. *elliotii* com 24 anos de idade encontrou, na profundidade de 0 – 20cm, valores de alumínio igual a 1,48 cmolc kg<sup>-1</sup>.

O teor de alumínio, segundo VEIGA e.t al. (1977) detectado pela análise química do solo em povoamento com *Pinus elliotii* var. *elliotii* em diferentes locais do Estado de São Paulo, ultrapassou em muito, na maioria dos casos, o limite de tolerância 0,5 cmolc kg<sup>-1</sup>, sem que houvesse influência sobre a capacidade produtiva potencial da espécie.

Segundo COMETTI *et. al.* (2003), a Saturação por Alumínio (%) em termos práticos, reflete a percentagem de cargas negativas do solo, próximo ao pH natural, que está ocupada por Al trocável. É uma forma de expressar a toxidez causada por alumínio. Em geral, quanto mais ácido é um solo, maior o teor de Al trocável em valor absoluto, menores os teores de Ca, Mg e K, menor a soma de bases e maior a percentagem de saturação por alumínio.

Embora o tratamento com maior espessura de cascas tenha apresentado o maior teor de alumínio para os quatro níveis de profundidade analisados, como não se conhecia a composição química do solo antes do descarte das cascas, este não pode ser considerado como um resultado conclusivo, ocorrido exclusivamente em função da

decomposição das cascas, pois o alto teor de Al pode ter sido resultado de outros fatores. Além disso, o segundo maior teor de Al foi encontrado no tratamento 3 (testemunha), onde não havia nenhuma quantidade de cascas.

Apesar de apresentar diferença significativa, o pH apresentou pouca variação, estando esta na faixa de 3,71 a 3,82 quando considerada a profundidade de 10 a 20 cm, o que demonstra que, neste caso, as cascas não exerceram grande influência sobre a acidez do solo, fato que poderia ser considerado como um impacto negativo sob as óticas produtiva e ambiental.

### 5.1.3 Análise de Nutrientes Presentes na Biomassa das Árvores

Na Tabela 6 são apresentados os resultados da análise do teor de nutrientes presentes em diferentes posições no tronco das árvores de *Pinus elliottii*.

TABELA 6 – Teor de Nutrientes no Alburno das Árvores de *Pinus elliottii*, por Tratamento e por Posição no Tronco

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
	g kg <sup>-1</sup>				
Base					
4 – Toda base (70cm)	1,18	0,13 (a)	0,56	0,81 (a)	0,19
3 – Testemunha	1,74	0,13 (a)	0,67	0,53 (b)	0,17
1 – Toda base (20cm)	1,22	0,10 (ab)	0,66	0,42 (b)	0,17
2 – Metade da base (20cm)	1,12	0,04 (b)	0,66	0,50 (b)	0,16
CV%	49,9		16,9		
DAP (1,3m)					
4 – Toda base (70cm)	0,88	0,14 (a)	0,36	0,70 (a)	0,16
3 – Testemunha	1,41	0,14 (a)	0,51	0,52 (ab)	0,15
2 – Metade da base (20cm)	0,99	0,06 (ab)	0,47	0,48 (b)	0,13
1 – Toda base (20cm)	1,13	0,04 (b)	0,45	0,44 (b)	0,16
CV%	49,2		20,0		
0,50 HT					
1 – Toda base (20cm)	1,04	0,06	0,70	0,51	0,19
2 – Metade da base (20cm)	1,41	0,09	0,66	0,59	0,17
3 – Testemunha	1,26	0,13	0,72	0,57	0,17
4 – Toda base (70cm)	0,94	0,14	0,53	0,71	0,18
CV%					

NOTA: Os resultados seguidos por letras apresentaram-se estatisticamente diferentes para o teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

A Tabela 6 mostra que houve diferença estatística significativa para os teores de fósforo e de cálcio entre os tratamentos nas análises dos discos da base e do DAP.

CASTRO *et. al.* (1980), coletando discos do tronco da metade da altura total de *Pinus oocarpa* aos 18 anos de idade, encontrou teores de cálcio na madeira igual a 0,64 g kg<sup>-1</sup> e de fósforo igual a 0,07 g kg<sup>-1</sup>.

O cálcio apresentou a maior concentração no tratamento 4, com maior espessura de cascas, enquanto que os demais tratamentos apresentaram valores próximos uns dos outros.

O fósforo apresentou a maior concentração no tratamento 4, com maior espessura de cascas, porém não diferindo do tratamento 3 (testemunha).

De maneira geral, devido aos processos fisiológicos estarem em ampla atividade nas regiões de maior crescimento da árvore e pela dinâmica da reciclagem interna dos nutrientes móveis, tais como N, P, K e Mg, encontramos um teor crescente de elementos, da base para o topo do caule. (TORRACA, 1984).

Neste caso, porém, os resultados mostram que os teores de nutrientes não seguem uma tendência de crescimento da base para o topo.

REISSMANN (2000) afirma que é preciso considerar vários aspectos numa análise de diagnóstico nutricional. Frequentemente, a análise de tecidos nos mostra o grau de deficiência, mas alguns elementos são mascarados por efeitos da concentração ou diluição.

#### 5.1.3.1 Análise de nutrientes presentes no alburno entre dois períodos de crescimento

Para avaliar se houve incorporação de nutrientes entre dois períodos de crescimentos (antes e depois do descarte de resíduos), foi realizada a análise de nutrientes presentes no alburno entre os 15 e 16 anos e os 17 e 18 anos de idade. Os resultados são apresentados na Tabela 7.

TABELA 7 – Teor de Nutrientes no Alburno das Árvores de *Pinus elliottii*, entre as Idades de (15 e 16 anos) e (17 e 18 anos)

Idades	N	P	K	Ca	Mg
	g kg <sup>-1</sup>				
Tratamento 1 – Toda base (20cm)					
15-16	0,98 (b)	0,21	0,47	0,45 (a)	0,14
17-18	1,22 (a)	0,21	0,63	0,31 (b)	0,15
CV%	9,3		14,5		
Tratamento 2 – Metade da base (20cm)					
15-16	1,13 (b)	0,14	0,46 (b)	0,40 (a)	0,11
17-18	1,37 (a)	0,14	0,65 (a)	0,31 (b)	0,12
CV%	11,9		20,5	17,5	
Tratamento 3 – Testemunha					
15-16	1,18	0,23	0,49	0,36	0,12
17-18	1,39	0,24	0,72	0,32	0,14
CV%					
Tratamento 4 – Toda base (70cm)					
15-16	0,78	0,13	0,36	0,39	0,10 (b)
17-18	0,76	0,12	0,55	0,39	0,15 (a)
CV%					2,6

NOTA: Os resultados seguidos por letras apresentaram-se estatisticamente diferentes para o teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Os resultados mostram que apenas o teor de fósforo não apresentou diferença significativa para nenhum dos tratamentos.

O nitrogênio, o potássio e o magnésio apresentaram acréscimos de concentração do segundo período de crescimento em relação ao primeiro.

O nitrogênio apresentou um acréscimo de 25% no segundo período de crescimento em relação ao primeiro para o tratamento 1 e de 21% para o tratamento 2.

Também para o tratamento 2, o potássio apresentou um acréscimo de 42% no segundo período de crescimento em relação ao primeiro.

O magnésio apresentou um acréscimo de 50% no segundo período de crescimento em relação ao primeiro no tratamento 4.

Os resultados apontam que, após o descarte das cascas na área de plantio,

houve um acréscimo dos teores de N, K e Mg nas árvores de *Pinus elliottii*.

Porém, estes resultados podem também refletir os efeitos da migração de N, K e Mg dos anéis mais velhos para os mais jovens.

Embora os resultados do potássio para os tratamentos 1, 3 e 4 tenham apresentado valores proporcionais em termos de diferença ao tratamento 2, a análise estatística apontou para uma diferença não significativa.

Apenas o cálcio apresentou decréscimo da concentração do segundo período de crescimento em relação ao primeiro, sendo verificado um decréscimo de 31% no tratamento 1 e de 22% no tratamento 2.

No tratamento 3 não houve alteração significativa da concentração de nutrientes entre os dois períodos de crescimento para nenhum dos tratamentos.

#### 5.1.3.2 Análise de nutrientes presentes nas acículas

Os resultados das análises da concentração de nutrientes presentes nas acículas encontram-se na Tabela 8.

TABELA 8 – Teor de Nutrientes Presentes nas Acículas das Árvores de *Pinus elliottii*

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
	g kg <sup>-1</sup>				
4 – Toda base (70cm)	15,20 (a)	0,82 (a)	3,64	1,64	0,43
3 – Testemunha	12,89 (b)	0,65 (b)	3,54	0,97	0,28
2 – Metade da base (20cm)	12,77 (b)	0,65 (b)	3,65	1,19	0,29
1 – Toda base (20cm)	12,69 (b)	0,71 (ab)	4,45	1,45	0,37
CV%	5,4	9,3			

NOTA: Os resultados seguidos por letras apresentaram-se estatisticamente diferentes para o teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

A Tabela 8 mostra que houve diferença estatística significativa para o nitrogênio e para o fósforo. Nos dois casos, a maior concentração de nutrientes foi verificada no tratamento 4, com maior espessura de cascas.

CASTRO *et. al.* (1980), analisando amostras de acículas de *Pinus oocarpa*

aos 18 anos de idade, encontrou teores de nitrogênio igual a 15,07 g kg<sup>-1</sup> e de fósforo igual a 0,77 g kg<sup>-1</sup>.

Segundo GONÇALVES (2000), o teor ideal de macronutrientes nas acículas de árvores adultas de *Pinus* spp (g kg<sup>-1</sup>) é:

- N: 11,0 - 16,0;
- P: 0,8 - 1,4;
- K: 6,0 - 10,0;
- Ca: 3,0 - 5,0; e
- Mg: 1,3 - 2,0.

Os resultados mostram que, considerando os valores apontados por GONÇALVES (2000), os teores de nitrogênio estão normais para todos os tratamentos. Já os teores de fósforo só estão dentro da faixa ideal para o tratamento 4, com maior espessura de cascas, enquanto que o potássio, o cálcio e o magnésio estão abaixo dos teores ideais para todos os tratamentos.

#### 5.1.3.3 Análise de nutrientes presentes nas cascas

Os resultados das análises do teor de nutrientes presentes nas cascas da base, DAP e metade da altura total das árvores encontram-se na Tabela 9.

TABELA 9 – Teor de Nutrientes nas Cascas das Árvores de *Pinus elliottii* por Tratamento e por Posição no Tronco

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
	g kg <sup>-1</sup>				
Base					
1 – Toda base (20cm)	3,05	0,27	0,69	0,54 (b)	0,28 (ab)
2 – Metade da base (20cm)	3,30	0,22	0,87	0,49 (b)	0,22 (b)
3 – Testemunha	3,36	0,21	0,77	0,39 (b)	0,22 (b)
4 – Toda base (70cm)	3,11	0,22	1,09	1,74 (a)	0,41 (a)
CV%				46,7	25,8
DAP (1,3m)					
1 – Toda base (20cm)	2,83	0,26	0,55	0,53 (b)	0,24
2 – Metade da base (20cm)	3,16	0,20	0,65	0,54 (b)	0,22
3 – Testemunha	3,30	0,25	0,72	0,58 (b)	0,24
4 – Toda base (70cm)	2,96	0,17	0,47	1,11 (a)	0,23
CV				22,5	
0,50 HT					
1 – Toda base (20cm)	3,70 (b)	0,36	1,23	0,74 (c)	0,33
2 – Metade da base (20cm)	4,77 (a)	0,34	1,75	1,10 (ab)	0,38
3 – Testemunha	4,13 (ab)	0,30	1,16	0,87 (bc)	0,32
4 – Toda base (70cm)	2,65 (c)	0,22	1,00	1,35 (a)	0,48
CV	19,8				20,0

NOTA: Os resultados seguidos por letras apresentaram-se estatisticamente diferentes para o teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Na comparação entre os nutrientes presentes nas cascas, apenas o cálcio apresentou diferença estatística significativa nas três posições analisadas.

Tanto na base, quanto no DAP e na metade da altura total o maior teor de cálcio foi verificado no tratamento 4.

Dentro dos diferentes compartimentos de uma mesma árvore, podem-se observar diferenças nas concentrações e conteúdos de nutrientes, de acordo com sua função bioquímica. RENNIE (1955) assinalou que a casca é o compartimento que detém maior quantidade de cálcio.

CASTRO *et. al.* (1980), analisando amostras de cascas de *Pinus oocarpa* aos 18 anos de idade, encontrou teor de cálcio igual a 0,68 g kg<sup>-1</sup>, bem abaixo dos teores encontrados no tratamento 4, que variam de 1,11 g kg<sup>-1</sup> a 1,74 g kg<sup>-1</sup>.

O magnésio (Mg) apresentou diferença estatística significativa na base das árvores, tendo o maior teor médio no tratamento 4, seguido pelos tratamentos 3, 2 e 1.

O nitrogênio apresentou diferença estatística significativa na metade da altura total, tendo o maior teor médio no tratamento 2, seguido pelos tratamentos 3, 1 e 4, respectivamente.

CASTRO *et. al.* (1980), encontrou teores de magnésio igual a 0,3 g kg<sup>-1</sup>, e de nitrogênio igual a 2,61 g kg<sup>-1</sup>, estando estes abaixo teores encontrados no tratamento 4, (0,41 g kg<sup>-1</sup> para o magnésio) e no tratamento 2 (4,77 g kg<sup>-1</sup> para o nitrogênio).

#### 5.1.4 Peso de Nutrientes nas Árvores de *Pinus elliottii*

A Tabela 10 apresenta os pesos de nutrientes em diferentes seções das árvores de *Pinus elliottii*, sendo: seção I – base até DAP (1,3 m); seção II – DAP até metade da HT (altura total); seção III – metade da HT até HT (diâmetro igual a 6 cm).

TABELA 10 – Peso de Nutrientes em Árvores de *Pinus elliottii* por Tratamento e por Seção no Tronco

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
	Kg				
Seção I (Base – 1,3m)					
1 – Toda base (20cm)	49,41	4,27 (ab)	27,12	16,98 (b)	0,17
2 – Metade da base (20cm)	45,89	1,84 (b)	27,48	20,89 (b)	0,16
3 – Testemunha	70,26	5,74 (a)	29,37	22,85 (b)	0,17
4 – Toda base (70cm)	57,56	6,21 (a)	27,52	38,80 (a)	0,19
CV%		53,68		22,06	
Seção II (1,3m – 0,50HT)					
1 – Toda base (20cm)	177,12	6,75 (b)	73,26	69,38 (b)	25,94
2 – Metade da base (20cm)	154,11	9,09 (b)	74,72	73,73 (b)	20,88
3 – Testemunha	191,82	19,03 (ab)	71,07	72,02 (b)	21,24
4 – Toda base (70cm)	168,83	26,32 (a)	68,50	132,52 (a)	30,33
CV%		49,2		23,21	
Seção III – (0,50HT – HT)					
1 – Toda base (20cm)	105,37	6,43	68,36	48,28 (ab)	17,69 (ab)
2 – Metade da base (20cm)	123,62	7,68	57,96	51,50 (ab)	14,36 (ab)
3 – Testemunha	97,35	10,03	56,46	43,69 (b)	12,87 (b)
4 – Toda base (70cm)	93,94	13,78	52,19	69,96 (a)	18,13 (a)
CV%				29,88	26,8

NOTA: Os resultados seguidos por letras apresentaram-se estatisticamente diferentes para o teste de Tukey ( $p < 0,05$ )

Na comparação entre os pesos de nutrientes presentes no alburno por seção no tronco, a exemplo do ocorrido com a análise dos nutrientes presentes nas cascas (Tabela 9), apenas o cálcio apresentou diferença estatística significativa nas três seções analisadas. Tanto na seção I, como nas seções II e III o maior peso de cálcio foi verificado no tratamento 4.

O fósforo apresentou diferença estatística significativa nas seções I e II, tendo o maior peso verificado para o tratamento 4.

O nitrogênio e o potássio não apresentaram diferença entre os tratamentos para nenhuma seção analisada. O magnésio apresentou seu maior peso médio no tratamento 4, quando analisada a seção III do tronco.

## 5.2 EXPERIMENTO II - ANÁLISE DO DESCARTE DE RESÍDUOS EM PLANTIOS JOVENS

A análise das alturas das mudas plantadas na área do experimento mostrou não haver diferença estatística significativa entre os tratamentos.

Os resultados da análise do descarte de resíduos em plantios jovens, em relação à matocompetição, encontram-se na Tabela 11. O peso seco das amostras de plantas indesejáveis obtido foi 56,1% menor que o peso úmido.

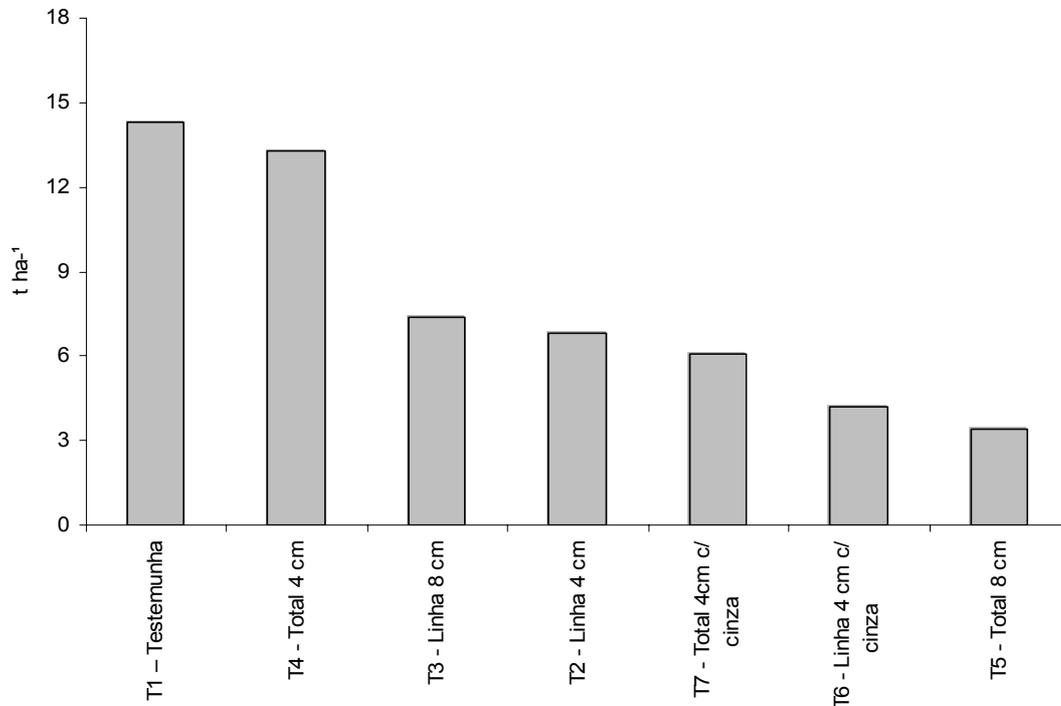
TABELA 11 – Peso Seco de Plantas Indesejáveis por Tratamento

Tratamentos	Média (peso seco) t ha <sup>-1</sup>
T5 - Total 8 cm (87,5m <sup>3</sup> )	3,38 (c)
T6 - Linha 4 cm (17,5m <sup>3</sup> ) c/ cinza (4,38m <sup>3</sup> )	4,21 (bc)
T7 - Total 4 cm (43,75m <sup>3</sup> ) c/ cinza (4,38m <sup>3</sup> )	6,09 (bc)
T2 - Linha 4cm (17,5m <sup>3</sup> )	6,84 (abc)
T3 - Linha 8 cm (35m <sup>3</sup> )	7,39 (abc)
T4 - Total 4cm (43,75m <sup>3</sup> )	13,31 (ab)
T1 – Testemunha	14,30 (a)
CV%	15,66

NOTA: Os resultados seguidos por letras apresentaram-se estatisticamente diferentes para o teste de Tukey (p < 0,01)

A Figura 8 apresenta o peso seco de plantas indesejáveis por tratamento.

FIGURA 8 – Pesos Secos de Plantas Indesejáveis por Tratamento



O maior nível de infestação foi observado no tratamento 1 (testemunha). Tal resultado já era esperado, visto que nas 5 amostras não foi depositada nenhuma quantidade de resíduos e tampouco efetuado qualquer tipo de intervenção sobre a matocompetição, o que proporcionou o livre desenvolvimento das plantas indesejáveis nas áreas das parcelas.

Apesar de apresentar resíduos em toda sua extensão, o tratamento 4 apresentou o segundo maior nível de infestação.

O tratamento 3 apresentou o terceiro maior nível de infestação. O alto nível de infestação neste tratamento deve-se principalmente aos espaços entre as linhas, onde nenhuma quantidade de resíduos foi aplicada.

O tratamento 2 apresentou o quarto maior nível de infestação. A exemplo do tratamento 3, o tratamento 2 também só apresenta resíduos nas linhas de plantio, porém, neste caso, em volume superior ao tratamento 2, o que aparentemente não

demonstrou ser um fator significativo para a diminuição do nível de infestação.

O quinto maior nível de infestação foi apresentado no tratamento 7, onde os resíduos foram dispostos nas linhas de plantio junto com um volume de cinzas de caldeira.

O tratamento 6 apresentou o sexto maior nível de infestação. A diferença entre o tratamento 4, que apresentou o segundo maior nível de infestação, e o tratamento 6, é que este possui uma camada de cinzas adicionada às cascas.

O menor nível de infestação foi verificado no tratamento 5, com resíduos na área total com espessura de 8cm.

Percebe-se que o tratamento 1 (testemunha) apresentou um nível de infestação cerca de 4 vezes maior que o tratamento 5. Com isso, fica evidente que o aumento do volume de cascas incide na redução progressiva do nível de infestação por plantas indesejáveis por hectare em razão de formar uma camada de material sobre o solo, impedindo a passagem de luz e o livre desenvolvimento das plantas indesejáveis.

A exceção a este experimento foi o tratamento 4. Esperava-se que o tratamento 4 apresentasse o quinto ou sexto maior nível de infestação, em razão de cobrir com resíduos a área total das parcelas com espessura de 4cm.

Foi verificado que nas áreas das parcelas, tanto para o tratamento 5 como para o tratamento 4, haviam espaços totalmente tomados por plantas indesejáveis, formando uma espécie de reboleira, enquanto que em outros espaços as plantas indesejáveis não conseguiram se desenvolver (Figura 6).

Isto pode ser um fator que explica o resultado do tratamento 4, ou seja, como as sub-parcelas foram instaladas de maneira sistemática, as áreas onde estas foram locadas poderiam apresentar a maior concentração de plantas indesejáveis.

Apesar de aparentemente as cinzas de caldeira não exerçam influência direta sobre a matocompetição, pois a camada de cinzas (4 cm) distribuídas nas parcelas não é espessa o suficiente para influenciar no livre desenvolvimento das plantas indesejáveis, os tratamentos 7 e 6 apresentaram o quinto e o sexto maior nível de

infestação respectivamente.

Embora a amostragem tenha sido suficiente para determinar as diferenças entre os diferentes tratamentos, percebe-se que seria interessante avaliar a área ocupada por plantas indesejáveis dentro de cada parcela, relacionando-a com o peso de biomassa encontrado, visando assim uma maior precisão nos resultados obtidos.

### 5.3 ANÁLISE AMBIENTAL

As análises dos aspectos e impactos ambientais das operações relativas ao controle da matocompetição e ao descarte de resíduos encontram-se nas Tabelas 12, 13, 14 e 15.

TABELA 12 - Aspectos e Impactos Ambientais das Operações Relativas ao Controle da Matocompetição

Operação	Aspecto	Impacto	Real	Potencial	Probabilidade	Significância
Aplicação de Herbicida	Carreamento de herbicida para cursos d'água	Contaminação de cursos d'água		•	M	PS
	Derramamento acidental de herbicida	Contaminação do solo, água superficial e cursos d'água		•	P	PS
	Captação de Água	Redução da disponibilidade de água	•		P	PS
	Derramamento acidental de herbicida durante o preparo da Calda	Contaminação do solo, água superficial e cursos d'água		•	G	PS
	Geração de resíduos sólidos (embalagens de herbicida)	Contaminação do solo, água superficial e cursos d'água		•	M	PS
Roçada Mecanizada	Ruído	Poluição sonora	•		G	SG
	Emissão de gases	Alteração da qualidade do ar	•		M	SG
	Emissão de material particulado	Alteração da qualidade do ar	•		G	SG
	Pressão dos pneus sobre o solo	Compactação do Solo	•		M	SG
	Carreamento de material para cursos d'água	Alteração da composição física e química da água		•	M	PS
Roçada Mecanizada (Manutenção e Abastecimento)	Geração de resíduos sólidos (pneus e peças)	Contaminação do solo e cursos d'água		•	M	PS
	Geração de efluentes (óleos e graxas)	Contaminação do solo, água superficial e cursos d'água		•	M	PS
	Geração de resíduos contaminados (estopas)	Contaminação do solo e cursos d'água		•	M	PS
	Emissão de gases	Alteração da qualidade do ar	•		M	SG
	Derramamento acidental óleos e graxas	Contaminação do solo, água superficial e cursos d'água		•	G	PS
Roçada Manual	Geração de resíduos	Contaminação do solo e cursos d'água		•	M	PS

Foram identificados 5 impactos significativos e 11 impactos pouco significativos nas operações relacionadas ao controle da matocompetição, sendo todos classificados como impactos ambientais negativos.

A análise dos aspectos e impactos ambientais das operações relativas ao descarte de resíduos (cascas) em plantios florestais encontra-se na Tabela 13.

TABELA 13 - Aspectos e Impactos Ambientais das Operações Relativas ao Descarte de Resíduos (cascas) em Plantios Florestais

Operação	Aspecto	Impacto Potencial	Real	Potencial	Probabilidade	Significância
Transporte de Resíduos	Ruído	Poluição sonora	•		G	SG
	Emissão de gases	Alteração da qualidade do ar		•	M	PS
	Emissão de material particulado	Alteração da qualidade do ar	•		G	SG
Distribuição de Resíduos com Máquinas	Ruído	Poluição sonora	•		G	SG
	Emissão de gases	Alteração da qualidade do ar		•	M	PS
	Emissão de material particulado	Alteração da qualidade do ar	•		M	SG
	Pressão sobre o solo	Compactação do Solo	•		M	SG
	Carreamento de material para cursos d'água	Alteração da composição química da água		•	M	PS
	Carreamento de material para cursos d'água	Alteração da composição física da água		•	M	PS
	Geração de resíduos sólidos (pneus e peças)	Contaminação do solo e cursos d'água			•	M
Distribuição de Resíduos com Máquinas (manutenção e abastecimento)	Geração de efluentes (óleos e graxas)	Contaminação do solo, água superficial e cursos d'água		•	M	PS
	Geração de resíduos contaminados (estopas)	Contaminação do solo e cursos d'água		•	M	PS
	Emissão de gases	Alteração da qualidade do ar	•		M	SG
	Derramamento acidental óleos e graxas	Contaminação do solo, água superficial e cursos d'água		•	G	SG

Foram identificados 6 impactos significativos e 8 impactos pouco significativos nas operações relacionadas ao descarte de resíduos em plantios florestais, sendo todos classificados como impactos ambientais negativos.

O Quadro 2 apresenta os impactos ambientais significativos para as operações relativas ao controle da matocompetição e ao descarte de resíduos.

QUADRO 2 - Impactos Ambientais Significativos Referente às Operações Ligadas ao Controle da Matocompetição e ao Descarte de Resíduos

Controle da Matocompetição	Descarte de Resíduos
Poluição sonora	Poluição sonora
Alteração da qualidade do ar	Alteração da qualidade do ar
Compactação do Solo	Compactação do Solo

Todos os impactos ambientais significativos identificados são comuns ao controle da matocompetição e ao descarte de resíduos, envolvendo estes a qualidade do ar, a compactação do solo e a poluição sonora.

SILVA (1993) avaliando os impactos ambientais das atividades ligadas ao manejo florestal identificou impactos como a depreciação da qualidade do ar em virtude da emissão de gases e material particulado, depreciação do solo pela compactação e depreciação da qualidade da água em razão do aumento da turbidez, assoreamento e desregularização da vazão normal de cursos d'água.

A Tabela 14 apresenta os aspectos e impactos ambientais das operações relativas ao controle da matocompetição realizada em áreas onde foi efetuado o descarte de resíduos, baseando-se nos resultados dos experimentos I e II.

TABELA 14 - Aspectos e Impactos Ambientais Relativos ao Descarte de Resíduos (cascas), e às Operações de Controle da Matocompetição em Plantios Florestais

Item de Avaliação	Aspecto	Impacto	Real	Potencial	Probabilidade	Significância
Aplicação de Herbicida	Quantidade de Herbicida	Redução da quantidade de herbicida por hectare	•		G	SG
Roçada Mecanizada	Área de Roçada	Redução da área a ser roçada	•		G	SG
Decomposição de Resíduos em Áreas de Plantio	Nutrição das Árvores	Aumento da concentração de N, K, Ca, P e Mg	•		G	SG

O Quadro 3 apresenta a comparação entre os impactos ambientais significativos para as operações relativas ao controle da matocompetição realizada em áreas onde foi realizado o descarte de resíduos, baseando-se nos resultados dos experimentos I e II.

QUADRO 3 – Comparação entre Impactos Ambientais Significativos Referente às Operações Ligadas ao Controle da Matocompetição e o Descarte de Resíduos

Controle da Matocompetição	Descarte de Resíduos
Impactos Significativos Negativos	
Poluição sonora Alteração da qualidade do ar Compactação do Solo	Poluição sonora Alteração da qualidade do ar Compactação do Solo
Impactos Significativos Positivos	
-	Redução da quantidade de herbicida por hectare
-	Redução da área a ser roçada
-	Aumento da concentração de N, K, Ca, P e Mg nas árvores

O Quadro 3 mostra que os impactos ambientais significativos são comuns às operações ligadas ao controle da matocompetição e ao descarte de resíduos. Como não se pôde chegar a um resultado conclusivo com relação ao fato de o teor de alumínio no solo ser resultado exclusivo da decomposição das cascas, este não foi considerado como um impacto ambiental negativo.

Quando analisados os resultados dos experimentos I e II, o descarte de resíduos apresenta 3 impactos ambientais positivos significativos, sendo eles:

- redução da quantidade de herbicida utilizada por hectare: este impacto foi identificado em razão dos resultados do experimento II, onde a testemunha apresentou um nível de infestação por plantas indesejáveis 4 vezes maior que o tratamento 5 (maior espessura de cascas cobrindo a área total das parcelas), necessitando assim um volume de herbicida 4 vezes maior para o controle da matocompetição em áreas sem cascas em relação a áreas com cascas;
- redução da área a ser roçada: este impacto também foi identificado em razão dos resultados do experimento II, onde a testemunha apresentou um nível de infestação por plantas indesejáveis 4 vezes maior que o tratamento 5 (maior espessura de cascas cobrindo a área total das

parcelas), o que implica em uma área 4 vezes maior a ser roçada em áreas sem cascas com relação a áreas sem cascas; e

- aumento da concentração de nutrientes nas árvores: da mesma forma, baseado nos resultados do experimento I, este impacto apresenta-se como positivo em razão da incorporação de nutrientes pelas árvores.

Embora os resultados do experimento I tenham apontado para um aumento no incremento da floresta em áreas com cascas, onde o melhor tratamento apresentou um incremento em volume superior ao da testemunha, o que poderia se refletir em um impacto ambiental positivo, este não foi considerado como tal, pois os resultados apontam apenas para uma “tendência” maior de crescimento das árvores especificamente para as condições em que se realizaram os estudos, cabendo análises em períodos maiores de tempo para se chegar a um resultado conclusivo sobre esta questão.

## 5.4 ANÁLISE ECONÔMICA

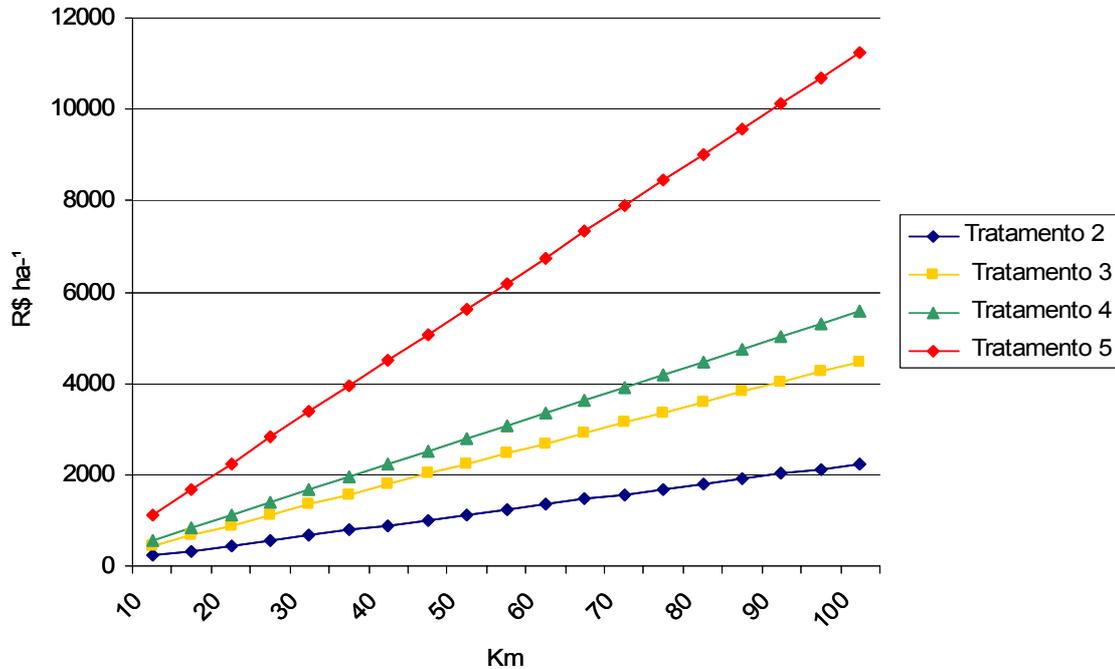
### 5.4.1 Variáveis Analisadas

A avaliação econômica foi realizada com base em dados levantados junto à empresa em razão do transporte e distribuição dos resíduos para a implantação do experimento II, sendo eles:

- distância para transporte das cascas: fábrica – fazenda – fábrica (km): 100;
- carga do caminhão ( $m^3$ ): 12;
- custo por carga (R\$): 168,00;
- custo de distribuição das cascas (R\$  $ha^{-1}$ ): 253,00; e
- custo da madeira em pé (R\$  $m^{-3}$ ): 70,00.

Na Figura 9 são apresentados os custos estimados de transporte de cascas para os tratamentos 2, 3, 4 e 5.

FIGURA 9 – Custos de Transporte de Cascas para os Tratamentos 2, 3, 4, e 5 em Diferentes Distâncias



Como o experimento II tratou apenas dos aspectos relacionados ao controle da matocompetição, onde os tratamentos que possuíam cinzas não exerceram influência aparente sobre o nível de infestação de plantas indesejáveis, para a avaliação econômica não foram considerados os tratamentos 6 e 7, que possuíam cinzas misturadas às cascas. O tratamento 1 (testemunha) também não foi considerado com relação aos custos de transporte e distribuição em razão de não ter recebido nenhuma quantidade de resíduos.

O maior custo de transporte foi verificado para o tratamento 5, que possuía a maior quantidade de resíduos por hectare (800 m<sup>3</sup>), enquanto que o tratamento 2, que possuía a menor quantidade de resíduos por hectare (160 m<sup>3</sup>) apresentou o menor custo de transporte.

Dessa forma, as análises seguintes irão considerar apenas os custos

referentes aos tratamentos 5 e 2, pois estes apresentaram respectivamente os maiores e os menores custos de transporte.

Na Tabela 15 são apresentados os custos de transporte e distribuição das cascas para os tratamentos 5 e 2.

TABELA 15 - Custos de Transporte e Distribuição de Cascas para os Tratamentos 5 e 2

Variáveis	Unidade	Tratamento 5	Tratamento 2
Custo de Transporte	R\$ Km <sup>-1</sup>	1,68	1,68
Capacidade de Carga do Caminhão	m <sup>3</sup>	12	12
Quantidade de resíduos por hectare	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	800	160
Cargas necessárias	Cargas ha <sup>-1</sup>	67	13
Valor pago para 100 km	R\$ 100 km <sup>-1</sup>	11.256,00	2.240,00
Valor por Quilômetro	Carga Km <sup>-1</sup>	112,56	22,40
Custo de Distribuição	R\$ ha <sup>-1</sup>	253,00	253,00

FONTE: MOBASA

Na Tabela 16 é apresentada a comparação entre os custos para o controle da matocompetição no primeiro ano de plantio em áreas sem cascas e em áreas com 800 m<sup>3</sup> de cascas por hectare (tratamento 5) e 160 m<sup>3</sup> de cascas por hectare (tratamento 2).

TABELA 16 - Custos das Operações de Controle da Matocompetição para o Primeiro Ano de um Plantio de *Pinus elliottii* em Áreas sem Cascas e em Áreas com 800 m<sup>3</sup> de Cascas por Hectare (tratamento 5) e 160 m<sup>3</sup> de Cascas por Hectare (tratamento 2)

Operações	Área sem Casca - Testemunha		T2 – Área com 160 m <sup>3</sup> de Cascas		T5 – Área com 800 m <sup>3</sup> de Cascas	
	R\$ ha <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	R\$ ha <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	R\$ ha <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>
Aplicação de Herbicida em Área Total	65,22	0,93	32,61	0,47	15,6	0,22
Roçada Manual em Área Total	98,14	1,40	49,07	0,7	23,37	0,33
Total	163,36	2,33	81,68	1,17	38,61	0,55

Nota – Valor considerado: 1m<sup>3</sup> em pé = R\$ 70,00

Os resultados mostram que, em áreas sem cascas (testemunha), os custos para controle da matocompetição foram 50% maiores do que em áreas com 160 m<sup>3</sup>

(tratamento 2) e 75% maiores do que em áreas com 800 m<sup>3</sup> (tratamento 5). Os maiores custos para o controle da matocompetição são decorrentes da maior área de roçada e aplicação de herbicida necessária em áreas sem cascas em relação a áreas com cascas.

As Tabelas 17 e 18 apresentam os custos de transporte, distribuição, aplicação de herbicida e roçada manual em área total por hectare e por quilômetro para os tratamentos 5 e 2 respectivamente.

TABELA 17 - Custos de Transporte e Distribuição de 800 m<sup>3</sup> de Cascas e Controle da Matocompetição Realizado no Primeiro Ano de Plantio de *Pinus elliottii*

Operações	Km																		
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
	Custos (R\$ ha <sup>-1</sup> )																		
Transporte	1125,60	1688,40	2251,20	2814,00	3376,80	3939,60	4502,40	5065,20	5628,00	6190,80	6753,60	7316,40	7879,20	8442,00	9004,80	9567,60	10130,40	10693,20	11256,00
Distribuição	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00
Total	1378,60	1941,40	2504,20	3067,00	3629,80	4192,60	4755,40	5318,20	5881,00	6443,80	7006,60	7569,40	8132,20	8695,00	9257,80	9820,60	10383,40	10946,20	11509
Herbicida	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,6
Roçada	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37
Total	1417,57	1980,37	2543,17	3105,97	3668,77	4231,57	4794,37	5357,17	5919,97	6482,77	7045,57	7608,37	8171,17	8733,97	9296,77	9859,57	10422,37	10985,17	11547,97
Total (m <sup>3</sup> )	20,25	28,29	36,33	44,37	52,41	60,45	68,49	76,53	84,57	92,61	100,65	108,69	116,73	124,77	132,81	140,85	148,89	156,93	164,97

Nota – Valor considerado (1m<sup>3</sup> em pé = R\$ 70,00)

TABELA 18 - Custos de Transporte e Distribuição de 160 m<sup>3</sup> de Cascas e Controle da Matocompetição Realizado no Primeiro Ano de Plantio de *Pinus elliottii*

Operações	Km																		
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
	Custos (R\$ ha <sup>-1</sup> )																		
Transporte	224,00	336,00	448,00	560,00	672,00	784,00	896,00	1008,00	1120,00	1232,00	1344,00	1456,00	1568,00	1680,00	1792,00	1904,00	2016,00	2128,00	2240,00
Distribuição	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00	253,00
Total	477,00	589,00	701,00	813,00	925,00	1037,00	1149,00	1261,00	1373,00	1485,00	1597,00	1709,00	1821,00	1933,00	2045,00	2157,00	2269,00	2381,00	2493
Herbicida	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,6
Roçada	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37	23,37
Total	515,97	627,97	739,97	851,97	963,97	1075,97	1187,97	1299,97	1411,97	1523,97	1635,97	1747,97	1859,97	1971,97	2083,97	2195,97	2307,97	2419,97	2531,97
Total (m <sup>3</sup> )	7,37	8,97	10,57	12,17	13,77	15,37	16,97	18,57	20,17	21,77	23,37	24,97	26,57	28,17	29,77	31,37	32,97	34,57	36,17

Para avaliar a distância ideal de transporte de cascas em que os custos sejam, pelo menos iguais aos rendimentos obtidos, foi realizada uma estimativa do incremento necessário que o plantio deverá obter para se equiparar aos custos, como mostra o Quadro 4.

QUADRO 4 - Incremento Necessário do Plantio de *Pinus elliottii* para Diferentes Distâncias de Transporte de Cascas para os Tratamentos 5 e 2

Incremento		Distância de Transporte (Km)																		
		10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
		Custo (m³ ha⁻¹) para o Tratamento 5																		
(%)	m³ ha⁻¹	20,25	28,29	36,33	44,37	52,41	60,45	68,49	76,53	84,57	92,61	100,65	108,69	116,73	124,77	132,81	140,85	148,89	156,93	164,97
1	3,56																			
2	7,12																			
3	10,68																			
4	14,24																			
5	17,80																			
6	21,36																			
7	24,92																			
8	28,48																			
9	32,04																			
10	35,60																			
15	53,40																			
20	71,20																			
25	89,00																			
30	106,80																			
35	124,60																			
40	142,40																			
45	160,20																			
50	178,00																			
55	195,80																			
		Custo (m³ ha⁻¹) para o Tratamento 2																		
Incremento		7,37	8,97	10,57	12,17	13,77	15,37	16,97	18,57	20,17	21,77	23,37	24,97	26,57	28,17	29,77	31,37	32,97	34,57	36,17
1	3,56																			
2	7,12																			
3	10,68																			
4	14,24																			
5	17,80																			
6	21,36																			
7	24,92																			
8	28,48																			
9	32,04																			
10	35,60																			
15	53,40																			
20	71,20																			
25	89,00																			
30	106,80																			
35	124,60																			
40	142,40																			
45	160,20																			
50	178,00																			
55	195,80																			

Nota – Valor considerado (1m³ em pé = R\$ 70,00)

O Quadro 4 mostra que, para uma distância mínima de 10 km (ida e volta), os custos para o controle da matocompetição em áreas de descarte de cascas com 800 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (tratamento 5) seria de 20,25 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, enquanto que o custo para o descarte de cascas com 160 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (tratamento 2) seria de 7,37 m<sup>3</sup>. Desta forma, para que o incremento em volume dos plantios se igualem aos custos de transporte, o tratamento 5 deveria apresentar um incremento 6% superior, ou seja, 21,36 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, em relação à taxa de crescimento normal, enquanto que o tratamento 2 deveria apresentar um incremento de 3% em relação à taxa de crescimento normal.

MORO e GONÇALVES (1995) avaliando os custos e benefícios advindos da aplicação de cinzas de caldeira em povoamentos florestais de *Eucalyptus grandis*, concluíram que a dose mais econômica de cinza foi estimada como sendo 19,6 t ha<sup>-1</sup>, para uma distância de transporte deste resíduo igual a 65 km. Cerca de 21 m<sup>3</sup> de madeira com casca seriam necessários para pagar as despesas envolvidas com a aplicação da cinza, ou seja, 25% do ganho de produção de madeira obtido com aplicação desta dose, que foi de 85,7 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de madeira.

Se forem considerados os resultados do experimento I, onde o volume do tratamento 4 apresentou um valor 15% maior que a média do talhão onde foi realizado o experimento, a distância ideal em que os custos de transporte e distribuição, somados aos custos de controle da matocompetição seriam iguais ao incremento obtido, seria igual a 30 km para o tratamento 5 e 100 km para o tratamento 2.

Porém, há que se ressaltar que os resultados do experimento II devem ser analisados com cautela, pois não se pode afirmar que o incremento verificado no tratamento com maior espessura de cascas se deve exclusivamente ao descarte desse resíduo. Para tanto, seria necessário um acompanhamento do talhão onde as cascas foram distribuídas desde o primeiro ano de plantio até o final da rotação.

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

### 6.1 ASPECTOS SILVICULTURAIS

- a) as análises demonstraram que a decomposição das cascas não provocou alterações significativas na composição química do solo;
- b) com relação à maior concentração de alumínio no solo encontrada no tratamento com maior espessura de cascas, o fato de a segunda maior concentração ter sido verificada no tratamento 3 (testemunha), onde não havia nenhuma quantidade de cascas, não permite chegar a um resultado conclusivo de que a decomposição das cascas contribuiu exclusivamente para a incorporação deste nutriente no solo, fato este que pode ter ocorrido devido a outros fatores;
- c) apesar do tratamento com maior espessura de cascas ter apresentado o maior volume médio das árvores, tanto em relação à testemunha quanto à média do talhão onde foi instalado o experimento, somente uma análise em um período maior de tempo poderá confirmar ou não tais resultados, pois o período decorrido entre o descarte das cascas na área e a coleta de material para as análises foi de apenas 2 anos;
- d) o aumento do volume de cascas incide na redução progressiva do nível de infestação por plantas indesejáveis por hectare, em razão de formar uma camada de material sobre o solo, impedindo a passagem de luz e o livre desenvolvimento das plantas indesejáveis;

- e) tanto para os aspectos dendrométricos, como para as análises de solo e biomassa, o acompanhamento do experimento realizado em plantio jovem poderá no futuro contribuir para confirmar ou não os resultados obtidos neste trabalho.

## 6.2 ASPECTOS AMBIENTAIS

- f) a análise dos impactos ambientais demonstrou que as operações envolvidas no processo de transporte e distribuição dos resíduos no campo podem causar impactos negativos sobre o meio ambiente;
- g) porém, todos os impactos ambientais negativos são comuns em áreas com ou sem cascas (operações ligadas ao controle da matocompetição e ao descarte de resíduos), sendo que estes já fazem parte das operações de rotina da empresa;
- h) ficou evidenciado que em áreas de descarte de resíduos podem ocorrer a minimização de alguns impactos negativos decorrentes de operações como aplicação de herbicidas e roçada mecanizada, em virtude da redução do nível de infestação por plantas indesejáveis e, conseqüentemente, da área onde estas operações deverão ser realizadas.

## 6.3 ASPECTOS ECONÔMICOS

- i) a avaliação econômica demonstrou que, considerando os resultados do experimento II, quanto maior o volume de resíduos por hectare a ser descartado e maior a distância a ser percorrida, maiores são os custos de transporte;
- j) quanto maior é o volume de resíduos por hectare, menores são os custos de controle da matocompetição em razão do menor nível de infestação por plantas

indesejáveis, o que implica na redução da área a ser roçada e na redução da quantidade de herbicida necessária;

- k) ainda que os custos de transporte de cascas sejam bastante elevados, cabe ressaltar que a empresa gera um volume médio de 40 m<sup>3</sup> de cascas sujas por dia. Considerando o melhor resultado do experimento II, onde seriam utilizados 800 m<sup>3</sup> de cascas na área de plantio, seriam necessários cerca de 20 dias para que se pudesse cobrir uma área de apenas um hectare;
- l) como a empresa possui plantios no entorno de sua unidade industrial, a distância de transporte poderia ser limitada à distância máxima de 10 km, obtendo assim uma redução substancial dos custos de transporte.

#### 6.4 RECOMENDAÇÕES

- m) recomenda-se a condução do experimento realizado em plantio jovem, o que proporcionará uma análise dos aspectos silviculturais e ambientais durante o período total de rotação do plantio;
- n) recomenda-se também a avaliação de alternativas de transporte e de distribuição de resíduos visando à diminuição dos custos.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENDA 21 BRASILEIRA – **Bases para discussão/por Washington Novaes (Coord.) Otto Ribas e Pedro da Costa Novaes.** Brasília MMA/PNUD 2000. p196
- ANDRADE, R. O. B. de; TACHIZAWA, T; CARVALHO, AB. de. **Gestão Ambiental:** enfoque estratégico aplicado ao desenvolvimento sustentável. São Paulo: Makron Books, 2000.
- BALLONI, E. A. **Efeitos da fertilização mineral sobre o desenvolvimento do *P. caribaea* Morelet var. bahamensis (Griseb.) Barret et Golfari em solo de cerrado do estado de São Paulo.** 1984. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1984.
- BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. e NOVAES, R. F. Recomendações de fertilizantes minerais em plantios de *Eucalyptus*. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds). **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF, 2000, p. 269 – 286.
- BELLOTE, A.F.J. **Concentração e exportação de nutrientes pelo *E. grandis*, Hill (ex-Maiden) em função da idade.** Piracicaba, ESALQ-USP, 1979. 129p. (Tese de Mestrado).
- BRAND, MA. **Rendimento do processo produtivo e energético da matéria-prima de uma indústria de base florestal.** Curitiba, 2000. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- CARLYLE, J.C.; BLIGH, M.W.; NAMBIAR, E.K.S. **Wood residue management to reduce nitrogen and phosphorus leaching from sandy soil after clean-felling *Pinus radiata* plantations.** Can. J. For. 1998.
- CASTRO, C. F. de A.; POGGIANI, F.; NICOLIELO, N. **Distribuição da fitomassa e nutrientes em talhões de *Pinus oocarpa* com diferentes idades.** Piracicaba: IPEF, 1980. n° 20. p. 61-74.
- COMETTI, J.L.S.; KERN, D.C.; PAIVA, K.F. **Avaliação da eficiência do uso de resíduos de madeira como adubo orgânico em culturas de paricá (*Schizolobium amazonicum*), usando como indicador o DAP (Diâmetro Acima do Peito) – CD-Room do I Seminário Estudos Avançados em Engenharia Ambiental.** Belém – UEPA, 2003
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 001 de 23 de janeiro de 1996. Define impacto ambiental. **Diário Oficial da república Federativa do Brasil,** Brasília, 23 dez. 1996.

- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução n. 313 de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o inventário nacional de Resíduos Sólidos Industriais. **Diário Oficial da república Federativa do Brasil**, Brasília, 29 out. 2002.
- DALLAGO, J. S. **Utilização da cinza de biomassa de caldeira como fonte de nutrientes no crescimento de plantas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.)**. 2000. 64 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2000.
- ENTRY, J.A.; STARK, N.M.; LOEWENSTEIN, H. **Effect of timber harvesting on extractable nutrients in a northern Rocky Mountain forest soil**. Can. J. For 1987.
- FEREIRA, C.A.; H.D da.; REISSMANN, C.B.; BELLOTE, A. F. J.; MARQUES, R. **Nutrição de Pinus no sul do Brasil**. Diagnóstico e prioridades de pesquisa. Colombo: Embrapa Florestas, 2001. 23p. (Embrapa Florestas. Documentos, 60).
- FEREIRA, C.A.; H.D da.; REISSMANN, C.B.; BELLOTE, A. F. J.; DEDECEK, R.; ANDRADE, G. C. FERRARI, M. P. **Pesquisas sobre nutrição de Pinus no sul do Brasil**. Revista da Madeira. Ed. Especial. 2004. p. 72-78.
- GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; BENEDETI, V.; FESSEL, V. A. G.; GAVA, J. L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J. L. M & BENEDETTI, V. (Eds). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 3-57.
- GONÇALVES, J.L.M. **Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da mata atlântica**. IPEF - Documentos Florestais. Disponível em: <<http://www.ipef.br/silvicultura/adubacao.asp>> Acesso em: 10 ago. 2005.
- GUERRINI, I. A.; MORO, L.; Influência da aplicação de resíduos industriais de fábrica de celulose e papel em plantios de eucalipto: influência no solo e na planta. In: GUERRINI, I. A.; BELLOTE, A. F. J.; BULL, L. T., ed. **Seminário sobre uso de resíduos industriais e urbanos em florestas**. Botucatu. Fundação de Estudos e pesquisas Agrícolas e Florestais – FEPAF / UNESP, 1994. p. 189-215.
- GILBERT, Michael J. **ISO 14001/BS7750: sistema de gerenciamento ambiental**/ Michael J. Gilbert; revisor técnico Jerônimo Fisch. São Paulo: IMAM, 1995.
- INSTITUTO DA POTASSA E DO FOSFATO. **Manual internacional de fertilidade do solo**. Tradução e adaptação de Alfredo Scheid Lopes. 2ª edição revisada e ampliada. Piracicaba, POTAFOS, 1998. 177p.

- ISO, International Organization for Standardization: **NBR ISO 14004 – Sistemas de gestão ambiental** – Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio. ABNT. Rio de Janeiro, 1996.
- LASO GARICOITS, L. S. **Estado nutricional e fatores do solo limitantes do crescimento de *Pinus taeda* em Telêmaco Borba-PR.** Curitiba. Universidade Federal do Paraná, 1990. 1v. 129p. (Dissertação de Mestrado)
- LOPES A. S. e GUILHERME, L. R. G. **Interpretação de análise de solo - conceitos e aplicações.** ANDA, São Paulo, 2000.
- MACHADO, C.C. **Colheita Florestal.** Viçosa: UFV, 2002.
- MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas – princípios e aplicações.** Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato. 2ª edição. Piracicaba, 1997.
- MERINO, A.; EDESO, J.M. GONZÁLEZ, M. J.; MARAURI, P.; LARRIÓN, J.A.; OURO, G.; FERNÁNDEZ, I.S. **Conservación y producción de suelos forestales sometidos a diferentes prácticas de preparación del terreno.** Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Pucón, 1999.
- MORO, L. e GOLÇALVES, J. L de M. **Uso de cinza de biomassa florestal como fonte de nutrientes em povoamentos puros de *Eucalyptus grandis* e avaliação financeira.** IPEF, Piracicaba, n. 48-49, p. 18-27, 1995.
- NOLASCO, A. M.; GUERRINI, I. A. BENEDETTI, V. **Uso de resíduos urbanos e industriais como fontes de nutrientes e condicionadores de solos em plantios florestais.** In: Simpósio de fertilização e Nutrição Florestal, Piracicaba, 1999.
- OLANDOSKI, D. P. **Rendimento, resíduos e considerações sobre melhorias no processo em indústria de chapas compensadas.** Curitiba, 2001. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- QUEIROZ, S. M. P. **Avaliação de impactos ambientais.** Apostila do curso de especialização em gestão e engenharia ambiental. UFPR / IEP. Curitiba, 2002.
- REIS, L. F. S. S. D; QUEIROZ, S. M. P. **Gestão ambiental em pequenas e médias empresas.** Rio de Janeiro: Qualytmart Ed., 2002.
- REISSMANN, C. B. e ZOTTL, H. W. **Problemas nutricionais em povoamentos de *Pinus taeda* em áreas de arenito da formação Rio Bonito – Grupo Guatá.** Revista do Setor de Ciências Agrárias. V9. p. 75-80, 1987.

- REISSMANN, C. B.; WISNIEWSKI, C. Aspectos nutricionais em plantios de Pinus. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 135-166.
- REISSMANN, C. B. **Exigências Nutricionais nos Plantios de Pinus**. Portal Remade. Disponível em: < [www.remade.com.br](http://www.remade.com.br) > Acesso em: 8 jun. 2005.
- RENNIE, P.S. The uptake of nutrients by mature forest growth. **Plant and Soil**. The Hague, 7:49-95, 1955.
- SANTOS FILHO, A. e ROCHA, H. O. **Principais características dos solos que influem no crescimento de *Pinus taeda* L. no 2º Planalto Paranaense**. Revista do Setor de Ciências Agrárias. V9 (1-2). p. 107-111, 1987.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análise química em plantas**. Piracicaba, ESALQ, 1974. 56p.
- SCHUMACHER, M. V. Ciclagem de nutrientes como base da produção sustentada em ecossistemas florestais. In: Simpósio sobre ecossistemas naturais do mercosul: O Ambiente da Floresta1. **Anais**. Santa Maria: UFSM/CEPEF, 1996.
- SILVA, E. **Avaliação qualitativa de impactos ambientais do reflorestamento no Brasil**. Doutorado. Viçosa. Universidade Federal de Viçosa. 1993. 1v. 309p. (Tese de Doutorado).
- SOUZA, M. R. **Tecnologias para usos alternativos de resíduos florestais: experiência do laboratório de produtos florestais – IBAMA na área de utilização de resíduos florestais e agrícolas**. Workshop sul-americano sobre usos alternativos de resíduos de origem florestal e urbana. Curitiba, 1997. p. 49-70.
- TOMAZELI, I. Comparação da qualidade da madeira de *Araucária angustifolia* e *Pinus* spp. Produzida em reflorestamentos. In: IUFRO MEETING OF FORESTRY PROBLEMS ON GENUS ARAUCARIA, 1 Curitiba, 1979. **Anais**. Curitiba: FUPEF, 1979. p. 134-141.
- TORRACA, S.M. L.; HAAG, H.R & NUGLIORINI, A.J. **Recrutamento e exportação de nutrientes por *Pinus elliottii* var *elliottii* em um latossolo vermelho escuro na região de Agudos, SP**. Piracicaba, IPEF (27), 41-47, 1984.
- TURVEY, N.D.; SMETHURST., J.P. **Soil types as classes for managing the nutrient status of planted *Pinus radiata* in Victoria, Australia**. Aust. Forestry. 1994.

- VEIGA, A.A.; VEIGA, J.E.R.; LIMA, O.S.; PINHEIRO, G.S. **Macronutrientes e alumínio em povoamentos de *Pinus elliottii* var. *elliotti***. Bol. Téc. São Paulo, 27: 1-13, 1977.
- VOGEL H. L.; M SCHUMACHER, M. V.; SILVA, J. V. M.; ROSS, G. P. D.; MOREIRA, E. S. **Utilização de cinza de caldeira de biomassa como fonte de nutrientes em *Acacia mearnsii* de Wild**. Universidade Federal de Santa Maria. 8 p. 2002.
- ZEN, S.; POGGIANI, F.; COUTO, H. T. Z do.; **Variação da concentração de nutrientes ao longo do caule de *Eucalyptus saligna***: implicações na utilização energética dos resíduos florestais. IPEF - Circular Técnica n. 136. 1981.
- ZENY, A. S. **Sistema de gestão ambiental**. Apostila do curso de especialização em gestão e engenharia ambiental. UFPR / IEP. Curitiba, 2002.