

**BIOMASSA E NUTRIENTES EM**  
*Platanus x acerifolia* (Aiton) Willd. **ESTABELECIDO**  
**NO MUNICIPIO DE DOM FELICIANO - RS**

**Juarez Martins Hoppe**

**UFSM**

**Tese de Doutorado**

**BIOMASSA E NUTRIENTES EM**

*Platanus x acerifolia* (Aiton) Willd. **ESTABELECIDO**

**NO MUNICIPIO DE DOM FELICIANO - RS**

**Juarez Martins Hoppe**

**PPGEF**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2003**

**BIOMASSA E NUTRIENTES EM**  
*Platanus x acerifolia* (Aiton) Willd. **ESTABELECIDO**  
**NO MUNICIPIO DE DOM FELICIANO - RS**

**Por**

**Juarez Martins Hoppe**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Área de concentração Silvicultura, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Doutor em Engenharia Florestal.**

**PPGEF**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2003**

Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Tese de Doutorado**

**BIOMASSA E NUTRIENTES EM  
*Platanus x acerifolia* (Aiton) Willd. ESTABELECIDO  
NO MUNICÍPIO DE DOM FELICIANO - RS**

elaborada por **Juarez Martins Hoppe**

como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Doutor em Engenharia Florestal**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

---

**Prof. Dr. nat. techn. Mauro Valdir Schumacher - UFSM.**  
(Presidente/Orientador)

---

**Prof. Dr. Carlos Bruno Reissmann - UFPR.**

---

**Profa. Dra. Ana Maria Merck - UFSM.**

---

**Prof. Dr. Paulo Renato Schneider - UFSM.**

---

**Prof. Dr. Solon Jonas Longhi - UFSM.**

**Santa Maria, 24 de outubro de 2003.**

Sem a presença constante daqueles que são minha força permanente, com certeza teria sucumbido no meio do caminho. À minha esposa Tecla e nossos filhos Juarez Filho, Harold, José Carlos, Maria Lindley e Ana Maria dedico este trabalho com muito carinho.

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, que através da Mãe Rainha e Vencedora Três Vezes Admirável de Schoenstatt, educou-me e transformou-me naquilo que sou.

Ao Professor Dr. nat. techn. Mauro Valdir Schumacher, amigo, companheiro, parceiro e orientador que sempre muito próximo não mediu esforço para que este estudo fosse concluído.

Ao Professor Dr. Paulo Renato Schneider, pois seu incentivo e suas palavras sempre presentes foram permanente estímulo.

Ao Professor Dr. Solon Jonas Longhi pela colaboração e contribuições a este trabalho.

Ao Engenheiro Florestal Rudi Witschoreck pela ajuda indispensável para a conclusão desta pesquisa.

Ao Professor Dr. César Augusto Guimarães Finger, pela confiança e incentivo.

Ao Professor Dr. José Sales Mariano da Rocha, amigo e permanente incentivador.

À Universidade Federal de Santa Maria, local onde sempre exerci minhas atividades profissionais, e onde cresci e aprendi a amar a Engenharia Florestal.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais (UFSM) por me ter proporcionado esta oportunidade.

À Empresa Plátanos Ltda com a qual, com muito profissionalismo estabeleci uma permanente parceria e desta, entre outros, resultou este trabalho, nas pessoas de seus diretores Auri Benetti, Edes Doile, Hélio Benetti, Sérgio Benetti e a Engenheira Florestal Luiza Vian pela sua brilhante dedicação ao estudo do *Platanus x acerifolia*.

Aos Professores Doutores Élio Santini, Clóvis Haselein e demais Professores do Departamento de Ciências Florestais pelo apoio e incentivo.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Educação Ambiental - Especialização - pela demonstração de interesse pelo sucesso deste trabalho.

Ao professor Dr. Franklin Galvão, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFPr, pela indispensável colaboração.

Ao Engenheiro Florestal Dr. Marcos Vinicius W. Caldeira pela ajuda.

Aos professores da Universidade Federal do Paraná, Doutores Flávio Felipe Kirchen, Henrique Koehler e ao Professor Luciano Farinha Watzlawick da Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná, CAMPUS de Irati, pela amizade e incentivo.

Aos Professores José Osvaldo Jardim, Flávio Schneider e Luiz Carlos de Pelegrini, diretores do Centro de Ciências Rurais, pelo entusiasmo que sempre transmitiram.

A todos os professores da UFSM que torceram pelo sucesso deste trabalho, meus agradecimentos.

Às Empresas associadas ao Centro de Pesquisas Florestais, à Associação Gaúcha de Empresas Florestais e ao SINDIMADEIRA nas pessoas de seus Diretores e Engenheiros, muito obrigado pela expectativa da conclusão desta tese.

Aos amigos extra-universidade obrigado pela torcida e preocupação.

Aos Engenheiros Florestais Álvaro Freddo e Jeferson Oliveira pela ajuda, desde a coleta dos dados até à elaboração deste trabalho.

Aos servidores Élio Campanhol, Tarso Michelotti, Clandio Marques Rosa, Carlos Rubini Junior, Jair Tonetto, Cerlene Machado, Marlene Machado e Naira de Oliveira pela colaboração.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação pela presença, incentivo e apoio.

Aos acadêmicos do Curso de Engenharia Florestal Tânia Fontana, Raquel Bertoldo, João Ângelo Vivian, Rodrigo Thomas, Franco Quevedo, Pablo do Couto Corrochê, Igor Polleto, Delmar Santin, Lisandro Bonato e os demais que pouco ou muito tiveram sua parcela de contribuição para que concluísse esta empreitada.

A meus familiares e os de minha esposa pela permanente expectativa e confiança na conclusão deste trabalho.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>XI</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>XIII</b>
<b>RESUMO</b> .....	<b>XVI</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>XIX</b>
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>21</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>25</b>
<b>2.1 Caracterização da espécie</b> .....	<b>25</b>
<b>2.2 Fenologia</b> .....	<b>27</b>
<b>2.3 Utilização</b> .....	<b>29</b>
<b>2.4 Multiplicação</b> .....	<b>31</b>
<b>2.5 Plantio e crescimento</b> .....	<b>36</b>
<b>2.6 Biomassa</b> .....	<b>38</b>
<b>2.7 Nutrientes</b> .....	<b>41</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>48</b>
<b>3.1 Caracterização da área experimental</b> .....	<b>48</b>
3.1.1 Localização.....	48
3.1.2 Clima .....	49
3.1.3 Relevo.....	49
3.1.4 Geologia e solo.....	49
3.1.5 Vegetação natural.....	50
3.1.6 Histórico da utilização anterior da área de estudo .....	51
3.1.7 Implantação do povoamento .....	51
<b>3.2 Amostragem do povoamento</b> .....	<b>53</b>
<b>3.3 Biomassa</b> .....	<b>55</b>
3.3.1 Biomassa acima do solo .....	55
3.3.2 Biomassa abaixo do solo .....	57
3.3.2.1 Raízes finas.....	60
<b>3.4 Serapilheira</b> .....	<b>63</b>

<b>3.5 Solo .....</b>	<b>64</b>
3.5.1 Determinação da densidade.....	64
<b>3.6 Quantificação da biomassa e serapilheira .....</b>	<b>65</b>
<b>3.7 Quantificação dos nutrientes .....</b>	<b>66</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>67</b>
<b>4.1 Inventário florestal.....</b>	<b>67</b>
<b>4.2 Biomassa .....</b>	<b>70</b>
4.2.1 Estimativa de Biomassa de <i>Platanus x acerifolia</i> .....	70
4.2.2 Biomassa e comprimento de raízes finas ( $\leq 2$ mm) .....	76
4.2.3 Serapilheira.....	81
<b>4.3 Nutrientes.....</b>	<b>84</b>
4.3.1 Nutrientes na biomassa de <i>Platanus x acerifolia</i> .....	84
4.3.2 Nutrientes na biomassa de <i>Platanus x acerifolia</i> .....	90
4.3.3 Nutrientes ao longo do fuste de <i>Platanus x acerifolia</i> . .....	96
4.3.4 Estoque de nutrientes na serapilheira .....	104
4.3.5 Características químicas, físicas e estoque de nutrientes do solo .....	107
<b>4.4 Implicações silviculturais e ecológicas .....</b>	<b>113</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>118</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>120</b>
<b>7 ANEXO.....</b>	<b>143</b>

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Aspectos gerais do povoamento de <i>Platanus x acerifolia</i> na ocasião do início da coleta dos dados. ....	48
FIGURA 2 - Aspecto de um viveiro de <i>Platanus x acerifolia</i> com mudas produzidas em raiz nua.....	52
FIGURA 3 - Abertura de cova para plantio de <i>Platanus x acerifolia</i> . ....	53
FIGURA 4 - Medição das árvores de <i>Platanus x acerifolia</i> por ocasião do inventário florestal.....	54
FIGURA 5 - Seccionamento dos toretes para pesagem e obtenção dos discos de <i>Platanus x acerifolia</i> . ....	56
FIGURA 6 - Aspectos do descasque dos toretes de <i>Platanus x acerifolia</i> . ....	56
FIGURA 7 - Fracionamento da copa de <i>Platanus x acerifolia</i> em folhas e galhos.....	57
FIGURA 8 - Aspecto da escavação do sistema radicular do <i>Platanus x acerifolia</i> .....	58
FIGURA 9 - Utilização de jatos d'água na limpeza das raízes de <i>Platanus x acerifolia</i> .....	59
FIGURA 10 - Pesagem dos tocos com as raízes de <i>Platanus x acerifolia</i> , após a completa limpeza .....	60
FIGURA 11 - Coleta de monolitos de solo para quantificação das raízes finas de <i>Platanus x acerifolia</i> .....	61
FIGURA 12 - Detalhe da obtenção das imagens via scanner, para estimativa do comprimento das raízes finas de <i>Platanus x acerifolia</i> .....	62
FIGURA 13 - Coleta de serapilheira em povoamento de <i>Platanus x acerifolia</i> através do uso da moldura de ferro.....	63
FIGURA 14 - Coleta de solo em povoamento de <i>Platanus x acerifolia</i> para análise física e química. ....	64

FIGURA 15 - Densidade de raízes finas de <i>Platanus x acerifolia</i> no perfil de solo.....	79
FIGURA 16 - Distribuição percentual do estoque de nutrientes nos diferentes componentes da biomassa de <i>Platanus x acerifolia</i> .....	95
FIGURA 17 - Variação dos teores médios de nutrientes ao longo do fuste no componente madeira de <i>Platanus x acerifolia</i> .....	100
FIGURA 18 - Descrição da variação dos teores médios de nutrientes ao longo do fuste no componente casca para <i>Platanus x acerifolia</i> .....	101
FIGURA 19 - Intensidades de colheita da biomassa de <i>Platanus x acerifolia</i> .....	115

**LISTA DE TABELAS**

TABELA 1 - Distribuição diamétrica do povoamento de <i>Platanus x acerifolia</i> estudado.....	67
TABELA 2 - Equações de regressão utilizadas para estimar alguns parâmetros dendrométricos do <i>Platanus x acerifolia</i> .....	69
TABELA 3 - Valores médios observados dos parâmetros dendrométricos das árvores de <i>Platanus x acerifolia</i> .....	69
TABELA 4 - Equações e parâmetros selecionados para estimar a biomassa dos componentes das árvores de <i>Platanus x acerifolia</i> .....	70
TABELA 5 - Biomassa nos diferentes componentes das árvores de <i>Platanus x acerifolia</i> .....	71
TABELA 6 - Biomassa de raízes finas de <i>Platanus x acerifolia</i> nas diferentes camadas até 80 cm de profundidade do solo nos quatro perfis..	77
TABELA 7 - Comprimento de raízes finas de <i>Platanus x acerifolia</i> até 80 cm de profundidade do solo.....	80
TABELA 8 - Quantidade de serapilheira nas áreas das parcelas inventariadas .....	82
TABELA 9 - Teores médios de macronutrientes na biomassa dos diferentes componentes das árvores de <i>Platanus x acerifolia</i> .....	85
TABELA 10 - Teores médios de micronutrientes na biomassa dos diferentes componentes das árvores de <i>Platanus x acerifolia</i> .....	86
TABELA 11 - Relação C/N da biomassa dos diferentes componentes das árvores de <i>Platanus x acerifolia</i> .....	90
TABELA 12 - Equações de regressão utilizadas para estimar o estoque de macronutrientes e micronutrientes contidos na biomassa dos diferentes componentes das árvores de <i>Platanus x acerifolia</i> .....	91

TABELA 13 - Quantidade média de macronutrientes encontrada na biomassa dos diferentes componentes das árvores de <i>Platanus x acerifolia</i> .....	94
TABELA 14 - Quantidade média de micronutrientes encontrada na biomassa dos diferentes componentes das árvores de <i>Platanus x acerifolia</i> .....	94
TABELA 15 - Teores médios de macronutrientes ao longo do fuste para os componentes madeira e casca de <i>Platanus x acerifolia</i> .....	97
TABELA 16 - Equações de regressão para estimar a variação dos teores de nutrientes ao longo do fuste de <i>Platanus x acerifolia</i> .....	99
TABELA 17 - Altura de amostragem dada em percentual da altura total, para obtenção dos teores representativos (TR) de nutrientes na madeira e na casca de <i>Platanus x acerifolia</i> .....	102
TABELA 18 - Teores de macronutrientes presentes na serapilheira da floresta de <i>Platanus x acerifolia</i> com 5,5 anos de idade.....	105
TABELA 19 - Teores de micronutrientes presentes na serapilheira da floresta de <i>Platanus x acerifolia</i> com 5,5 anos de idade.....	105
TABELA 20 - Quantidade média de macronutrientes na serapilheira acumulada no povoamento de <i>Platanus x acerifolia</i> .....	106
TABELA 21 - Quantidade média de micronutrientes na serapilheira acumulada no povoamento de <i>Platanus x acerifolia</i> .....	107
TABELA 22 - Características do solo da área de estudo sob o povoamento de <i>Platanus x acerifolia</i> .....	108
TABELA 23 - Quantidade média de nutrientes encontrados nas diferentes camadas do solo até 80 cm de profundidade nos quatro perfis estudados em <i>Platanus x acerifolia</i> .....	111

TABELA 24 - Densidade do solo encontrada nas diferentes profundidades, até 80 cm dos quatro perfis estudados em povoamento de <i>Platanus x acerifolia</i> . .....	112
--	-----

## RESUMO

Tese de Doutorado

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

### BIOMASSA E NUTRIENTES EM

*Platanus x acerifolia* (Aiton) Willd. **ESTABELECIDO**

**NO MUNICÍPIO DE DOM FELICIANO - RS**

Autor: Juarez Martins Hoppe

Orientador: Prof. Dr. nat. techn. Mauro Valdir Schumacher

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 24 outubro de 2003.

Este trabalho teve por objetivo quantificar a biomassa e os nutrientes existentes em uma floresta de *Platanus x acerifolia*, com 5,5 anos de idade, localizada no município de Dom Feliciano, Rio Grande do Sul, de Propriedade da Empresa Platanus Florestal Ltda.

A coleta do material foi realizada entre os dias 22.02.2002 e 05.03.2002. No povoamento selecionado foram instaladas cinco parcelas de 20 m x 30 m e realizada a medição de todos os diâmetros das árvores constantes em cada parcela. Estas por sua vez, foram agrupadas em oito classes de diâmetros com intervalo de 0,75 cm. Após foram abatidas e arrancadas vinte e quatro árvores, ou seja três indivíduos por cada classe de diâmetro. As alturas das árvores das parcelas e do povoamento, não medidas, foram obtidas através da equação de regressão  $h = (d^2/14,722345 - 0,801912.d + 0,296741)^2 + 1,3$ .

Os troncos foram cortados em seções a 0,10 m, 0,30 m, 1,30 m, 3,30 m, 5,30 m, 7,30 m e assim sucessivamente até o diâmetro de 2 cm, a partir do qual foram considerados e avaliados como galhos. Na base de

cada seção retirou-se um disco como amostra para avaliação dos componentes químicos e da biomassa seca.

Todos os componentes das árvores foram separados e pesados para obtenção do peso fresco. De cada componente foram retiradas amostras, pesadas, embaladas, etiquetadas e transportadas para o laboratório de Ecologia Florestal do Departamento de Ciências Florestais do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, para a análise química. Para a determinação de raízes finas, análise química e física do solo, foram coletados quatro monolitos de 80 cm de profundidade de onde coletaram-se, a intervalos de 10 cm, amostras para as referidas análises.

As amostras de tecido vegetal foram secas a 75 graus centígrados por 72 horas e após moídas em moínho tipo Wiley com peneira de mesh 20.

Os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mn, Fe, B, e C orgânico foram determinados segundo a metodologia descrita por Tedesco *et al.* (1995). As análises químicas do solo foram determinadas no Laboratório de Solos do Departamento de Solos do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria.

Após a realização das análises e avaliando os resultados, pôde-se observar que o *Platanus x acerifolia* nas condições estudadas possui a biomassa de: 1,89 Mg ha<sup>-1</sup> de folhas, 0,16 Mg ha<sup>-1</sup> de frutos, 11,72 Mg ha<sup>-1</sup> de galhos, 21,07 Mg ha<sup>-1</sup> de madeira, 2,01 Mg ha<sup>-1</sup> de casca, 8,43 Mg ha<sup>-1</sup> de raiz, totalizando 45,28 Mg ha<sup>-1</sup> de biomassa. O carbono contido na biomassa desta floresta atingiu 19,78 Mg ha<sup>-1</sup>, o N 215,6 kg ha<sup>-1</sup>, o P 24,3 kg ha<sup>-1</sup>, o K 116,9 kg ha<sup>-1</sup>, o Ca 123,8 kg ha<sup>-1</sup>, o Mg 36,6 kg ha<sup>-1</sup>, o S 33,0 kg ha<sup>-1</sup>, o Fe 1406,4 g ha<sup>-1</sup>, o Mn 766,8 g ha<sup>-1</sup>, o Zn 172,2 g ha<sup>-1</sup>, o Cu 186,9 g ha<sup>-1</sup> e o B 468,7 g ha<sup>-1</sup>. A biomassa das raízes finas, até 80 cm de profundidade, foi de 827,5 kg ha<sup>-1</sup> e o seu comprimento alcançou 4884,2

km ha<sup>-1</sup>. A biomassa encontrada na serapilheira foi de 12,8 Mg ha<sup>-1</sup>. A amostragem para a quantificação da biomassa e nutrientes na casca e na madeira pode ser efetuada a 26,2% da altura total das árvores.

**ABSTRACT**

Tese de Doutorado

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal

Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

**BIOMASS AND NUTRIENTS IN*****Platanus X acerifolia* (Aiton) Willd. ESTABLISHED AT THE DOM  
FELICIANO COUNTY - RS**

Author: Juarez Martins Hoppe

Advisor: Prof. Dr. nat. techn. Mauro Valdir Schumacher

Date and place of defense: Santa Maria, 24 of october of 2003.

This work aim to quantify the biomass and the existent nutrients in a 5,5 years old *Platanus x acerifolia* forest located in Dom Feliciano country, in Rio Grande do Sul, in a Company Forest Platanus Ltda property.

The material collection was performed from February 22, 2002 to March 05, 2002 and in the selected settlement were installed five plots of 20 x 30 m and accomplished the measurement of all the diameters of the constant trees in each plot, which were contained in eight diameters classes with interval of 0,75 cm. After they were abated and pulled twenty-four trees, or, three individuals for each diameter class. The settlement trees heights were obtained by the regression equation  $h = (d^2/14,722345 - 0,801912.d + 0,296741)^2 + 1,3$ .

Logs had been cut in sections to 0,10 m, 0,30 m, 1,30 m, 3,30 m, 5,30 m, 7,30 m and so forth until the diameter of 2 cm, so they had been considered and appraised as branch. In each base section it was removed a

disk as a sample for the chemical components and the dried up biomass evaluation.

All the components had been separated and weighted to obtaining the fresh weight. From each component it was removed samples that were weighted, wrapped, labeled and transported to the Forest Ecology Laboratory for the chemical determinations. For fine roots study, chemical and physical soil analysis, it was opened up four trenches of 80 cm of depth where was removed, with intervals of 10 cm, samples for that studies.

In the Forest Ecology Laboratory of Forest Sciences Department in Rural Sciences Center of Federal University of Santa Maria, the samples were dried up to 75 °C for 72 hours and then pounded in mill type Wiley with sieve of mesh 20.

The N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mn, Fe, B and organic C contents had been obtained according to the methodology described by Tedesco *et al.* (1995). The chemical soil analyses had been obtained in the Soils Laboratory in Rural Sciences Center of Federal University of Santa Maria.

After all this evaluation analyses it had been observed that *Platanus x acerifolia* in the studied conditions possesses the following dry biomass in your components: 1,89 Mg ha<sup>-1</sup> of leaves, 0,16 Mg ha<sup>-1</sup> of fruits, 11,72 Mg ha<sup>-1</sup> of branches, 21,07 Mg ha<sup>-1</sup> of wood, 2,01 Mg ha<sup>-1</sup> of bark, 8,43 Mg ha<sup>-1</sup> of root, totaling 45,28 Mg ha<sup>-1</sup> biomass. The carbon contained in the biomass of this forest reached 19,78 Mg ha<sup>-1</sup>, N 215,6 Kg ha<sup>-1</sup>, P 24,3 Kg ha<sup>-1</sup>, K 116,9 Kg ha<sup>-1</sup>, the Ca 123,8 Kg ha<sup>-1</sup>, Mg 36,6 Kg ha<sup>-1</sup>, S 33,0 Kg ha<sup>-1</sup>, Fe 1406,4 g ha<sup>-1</sup>, Mn 766,8 g ha<sup>-1</sup>, Zn 172,2 g ha<sup>-1</sup>, Cu 186,9 g ha<sup>-1</sup> and B 468,7 g ha<sup>-1</sup>. The fine roots biomass was 827,5 Kg ha<sup>-1</sup> and your length reached 4884,2 Km ha<sup>-1</sup>. The biomass found in the litter was 12,8 Mg ha<sup>-1</sup>. The sampling for the quantification of biomass and nutritious evaluation in the bark and in the wood can be made to 26,2% of the total trees height.

## 1 INTRODUÇÃO

No processo de desenvolvimento tecnológico empresarial, a permanente busca de alternativas para melhorar a qualidade do produto final ou mesmo para diminuir os custos de produção é uma preocupação presente dos administradores.

No setor florestal esta realidade não é diferente, pois o alto consumo de madeiras oriundas das florestas nativas, durante muito tempo, levou à quase extinção de muitas espécies de alto valor econômico.

Um exemplo real é o caso do açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart. et Zucc.), que forneceu, por longo período, madeira de boa qualidade para a Indústria Moveleira, especialmente para fabricação de móveis vergados e, atualmente no Rio Grande do Sul, são raros os exemplares em condições de desdobro, embora seja satisfatória a regeneração natural, especialmente na bacia do Rio Camaquã, RS.

A alternativa técnica e econômica encontrada para substituir o açoita-cavalo (*Luehea divaricata*), surge com o plátano, (*Platanus x acerifolia*), o qual após os estudos tecnológicos, apresentou qualidades excelentes para a fabricação de móveis e muitas outras utilidades, garantindo também a qualidade do produto final.

O *Platanus x acerifolia* (Aiton) Willd. é o resultado do cruzamento genético espontâneo entre o *Platanus orientalis* L., originário do sudeste da Europa, Ásia Menor, Pérsia, Afeganistão e noroeste da Índia e o *Platanus occidentalis* L., que tem sua origem no sul do Canadá e no leste dos Estados Unidos até o México constituindo-se num híbrido de grande

potencial madeireiro na região Sul do Brasil e também para outras regiões de clima temperado e frio (Reitz 1984).

A introdução do *Platanus* spp. no Brasil, especialmente no Rio Grande do Sul, se deu através dos colonizadores italianos que o trouxeram com a finalidade de utilizá-lo como quebra-vento, suporte dos parreirais na viticultura e para ornamentação.

Tratando-se de uma espécie exótica e de fácil adaptação no sul do Brasil e, devido ao pouco conhecimento silvicultural disponível, é importante que se iniciem estudos com a finalidade de conhecer sua fisiologia, silvicultura e auto-ecologia para auxiliar na difusão deste híbrido no sul do país e também em outras regiões que houver interesse.

Sendo assim, o desenvolvimento de técnicas silviculturais compatíveis com suas exigências é um alvo que se busca através de estudos e pesquisas que deverão ser estimuladas a partir do momento em que se constatou a viabilidade técnica e econômica do *Platanus x acerifolia*.

Embora sendo uma espécie de grande valor econômico devido à versatilidade da aplicação de sua madeira, o conhecimento silvicultural deste híbrido, no Rio Grande do Sul e no Brasil, ainda é muito pequeno.

Alguns estudos realizados no Rio Grande do Sul, até o presente momento, referem-se à época de coleta das estacas, profundidade de plantio, diâmetro e posição no ramo de onde deve ser efetuada a coleta das estacas, diferentes técnicas de produção de mudas e alguns acompanhamentos de plantios dos últimos três anos.

Existe, ainda, deficiência de conhecimento relacionados com a produção econômica de mudas, com a adubação em nível de campo, estudos de espaçamento, preparo de solo, plantio direto de estacas a campo,

crescimento, matocompetição e condução dos povoamentos (desrama e desbaste).

Neste contexto estudos referentes à quantificação de biomassa e nutrientes do *Platanus x acerifolia* deverá ser o ponto de partida para a definição de outras pesquisas que levem ao conhecimento da silvicultura, auto-ecologia e da fisiologia para conhecer suas exigências quanto aos aspectos do seu crescimento para a recomendação de tecnologias adequadas visando fomentar seu cultivo em nível comercial e principalmente assegurar a capacidade produtiva dos sítios.

A presente pesquisa teve por objetivo geral realizar estudos sobre biomassa e nutrientes no *Platanus x acerifolia*, tendo como objetivos específicos:

- quantificar a biomassa acima e abaixo do solo das árvores de *Platanus x acerifolia*;
- determinar o conteúdo de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mn, Fe, B e C) nos diferentes componentes da biomassa de *Platanus x acerifolia*;
- estimar a biomassa e comprimento das raízes finas ( $\leq 2$  mm), de *Platanus x acerifolia*;
- estimar a serapilheira depositada sobre o solo, bem como o seu conteúdo de nutrientes;

- quantificar o estoque de nutrientes presentes no solo.
- fazer inferências sobre implicações ecológicas e silviculturais da espécie; e
- determinar o ponto ótimo de amostragem para quantificar o teor e o conteúdo dos nutrientes na casca e na madeira do fuste.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Caracterização da espécie

O gênero *Platanus*, pertencente à Família Platanaceae, inclui mais de dez espécies, entre elas; *Platanus chiapensis* Standl., *Platanus kerrii* Gangnep, *Platanus lindeniana* Mart. et Gal., *Platanus mexicana* Moric., *Platanus oaxacana* Standl., *Platanus occidentalis* L., *Platanus occidentalis* L., var. *glabrata* (Fern.) Sarg., *Platanus orientalis* L., *Platanus racemosa* Nutt., *Platanus wrightii* S. (Wats) e o *Platanus x acerifolia* (Aiton) Willd. que é um híbrido e produz árvores de grande porte podendo atingir 30 a 40 metros de altura e diâmetro de até um metro (Ake *et al.*,1991).

Para Henri & Flood *apud* Reitz (1984) o *Platanus x acerifolia* é um híbrido resultante do cruzamento entre *Platanus occidentalis* e *Platanus orientalis* ocorrido espontaneamente, no Jardim Botânico de Oxford na Inglaterra no século VII.

Seguindo, o mesmo autor, o gênero *Platanus* possui espécies muito semelhantes, diferenciando-se principalmente pelo número de frutos em cada pedúnculo. Assim, o *Platanus orientalis* possui 3 ou mais frutos por pedúnculo, com diâmetro entre 2 cm - 2,5 cm; *Platanus x acerifolia* possui 2 e, ocasionalmente mais frutos por pedúnculo, com 2,5 cm de diâmetro já no *Platanus occdentalis* ocorre a presença solitária de um fruto por pedúnculo com as mesmas dimensões de diâmetro (Harlow & Harrar, 1969 ).

De acordo com Stumpp (1999) *Platanus x acerifolia* possui anéis de crescimento pouco salientes; tem cheiro e gosto indiferentes e cor bege-marfim com riscos escuro.

Vigouroux *et al.* (1997) informam que mais recentemente a origem híbrida do *Platanus x acerifolia* parece ter sido demonstrada através de marcadores moleculares, enquanto alguns botânicos, entre eles Lopez-Gonzales (1998), levantam a hipótese de que o *Platanus x acerifolia* pode ser uma variação natural do *Platanus orientalis*.

Não há dúvida de que o *Platanus x acerifolia*, comumente chamado de plátano-de-Londres, é um híbrido fértil originado do cruzamento entre as espécies de *Platanus occidentalis* e *Platanus orientalis*. No entanto existem dúvidas se sua origem é realmente a Inglaterra, Portugal, Espanha ou França, onde o plátano americano floresce abundantemente (Everest, *apud* Reitz 1984; Santamour, 1970; Santamour & McArdle, 1986).

Segundo Raven *et al.* (1996) *Platanus orientalis* é espécie nativa da região Leste do Mediterrâneo até o Himalaia, crescendo muito bem com as influências marítimas, não se adaptando em regiões frias como o norte da Europa. Os mesmos autores informam que o *Platanus occidentalis* é originário do sudoeste dos Estados Unidos, sendo encontrado naturalmente em trinta e quatro estados americanos e em duas províncias canadenses.

*Platanus x acerifolia* é uma árvore lenhosa de porte avantajado, podendo atingir, aos 25 anos de idade, 25 m de altura e 40 cm de dap. Cresce muito bem em luminosidade total, muito adaptada às baixas temperaturas, resistente a seca, porém é muito sensível a altas temperaturas, desenvolvendo-se muito bem em climas temperados e temperado frio (Harlow & Harrar, 1969).

Leonardis *apud* Lazzari (1997) e Reitz (1984) afirmam que *Platanus x acerifolia* é uma espécie que possui indivíduos de grande porte, com copa frondosa, casca de cor amarelo esverdeada, que se desprende em placas ao longo do tronco. As folhas são caducas, simples, alternadas e lobuladas com comprimento e largura entre 10 a 25 cm, com três a cinco lóbulos triangulares. Os frutos apresentam cor amarelo ocre, agrupados em forma de globos que ocorrem aos pares, sendo raros mais que dois.

Por outro lado, Ricaud *et al.* (1995) afirma que as folhas do *Platanus x acerifolia* apresentam lóbulos dentados, triangulares e os centrais são ligeiramente mais longos que os demais. Estão presos a um pecíolo de 3 a 10 cm de comprimento, em cuja base apresenta brotos axilares. Seu crescimento é fortemente influenciado pelos fatores ambientais, principalmente a temperatura e as chuvas.

De acordo com Reitz (1984) *Platanus x acerifolia* é a única espécie representante da família Platanaceae cultivado no Brasil e ainda em pequena escala. Segundo este autor, é uma árvore de grande porte, caducifólia, bem aclimatada na região sul que vem ganhando importância econômica pelo fato de apresentar um rápido desenvolvimento e possibilitar várias utilidades especialmente na indústria moveleira.

## **2.2 Fenologia**

Na Europa o florescimento das espécies de *Platanus* ocorre durante toda a primavera, dependendo das condições climáticas, enquanto os frutos madurecem no outono e permanecem com frequência presos nos ramos até a próxima primavera (Spiesksma *et al.*, 1993). A maturação das sementes

completa-se no final do inverno quando ocorre a disseminação, porém a coleta dos frutos pode ser efetuada a partir do momento em que os mesmos tomam coloração marrom, tornando-se mais fácil após a queda das folhas (Yung & Yung, 1994).

Segundo Neely & Himelick (1987) *Platanus x acerifolia* é uma espécie muito plástica que cresce naturalmente em latitude variando de 30 a 50 graus, em altitude de 0 - 800 m. Prefere regiões onde a precipitação anual esteja entre 700 – 2000 mm com regime de chuva de inverno, suporta estação seca de até dois meses, e vegeta normalmente em regiões onde a temperatura anual varia entre 4 – 21 °C. Suporta temperatura máxima de até 32 graus e mínima de até –12 °C.

Russel & Honkala (1990) informam que a ocorrência natural do gênero *Platanus*. nos Estados Unidos é limitada, provavelmente, ao norte devido ao gelo e às baixas temperaturas, e no oeste em função do clima seco das grandes planícies.

É uma espécie tolerante à poluição do ar, à pressão urbana, cresce uniformemente e responde bem à fertilização. O momento que antecede a queda das folhas apresenta uma multi-coloração, principalmente no outono, a qual fornece uma paisagem muito decorativa em várias cidades européias (Edlin, 1968; Luxmoore *et al.*, 1993).

Sendo uma espécie que cresce muito bem em plena luz, suas folhas possuem uma camada de minúsculos pêlos que têm a função de protegê-las contra os efeitos dos fotohinibidores quando a luz for em excesso. Os pêlos das folhas atenuam a radiação visível, em parte, devido à alta reflectância da camada do tricoma e em parte pela presença de pigmentos absorventes identificados como antocianidina e peonidina, os quais estão

presentes nos pêlos das folhas jovens e ausentes nas folhas do interior do dossel (Ntefidou & Manetas, 1996).

As folhas jovens possuem uma capacidade limitada de fotodissipância, no entanto a presença de pêlos foliares protegem as folhas contra o excesso de luz. Quando as folhas estão maduras e as concentrações de substâncias fotoprotetoras são adequadas, as perdas dos pêlos não causam consequência considerável. No entanto a presença de pêlos em folhas maduras pode reduzir a radiação fotossinteticamente ativa a níveis não suportáveis para a fotossíntese (Bish *et al.*, 1997).

### **2.3 Utilização**

Para Farrar (1995) *Platanus x acerifolia* é comumente plantado em parques e ao longo de ruas no Canadá, Estados Unidos e na Europa, sendo tolerante às condições urbanas.

Na Europa, especialmente na Itália, o gênero *Platanus* é muito utilizado com propósitos de ornamentação ao longo de rodovias, em parques, nas margens dos canais para controle de erosão, uma vez que se desenvolve em locais onde outras espécies dificilmente poderiam sobreviver.

No Brasil, o grande uso do *Platanus x acerifolia*, atualmente está relacionado à fabricação de móveis especialmente vergados. Por isso o desenvolvimento de tecnologias de produção de madeira deste híbrido é muito importante, razão pela qual as mudas passam a ter influência no resultado final dos investimentos, uma vez que, segundo Hartmann &

Kester (1971) a produção de mudas por estaquia apresenta boas perspectivas de qualidade, inclusive genética.

A madeira de *Platanus* é muito semelhante à da faia, porém um pouco mais escura. Os anéis de crescimento não são muito distintos e a superfície aplainada é muito regular.

No entanto é utilizado basicamente para ornamentação chegando muito pouca quantidade de madeira até à indústria. É uma espécie, porém, que tem grande potencial de uso, fornecendo matéria-prima para polpa de fibra curta, laminados, caixotaria e móveis (Nardi-Berti, 1978).

Wheeler (1995) estudando *Platanus kerri* Ggagnep, espécie nativa do Laos, Vietnam, concluiu que sua madeira é muito semelhante, na sua estrutura anatômica, com a madeira das demais espécies de *Platanus* conhecidas.

Aslanboga & Gemici (1998) informam que a madeira do *Platanus orientalis* e *Platanus x acerifolia* possuem anéis de crescimento relativamente largos, de cor marrom brilhante, podendo ser processada, trabalhada e polida. A densidade básica do *Platanus orientalis* está em torno de  $0,55 \text{ g cm}^{-3}$ . Quanto a sua utilização, os autores, informam que pode ser usada para combustível, telhados, móveis e construção. Suas folhas permitem uso medicinal como anti-séptico, contra queimaduras e também contra veneno de cobras.

Stump (1999) encontrou para o *Platanus x acerifolia* massa específica aparente (TU= 12 a 14%) de  $0,70 \text{ g cm}^{-3}$ , indicando-o para uso principalmente na fabricação de móveis.

Schenck (1939) estudou os aspectos tecnológicos do *Platanus x acerifolia* e encontrou: massa específica aparente de  $0,83 \text{ g cm}^{-3}$  e em

comparação com o carvalho (100%) inflexão estática 75%, compressão paralela as fibras 83%, módulo de elasticidade 81% e dureza 58%.

## 2.4 Multiplicação

Para Hartman & Kester (1971) a propagação vegetativa de espécies florestais, inclusive o *Platanus x acerifolia*, é simples e não exige técnicas especiais como aquelas utilizadas para a enxertia.

A multiplicação vegetativa do gênero *Platanus* é uma técnica antiga pois Briscoe (1969) já recomendava o uso de estacas, desta espécie, desde que as mesmas fossem dos ramos, cujo crescimento tenha ocorrido no último período vegetativo.

Segundo Dias *et al.* (1999) a estaquia é um método adequado para propagação do *Platanus x acerifolia* e as estacas de maior diâmetro apresentam melhores condições de enraizamento.

A adubação aumenta o crescimento de *Platanus* spp. (Braadfoot & Ike, *apud* Briscoe, 1969). No entanto Gilmore *apud* Briscoe (1969) esclarece que são poucas as informações disponíveis sobre experimentação de fertilização com a espécie.

Orika Ono *et al.* (1994) e Dias *et al.* (1999) estudando o enraizamento de estacas de *Platanus x acerifolia* tratadas com auxinas, concluíram que a primavera é a melhor época para a coleta das mesmas para a propagação vegetativa e que as tratadas com ácido indolbutírico (AIB) ou ácido naftalacético (ANA) na concentração de 0,5% na forma de pó, foram mais eficientes no enraizamento.

Lazzari (1997) trabalhando com épocas de coletas, tipos fisiológicos, aplicação de boro, zinco e uso de ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de *Platanus x acerifolia*, concluiu que: o mês de julho é mais adequado para a coleta resultando no melhor enraizamento; o boro e o zinco não têm influência no enraizamento das estacas; o AIB em dosagens acima de 20 mg por litro tem influência negativa no enraizamento; e as estacas basais do crescimento do ano apresentam o maior potencial de enraizamento.

Tedesco *et al.* (1998a) estudaram o efeito da época de coleta e plantio de estacas de *Platanus x acerifolia* no enraizamento e concluíram que a melhor época de coleta das estacas compreende os meses de maio e junho. Estacas de *Platanus x acerifolia* armazenadas pelo período de 60 dias em temperatura de 5 °C não apresentaram problemas de enraizamento (Tedesco *et al.* 1998b).

Segundo Fachinelo *et al.* (1994) para o processo de enraizamento, o nível de carboidratos das estacas tem importância decisiva na quantidade e volume de raízes.

No entanto Yung & Yung (1994) referindo-se à produção de mudas de *Platanus x acerifolia* recomendam a primavera como a melhor época para a semeadura, indicando, como viável, também o outono ou mesmo o inverno. As sementes deverão ser espalhadas em linhas com 15 a 20 cm de distância e até 370 sementes por m<sup>2</sup> e cobertas com uma fina camada de húmus.

Referindo-se à propagação do gênero *Platanus*, Vlachou (2001) afirma que quando a produção de mudas for realizada por via sexuada deve-se ter cuidado pois, sendo a semente desta espécie muito pequena e

frágil, pode não germinar devido às condições ambientais, enquanto na propagação vegetativa a porcentagem de enraizamento com estacas coletadas no inverno varia de 89% a 100% e, nas estacas colhidas no verão o enraizamento está entre 33% a 62%.

Na Europa a propagação de *Platanus x acerifolia* ocorre principalmente através da clonagem (estaquia), enquanto nos Estados Unidos a produção é realizada basicamente por sementes. Recomenda-se, porém, que a realização da estaquia seja no outono e a semeadura no final do inverno. Na produção de mudas por sementes, sugere-se a cobertura das mesmas com alguns milímetros de terra ou mulch ( De Philippis, 1934)

No aspecto da propagação por sementes, Bachiller *apud* Fowler & Bianchetti (2000) recomenda para o *Platanus x acerifolia* a imersão das mesmas em água à temperatura ambiente durante quatro dias para a superação da dormência.

No entanto Falleri & Pacella (1997) estudando a germinação de sementes de *Platanus x acerifolia*, concluíram que tomando sementes desta espécie, baixando seu conteúdo de umidade a 7% e aplicando o teste de flutuação utilizando o éter de petróleo durante 24 horas; que baixando a umidade até 13%, a germinação das sementes que se precipitaram (afundaram no éter) aumentou em 86%, enquanto que do lote original, sem o teste de flutuação para separação, germinaram apenas 48%; e que o período de início da germinação decresceu de 3,5 para 2,4 dias.

Iensen *et al.* (1999) estudando a viabilidade das sementes de *Platanus x acerifolia*, em Santa Maria – RS, obtiveram uma germinação de 9, 11 e 13% quando submeteram as sementes a um tratamento pré-germinativo, estratificação de 0, 2 e 4 semanas a uma temperatura de 5

graus centígrados, concluindo que é necessário a realização de novas pesquisas para determinar a viabilidade do uso da propagação via sexuada.

A propagação vegetativa do *Platanus x acerifolia* é importante para manter seu caráter híbrido. Neste caso as estacas são obtidas através de cortes dos brotos do crescimento do ano, cujas dimensões são de 20 cm de comprimento e com diâmetro que pode variar de 5 a 8 cm (Briscoe, 1969).

Os ramos são colhidos no outono após a queda total das folhas e, imediatamente após o preparo, as estacas são plantadas, em viveiros, utilizando espaçamento de 10 cm, entre estacas e 25 cm, entre as linhas. Após um ano de viveiragem as mudas mais vigorosas estão prontas para serem plantadas à campo. O índice de enraizamento é alto, porém pode ser aumentado com o uso de ácido indolbutírico no momento de plantar as estacas nos canteiros (Benea & Cristescu, 1974 e Panetsos *et al.*, 1994).

Tratando-se de propagação vegetativa, Gjuleva & Atanasov (1994) trabalhando com micropropagação de *Platanus x acerifolia* in vitro, obtiveram após trinta dias da instalação do experimento 70% de enraizamento dos explantes, quando usaram 0,5 mg l<sup>-1</sup> de IBA.

Donkers & Evers (1987) utilizando 90 mg de Adenina Benzil (6-BA), obtiveram um aumento médio de brotos por ramo de *Platanus x acerifolia*, especialmente nos ramos retirados da camada superior da copa, enquanto o uso de 45 mg de 6-BA possibilitou um aumento significativo no número de calos na multiplicação in vitro dos ramos coletados mais no alto da copa.

A produção de mudas de *Platanus x acerifolia* é feita de modo convencional, no entanto não se deve descuidar da irrigação pois a espécie

exige satisfatória umidade para o desenvolvimento normal (Lobeav *apud* Briscoe, 1969).

Hoppe *et al.* (1999) estudando a influência do diâmetro de estacas no desenvolvimento dos brotos de *Platanus x acerifolia*, concluíram que o desenvolvimento, em altura, das brotações é influenciado pelo diâmetro e, que este deve ter de 1 a 2 cm para a produção de mudas deste híbrido.

A profundidade do plantio das estacas não interfere no desenvolvimento da brotação. Foi o que concluíram Freddo *et al.* (1999), ao trabalhar com a influência da profundidade de plantio de estacas no desenvolvimento dos brotos de mudas de *Platanus x acerifolia*.

Em relação à posição da estaca no ramo de crescimento do último período, Freddo *et al.* (2000c), estudando a produção de mudas com mini-estacas com dimensões de 10 cm de comprimento e diâmetro variando de 0,3 a 7,0 mm, retiradas de diferentes posições do ramo do último período de crescimento, concluíram que os melhores enraizamentos foram proporcionados pelos diâmetros superiores a 0,5 mm e retirados da parte basal do galho.

Com o advento da produção de mudas de *Platanus x acerifolia* através de mini-estacas e em tubetes Oliveira *et al.* (2000) e Freddo *et al.* (2000a) avaliando o desempenho das mudas em diferentes tamanhos de tubetes concluíram que aquele com maior volume de substrato produz mudas com melhor padrão de qualidade.

Testando diferentes composições de substrato na produção de mudas Oliveira *et al.* (2000) concluíram que misturas compostas por casca de *Pinus* spp. triturada 50%, adicionada de 25% de vermicomposto e 25% de

vermiculita são indicadas para a produção de mudas de *Platanus x acerifolia* em tubetes, através de mini-estacas.

Atualmente, no Rio Grande do Sul, a produção de mudas de *Platanus x acerifolia* ocorre somente através de estacas as quais são retiradas de matrizes selecionadas do crescimento do ano. Lembra-se ainda que, através de experimentos realizados, as estacas de *Platanus x acerifolia* com dimensões de 10 cm de comprimento e 0,5 cm de diâmetro e utilizando-se tubetes para a produção de mudas, têm-se obtido bons resultados em termos de enraizamento das mesmas (Freddo *et al.* 2000b).

Tisserant *et al.* (1996) analisaram o desenvolvimento do sistema radicular do *Platanus x acerifolia* em simbiose com micorriza do gênero *Glonus fasciculatum*, o qual induziu modificações no seu desenvolvimento quando comparado com o sistema radicular sem micorrizas.

Nas raízes laterais de terceira ordem predominaram em micorrizas arbusculares, enquanto as laterais de segunda ordem foram mais numerosas em sistemas sem micorrizas. Concluíram também que a colonização de micorrizas arbusculares se relacionou estreitamente com a aparência de diferentes ordens de raízes, pois os micélios mais ativos foram localizados em raízes novas formadas lateralmente.

## **2.5 Plantio e crescimento**

As espécies do gênero *Platanus* preferem solos profundos, arenosos, bem drenados, porém com bom suprimento de umidade, desenvolvendo-se muito bem em terrenos aluviais, por isso nas margens de rios alcança suas maiores alturas ( Bernardi, 1972 e Ake *et al.*, 1991).

Para Gambi (1964) *Platanus x acerifolia* cresce muito bem tanto plantado isoladamente, quanto em grupo ou misturado com outras espécies num sistema de consórcio. É uma espécie heliófila de crescimento rápido, com sistema radicular profundamente inserido no solo, caracterizando-se, por isso, como uma árvore pioneira das margens dos afluentes e terrenos aluviais, onde sua regeneração natural é bastante acentuada (Gambi, 1979).

O reflorestamento com plátano, que produz uma madeira de usos diversificados e de ótima qualidade vem crescendo rápido. É uma boa alternativa de fonte de renda para pequenos, médios e grandes produtores rurais assim como para empresas de base florestal ( Vian, 1999).

Briscoe (1969) afirma que o gênero *Platanus* cresce muito bem em solos férteis, com pH variando entre 5 e 8, não tolerando solos rasos, deficientes em fertilidade, em matéria orgânica, compactados, muito argilosos, desgastados, e com excesso de umidade, exigindo porém umidade permanente, exigindo solos bem drenados. Diz ainda que a maioria dos plantios de *Platanus* spp. são estabelecidos sem os devidos cuidados, cuja qualidade deixa a desejar, razão pela qual o crescimento é, em certos casos, muito inferior. Quando a plantação é mantida no limpo o desenvolvimento é bem melhor, uma vez que, nos plantios efetuados em solos bem preparados, as mudas conseguem superar a matocompetição das ervas daninhas, evitando a forte concorrência inicial.

Briscoe (1969) referindo-se aos tratos culturais, informa que a espécie é muito susceptível a matocompetição quando forem plantadas mudas de pequeno tamanho, necessitando de várias intervenções durante o primeiro período de crescimento.

No que se refere ao crescimento, Mezzalira (1997) informa que, na Europa, a produção varia de  $15 - 20 \text{ t h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  aos 5-6 anos de idade. Já nos Estados Unidos, segundo Steinbeck *et al.* (1972), este tipo de silvicultura de rotação curta para o *Platanus occidentalis* pode atingir níveis muito mais altos de produção.

Neste sentido Wells & Schmidting (1990) relatam que o *Platanus occidentalis* tem um crescimento inicial muito rápido, mesmo em grande diversidade de sítios, por isso é manejada em rotação curta ou floresta energética, produzindo de 11,2 a 29,1 toneladas de massa seca acima do solo em rotações que variam de 4 a 10 anos.

Os mesmos autores informam que a espécie aos 17 anos de idade na Carolina do Norte apresentou diâmetro de 23 cm e altura de 21,3 m e uma produção de  $126 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  ou  $32,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de madeira serrada, enquanto outra floresta com 11 anos de idade na Georgia Central cresceu  $17,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  com diâmetro e altura média de 15 cm e 19 m respectivamente. Já em região do vale do Mississipi, a produção variou entre 24 e  $32 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ .

## 2.6 Biomassa

De acordo com Odum (1986), entende-se por biomassa o peso de matéria orgânica seca por unidade de área. Para Gardner & Mankin *apud* Schumacher (1996), 90% da biomassa da terra encontra-se nos ecossistemas florestais, os quais ocupam aproximadamente 40% da superfície terrestre, e a sua acumulação difere de acordo com o local onde são tomadas as amostras, cujas diferenças são atribuídas às condições ambientais.

As plantas para desenvolverem-se e acumularem biomassa requerem energia solar, dióxido de carbono, oxigênio, água e nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, cloro, ferro, manganês, molibdênio, zinco, níquel entre outros (Haag *apud* Barichello, 2003).

A biomassa formada pela matéria seca é constituída principalmente por esqueleto de carbono e por elementos minerais. Suas concentrações variam conforme a espécie, com sua fase de desenvolvimento, estado nutricional, características edafoclimáticas e com o componente da planta (Larcher, 1986).

De acordo com Kramer & Koslowski (1972) a produção de biomassa é influenciada diretamente pelos fatores que influenciam na fotossíntese e na respiração. Estes fatores, estão relacionados com a luz, temperatura, umidade e disponibilidade de nutrientes do solo, teor de carbono no ar, doenças e pragas e ainda fatores fisiológicos internos da planta como idade, estrutura e disposição das folhas, teor de clorofila, acúmulo de carboidratos e distribuição e comportamento dos estômatos.

Segundo Schumacher & Hoppe (1997) a biomassa depositada acima e abaixo da superfície do solo tem grande importância para a manutenção do equilíbrio do ciclo biogeoquímico, uma vez que as plantas absorvem os nutrientes do solo, produzem biomassa e a devolvem posteriormente ao solo em forma de serapilheira, sendo mineralizada e novamente os nutrientes são absorvidos pelas raízes.

A avaliação da biomassa nos povoamentos florestais permite avaliar a produtividade e o acúmulo de massa seca nos diferentes componentes das

árvores, auxiliando no planejamento da exploração racional dos ecossistemas (Campos, 1991).

Andrae & Krapfenbauer (1983c) afirmam que estudos com biomassa são importantes porque as informações, obtidas sobre as características de diferentes sistemas ecológicos, conduzem a decisões para o planejamento da exploração florestal racional. Com os resultados deste trabalho será possível oferecer soluções, embora não definitivas aos problemas, se oferecem condições para operacionalizar outras pesquisas mais específicas que ajudarão no planejamento das atividades florestais empresariais.

No que se refere à biomassa de *Platanus hispanica* (WWW, 2002) informa que na Itália a produção média de biomassa acima do solo por hectare e por ano é de  $17,5 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  e que desta aproximadamente 90% está localizada nos troncos, enquanto o restante encontra-se nas folhas, ramos e casca.

Sobre este tema, Schumacher (1996) informa que por ocasião do desenvolvimento inicial das árvores, grande parte dos carboidratos acumula-se na copa. Com a evolução do crescimento e quando as copas começam a entrar em competição entre si, a produção relativa do tronco aumenta, ocorrendo o inverso em relação às folhas, aos ramos e à casca. O mesmo autor estudando o percentual de biomassa em uma floresta de *Eucalyptus saligna* concluiu que ocorre uma diminuição da biomassa da copa e das raízes, em relação ao tronco, com o aumento da idade da floresta.

Gonçalves *et al.* (1992) estudando a produção de biomassa e o desenvolvimento radicular em diversos estágios sucessionais, concluíram

que a produção de massa seca foi muito superior nas espécies pioneiras, enquanto estas também produziram maior volume que as espécies clímax. Descobriram que o sistema radicular das espécies, no início do período de sucessão, apresentam sistema radicular de absorção bem mais desenvolvido, predominando as raízes finas e ramificadas, enquanto as espécies clímax possuem um sistema radicular atrofiado e pouco desenvolvido, concluindo que quanto mais avançado for o estágio de sucessão tanto mais atrofiado é o sistema radicular de absorção.

Conforme Schumacher (1995), o *Eucalyptus saligna* aos 4 anos de idade possuía uma quantidade de biomassa de 94,8 Mg ha<sup>-1</sup> distribuída em 7% nos ramos, 8% na casca, 9% nas folhas, 16% nas raízes e 60% na madeira. Esta mesma espécie, aos 7 anos, apresentou uma produção de biomassa 158 Mg ha<sup>-1</sup>, distribuída em 5% para ramos, 7% para casca, 3% nas folhas, 14% para raízes e 74% para a madeira.

## 2.7 Nutrientes

O conhecimento das quantidades de nutrientes presentes no solo e na biomassa é de fundamental importância para se entender a estrutura de um ecossistema e para a avaliação adequada dos impactos que supostamente os plantios florestais causam no ambiente onde estão estabelecidos (Lima, 1993).

Analisando o conteúdo de nutrientes nas florestas, observa-se que estes diminuem das florestas tropicais para as boreais, ocorrendo o contrário em relação à quantidade de nutrientes na serapilheira, ou seja nas zonas boreais existem maiores quantidades de nutrientes na superfície do

solo quando comparado com as regiões tropicais, causados principalmente pela baixa atividade dos microorganismos decompositores os quais são limitados pela temperatura (Kimmins, 1987).

Neste aspecto, Haag (1983) afirma que os nutrientes estão distribuídos entre os vários componentes da planta de maneira diferenciada. Nos frutos, nas folhas, nas flores e nos tecidos em crescimento, os teores são diferenciados de outros componentes da biomassa, enquanto no caule e estruturas maduras apresentam teores nutricionais inferiores.

Para Poggiani (1992) a quantidade de nutrientes encontrados num ecossistema é o resultado do somatório dos mesmos existentes em cada componente da biomassa e dos diferentes estratos da vegetação, inclusive da vegetação rasteira e serapilheira.

A serapilheira é composta por variados materiais biogênicos em diferentes estágios de decomposição, representados por folhas, galhos, fustes, flores, frutos, casca e outros componentes das plantas e ainda por excrementos e restos de carcaças de animais. Estes materiais sofrem um processo de decomposição com a liberação dos nutrientes que vão compor os tecidos vegetais ( Golley *et al. apud* Freitas, 2000).

Pritchett (1979) informa que desde o século XIX se reconhece a importância da serapilheira para as florestas nativas ou implantadas e que o crescimento das florestas de coníferas diminui sua produtividade quando a serapilheira é removida para outros usos.

O material depositado que constitui a serapilheira é a principal fonte de transferência de nutrientes para as plantas, constituindo-se numa parte fundamental do ciclo biológico da floresta, o qual permite que os

microrganismos da floresta sintetizem a matéria orgânica, consolidando a ciclagem dos nutrientes (Gerhardt, 1999).

Para Cassol (1982) a concentração de nutrientes na serapilheira é o resultado da dinâmica que envolve não só sua disponibilidade e absorção pelas plantas, mas também os processos de redistribuição interna, lixiviação das copas e a decomposição.

De acordo com Koehler *et al.* (1987) a quantidade de nutrientes que retorna ao solo está relacionada com a quantidade de serapilheira produzida e da concentração dos elementos no material analisado, e as diferenças entre sítios são causadas muito mais pela quantidade de serapilheira produzida do que pela concentração de elementos na mesma.

Para os mesmos autores a concentração de nutrientes na serapilheira é o resultado de um processo que envolve muitos fatores, entre eles a ação da água das chuvas que carrega os nutrientes da copa para a serapilheira, os quais posteriormente são incorporados nas partículas do solo e vão auxiliar na decomposição.

Segundo Poggiani & Monteiro (1990) a qualidade da serapilheira depositada altera em poucos anos as características químicas do solo superficial de maneira significativa, auxiliando também no processo de regeneração do sub-bosque.

Novais & Poggiani (1982) observaram que, em floresta de *Pinus* spp. consorciado com espécies folhosas, a decomposição da serapilheira ocorreu bem mais rápida que em povoamentos puros.

Cole & Rapp *apud* Freitas (2000) informam que a serapilheira é a principal fonte fornecedora de nutrientes para o solo, especialmente C, N, P e Ca.

Os fatores que merecem especial destaque quando se conduz uma floresta estão relacionados com a ciclagem de nutrientes. A deposição destes através de folhas, ramos, casca, tronco e outros componentes orgânicos do ecossistema associados às características edafoclimáticas e às diferentes espécies florestais determina a quantidade de nutrientes disponíveis e vai ter reflexo direto no tipo de manejo adotado para os diversos povoamentos (Schumacher, 1996).

Para Pritchett (1979) os ecossistemas vegetais possuem dois processos de ciclagem de nutrientes: um geoquímico que movimenta os nutrientes para dentro e para fora dos ecossistemas e outro biológico que promove a ciclagem dos nutrientes dentro do ecossistema. Este divide-se em ciclo bioquímico que ocorre fechado, dentro da planta e biogeoquímico que envolve a ciclagem entre o solo e a planta.

A absorção dos nutrientes pela vegetação é influenciada pelas condições edafoclimáticas, pelo fechamento das copas e pela espécie. A absorção de nutrientes pelas florestas a princípio é muito semelhante às culturas agrícolas, porém, como a maior parte dos nutrientes absorvidos retorna à superfície através da serapilheira, o acréscimo na biomassa anual das árvores é relativamente pequena (Pritchett, 1990).

De acordo com Mengel & Kirkby (1982) o ciclo bioquímico ocorre através da movimentação dos nutrientes dos tecidos mais velhos para os mais jovens da planta, sendo muito importante para os nutrientes de alta mobilidade na planta como o fósforo, nitrogênio, potássio e o magnésio e de menor importância para os de pouca mobilidade como cálcio e enxofre.

Para Reis & Barros *apud* Freitas (2000) a ciclagem de nutrientes, que ocorre no sistema solo-planta, inicia com a absorção dos mesmos e

finaliza com o seu retorno ao solo através dos resíduos vegetais e pela lavagem das copas pela chuvas.

Para os mesmos autores a ciclagem de nutrientes depende de diversos fatores tais como da exigência nutricional da espécie, da capacidade de alocação e translocação dos nutrientes, das condições ambientais, da função do elemento na planta e da intensidade das atividades dos microrganismos decompositores, enquanto a quantidade de elemento absorvido está em função da espécie e da quantidade de nutriente disponível.

Segundo Van Den Driessche (1984) as coníferas tendem a armazenar maior quantidade de nutrientes que as folhosas decíduas. Para o mesmo autor, nas coníferas o conteúdo total de nutrientes encontrado nas acículas está entre 20 – 25%, enquanto que nas folhosas decíduas estes valores encontram-se entre 8 – 10%, mesmo que a concentração de nutrientes nas folhosas decíduas seja maior que nas coníferas.

Para Kramer & Kozlowski (1972) as folhas geralmente armazenam maiores conteúdos de elementos minerais que os demais componentes das árvores devido aos sais que tendem a concentrar-se em função do processo de evaporação.

O acúmulo de nutrientes da biomassa arbórea varia com o elemento, em função dos diferentes níveis de fertilidade do solo, das características nutricionais de cada espécie e da idade da floresta. (Schumacher, 1992).

Segundo Schumacher *apud* Caldeira (1998), nas regiões tropicais e subtropicais é de importância fundamental que se tenham maiores

informações no que diz respeito à dinâmica dos nutrientes nos diversos compartimentos de um ecossistema florestal.

O acúmulo de nutrientes existente num ecossistema é o resultado do somatório dos nutrientes existentes no solo, na serapilheira, na vegetação de sub-bosque e nas árvores e a quantidade de nutrientes na biomassa varia de acordo com o elemento, com a fertilidade do solo, com as características nutricionais das diversas espécies e com a idade do povoamento (Schumacher, 1992 e 1995).

De acordo com Wadt *et al. apud* Vogel (2002) o correto diagnóstico dos fatores nutricionais, que determinam a produção florestal, ajuda na determinação do manejo florestal adequado, conduzindo a uma importante redução nos custos da colheita, na medida em que possibilita maior eficácia na intervenção a ser feita no sistema.

Em relação ao carbono, ele está presente em todos os componentes das árvores em quantidades muito semelhantes, com exceção da casca onde apresenta uma menor quantidade. Isto pode ser atribuído à constituição química de cada componente, pois para D'Almeida (1988) as madeiras de uma forma geral são constituídas basicamente por 50% de celulose, 25% de hemicelulose e lignina variando de 15 a 35%, sendo estes compostos responsáveis pela alta concentração de carbono nos componentes das árvores. As folhas, os galhos e as raízes também guardam concentrações razoáveis de carbono quando comparados com a casca.

O mesmo autor explica que esta menor quantidade de carbono encontrado na casca é devido ao fato de que os componentes químicos existentes na casca apresentam pequeno número de compostos possuidores de longas cadeias carbônicas em sua composição.

Diferentes biomas florestais acumulam quantidades diferentes de carbono em sua biomassa, o que varia também entre locais dentro do mesmo bioma. Esta afirmativa é feita baseada no aspecto de que a maioria das estimativas de biomassa realizadas são feitas parcialmente, considerando apenas as partes aéreas e vivas das plantas tornando-se, até certo ponto, inconsistentes por não levarem em consideração o componente raiz (Houghton, e Frearside *apud* Koehler *et al.*, 2002).

Segundo Kiehl (1979) a relação C/N informa sobre o estado de humificação e mineralização da matéria orgânica existente no solo e em outros componentes de biomassa. Para este autor esta relação para o húmus decomposto é em média de 10/1, por isso, quando as análises indicarem relação mais elevada, há uma indicação de que a matéria orgânica não está satisfatoriamente humificada ou as análises foram realizadas com biomassa crua. Por outro lado, quando a relação for inferior a 10/1 pode-se supor que houve recente adubação nitrogenada e sugere uma nova análise 30 a 60 dias após para a aferição dos resultados.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da área experimental

##### 3.1.1 Localização

A presente pesquisa foi desenvolvida em um povoamento de *Platanus x acerifolia*, com 5,5 anos de idade, localizado no município de Dom Feliciano, distante 150 km de Porto Alegre, nas coordenadas 30° 15' 30" S e 52° 15' 30" W, numa fazenda de propriedade da Empresa Platanus Ltda, com sede na cidade de Nova Santa Rita – RS.

Na Figura 1 pode-se visualizar as características gerais do povoamento de *Platanus x acerifolia* por ocasião da amostragem.



FIGURA 1 - Aspectos gerais do povoamento de *Platanus x acerifolia* na ocasião do início da coleta dos dados.

### 3.1.2 Clima

O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é do tipo Cfa, sempre úmido, pluvial, quente e temperado, temperatura média anual de 16,5 °C, enquanto que a média das temperaturas máximas é de 32 °C e a média das mínimas é de 4 °C com a ocorrência de geadas. A precipitação média anual está em torno de 1600 mm por ano (Moreno, 1961).

### 3.1.3 Relevo

O relevo da região caracteriza-se por duas fases: o relevo ondulado que está situado entre as cotas 30 e 100 metros de altitude, formado por coxilhas convexas, com declives curtos que formam vales abertos, ocupados por solos hidromórficos; e o relevo fortemente ondulado que se apresenta situado nas cotas superiores a 100 metros, constituído por coxilhas longas com pendentes em centenas de metros, cuja declividade varia entre 10 e 15%, ocorrendo nas pendentes que proporcionam ao relevo geral aspecto mais suave (Brasil, 1973).

### 3.1.4 Geologia e solo

O solo da região de estudo, segundo Brasil (1973) pertence à unidade de mapeamento Camaquã, proveniente de rochas ácidas derivada de granitos. A atual classificação taxonômica de acordo com Streck *et al.* (2002) caracteriza-o como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico - PVAd constituído por solos geralmente profundos a muito profundos e bem drenados. Apresenta um perfil com seqüência de horizontes A - Bt ou A - E - Bt - C onde o horizonte Bt é do tipo B textural, contendo argila

com baixa CTC ( $T < 27 \text{ cmol}_c/\text{kg}$ ), sendo este horizonte mais argiloso quando comparado com os horizontes A ou A + E. De acordo com as características químicas os argissolos vermelhos ou vermelho-amarelos distinguem-se em distróficos (saturação de bases  $< 50\%$ ), eutróficos (saturação de bases  $> 50\%$ ) ou alumínicos (alumínio trocável  $> 4 \text{ cmol}_c/\text{kg}$  e saturação por alumínio  $> 50\%$ ).

Para os mesmos autores este tipo de solo pode apresentar limitações químicas devido à baixa fertilidade natural, forte acidez e alta saturação por alumínio. As suas limitações físicas referem-se à textura, e à espessura da camada arenosa com mudança textural abrupta. Só esta determina a suscetibilidade à erosão hídrica e o potencial de uso. Nos argissolos com textura arenosa nos horizontes superficiais e com mudança textural abrupta, há rápida infiltração de água, enquanto no horizonte textural a permeabilidade é menor. Desta maneira, nas mesmas condições de declividade, quanto mais próximo da superfície for o início do horizonte B textural mais rapidamente se evidencia a erosão, menor será a tolerância de perdas de solo e maiores serão as exigências de práticas conservacionistas.

### 3.1.5 Vegetação natural

A área de pesquisa é predominantemente caracterizada pela vegetação de campo, possuindo uma cobertura de aproximadamente 60%, sendo composta, principalmente por gramíneas de gênero *Paspalum*, encontrando-se também outros gêneros como: *Axonopus*, *Piptochaetium* e *Briza*, e os campos são infestados por *Aristida pallens* e *Baccharis* spp. (Brasil, 1973).

### 3.1.6 Histórico da utilização anterior da área de estudo

A área onde se encontra o povoamento em estudo constitui-se por campo nativo, cuja ocupação aconteceu através da criação extensiva de gado. Nos últimos cinco anos, antes do plantio do plátano, foi ocupada com culturas agrícolas, especialmente milho, sendo as adubações realizadas sem controle técnico.

### 3.1.7 Implantação do povoamento

A floresta de *Platanus x acerifolia*, objeto do presente estudo, foi implantada no mês de agosto de 1996 com mudas de raiz nua com um ano de idade e dimensões médias de 1,5 m de altura e de 3 a 5 cm de diâmetro, produzidas, através de estaquia, no viveiro temporário instalado na própria fazenda, no mês de julho de 1995.

Para a produção das mudas, foram utilizadas estacas coletadas de ramos formados no último período de crescimento das árvores matrizes previamente selecionadas no município de Garibaldi – RS. Os ramos foram coletados e transportados para a fazenda protegidos por lonas, para evitar o ressecamento através da transpiração em caminhões com estruturas adequadas.

As estacas, retiradas dos ramos, foram preparadas utilizando-se uma serra fita para seccioná-las nas dimensões de 2 a 3 cm de diâmetro e 30 cm de comprimento. Os ramos, que não atingiram as dimensões preestabelecidas, foram descartadas (Figura 2).



FIGURA 2 - Aspecto de um viveiro de *Platanus x acerifolia* com mudas produzidas em raiz nua.

Para a produção das mudas o solo do viveiro recebeu uma lavra total da área a uma profundidade de 25 cm seguida de uma gradagem.

Após, as estacas foram introduzidas no solo até uma profundidade de 15 cm e convenientemente irrigadas de acordo com as exigências das condições climáticas locais. O plantio foi efetuado em área de campo, com espaçamento regular de 3 m x 5 m. O preparo do solo foi realizado através de uma roçada e a abertura de covas com 40 cm de profundidade e 30 cm de diâmetro, utilizando-se uma broca de perfuração de solo acoplada no sistema hidráulico do trator (Figura 3).

Os tratos culturais aplicados constituíram-se de roçadas entre as linhas de plantio em número de duas por ano até o terceiro ano. Após esta idade ocorreu um fechamento das copas, dispensando as mesmas.



FIGURA 3 - Abertura de cova para plantio de *Platanus x acerifolia*.

A partir do segundo ano foram aplicadas desramas anuais na floresta, cuja intensidade chegou a 50% da altura total das árvores visando a produção de madeira para a serraria de alta qualidade.

### **3.2 Amostragem do povoamento**

A amostragem consistiu no levantamento de cinco parcelas com as dimensões de 20 m x 30 m. Em cada uma destas unidades, com auxílio de

uma fita diamétrica, mediram-se todos os diâmetros (DAP), das árvores ( Figura 4).

A partir das informações coletadas nas parcelas os diâmetros das árvores foram agrupados em oito classes de diâmetro com intervalo de 0,75 cm. Para determinar o número de classes utilizou-se a fórmula de Sturges citada por Finger (1992), a qual é expressa por:  $(K= 1+ 3,3 \log n)$ , onde  $n$  = número de elementos da amostra.

Para o intervalo entre as classes foi utilizada a fórmula:  $(h = H/K)$ , onde  $H$  = amplitude total (dap máx – dap min.) e  $K$  = número de classes.



FIGURA 4 - Medição das árvores de *Platanus x acerifolia* por ocasião do inventário florestal

Em cada uma das 8 classes, foram abatidas três árvores, totalizando 24 árvores nas oito classes diamétricas. Depois do abate das árvores, as

mesmas foram desgalhadas e medidas quanto a sua altura total e submetidas a uma cubagem rigorosa segundo o método desenvolvido por Smalian, citada por Finger (1992).

Nas alturas de 0,10 m, 0,30 m, 1,30 m, 3,30 m e assim sucessivamente, a intervalos de dois metros, foram tomados os diâmetros, até a altura total.

Os materiais para a realização desta pesquisa foram coletados no período entre 22 de fevereiro a 05 de março de 2002.

### **3.3 Biomassa**

#### **3.3.1 Biomassa acima do solo**

Os troncos das árvores foram seccionados, a partir da base, nas alturas de 0,10; 0,30; 1,30; 3,30; 5,30; 7,30 m e, quando a altura da árvore permitia, aos 9,3m (Figura 5), até o ponto em que o diâmetro atingiu 2 cm.

Após o seccionamento supracitado, os toretes foram pesados com casca, descascados e pesados novamente sem casca, para a determinação do peso da madeira e da casca. Em cada extremidade das secções foram retirados discos, (Figura 5), os quais foram pesados com e sem casca e transportados para o Laboratório de Ecologia Florestal para a determinação da umidade e do teor de nutriente.

Na Figura 6, pode-se observar a atividade de descasque manual dos toretes para a posterior pesagem sem casca e obtenção do peso de casca.



FIGURA 5 - Seccionamento dos toretes para pesagem e obtenção dos discos de *Platanus x acerifolia*.



FIGURA 6 - Aspectos do descasque dos toretes de *Platanus x acerifolia*.

As copas das árvores foram divididas em dois compartimentos, quais sejam: galhos vivos (não foram encontrados galhos mortos nas árvores em função da desrama aplicada no ano anterior) e folhas, conforme mostram as Figuras 7.



FIGURA 7 - Fracionamento da copa de *Platanus x acerifolia* em folhas e galhos.

Estes componentes foram separados, pesados e amostrados. As amostras foram transportadas para o Laboratório para as análises químicas.

### 3.3.2 Biomassa abaixo do solo

O último compartimento amostrado foi o formado pelas raízes. O sistema radicular das 24 árvores de *Platanus x acerifolia* foi extraído na sua totalidade, inicialmente através do uso de pá de corte e enxadões para movimentar e afastar a terra da proximidade dos tocos causando com isso a

abertura de covas ao redor de cada sistema radicular; posteriormente com o uso de trator e utilizando cabos de aço. Os mesmos foram puxados até a extração completa, conforme observa-se na Figura 8.



FIGURA 8 - Aspecto da escavação do sistema radicular do *Platanus x acerifolia*

Após a extração das raízes, foi removido o solo que ficou aderido às mesmas. Esta operação constou de duas etapas: uma com o uso de ferramentas manuais, como pás, enxadões e espátulas e em seguida os tocos arrancados foram transportados até à sede da fazenda onde se utilizou o lava-jato, para completar a limpeza (Figura 9).



FIGURA 9 - Utilização de jatos d'água na limpeza das raízes de *Platanus x acerifolia*

Durante o processo de escavação dos tocos, muitas raízes desprenderam-se dos mesmos e ficaram parcialmente aderidas ao solo, sendo então, recolhidas, lavadas e pesadas.

Somente depois da completa “limpeza” das raízes e dos tocos, os mesmos foram pesados e amostrados. Na Figura 10 pode-se observar o procedimento de pesagens dos tocos e suas respectivas raízes na sede da fazenda onde foi realizada a presente pesquisa.



FIGURA 10 - Pesagem dos tocos com as raízes de *Platanus x acerifolia*, após a completa limpeza

#### 3.3.2.1 Raízes finas

A amostragem de solo, para a quantificação da biomassa e do comprimento das raízes finas ( $\leq 2$  mm), consistiu na escavação de quatro monolitos, abrangendo a área experimental. Em cada uma das trincheiras, foram retiradas 8 amostras (monólitos) nas seguintes profundidades do solo: 0 - 10, 10 - 20, 20 - 30, 30 - 40, 40 - 50, 50 - 60, 60 - 70, 70 - 80 cm, ao longo do perfil (Figura 11).

Cada monolito, com as dimensões de 25 cm x 25 cm x 10 cm (6250 cm<sup>3</sup>), foi armazenado em saco plástico com a devida identificação e posteriormente transportado até o Laboratório de Silvicultura da Universidade Federal de Santa Maria, no município de Santa Maria - RS, onde foi armazenado em câmara fria até o momento da separação das raízes.



FIGURA 11 - Coleta de monolitos de solo para quantificação das raízes finas de *Platanus x acerifolia*.

Na separação do solo das raízes, foi utilizado um conjunto de duas peneiras sobrepostas, a superior com uma malha de 2 mm e a inferior de 1 mm. O solo era depositado na peneira superior, em pequenas porções, e mediante jatos d'água e o auxílio de uma espátula o mesmo foi retirado, permanecendo somente as raízes. Quase a totalidade das raízes ficavam depositadas na peneira de 2,0 mm. Somente uma pequena fração destas, as mais finas, foram encontradas na segunda peneira de 1,0 mm de malha.

O método utilizado na determinação do comprimento de raízes foi o de intersecção descrito por Tennant (1975). Para isso, confeccionou-se uma bandeja de vidro transparente, com tamanho A4 (21 cm x 29,7 cm) e bordas de 1 cm de altura. Na face inferior externa da bandeja, foi afixada

uma malha de 4 mm x 4 mm. Esta bandeja, com uma película de água e raízes, foi colocada sobre um scanner para obtenção de imagens (Figura 12).



FIGURA 12 - Detalhe da obtenção das imagens via scanner, para estimativa do comprimento das raízes finas de *Platanus x acerifolia*.

De posse destas imagens, procedeu-se à contagem das intercessões das raízes com a malha. Então, para a determinação do comprimento das raízes, os valores, obtidos mediante contagem das intercessões, foram empregados na seguinte equação:

$$R = \pi / 4 . N . G$$

Onde: R = comprimento das raízes (em cm);  $\pi = 3,1416$ ; N = número de intercessões; G = unidade da malha (0,4 cm).

### 3.4 Serapilheira

Dentro e em torno das parcelas de amostragem, foram coletadas de forma aleatória 25 amostras de serapilheira. Para tal foi utilizada uma moldura de ferro com dimensões de 25 cm x 25 cm. As amostras foram armazenadas em sacos de papelão, devidamente etiquetados e posteriormente transportados até o laboratório para obtenção de peso seco e teor de nutrientes. Na Figura 13 pode-se observar o procedimento para a coleta das amostras de serapilheira.



FIGURA 13 - Coleta de serapilheira em povoamento de *Platanus x acerifolia* através do uso da moldura de ferro.

### 3.5 Solo

#### 3.5.1 Determinação das Características Físicas e químicas

Para a determinação da densidade do solo, foram coletados, em cada camada do perfil, uma amostra através do anel volumétrico de Kopecky (Embrapa, 1997), totalizando 32 amostras nas 4 trincheiras. A Figura 15 mostra aspectos da coleta das amostras de solo para análise física e química da área de pesquisa. As amostras para análise da densidade foram acondicionadas, juntamente com o anel de Kopecky, num cilindro de alumínio, conforme a Figura 14, e foram devidamente etiquetadas e transportadas para o laboratório.



FIGURA 14 - Coleta de solo em povoamento de *Platanus x acerifolia* para análise física e química.

Assim como para a determinação da densidade do solo, em cada camada do perfil, coletou-se uma amostra para análise química, totalizando mais 32 amostras.

Estas amostras foram devidamente identificadas e armazenadas em sacos plásticos e, depois, transportadas até o Laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, onde foi determinada a densidade, enquanto as amostras para análise química foram encaminhadas ao Laboratório de Solos da Universidade Federal de Santa Maria, para a determinação dos nutrientes.

A partir da quantidade de cada nutriente e da densidade do solo em cada profundidade, foram calculados os teores disponíveis de nutrientes do solo até a profundidade de 0,8 metro.

### **3.6 Quantificação da biomassa e serapilheira**

Todas as amostras coletadas para a determinação do peso seco da serapilheira e biomassa de *Platanus x acerifolia* nos diferentes componentes (serapilheira, madeira, casca, galhos vivos, folhas e raízes) foram pesadas com o auxílio de balança digital com precisão de 0,1 g. Estas amostras foram devidamente identificadas e armazenadas em sacos de papelão e depois transportadas até o Laboratório de Ecologia Florestal.

No laboratório, foram secas em estufa com circulação e renovação de ar à temperatura de 75°C, por um período de 72 horas. Para a determinação do peso de matéria seca, utilizou-se uma balança eletrônica com 0,01 g de precisão.

### **3.7 Quantificação dos nutrientes**

Para a determinação do conteúdo de nutrientes nos diferentes componentes da biomassa de *Platanus x acerifolia*, assim como para a serapilheira, utilizou-se as mesmas amostras coletadas para a determinação do peso seco. Após secas em estufa a uma temperatura de 75°C até peso constante, as amostras foram moídas em moinho tipo Wiley com peneira de mesh 20. Os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mn, Fe, B e C orgânico foram determinados mediante a metodologia, para a análise de tecidos vegetais, descrita por Tedesco *et al.* (1995).

### **3.8 Análise das Implicações Silviculturais e Ecológicas**

Após a realização de todas as análises nos diferentes laboratórios e avaliação dos resultados foi possível realizar uma avaliação das implicações silviculturais e ecológicas do povoamento estudado em relação as conseqüências da colheita da madeira, retirando do sítio os diferentes componentes das árvores.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Inventário florestal

Com as informações obtidas através da amostragem realizada nas cinco parcelas, caracterizou-se o povoamento quanto ao parâmetro "diâmetro à altura do peito" (DAP) de todas as árvores. De acordo com a amplitude dos diâmetros, estes foram agrupados em 8 classes com intervalo de 0,75 cm.

Na Tabela 1 são apresentados os centros das classes e o número de árvores por hectare por classe de diâmetro.

TABELA 1 - Distribuição diamétrica do povoamento de *Platanus x acerifolia* estudado.

<b>Classes</b>	<b>Centro de classe de DAP (cm)</b>	<b>Árvores ha<sup>-1</sup></b>
1	10,35	10
2	11,10	27
3	11,85	60
4	12,60	177
5	13,35	240
6	14,10	93
7	14,85	57
8	15,60	3
<b>Total</b>		<b>667</b>

Pelas informações apresentadas na Tabela 1 pode-se observar que este povoamento atingiu 100% de sobrevivência após o plantio, o que é uma característica do *Platanus x acerifolia* quando plantado obedecendo aos critérios técnicos e as mudas apresentarem boa qualidade.

As classes com DAP entre 12,5 a 14,1 cm abrigam 77% das árvores o que qualifica o povoamento com distribuição normal, uma vez que a maioria dos exemplares estão muito próximo do diâmetro médio do povoamento que é de 13,1 cm.. Esta realidade comprova que as matrizes fornecedoras das estacas foram bem selecionadas e apresentam boa qualidade o que garantirá uma produção satisfatória se as condições ambientais forem favoráveis. Um povoamento com estas características e conduzido adequadamente através de desbastes garante uma homogeneidade de árvores com fustes muito semelhantes o que sustentará uma ótima produção de madeira.

As florestas de *Platanus x acerifolia* implantadas no Rio Grande do Sul, com fins comerciais, apresentam idade máxima de 6,5 anos e situam-se em área contígua a desta pesquisa o que ainda não permite retirar informações seguras quanto a sua produtividade.

Para estimativa de outros parâmetros dendrométricos como altura total, volume com casca e volume sem casca, foram ajustadas as equações presentes na Tabela 2. Através dos altos valores dos coeficientes de determinação ajustados ( $R^2$  aj.) e baixos erros padrões de estimativa percentuais ( $S_{xy}^0\%$ ), é possível verificar que os parâmetros avaliados apresentam alta correlação com as variáveis testadas.

TABELA 2 - Equações de regressão utilizadas para estimar alguns parâmetros dendrométricos do *Platanus x acerifolia*.

Parâmetro	Equação	R <sup>2</sup> aj.	Sxy (%)
Altura	$h = (d^2/14,722345 - 0,801912 \cdot d + 0,296741)^2 + 1,3$	0,98	3,2
Volume c/c	$V_{c/c} = -0,000972 + 0,000038 \cdot (d^2 \cdot h)$	0,95	7,6
Volume s/c	$V_{s/c} = -0,000403 + 0,000034 \cdot (d^2 \cdot h)$	0,95	8,2

Sendo: h= altura total, Vc/c= volume de madeira com casca e Vs/c= volume de madeira sem casca.

A Tabela 3 apresenta os parâmetros dendrométricos médios observados do povoamento de *Platanus x acerifolia* estudado, obtidos através da aplicação das equações ajustadas.

TABELA 3 - Valores médios observados dos parâmetros dendrométricos das árvores de *Platanus x acerifolia*.

Parâmetros	Valor
Altura média (m)	10,8
Diâmetro médio (cm)	13,1
Volume de madeira com casca (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	48,01
Volume de madeira sem casca (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	43,20
Volume de casca (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	4,81
Número de árvores ha <sup>-1</sup>	667

## 4.2 Biomassa

### 4.2.1 Estimativa de Biomassa de *Platanus x acerifolia*

Na definição dos modelos de regressão utilizados para estimar a biomassa dos diferentes componentes das árvores, foram testadas variáveis como: d, h, log d, log h, log d<sup>2</sup>h, d<sup>2</sup>, dh, log d/h, log dh, (dh)<sup>2</sup>, log d<sup>-1</sup>, d<sup>-1</sup>, 1/(dh)<sup>2</sup>.

Na Tabela 4 são apresentadas as equações de regressão utilizadas para estimar a biomassa dos diferentes componentes das árvores de *Platanus x acerifolia*.

TABELA 4 - Equações e parâmetros selecionados para estimar a biomassa (kg/árvore) dos componentes das árvores de *Platanus x acerifolia*.

Componentes	Equações	R <sup>2</sup> aj.	Sxy(%) <sup>#</sup> / IF(%)*
Folha	$\log y = 0,024478 + 0,000222.(d^2.h)$	0,75	17,8*
Galho	$y = -6,390314 + 0,139066.d^2$	0,80	17,8 <sup>#</sup>
Casca	$y = -10,698390 + 4,194803.\log(d^2.h)$	0,65	16,3 <sup>#</sup>
Madeira	$\log y = -1,753994 + 0,992457.\log(d^2.h)$	0,96	7,16*
Raiz	$\log y = 1,841753 - 9,680439 .d^{-1}$	0,81	11,5*
Total	$\log y = -1,161443 + 0,913291.\log(d^2h)$	0,95	7,0*

Sendo: log= logarítmo de base dez; d= diâmetro à altura do peito em cm; h= altura total em metros; R<sup>2</sup> aj.= coeficiente de determinação ajustado; Sxy(%)/IF(%)= erro padrão e Índice de Furnival, percentual, respectivamente.

Observa-se que o coeficiente de determinação variou de 0,65 para casca até 0,96 para madeira, sendo que para galhos, madeira e raiz, este coeficiente está igual ou acima de 0,80. No caso das folhas e casca, foi verificado um menor ajuste das equações de regressão, devido à maior variabilidade da biomassa desses componentes.

A biomassa encontrada nos diferentes componentes das árvores de *Platanus x acerifolia*, fornecida em Mg ha<sup>-1</sup> está representada na Tabela 5.

TABELA 5 - Biomassa nos diferentes componentes das árvores de *Platanus x acerifolia*.

<b>Componentes</b>	<b>Biomassa (Mg ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>%</b>
Folha	1,89	4,2
Fruto	0,16	0,4
Galhos	11,72	25,9
Casca	2,01	4,4
Madeira	21,07	46,5
Raiz	8,43	18,6
<b>Total</b>	<b>45,28</b>	<b>100</b>

Observa-se que na distribuição da biomassa a madeira é o componente que contém maior quantidade, 46,5%, seguida dos galhos com 25,9%, depois as raízes com 18,6%, a casca com 4,4%, as folhas, muito próximo à casca, com 4,2% e os frutos com apenas 0,4%.

O *Platanus x acerifolia* apesar de ser uma espécie com grande volume de folhas, a sua biomassa, quando comparada com os outros

componentes, é relativamente pequena devido ao tamanho e à pequena quantidade de folhas por unidade de área e, também pelo fato de ser uma espécie caduca com renovação anual de todas suas folhas.

Pode-se constatar que o acúmulo de biomassa concentra-se na madeira decrescendo para os galhos, raízes, folhas, casca e frutos.

Extrapolando estes valores para  $\text{kg ha}^{-1}$ , obteve-se a mesma tendência, uma vez que as árvores produzem maiores volumes de seus componentes naquela ordem.

No entanto, isto não é regra geral para as espécies florestais, pois Schumacher *et al.* (2002) avaliando a biomassa em *Araucaria angustifolia*, com 27 anos de idade, encontraram uma maior quantidade de biomassa na madeira decrescendo para casca, raízes, galhos vivos, acículas e galhos mortos. Schumacher (1995) estudando *Eucalyptus saligna* com 4 anos de idade, encontrou uma maior concentração de biomassa na madeira decrescendo para folhas, casca e ramos.

Caldeira (1998) em estudo sobre biomassa acima do solo de *Acacia meannsii* De Wild., com 2,4 anos de idade, procedências Batemans Bay e Bodalla, constatou a seguinte seqüência de biomassa: madeira > folhas > galhos vivos > casca > galhos mortos. Para a procedência Lake George, com a mesma idade, encontrou a seguinte distribuição da biomassa nas árvores de *Acacia mearnsii*: madeira > galhos vivos > folhas > casca > galhos mortos.

Os resultados encontrados levam a concluir que a quantidade de biomassa nos componentes das árvores depende das características de cada espécie e da sua idade.

No entanto, Reis *et al.* (1985), estudando o acúmulo de biomassa em uma seqüência de idade de *Eucalyptus grandis* plantado no cerrado em duas áreas com diferentes produtividade concluiu que a distribuição da biomassa entre os componentes da árvore varia com a qualidade do local, da disponibilidade de nutrientes, especialmente de nitrogênio, com exceção da casca e da copa.

Observando a distribuição das quantidades de biomassa produzida em forma de madeira, em *Platanus x acerifolia* segue, para esse componente, a mesma tendência de produção das demais espécies. Schumacher *et al.* (2002) encontraram 53% de madeira nas árvores de *Araucaria angustifolia*, com 27 anos de idade, enquanto Caldeira (1998) encontrou respectivamente 44,9 %, 45,9 % e 49,5 % para *Acacia mearnsii*, de 2,4 anos de idade, nas procedências de Bodalla, Batemans Bay e Lake George, ou seja, uma grande produção de madeira nas diferentes espécies seguida pelos outros componentes. Este estudo mostrou que 46,5 % da biomassa do *Platanus x acerifolia* está contida na madeira.

Neste aspecto e comparando com outras espécies estudadas, conclui-se que o *Platanus x acerifolia*, na produção de madeira, acompanha as espécies como *Araucaria angustifolia* que produziu 54% de biomassa de tronco em Quedas do Iguaçu – PR aos 27 anos (Schumacher *et al.*, 2002) e 57,7% em Passo fundo – RS aos 17 anos de idade (Krapfenbauer & Andrae, 1983); *Acacia mearnsii*, procedência Lake George que produziu, na região de Butiá – RS, 49,50% de biomassa de tronco aos 6 anos de idade (Caldeira, 1998); e em clones de eucalipto "urograndis" aos 10 anos de idade, acumularam 73,69% de biomassa no tronco, em média (Neves, 2000); em *Eucalyptus saligna* com 4 anos de idade identificou

60% da biomassa desta espécie na madeira. Para a mesma espécie aos 7 anos de idade, foi encontrado 74% de sua biomassa na forma de madeira (Schumacher, 1996).

Num estudo de biomassa acima do solo de *Eucalyptus saligna*, Campos *et al.* (1992) encontraram um valor de 64,5% da biomassa no tronco, enquanto a copa alcançou 35,5 % do volume. Salientam ainda que a biomassa do tronco aumenta mais acentuadamente que a copa a medida que as classes de diâmetro vão aumentando.

Analisando os resultados obtidos por Schumacher *et al.* (2002), Krapfenbauer & Andrae (1983), Caldeira (1998), Neves (2000) e Campos *et al.* (1992) constata-se que o *Platanus x acerifolia* segue os padrões das espécies até então estudadas.

Em comparação com as espécies nativas, este híbrido também apresenta as mesmas semelhanças no que diz respeito à produção de biomassa de tronco, pois Gonçalves *et al.* (1992) avaliaram a produção de biomassa de espécies em diferentes estágios sucessionais e encontraram os seguintes valores em percentagem para a biomassa de tronco: para as espécies pioneiras 39,9%, para as espécies secundárias 56,6% e para as espécies clímax 39,1%.

Sobre este tema, Gonçalves *et al.* (2000) informam que após o estabelecimento do povoamento a campo, ocorre um grande acúmulo de nutrientes nos vegetais, quando os produtos resultantes do processo de fotossíntese são acumulados em todos os componentes das árvores, especialmente na formação da copa no aumento da área foliar e para o sistema radicular. Com o fechamento da copa a canalização dos nutrientes

são direcionados para os troncos uma vez que o auto-sombreamento define o limite definitivo da área foliar.

Isto pode ser comprovado pelo trabalho de Schumacher *et al.* (2002) que encontraram para a *Araucaria angustifolia*, com 27 anos de idade, na região de Quedas do Iguaçu-Pr apenas 12% de biomassa de raízes e 8 % de biomassa de acículas vivas. E, Krapfenbauer & Andrae (1983) também encontraram 12% de biomassa radicular e 14,6 % de biomassa de brotos com acículas vivas em *Araucaria angustifolia*, porém em povoamento com 17 anos de idade, na região do Planalto Médio do Rio Grande do Sul.

No mesmo sentido Neves (2000) estudando a produção e a partição de biomassa e aspectos nutricionais e hídricos em plantios de eucalipto na região litorânea do Espírito Santo, identificou 10,84 % de biomassa radicular em plantios clonais de eucalipto "urograndis" com 10 anos de idade.

O grande volume de biomassa, mais de 25%, existente nos ramos do *Platanus x acerifolia* é justificado pelo hábito da espécie em produzir muitos galhos laterais, o que justifica um coerente programa de desrama quando os povoamentos forem conduzidos comercialmente. Este valor seria bem mais expressivo se a floresta, em estudo, não tivesse sofrido desramas regulares nos últimos anos.

Quando comparado com estudos envolvendo outras espécies, pode-se observar que realmente a produção de galhos do *Platanus x acerifolia* é expressiva, em torno de 25%, pois Schumacher *et al.* (2002) encontraram 12% da biomassa total nos galhos da *Araucaria angustifolia* com 27 anos de idade, enquanto Caldeira (1998), ao avaliar a biomassa e nutrientes em

*Acacia mearnsii* com 6 anos, encontrou 19% da biomassa acima do solo nos galhos desta espécie, e Neves (2000) em clones de eucalipto "urograndis" de 10 anos de idade identificou apenas 5,91 % de biomassa nos ramos deste híbrido.

No entanto, comparando com a produção de biomassa do *Pinus taeda*, pode-se concordar que este também produz muita biomassa nos ramos e acículas, pois Valeri *et al.* (1989), estudando a biomassa de ramos e acículas desta espécie por ocasião do 1º, 2º e 3º desbaste nas idades de 7, 10 e 14 anos, encontraram como resíduos de ramos e acículas, 110 kg ha<sup>-1</sup> para o primeiro, 132 kg ha<sup>-1</sup> para o segundo e 134 kg ha<sup>-1</sup> para o terceiro desbaste.

#### 4.2.2 Biomassa e comprimento de raízes finas ( $\leq 2$ mm)

Para Gonçalves & Mello (2000), a distribuição das raízes no solo é influenciada pelo genótipo das espécies, porém pode também ser influenciada por outros fatores como a temperatura, a textura, a disponibilidade de oxigênio, a densidade e a fertilidade e ainda por outros elementos locais durante o desenvolvimento da planta como a mato-competição e o espaçamento.

Não existem normas amplamente usadas para classificação de raízes, porém, Böhm (1979) sugere a classificação em 6 classes de diâmetro quais sejam: muito finas ( $< 0,5$  mm), finas (0,5 - 2 mm), pequenas (2 - 5 mm), médias (5 - 10 mm), grossas (10 - 20 mm) e muito grossas ( $> 20$  mm). Neste trabalho considerou-se como raízes finas as que apresentaram diâmetro  $\leq 2$  mm.

Quando se realiza a avaliação da biomassa das raízes finas de uma determinada espécie, pode-se ter a impressão de que a sua quantidade é baixa, no entanto é importante lembrar que as raízes finas devido a sua alta taxa de renovação durante o ciclo da árvore, possui biomassa muito alta (Gonçalves & Mello, 2000).

Observa-se na Tabela 6 que a maior quantidade de raízes finas encontra-se na camada de 0 – 10 cm em todos os perfis, decrescendo até à profundidade de 50 a 60 cm quando ocorreu um pequeno aumento na biomassa de raízes voltando a decrescer a partir dos 70 cm. Verifica-se que foram encontrados em média 827,12 kg ha<sup>-1</sup> de raízes finas até 80 cm de profundidade.

TABELA 6 - Biomassa de raízes finas de *Platanus x acerifolia* (kg ha<sup>-1</sup>) nas diferentes camadas até 80 cm de profundidade do solo nos quatro perfis.

Camada de solo (cm)	Biomassa de raízes finas (kg ha <sup>-1</sup> )				Média	Desvio padrão	C.V. (%)
	Perfil						
	1	2	3	4			
0 - 10	246,72	398,08	362,72	229,76	309,32	72,4197	23,4
10 - 20	107,20	91,36	170,08	126,56	123,80	29,4846	23,8
20 - 30	56,48	249,76	67,52	73,44	111,80	79,8835	71,5
30 - 40	36,16	120,16	95,20	55,84	76,84	32,8237	42,7
40 - 50	27,20	77,44	56,64	36,96	49,56	19,2753	38,9
50 - 60	37,44	48,00	38,24	50,88	43,64	5,8955	13,5
60 - 70	55,68	82,56	102,56	44,16	71,24	22,8283	32,0
70 - 80	18,56	61,44	73,76	9,92	40,92	27,2053	66,5
<b>Total</b>	<b>585,44</b>	<b>1128,80</b>	<b>966,72</b>	<b>627,52</b>	<b>827,12</b>	<b>228,4449</b>	<b>27,6</b>

Os valores encontrados por Neves (2000) nos clones de eucalipto "urograndis", cultivados no litoral do Espírito Santo foram em média de 1950 kg ha<sup>-1</sup>, valores bem superiores ao encontrado para *Platanus x acerifolia*. No entanto Schumacher *et al.* (2002), quando determinaram a biomassa das raízes finas, ( $\leq 2$  mm), encontraram 1548,4 kg ha<sup>-1</sup>, em *Araucaria angustifolia* com 27 anos de idade, valores bem superiores aos encontrados no *Platanus x acerifolia*, porém muito próximos dos verificados nos clones de eucalipto "urograndis" por Neves (2000).

Estes valores não devem ser comparados diretamente, pois conforme Andrae & Krapfenbauer (1983a) a maior concentração de raízes finas está relacionada com a maior concentração de matéria orgânica, maior aeração e conseqüentemente maior disponibilidade de nutrientes na superfície, constatado em estudos da distribuição de raízes finas em *Podocarpus lambertii* e *Araucaria angustifolia* no sul do Brasil.

Estas diferentes quantidades são atribuídas à presença de micorrizas em algumas das espécies estudadas (Carvalho, 1994) e também às características das espécies, à idade, às condições nutricionais, uma vez que espécies diferentes enraízam em profundidades diferentes, com intensidades diferentes para garantir o melhor aproveitamento do habitat (Andrae & Krapfenbauer, 1983a).

Na Figura 15 é possível verificar a densidade de raízes finas (g dm<sup>-3</sup>) ao longo do perfil do solo. O padrão observado, de concentrar as raízes finas nas primeiras camadas de solo, também foi verificado por Witschoreck *et al.* (2003), para *Eucalyptus urophylla* com 10 anos de idade e por Schumacher *et al.* (2003) para *Eucalyptus* spp. de diferentes idades.

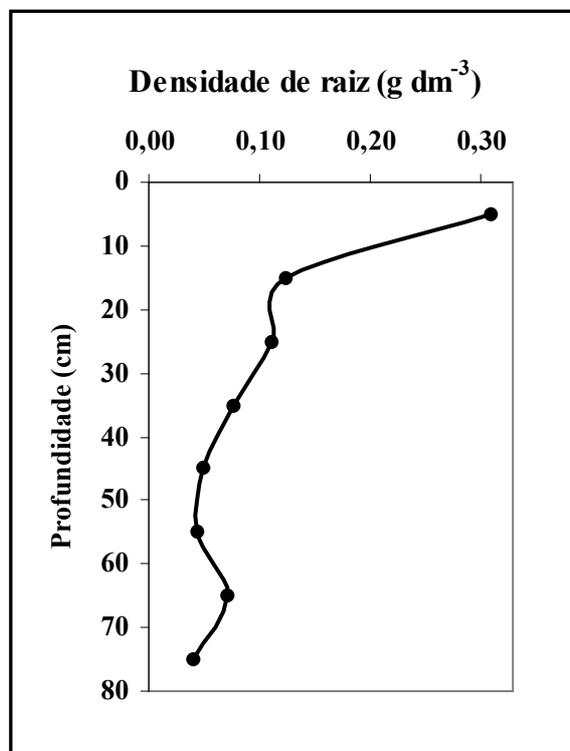


FIGURA 15 - Densidade de raízes finas ( $\text{g dm}^{-3}$ ) de *Platanus x acerifolia* no perfil de solo.

Ainda segundo Andrae & Krapfenbauer (1983a) o enraizamento varia também com as características das espécies, a idade, as condições nutricionais, uma vez que espécies diferentes enraízam em profundidades diferentes com intensidades diferentes para garantir o melhor aproveitamento do habitat, somando-se assim às conclusões de Carvalho (1994) de que as diferentes quantidades de enraizamento são atribuídas à presença de micorrizas em algumas das espécies estudadas.

Observando a Tabela 7 pode-se constatar que o *Platanus x acerifolia* apresenta uma razoável extensão radicular variando em média de  $1999,44 \text{ km ha}^{-1}$  na superfície (camada de 0 -10 cm) a  $270 \text{ km ha}^{-1}$  na

profundidade de (70 – 80 cm), alcançando um comprimento total de 4884,17 km ha<sup>-1</sup>.

TABELA 7 - Comprimento de raízes finas de *Platanus x acerifolia* (km ha<sup>-1</sup>) até 80 cm de profundidade do solo.

Camada de solo (cm)	Comprimento de raízes finas (km ha <sup>-1</sup> )				Média	Desvio padrão	C.V. (%)
	Perfil						
	1	2	3	4			
0 - 10	1450,66	4089,60	1045,02	1412,46	1999,44	1217,106	60,9
10 - 20	719,80	476,01	933,93	956,55	771,58	194,044	25,1
20 - 30	461,44	833,40	597,66	463,95	589,11	151,424	25,7
30 - 40	324,72	512,71	337,28	221,17	348,97	104,724	30,0
40 - 50	230,72	734,38	189,50	150,29	326,22	237,358	72,8
50 - 60	354,37	331,75	261,38	172,91	280,10	70,752	25,3
60 - 70	174,92	480,04	402,12	135,21	298,07	146,309	49,1
70 - 80	82,44	444,35	502,15	53,78	270,68	203,850	75,3
<b>Total</b>	<b>3799,07</b>	<b>7902,24</b>	<b>4269,05</b>	<b>3566,34</b>	<b>4884,17</b>	<b>1760,770</b>	<b>36,1</b>

Embora a idade do povoamento de *Platanus x acerifolia* seja de apenas 5,5 anos em termos quantitativos, este comprimento pode ser considerada pequeno, pois Schumacher *et al.* (2002), acharam pequena a quantidade de 13.113,13 km ha<sup>-1</sup> de raízes de *Araucaria angustifolia* com 27 anos de idade, especialmente quando compararam com os 31.966,9 e 27.968,9 km ha<sup>-1</sup> encontrado por Witschoreck & Schumacher (2001) e Witschoreck *et al.* (2003) respectivamente em *Eucalyptus grandis* e *E.*

*urophylla* com 10 anos de idade, até a profundidade de 60 cm, na região central do Estado do Rio Grande do Sul.

Deve-se considerar que mais de 40% das raízes finas do *Platanus x acerifolia* estão concentrada próximas à superfície ou seja na camada de 0 – 10 cm o que caracteriza uma maior disponibilidade de matéria orgânica e nutrientes na superfície do solo. Por outro lado é importante relatar que o sistema radicular do *Platanus* nas condições onde foi realizado a presente pesquisa apresentou-se com um hábito superficial, conforme pode-se observar por ocasião da escavação dos tocos.

Sobre este tema Gonçalves & Mello (2000) informam que o desenvolvimento do sistema radicular sofre efeitos da qualidade do sítio e do material genético, concluindo que a distribuição de raízes no perfil é muito variável entre as espécies vegetais.

Mello *et al.* (1998) em estudo da distribuição das raízes finas ao longo do perfil, constataram uma grande variação entre os materiais genéticos e a época de amostragem.

#### 4.2.3 Serapilheira

De acordo com Bray & Gohramm (1964) a quantidade de serapilheira numa floresta é influenciada por vários fatores como climáticos, vegetação, densidade dos indivíduos e os próprios fatores do meio.

O estudo de biomassa da serapilheira é muito importante pois esta é a principal fonte de nutrientes que retorna ao solo através da ciclagem de nutrientes (Kimmins, 1987).

No povoamento de *Platanus x acerifolia*, onde foi desenvolvido o presente trabalho, a quantidade de serapilheira encontrada representa a queda das folhas e outros elementos do último ano de crescimento e alguns resíduos dos anos anteriores que ainda não sofreram a mineralização completa uma vez que esta espécie é totalmente caduca. Salienta-se ainda que a coleta foi realizada no mês de março, época em que o período de perenicidade das folhas está chegando ao final.

Como o *Platanus x acerifolia*, na região de Dom Feliciano-RS, completa a queda das suas folhas no máximo até o mês de junho, parte da biomassa já se encontrava em fase de fragmentação. Mesmo assim foi encontrada uma biomassa média de serapilheira de 12,8 Mg ha<sup>-1</sup> ( Tabela 8).

TABELA 8 - Quantidade de serapilheira (Mg ha<sup>-1</sup>) nas áreas das parcelas inventariadas (n = 25).

<b>Parâmetros</b>	<b>Valores</b>
Média (Mg ha <sup>-1</sup> )	12,80
Desvio padrão	22,34
C.V. (%)	27,9

Este valor pode ser contrastado com os do povoamento de *Araucaria angustifolia* com 14 anos de idade, Schumacher *et al.* (2000), estimaram uma serapilheira de 11,8 Mg ha<sup>-1</sup>. E de Krapfenbauer & Andrae (1976), que em trabalho realizado no sul do Brasil, em uma floresta de *Araucaria angustifolia* de 17 anos, encontraram 17,3 Mg ha<sup>-1</sup>.

Em outro estudo realizado por Schumacher *et al.* (2002) em uma floresta de *Araucaria angustifolia* de 27 anos de idade, foram encontrados 19,7 Mg ha<sup>-1</sup>.

Estes valores maiores encontrados na *Araucaria angustifolia* justificam-se pelo fato de as coníferas apresentarem uma maior dificuldade de mineralização devido à constituição das acículas, pois a relação C/N de suas acículas é de 34,2 (Schumacher *et al.*, 2002) enquanto das folhas do *Platanus x acerifolia* é de 17,44, de acordo com os resultados deste trabalho.

Comparando os valores encontrados na serapilheira do *Platanus x acerifolia* com os encontrados por Rugani *et al.* (1997) em uma floresta secundária de terra firme na região de Manaus-AM, percebe-se que o plátano produziu mais que o dobro da biomassa na serapilheira, pois enquanto este possuía 12,8 Mg ha<sup>-1</sup>, a floresta secundária apresentou 5,5 Mg ha<sup>-1</sup>.

Em trabalhos realizados no Panamá com floresta primária na região de Rio Sabana foram encontrados 6,2 Mg ha<sup>-1</sup> de serapilheira e na região de Rio Gara encontraram-se 2,9 Mg ha<sup>-1</sup> e já em floresta secundária do Congo foram identificadas 5,6 Mg ha<sup>-1</sup> de serapilheira (Rugani *et al.*, 1997).

Por outro lado, Golley *et al.* (1978) estimaram a serapilheira, em terreno montanhoso na floresta baixo-montana úmida da província de Darien no Panamá, 4,82 e 5,51 Mg ha<sup>-1</sup> em duas coletas realizadas em fevereiro de 1967 e 1968.

Já Carpanezzi (1997) encontrou em média anual 5 a 7 toneladas de serapilheira em povoamentos naturais de bracatinga (*Mimosa scabrella*),

destacando que as maiores produções de serapilheira ocorrem em talhões mais jovens.

### 4.3 Nutrientes

#### 4.3.1 Nutrientes na biomassa de *Platanus x acerifolia*

Segundo Pritchett (1990) a absorção dos elementos nutritivos pelos vegetais depende da espécie, da cobertura do dossel e das condições edafoclimáticas do local. Andrae & Krapfenbauer (1983b) afirmam que a concentração depende também da idade e do tipo de tecido analisado.

Para Poggiani (1992) a quantidade de nutrientes existente nos ecossistemas florestais é o resultado do somatório dos nutrientes encontrados nos vários componentes da biomassa vegetal, da serapilheira e dos nutrientes encontrados no solo.

Nas Tabelas 9 e 10, pode-se observar, respectivamente, os teores médios de macro e micronutrientes na biomassa dos diferentes componentes das árvores de *Platanus x acerifolia*.

Ao analisar a Tabela 9, verifica-se que a madeira é o componente que apresenta os menores teores de nutrientes para todos os componentes da biomassa de *Platanus*. Por outro lado, nas folhas, frutos e casca, encontram-se os maiores teores, o que pode ser atribuído a sua maior atividade metabólica.

TABELA 9 - Teores médios de macronutrientes na biomassa dos diferentes componentes das árvores de *Platanus x acerifolia*.

Componente	Elementos (g kg <sup>-1</sup> )						
	C	N	P	K	Ca	Mg	S
Folha	444,53	25,49	1,70	11,10	14,75	3,22	1,43
Fruto	445,25	11,06	2,02	13,39	2,34	1,07	0,61
Galho	436,31	4,68	0,58	2,37	2,64	0,73	0,53
Madeira	424,32	2,35	0,34	2,06	0,65	0,37	0,53
Casca	369,59	7,48	0,62	3,14	15,04	1,87	1,61
Raiz	409,48	5,05	0,79	2,14	2,84	1,37	1,13

Para Malavolta *et al.* (1997) os nutrientes segundo sua movimentação dentro da planta são classificados em móveis como é o caso do N, P, K Mg, Mo e Cl; pouco móveis como o S, Cu, Fe, Mn, Zn; e imóveis que é o caso do Ca e B, embora pesquisas mais recentes tenham comprovado que estes elementos apresentam uma certa mobilidade no interior das árvores.

Para os micronutrientes (Tabela 10), com exceção do Cu no fruto e do B na casca, a folha é o componente que contém a maior concentração dos demais elementos. Do mesmo modo que para os macronutrientes, a madeira apresenta os menores teores para todos os micronutrientes. Quanto ao teor de ferro nas raízes, o segundo mais alto, este pode estar sendo influenciado, em parte, por contaminação de óxidos de ferro, presentes no solo.

TABELA 10 - Teores médios de micronutrientes na biomassa dos diferentes componentes das árvores de *Platanus x acerifolia*.

Componentes	Elementos (mg kg <sup>-1</sup> )				
	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Folha	91,28	118,34	10,37	5,80	36,88
Fruto	61,10	23,58	9,55	9,51	13,43
Galho	12,00	16,46	2,67	4,05	8,96
Madeira	9,63	5,07	2,52	3,23	3,91
Casca	41,53	54,89	6,59	4,14	50,08
Raiz	83,85	14,80	4,70	6,18	13,44

Os elementos apresentam variações entre os diferentes componentes das árvores o que pode ser atribuído a deficiências do solo ou mais provavelmente às características dos vegetais em canalizar os nutrientes para os diversos órgãos, através do ciclo bioquímico, segundo sua mobilidade dentro da planta.

As diferentes concentrações dos elementos nos diferentes componentes das árvores também pode ser atribuída as suas características de mobilidade no seu interior.

O nitrogênio, o fósforo e o potássio encontram-se em maior proporção nas folhas, nos frutos e também na casca e nas raízes, diminuindo sensivelmente seus teores na madeira e nos galhos.

Pereira *et al.* (1984) estudando a concentração e distribuição de nutrientes em *Eucalyptus grandis* em função da idade, concluíram que as maiores concentrações de nutrientes encontram-se nas folhas, com exceção do cálcio cuja maior concentração está na casca.

Para Kramer & Kozlowski (1972) a maior concentração dos elementos minerais nas folhas é explicada pelo fato de os sais tenderem a concentrar-se nas mesmas devido à evaporação da água causada pelo processo de transpiração das plantas.

Isto pode ser explicado por que estes elementos apresentam grandes facilidades de se movimentar dentro dos compartimentos das plantas, passando rapidamente dos tecidos mais velhos para os meristemas em atividade. O potássio ao se movimentar vai catalisando as reações, mantendo e regulando o equilíbrio osmótico (Raij, 1991; Carneiro, 1995; Binkley, 1986).

Com relação ao nitrogênio, Binkley (1986) informa que para as espécies florestais o teor deste elemento varia conforme o tecido, podendo nas folhas variar entre 9 a 20 g kg<sup>-1</sup> enquanto na madeira não ultrapassa 5,0 g kg<sup>-1</sup>.

De Hoog (1981) e Malavolta *et al.* (1997) afirmam que para a *Araucaria angustifolia* a faixa adequada de nitrogênio nas acículas está entre 16 e 17 g kg<sup>-1</sup>. No entanto há de se considerar que a absorção de nutrientes depende da espécie, da cobertura vegetal, das condições de solo e do clima (Pritchett, 1979). Isto explica as 13,3 g kg<sup>-1</sup> de nitrogênio encontrado por Schumacher *et al.* (2002) nas acículas de *Araucaria angustifolia*. Andrae & Krapfenbauer (1983b) trabalhando com *Araucaria angustifolia* com 17 anos de idade, encontraram resultados semelhantes.

Como a absorção de nutrientes depende de vários fatores, entre eles o da espécie. Para o caso do *Platanus x acerifolia* ainda existe a necessidade de estudos mais específicos para determinar a taxa adequada de concentração de nutrientes nos seus diferentes componentes.

O cálcio (Ca), magnésio (Mg) e o enxofre (S) apresentam características semelhantes no que se refere as suas concentrações nos diferentes componentes das árvores de *Platanus x acerifolia*.

Andrae & Krapfenbauer (1983b) ao realizarem um inventário de nutrientes em *Araucaria angustifolia*, encontraram uma maior concentração de Ca e Mg nas acículas e na casca desta espécie.

Drumond *et al.* (1997) e Pereira *et al.* (1984) concluíram que o cálcio é o elemento mineral que se acumula em maiores quantidades na casca de *Eucalyptus*.

Resultados semelhantes foram encontrados por Caldeira (1998) em seus estudos com diferentes procedências de *Acacia mearnsii*. Encontrou resultados semelhantes para a espécie quando se referiu ao enxofre, o qual está com a maior concentração nas folhas e nos ramos vivos. Schumacher *et al.* (2002) encontraram uma maior concentração de Ca e Mg e S nas grimpas e na casca da *Araucaria angustifolia* com 27 anos. Neves (2000) encontrou as maiores concentrações de cálcio na casca.

Por outro lado, Neves (2000) estudando a produção e a partição de biomassa, aspectos nutricionais e hídricos em plantios clonais de eucalipto no Espírito Santo, identificou a maior concentração do cálcio na casca das árvores, e de magnésio e enxofre nas folhas.

Maiores concentrações de cálcio e magnésio foram encontradas na casca e nas folhas de cinco espécies de eucalipto estudadas por (Silva *et al.*, 1983) em solos de baixa fertilidade, cujo pH variou de 4,0 a 5,0, na região de Itirapina, em São Paulo.

Rezende *et al.* (1983) estudando a produção de macronutrientes em eucalipto plantados em duas densidades, descobriram que as concentrações

de cálcio e magnésio seguem a mesma tendência das demais espécies, ou seja, as maiores quantidades estão contidas na casca e nas folhas das árvores.

Para Malavolta (1980) a idade das folhas afeta a distribuição dos elementos nutritivos principalmente devido à mobilidade dos mesmos para outros órgãos da planta como as folhas mais novas, componentes de armazenamento de reserva, pontos de crescimento e também para os frutos. Talvez, seja por esta razão que os micronutrientes como ferro, manganês, zinco, cobre e boro encontram-se nas árvores, embora com uma maior concentração nas folhas e casca, dispersando-se também pelos demais componentes.

Neves (2000) encontrou valores inferiores de carbono na casca quando comparados com os outros componentes das árvores de "urograndis", com 10 anos de idade, produzidas por clones na região litorânea do Espírito Santo. Schumacher *et al.* (2002), quando realizaram trabalhos com *Araucaria angustifolia* com 27 anos de idade, encontraram resultados semelhantes.

Na Tabela 11 é apresentada a relação C/N dos diferentes componentes das árvores de *Platanus x acerifolia* que indicou uma tendência normal para as folhosas, ou seja, um aumento a partir dos frutos até atingir um máximo na madeira, onde a relação C/N é a mais elevada.

TABELA 11 - Relação C/N da biomassa dos diferentes componentes das árvores de *Platanus x acerifolia*.

<b>Componentes</b>	<b>Relação C/N</b>
Folhas	17,44
Frutos	13,13
Galhos	93,22
Madeira	171,05
Casca	47,29
Raiz	81,08

#### 4.3.2 Nutrientes na biomassa de *Platanus x acerifolia*

Para cada componente da biomassa foi determinada uma equação, observando-se aquela que melhor se ajustava para cada caso e utilizando-se as variáveis dendrométricas citados na metodologia deste trabalho.

Na Tabela 12 pode-se observar quais são as equações que melhor se ajustaram para cada componente das árvores de *Platanus x acerifolia*.

A equação para determinação dos nutrientes para a raiz que apresentou coeficiente de determinação com menor valor foi para o cobre (0,61 e 0,50 ); para galhos e casca foi para o manganês (0,43 e 0,50 respectivamente); e para a madeira foi o ferro (0,78). Isto pode ser atribuído às variações da biomassa destes componentes.

TABELA 12 - Equações de regressão utilizadas para estimar o estoque de macronutrientes (g/árvore) e micronutrientes (mg/árvore) contidos na biomassa dos diferentes componentes das árvores de *Platanus x acerifolia*.

Nutriente	Equação <sup>1/</sup>	R <sup>2</sup> aj.	Sxy (%) <sup>#</sup> / IF (%) <sup>*</sup>
<b>Folha</b>			
C	$\text{logy} = 2,674988 + 0,000220.(d^2.h)$	0,75	17,8*
N	$\text{logy} = 1,403855 + 0,000235.(d^2.h)$	0,78	17,4*
P	$\text{logy} = 0,290950 + 0,000202.(d^2.h)$	0,70	18,4*
K	$\text{logy} = 1,054574 + 0,000229.(d^2.h)$	0,74	19,0*
Ca	$\text{logy} = 1,158858 + 0,000238.(d^2.h)$	0,70	21,3*
Mg	$\text{logy} = 0,501352 + 0,000236.(d^2.h)$	0,70	21,4*
S	$\text{logy} = 0,244960 + 0,000175.(d^2.h)$	0,50	24,2*
B	$\text{logy} = 1,581413 + 0,000227.(d^2.h)$	0,76	17,5*
Cu	$\text{logy} = 0,848022 + 0,000189.(d^2.h)$	0,64	19,8*
Fe	$\text{logy} = 1,898390 + 0,000264.(d^2.h)$	0,71	22,7*
Mn	$\text{logy} = 2,035220 + 0,000243.(d^2.h)$	0,66	23,4*
Zn	$\text{logy} = 0,947225 + 0,000269.(d^2.h)$	0,80	18,0*
<b>Galhos</b>			
C	$y = -2899,312382 + 61,256343.d^2$	0,82	17,1 <sup>#</sup>
N	$y = -21,890923 + 0,602333.d^2$	0,74	19,8 <sup>#</sup>
P	$y = -3,411061 + 0,078795.d^2$	0,69	23,9 <sup>#</sup>
K	$y = -12,473270 + 0,311857.d^2$	0,79	17,7 <sup>#</sup>
Ca	$y = -14,606541 + 0,352441.d^2$	0,73	21,0 <sup>#</sup>
Mg	$y = -1,469522 + 0,081684.d^2$	0,68	20,0 <sup>#</sup>
S	$y = -3,307953 + 0,072500.d^2$	0,63	26,8 <sup>#</sup>
B	$y = -46,077017 + 1,168767.d^2$	0,64	25,3 <sup>#</sup>
Cu	$y = -2,941452 + 0,379076.d^2$	0,59	20,6 <sup>#</sup>
Fe	$y = -126,366724 + 1,977362.d^2$	0,53	38,4 <sup>#</sup>
Mn	$y = -61,478145 + 2,009112.d^2$	0,43	36,1 <sup>#</sup>
Zn	$y = -9,317670 + 0,320208.d^2$	0,61	24,8 <sup>#</sup>

TABELA 12 - Continuação.

<b>Casca</b>			
C	$y = -4046,149524 + 1579,889272.(d^2.h)$	0,63	17,3 <sup>#</sup>
N	$y = -93,208943 + 35,198745.(d^2.h)$	0,67	18,0 <sup>#</sup>
P	$y = -7,231811 + 2,770586.(d^2.h)$	0,69	16,3 <sup>#</sup>
K	$y = -33,502248 + 12,957724.(d^2.h)$	0,72	14,6 <sup>#</sup>
Ca	$y = -198,871252 + 73,544735.(d^2.h)$	0,71	18,2 <sup>#</sup>
Mg	$y = -18,647724 + 7,453118.(d^2.h)$	0,59	17,2 <sup>#</sup>
S	$y = -25,610284 + 9,397842.(d^2.h)$	0,74	17,8 <sup>#</sup>
B	$y = -493,184072 + 198,712404.(d^2.h)$	0,59	16,7 <sup>#</sup>
Cu	$y = -35,755416 + 14,322426.(d^2.h)$	0,61	16,3 <sup>#</sup>
Fe	$y = -703,923331 + 255,698242.(d^2.h)$	0,55	27,8 <sup>#</sup>
Mn	$y = -482,412577 + 196,965286.(d^2.h)$	0,50	19,2 <sup>#</sup>
Zn	$y = -84,140966 + 32,034203.(d^2.h)$	0,66	17,8 <sup>#</sup>
<b>Madeira</b>			
C	$\log y = 0,897480 + 0,984682.\log(d^2.h)$	0,96	7,3*
N	$\log y = -1,276671 + 0,977505.\log(d^2.h)$	0,87	12,7*
P	$\log y = -1,895094 + 0,881444.\log(d^2.h)$	0,87	11,8*
K	$\log y = -1,427508 + 0,985136.\log(d^2.h)$	0,95	7,6*
Ca	$\log y = -1,625712 + 0,893737.\log(d^2.h)$	0,87	12,1*
Mg	$\log y = -1,475352 + 0,767849.\log(d^2.h)$	0,91	8,7*
S	$\log y = -1,269832 + 0,757300.\log(d^2.h)$	0,78	13,8*
B	$\log y = -1,396031 + 1,049992.\log(d^2.h)$	0,92	10,6*
Cu	$\log y = -0,487590 + 0,742895.\log(d^2.h)$	0,90	8,7*
Fe	$\log y = -0,643872 + 0,942526.\log(d^2.h)$	0,78	16,7*
Mn	$\log y = -0,099657 + 0,686275.\log(d^2.h)$	0,84	10,7*
Zn	$\log y = -1,018016 + 0,889886.\log(d^2.h)$	0,83	13,9*

TABELA 12 - Continuação.

<b>Raiz</b>			
C	$\log y = 4,477169 - 9,982542.d^{-1}$	0,82	11,0*
N	$\log y = 2,861888 - 13,779958.d^{-1}$	0,86	8,3*
P	$\log y = 1,826939 - 10,891600.d^{-1}$	0,64	19,2*
K	$\log y = 2,191641 - 9,944778.d^{-1}$	0,76	13,2*
Ca	$\log y = 2,357017 - 10,543362.d^{-1}$	0,69	16,6*
Mg	$\log y = 2,010607 - 10,105077.d^{-1}$	0,80	12,2*
S	$\log y = 1,813070 - 8,664123.d^{-1}$	0,61	16,2*
B	$\log y = 3,292259 - 13,865426.d^{-1}$	0,80	15,9*
Cu	$\log y = 2,434386 - 7,046776.d^{-1}$	0,50	16,5*
Fe	$\log y = 4,152307 - 14,774912.d^{-1}$	0,68	22,7*
Mn	$\log y = 3,156109 - 11,621585.d^{-1}$	0,61	21,5*
Zn	$\log y = 2,665872 - 11,736474.d^{-1}$	0,60	22,2*

Sendo:  $R^2$  aj. = coeficiente de determinação ajustado;  $S_{xy} (\%)^{\#}$  = erro padrão percentual; IF ( $\% \text{) }^*$  = índice de Furnival percentual; log = logaritmo de base 10; d = diâmetro à altura do peito; h = altura total. <sup>(1)</sup> todas as equações são significativas ao nível de 1%.

Nas Tabelas 13 e 14 são apresentados, respectivamente, os estoques de macro e micronutrientes presentes na biomassa dos diferentes componentes da biomassa de *Platanus x acerifolia*.

Apesar de a madeira conter os menores teores para todos os nutrientes, devido ao grande acúmulo de biomassa, este componente apresenta o maior estoque da maioria dos nutrientes.

TABELA 13 - Quantidade média de macronutrientes ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) encontrada na biomassa dos diferentes componentes das árvores de *Platanus x acerifolia*.

Componentes	Nutrientes ( $\text{kg ha}^{-1}$ )						
	C	N	P	K	Ca	Mg	S
Folhas	839,55	48,13	3,20	20,96	27,76	6,05	3,08
Frutos	73,30	1,70	0,30	2,20	0,40	0,20	0,10
Galhos	5107,38	51,64	6,38	27,53	30,77	8,41	6,13
Casca	745,30	14,56	1,22	5,90	27,68	3,07	3,41
Madeira	8903,31	56,47	6,57	42,27	13,41	7,32	10,85
Raiz	3452,40	43,14	6,59	18,01	23,73	11,54	9,42
Total	19122,24	215,64	24,26	116,87	123,75	36,59	32,99

TABELA 14 - Quantidade média de micronutrientes ( $\text{g ha}^{-1}$ ) encontrada na biomassa dos diferentes componentes das árvores de *Platanus x acerifolia*.

Componentes	Nutrientes ( $\text{g ha}^{-1}$ )				
	Fe	Mn	Zn	Cu	B
Folhas	171,49	213,58	19,63	10,87	69,86
Frutos	110,00	38,5	16,30	15,80	22,60
Galhos	143,04	189,95	30,59	41,61	103,62
Madeira	186,06	93,82	52,79	58,91	74,26
Casca	87,91	107,60	13,71	7,37	104,22
Raiz	707,88	123,77	39,23	52,33	114,48
Total	1406,38	767,22	172,25	186,89	489,04

O ferro, o manganês, o zinco e o boro estão presentes em maior teor nas folhas, enquanto o cobre é mais expressivo nos frutos e o boro na casca. Salienta-se ainda que os dois componentes que mais acumulam micronutrientes são as folhas e a casca, com exceção do boro, cuja maior concentração ocorreu na casca e nas folhas, e o cobre que está presente em maiores quantidades nos frutos e raízes.

Na Figura 16 é possível verificar a distribuição dos nutrientes nos diferentes componentes da biomassa de *Platanus x acerifolia*.

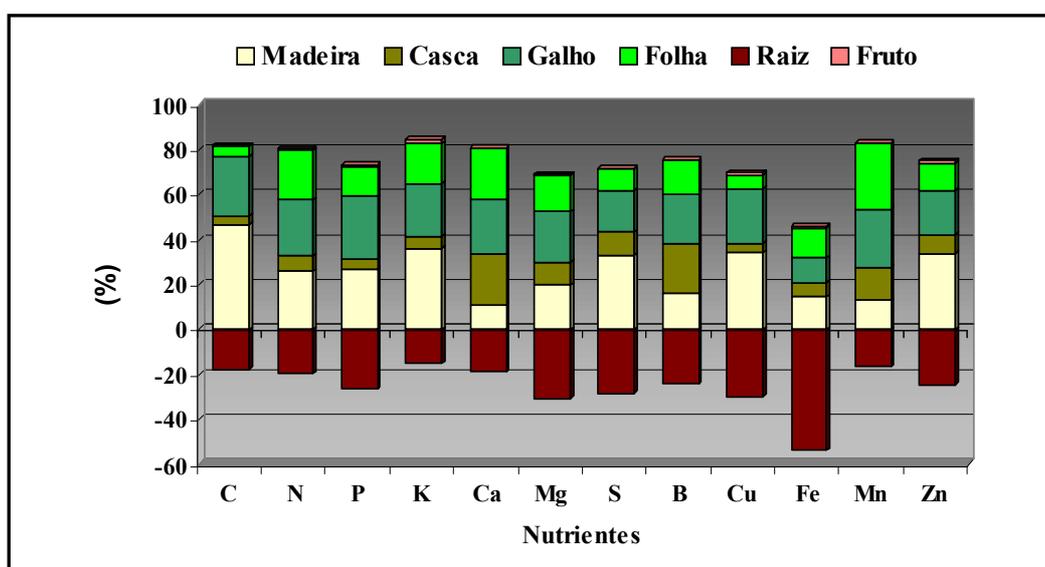


FIGURA 16 - Distribuição percentual do estoque de nutrientes nos diferentes componentes da biomassa de *Platanus x acerifolia*.

A variação do conteúdo de nutrientes nas florestas ocorre de acordo com as espécies. Porém, o teor de nutrientes na biomassa pode variar em função da disponibilidade dos mesmos no solo (Viezzani, 1997).

Esta heterogeneidade pode ser atribuída às condições fisiológicas das árvores e também ao fato de as mesmas no momento da coleta estarem em franca atividade de crescimento, devido à época (verão) do ano.

Neste aspecto Hoppe (1980) estudando a distribuição dos nutrientes na copa da *Araucaria angustifolia*, encontrou situação semelhante no que se refere à presença e distribuição de micronutrientes ao longo da copa.

#### 4.3.3 Nutrientes ao longo do fuste de *Platanus x acerifolia*.

O conhecimento das concentrações dos nutrientes ao longo do fuste das árvores é importante porque pode-se determinar um ponto exato para a tomada de amostras o que facilitará a determinação dos teores de nutrientes armazenados na casca e na madeira das árvores. Embora seja uma informação valiosa, o conhecimento da concentração dos nutrientes ao longo do fuste, tanto da casca quanto da madeira ainda é pouco conhecido, devido a inexistência de pesquisa sobre este tema.

As concentrações ao longo do tronco tanto na casca quanto na madeira estão relacionadas com a mobilidade do elemento. Segundo Freitas (2000) o teor dos nutrientes ao longo do fuste de *Eucalyptus grandis* varia conforme a mobilidade dos mesmos. Elementos como o nitrogênio, o fósforo e o potássio estão mais concentrados nas extremidades dos ramos e do tronco, enquanto elementos pouco móveis como o cálcio, o magnésio e o enxofre encontram-se em maior quantidade nas partes basais dos componentes das árvores como ramos e tronco.

Andrae & Krapfenbauer (1983b e 1983c) respectivamente, calcularam a concentração dos nutrientes ao longo do tronco de *Araucaria angustifolia* e *Eucalyptus saligna* e encontraram maiores teores dos elementos móveis nas partes mais altas dos troncos, enquanto os nutrientes

com menor mobilidade encontram-se em maiores concentrações na parte basal do fuste. Segundo os mesmos autores, a idade dos tecidos nas diferentes alturas tem influência direta na concentração de nutrientes, principalmente para os elementos móveis. Com exceção do cálcio, todos os demais elementos apresentaram uma maior concentração à medida que a altura vai aumentando em direção ao ápice da árvore de *Araucaria angustifolia*. No *Eucalyptus saligna* aqueles pesquisadores identificaram que somente o cálcio e o magnésio não aumentaram suas concentrações à medida em que se aproximavam do topo das árvores.

A Tabela 15 mostra a distribuição dos macronutrientes na madeira e casca ao longo do fuste de *Platanus x acerifolia*

TABELA 15 - Teores médios de macronutrientes ao longo do fuste para os componentes madeira e casca de *Platanus x acerifolia*.

Altura da amostra	Nutrientes (g kg <sup>-1</sup> )					
	N	P	K	Ca	Mg	S
<b>Madeira</b>						
9,3 m (83) <sup>1/</sup>	2,83abcd <sup>2/</sup>	0,47a	2,25a	0,35e	0,35cd	0,36c
7,3 m (67)	3,52e	0,43ab	2,21ab	0,39e	0,35cd	0,40c
5,3 m (49)	3,61e	0,34bc	2,11c	0,42de	0,31d	0,38c
3,3 m (30)	2,93abc	0,32c	1,96d	0,59d	0,34cd	0,53abc
1,3 m (12)	1,70a	0,25c	1,93d	0,93bc	0,39bc	0,62ab
0,3 m (3)	0,97ab	0,29c	1,97d	1,04ab	0,41ab	0,71a
0,1 m (1)	1,45abcd	0,29c	1,98b	1,12a	0,45a	0,71a

TABELA 15 - Continuação.

Casca						
9,3 m (83)	10,36a	0,74a	3,83a	10,06d	2,14a	1,23d
7,3 m (67)	8,81b	0,73ab	3,75ab	11,05cd	2,14a	1,31d
5,3 m (49)	8,58b	0,66abc	3,30c	12,19cd	2,12ab	1,37d
3,3 m (30)	7,21c	0,56c	2,84de	12,85cd	1,95abc	1,78abcd
1,3 m (12)	5,23d	0,57c	2,53f	14,14c	1,65d	1,81abc
0,3 m (3)	5,61d	0,60c	2,80def	21,11ab	1,58d	1,87ab
0,1 m (1)	5,65d	0,63abc	2,90d	22,62a	1,56d	1,95a

<sup>1/</sup> valores entre parênteses, referem-se à altura média do ponto de amostragem, em percentual da altura total; <sup>2/</sup> valores seguidos pela mesma letra na vertical não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Hoppe (1980) analisando a distribuição dos nutrientes ao longo da copa de *Araucaria angustifolia*, encontrou uma maior concentração dos elementos móveis na parte superior, enquanto aqueles de baixa mobilidade concentraram-se na base da mesma.

Na madeira e na casca do *Platanus x acerifolia* observou-se que os elementos nitrogênio e potássio estão mais concentrados na parte superior das árvores; o fósforo também apresenta-se mais expressivo nas partes superiores porém com menor intensidade; o cálcio, com concentração intensa na casca da parte basal das árvores, apresenta valores bem inferiores, em torno de 50%, quando atinge as partes mais altas do tronco; o enxofre e o magnésio mostram-se com maiores concentrações nas partes basais com pequena diminuição à medida em que sobe ao longo do fuste.

Para estimar os teores dos macronutrientes na casca e na madeira ao longo do fuste das árvores de *Platanus x acerifolia*, podem ser utilizadas as equações presentes na Tabela 16.

TABELA 16 - Equações de regressão para estimar a variação dos teores de nutrientes ao longo do fuste de *Platanus x acerifolia*.

Elemento	Equação <sup>1/</sup>	R <sup>2</sup> aj.	Sxy (%)
<b>Madeira</b>			
N	$y = 1,472804 + 0,028373 \cdot x$	0,52	32,9
P	$y = 0,259965 + 0,002307 \cdot x$	0,50	19,9
K	$y = 1,926372 + 0,003752 \cdot x$	0,73	3,3
Ca	$y = 1,030393 - 0,009832 \cdot x$	0,78	21,4
Mg	$y = 0,406198 - 0,001033 \cdot x$	0,27	13,0
S	$y = 0,691648 - 0,004996 \cdot x$	0,66	20,0
<b>Casca</b>			
N	$y = 5,295738 + 0,058381 \cdot x$	0,82	10,9
P	$y = 0,577156 + 0,001835 \cdot x$	0,31	12,4
K	$y = 2,641954 + 0,014089 \cdot x$	0,70	8,7
Ca	$y = 19,572596 - 0,136468 \cdot x$	0,63	20,5
Mg	$y = 1,593770 + 0,008197 \cdot x$	0,68	8,9
S	$y = 1,939590 - 0,009318 \cdot x$	0,53	15,8

Sendo: x= altura do ponto de amostragem em percentual da altura total da árvore;  
<sup>1/</sup> todas as equações são significativas ao nível de 1%.

Os resultados observados na variação dos teores dos nutrientes na madeira e na casca ao longo do fuste indicaram que para os macronutrientes o potássio, o fósforo e o nitrogênio estão presentes em

maiores quantidades nas partes superiores das árvores, enquanto o cálcio, o magnésio e o enxofre se concentram em maiores quantidades nas partes basais das árvores.

Na Figura 17 observa-se os teores médios dos nutrientes encontrados na madeira ao longo do fuste. Observa-se que o teor de nitrogênio na madeira cresce à medida em que se aproxima do ápice das árvores o que confirma sua condição de mobilidade dentro da planta. O potássio apresenta a mesma tendência, porém em quantidade bem menor que o nitrogênio e o fósforo, embora mostre o mesmo comportamento, pode-se observar que o seu teor aumenta em menor intensidade que o nitrogênio e o potássio.

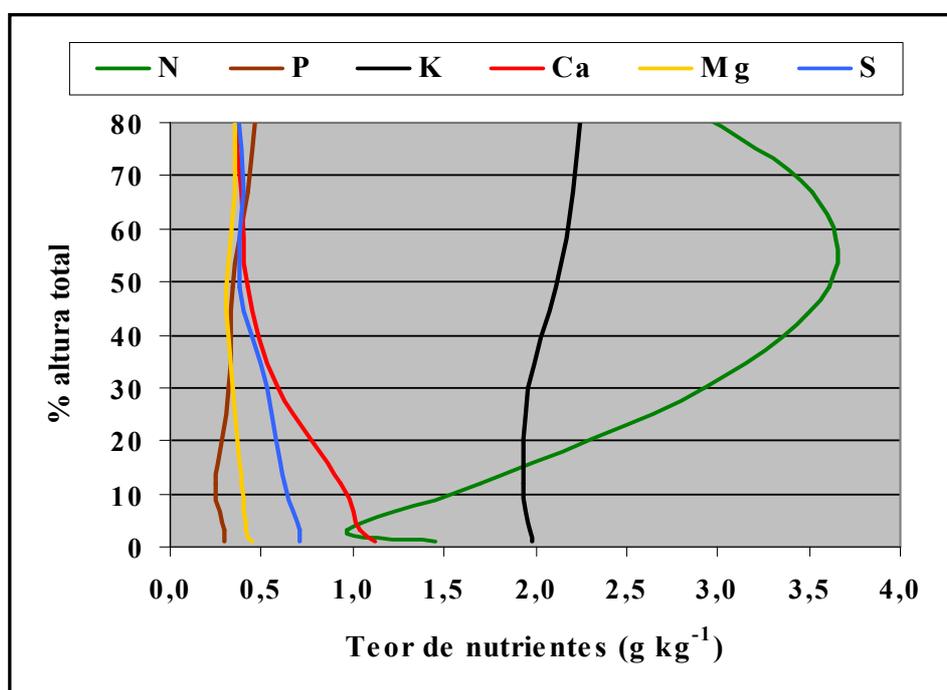


FIGURA 17 - Variação dos teores médios de nutrientes ao longo do fuste no componente madeira de *Platanus x acerifolia*.

O cálcio, o magnésio e o enxofre comportam-se de modo oposto aos demais macronutrientes, ou seja, seus maiores teores estão localizados exatamente na parte basal das árvores.

A Figura 18 apresenta os teores médios dos macronutrientes encontrados na casca das árvores de *Platanus x acerifolia* ao longo do fuste. Pela representação gráfica pode-se perceber que a concentração é muito semelhante ao que ocorre na madeira, qual seja, os elementos que possuem mobilidade na planta, como o nitrogênio, o fósforo e o potássio, deslocam-se para as extremidades mais jovens e concentram-se na parte alta do fuste, enquanto os nutrientes de pouca mobilidade como o cálcio, o magnésio e o enxofre estão presentes com maiores teores nas partes basais dos fustes. Isto vem confirmar os estudos de Freitas (2000) e Andrae & Krapfenbauer (1983b).

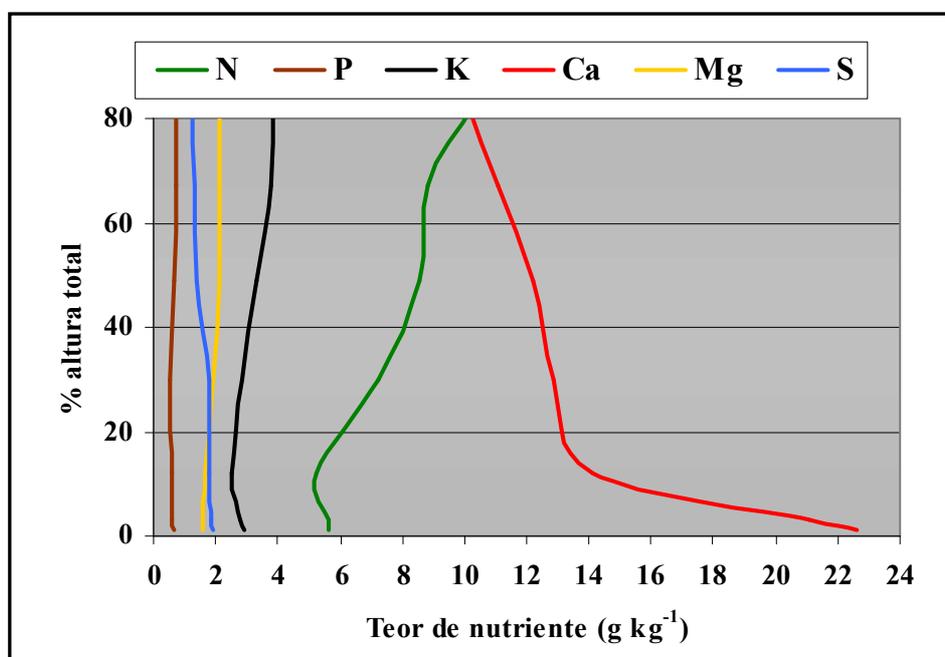


FIGURA 18 - Descrição da variação dos teores médios de nutrientes ao longo do fuste no componente casca para *Platanus x acerifolia*.

No que se refere à determinação de uma posição adequada no fuste para a coleta de amostras, são muito poucos os estudos realizados. Andrae & Krapfenbauer (1983b e 1983c), respectivamente, realizaram pesquisas com *Araucaria angustifolia* e *Eucalyptus saligna* procurando determinar um ponto ao longo do tronco que permita coletar material para quantificar o conteúdo de nutrientes da casca e do tronco das árvores. Aqueles autores determinaram que o teor de nutrientes de amostras coletadas na altura do centro de gravidade das árvores seriam as indicadas para quantificação dos mesmos na casca e na madeira.

Na Tabela 17 são apresentados os pontos ao longo do fuste, em porcentagem da altura total das árvores de *Platanus x acerifolia*, indicados para a realização de coletas de amostras de madeira e casca.

TABELA 17 - Altura de amostragem dada em percentual da altura total, para obtenção dos teores representativos (TR) de nutrientes na madeira e na casca de *Platanus x acerifolia*.

Componente	Variável	Nutrientes						Altura média
		N	P	K	Ca	Mg	S	
Madeira	TR <sup>1/</sup>	2,28	0,31	1,99	0,74	0,37	0,56	<b>25,0</b>
	Altura <sup>2/</sup>	20,5	27,4	36,8	22,1	19,2	24,0	
	Intervalo <sup>2/</sup>	8-38	0-63	0-44	13-33	2-49	0-100	
Casca	TR	6,64	0,60	2,95	14,7	1,83	1,72	<b>27,3</b>
	Altura	24,8	37,6	34,5	11,3	22,8	32,8	
	Intervalo	4-37	0-62	8-47	7-61	6-42	0-69	
<b>Média</b>		<b>22,6</b>	<b>32,5</b>	<b>35,65</b>	<b>16,7</b>	<b>21,0</b>	<b>28,4</b>	<b>26,2</b>

<sup>1/</sup> "teor representativo" dos nutrientes, em g kg<sup>-1</sup>, <sup>2/</sup> valores em percentual da altura total média das árvores.

Estas posições indicam os pontos, em relação a altura total das árvores, obtido através de interpolação entre teor de nutrientes e altura relativa da amostras ao longo do fuste, onde devem ser coletadas as amostras de madeira e casca para quantificação dos nutrientes. O valor, aqui denominado de "teor representativo" para cada elemento químico, foi obtido através do cociente da respectiva massa de nutrientes (g) pela biomassa (kg) do componente, madeira ou casca. Este valor (teor representativo), portanto, consiste em um teor médio dos nutrientes ponderado em função da biomassa. Considerando que o objetivo é determinar um fator (teor representativo), capaz de converte os valores de biomassa em massa de nutrientes, o que é possível através da multiplicação desta pelo respectivo teor representativo.

Observando os resultados da Tabela 17 percebe-se que não existe a coincidência exata de um único ponto de amostragem para todos os elementos e componentes da biomassa (casca e madeira), mas a média 26,2 está inclusa em todos os intervalos estabelecidos para cada elemento. O intervalo para cada elemento foi definido através de uma diferença mínima significativa (pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade) a mais e uma a menos sobre o teor representativo (TR). Portanto, o ponto a 26,2% da altura total da árvore é o indicado para a tomada de amostra de casca e madeira de *Platanus x acerifolia* aos 5,5 anos de idade na região de Dom Feliciano.

Andrae & Krapfenbauer (1983c) encontraram o ponto de coleta a 23 % da altura total das árvores para *Eucalyptus saligna*.

#### 4.3.4 Estoque de nutrientes na serapilheira

Em relação à quantidade de nutrientes encontrada na serapilheira, é importante salientar que mais de 90% do material coletado era constituído por folhas, uma vez que o *Platanus x acerifolia*, especialmente em idades jovens como é caso deste trabalho, libera muito pouca quantidade de casca e ramos. Além disto o povoamento é conduzido regularmente com desrama o que mantém somente galhos vivos presos aos troncos.

Por esta razão analisou-se as quantidades de nutrientes encontradas na serapilheira comparando-as com aquelas existentes nas folhas das árvores.

Os teores de nutrientes encontrados na serapilheira são inferiores aos encontrados nas folhas, com exceção do boro, ferro e cobre. Isto pode ser explicado pelo fato de estes elementos apresentarem pouca mobilidade nas plantas e não se deslocarem para os ramos que permaneceram nas árvores durante o período de repouso, voltando para a superfície do solo através da queda das folhas (ciclo biogeoquímico). A grande quantidade de ferro, encontrada nas amostras de serapilheira, se deve possivelmente à contaminação por óxido de ferro presente no solo.

A quantidade de nutrientes na serapilheira varia de acordo com a espécie, se é caduca ou perene, com o clima, com o sítio e se o povoamento é puro ou misto.

As Tabelas 18 e 19 mostram, respectivamente, os teores de macro e micronutrientes encontrados na serapilheira do *Platanus x acerifolia* com 5,5 anos de idade.

TABELA 18 - Teores de macronutrientes presentes na serapilheira da floresta de *Platanus x acerifolia* com 5,5 anos de idade.

Parâmetro	Nutrientes (g kg <sup>-1</sup> )						
	C	N	P	K	Ca	Mg	S
Média	317,05	9,22	0,69	4,93	9,90	2,00	0,61
D. padrão	55,69	2,54	0,10	0,25	1,96	0,51	0,37
C.V.(%)	17,6	27,6	14,2	5,2	19,8	25,3	61,2

TABELA 19 - Teores de micronutrientes presentes na serapilheira da floresta de *Platanus x acerifolia* com 5,5 anos de idade.

Parâmetro	Nutrientes (mg kg <sup>-1</sup> )				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Média	34,98	8,54	2337,33	37,33	0,49
D. padrão	7,73	2,21	526,38	9,31	0,08
C.V.(%)	22,1	25,9	22,5	24,9	17,0

Observa-se que a serapilheira apresenta teores de carbono inferior a todos os componentes da árvore. Isto, provavelmente ocorra pelo fato da decomposição do folheto, passando parte do carbono para o solo.

Os teores de macronutrientes na serapilheira são inferiores aos das folhas, seu principal componente, indicando processos de retranslocação antes da queda e da decomposição em contato com o solo.

Quanto aos micronutrientes, constata-se que houve menor percentual de retranslocação destes. Inclusive no caso do cobre e ferro, os teores na serapilheira são maiores que nas folhas. Em se tratando do ferro,

possivelmente o grande aumento do teor é atribuído à contaminação por óxidos de ferro oriundos do solo.

As Tabelas 20 e 21 apresentam o estoque de macro e micronutrientes, respectivamente, estimados para a serapilheira.

Andrae e Krapfenbauer (1983b) encontraram na serapilheira de *Araucaria angustifolia* de 17 anos de idade, no sul do Brasil, valores superiores para nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e manganês, quando comparados com as acículas e brotos vivos. Deve-se destacar, no entanto, que a floresta de *Araucaria angustifolia*, mesmo sendo de reflorestamento, possui um grande número de espécies associadas o que contribui para a formação da serapilheira. Isto pode explicar parte da riqueza de nutrientes.

TABELA 20 - Quantidade média de macronutrientes na serapilheira acumulada no povoamento de *Platanus x acerifolia*.

Nutrientes (kg ha <sup>-1</sup> )						
C	N	P	K	Ca	Mg	S
3881,7	118,0	8,8	63,1	126,8	25,6	7,8

Em relação ao carbono, Rugoni *et al.* (1997) avaliaram o estoque de carbono em uma floresta secundária de terra firme em Manaus – AM. e encontraram na serapilheira 6328,5 Mg ha<sup>-1</sup>, quase o dobro do encontrado na floresta de *Platanus x acerifolia* que foi de 3881,7 Mg ha<sup>-1</sup>.

Carpanezi (1997) identificou uma maior quantidade de nitrogênio no folheto de floresta de bracatinga de 4, 6 e 7 anos de idade de 132,8 a 153,3 Kg ha<sup>-1</sup>, enquanto que no *Platanus x acerifolia* encontrrou-se 118

kg ha<sup>-1</sup>. Para os demais macroelementos a serapilheira possui maiores quantidades.

Em trabalho realizado por Schumacher *et al.* (2002) com *Araucaria angustifolia* de 27 anos de idade, os valores encontrados para os macronutrientes foram maiores do que os encontrados no *Platanus x acerifolia*, inclusive o carbono. Já todos os micronutrientes avaliados apresentaram maiores quantidades na floresta de *Platanus x acerifolia*.

TABELA 21 - Quantidade média de micronutrientes na serapilheira acumulada no povoamento de *Platanus x acerifolia*.

Nutrientes (g ha <sup>-1</sup> )				
Fe	Mn	Zn	Cu	B
29917,9	336,1	6,4	109,3	447,7

#### 4.3.5 Características químicas, físicas e estoque de nutrientes do solo

Através da análise da Tabela 22 é possível concluir que pelos teores dos macro-elementos, o solo da área de estudo apresenta boas condições de fertilidade. O crescimento do *Platanus x acerifolia*, provavelmente seja limitado pela alta concentração dos micro-elementos, especialmente o Fe, o Zn, o Mn e o alumínio.

Para a Comissão de Fertilidade do Solo - RS/SC (1997) na camada de solo 0 - 20 cm de profundidade, o teor de matéria orgânica é considerado médio.

TABELA 22 - Características do solo da área de estudo sob o povoamento de *Platanus x acerifolia*.

Prof. (cm)	Argila g kg <sup>-1</sup>	pH	MO	m	V	P	K	Ca	Mg	CTC	Cu	Zn	Fe	Mn
			%			mg L <sup>-1</sup>	cmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup>			Mg L <sup>-1</sup>				
0 - 20	19,8	5,5	2,6	6,8	61,0	18,2	98,5	4,3	1,0	6,1	0,9	2,3	176,5	23,2
20 - 40	21,4	4,9	2,1	27,3	41,5	3,5	59,5	2,7	0,8	4,7	0,8	0,8	186,1	11,3
40 - 60	28,5	4,6	1,3	30,9	34,9	2,2	44,5	2,3	0,7	4,5	0,7	0,6	178,1	3,8
60 - 80	27,5	4,7	0,8	27,1	36,3	2,0	41,0	1,8	0,7	3,7	0,7	0,6	140,9	2,6

Sendo: pH em água (1:1), MO= matéria orgânica, m= saturação de alumínio, V= saturação de base, CTC efetiva; P, K pelo extrator Mehlich I; Ca, Mg e Al extraídos por KCl (1N).

Em termos de macronutrientes, o Ca apresenta teor alto (> 4,0 cmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>), Mg é médio (0,6 -1,0 cmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>) e P e K são suficientes (>18 mg L<sup>-1</sup>) e (98,5 mg L<sup>-1</sup>) respectivamente.

Quanto aos micronutrientes, a Comissão de Fertilidade do Solo-RS/SC (1997) apresenta faixa de interpretação para Cu e Zn, para os quais, os teores são considerados suficientes, (>0,40 e >0,50 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente). Gonçalves & Valeri, 2001 apresentam faixas de interpretação de micronutrientes, para pinus e eucalipto, para as quais, os teores de Fe e Mn são superiores aos classificados como altos (>12,0 e > 5,0 mg L<sup>-1</sup>).

A concentração de ferro associada à presença de expressiva quantidade de alumínio trocável são os elementos que limitam a disponibilidade de fósforo para as plantas, pois segundo Primavesi (1979), estes dois elementos são os principais responsáveis pela fixação do fósforo, no solo.

Para os valores de saturação de bases, Meurer *et al.* (2000) classificam como altos os valores acima de 60%.

Normalmente não se percebe a necessidade de um elemento na planta quando não se conhece exatamente sua função na mesma, no entanto deve-se também considerar que as necessidades de cada planta dependem não somente da espécie, mas também da variedade (Primavesi, 1979).

No caso do *Platanus x acerifolia*, que é uma espécie nova em termos de utilidade industrial da qual existe muito pouco conhecimento de sua silvicultura, de sua ecologia e também das exigências nutricionais, fica sempre a dúvida se as condições do solo onde está implantado correspondem as suas necessidades.

Segundo Brady (1989) o maior acúmulo de matéria orgânica ocorre nas camadas superiores, porque a maioria dos resíduos orgânicos são incorporados nas camadas superficiais do solo.

O pH de 5,5 está no limite superior da faixa tida como baixa pela Comissão de Fertilidade do Solo - RS/SC (1997). Isto tem influência direta na disponibilidade dos nutrientes, especialmente o fósforo que em função disto, fica fortemente fixado ao solo e pouco disponível para as plantas. Com este valor de pH, elementos como N, K, S, B e Mo começam a ser absorvidos com grande intensidade pelas plantas, enquanto que o P continua preso ao solo uma vez que sua eficiente liberação começa com pH a partir de 6.

O valor de pH na área de estudo está dentro da faixa utilizada para plantios de eucalipto e pínus no Brasil (adaptado de Lopes e Vieira & Santos *apud* Gonçalves *et al.*, 1997) que está entre 3,8 - 5,5 em  $\text{CaCl}_2$  (0,01 M). Um valor de pH de 5,5 ( em  $\text{H}_2\text{O}$ ), permite que a CTC seja de média a alta 61 %, o que caracteriza solos férteis, o mesmo acontecendo com o K, Ca e o Mg, conforme a Tabela 22, com teores trocáveis relativamente altos (Tomé Junior, 1997)

Primavesi (1979) afirma que tanto o pH quanto a saturação de bases e a capacidade de troca de cations são influenciadas pelo uso do solo e que a camada superficial difere das outras porque é a camada superficial do solo que sofre as influências das atividades humanas e dos animais as quais podem piorar ou melhorar a qualidade do mesmo.

Desta maneira o mesmo valor de pH não indica a mesma quantidade de cations trocáveis, pois esta depende da CTC que depende da argila, da matéria orgânica, do solo e da adaptação da planta, portanto solos diferentes com um mesmo valor de pH terão capacidade nutricional variada (Primavesi, 1979).

Segundo Miranda *apud* Primavesi (1979) o cacauero cresce bem quando o alumínio trocável varia de 5 e 32%. Já Portela *apud* Primavesi (1979) informa como sendo 42% de alumínio trocável a taxa prejudicial às plantas.

Na Tabela 23 pode-se observar as quantidades dos elementos em  $\text{kg ha}^{-1}$ , onde se nota uma diferença expressiva entre as camadas superiores e as inferiores do solo em termos de conteúdos de nutrientes.

TABELA 23 - Quantidade média de nutrientes encontrados nas diferentes camadas do solo até 80 cm de profundidade nos quatro perfis estudados em *Platanus x acerifolia*.

Prof. (cm)	Conteúdo de nutrientes no solo (kg ha <sup>-1</sup> )									
	C	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
0 – 10	22604,3	1347,5	32,9	165,1	1293,6	171,9	215,4	35,1	1,3	4,1
10 – 20	26355,3	1323,4	18,0	112,7	1172,2	170,0	292,0	30,7	1,2	2,3
20 – 30	20078,4	1361,3	6,1	96,0	930,2	170,0	282,7	18,1	1,2	1,4
30 – 40	19322,2	1210,0	4,6	83,9	710,9	128,6	280,1	16,0	1,1	1,0
40 – 50	15587,6	923,4	3,2	65,0	635,3	116,7	279,1	6,7	1,1	0,9
50 – 60	10172,3	779,6	3,3	66,8	720,2	139,8	248,5	4,5	1,1	0,9
60 – 70	11355,8	733,9	3,1	64,9	594,8	140,8	225,7	4,1	1,1	0,8
70 – 80	8788,5	526,5	3,1	64,8	550,8	113,2	219,8	4,0	1,0	1,0
<b>Total</b>	<b>134264,4</b>	<b>8205,6</b>	<b>74,3</b>	<b>719,3</b>	<b>6608,0</b>	<b>1151,0</b>	<b>2043,4</b>	<b>119,1</b>	<b>9,0</b>	<b>12,4</b>

No que se refere à compactação do solo de acordo com Primavesi (1979) o maior limitante para o desenvolvimento das plantas nas regiões tropicais é a camada de impedimento.

De acordo com Kiehl (1979) a densidade do solo geralmente aumenta com a profundidade do perfil e determina a porosidade, a compactação, a estrutura e conseqüentemente o crescimento das plantas. Informa que os limites médios das densidades aparentes apresentam os seguintes valores de acordo com o tipo de solo: solos argilosos, de 1,0 a 1,25 g cm<sup>-3</sup>; solos arenosos, de 1,25 a 1,40 g cm<sup>-3</sup>; solos húmiferos 0,75 a 1,0 g cm<sup>-3</sup>; e solos tufosos de 0,20 a 0,40 g cm<sup>-3</sup>.

Analisando a Tabela 24 percebe-se que a densidade média do solo da área de pesquisa apresentou tendência crescente com o aumento da profundidade, variando de 1,35 a 1,65 g cm<sup>-3</sup> até a profundidade de 80 cm.

TABELA 24 - Densidade do solo encontrada nas diferentes profundidades, até 80 cm dos quatro perfis estudados em povoamento de *Platanus x acerifolia*.

Camada de solo (cm)	Densidade do solo (g cm <sup>-3</sup> )				Média
	Perfil				
	1	2	3	4	
0 - 10	1,48	1,38	1,33	1,20	1,35
10 - 20	1,50	1,45	1,45	1,65	1,51
20 - 30	1,47	1,44	1,43	1,71	1,51
30 - 40	1,47	1,60	1,36	1,62	1,51
40 - 50	1,45	1,47	1,30	1,69	1,48
50 - 60	1,51	1,39	1,47	1,57	1,49
60 - 70	1,55	1,43	1,50	1,70	1,55
70 - 80	1,51	1,45	1,59	1,93	1,62

Hoppe (1980) estudando o crescimento da *Araucaria angustifolia*, concluiu que a densidade do solo foi um dos fatores limitantes do crescimento daquela espécie, cujos valores encontrados variaram de 0,86 g cm<sup>-3</sup> na camada superficial a 1,32 g cm<sup>-3</sup> na camada entre 1,70 – 1,90 cm de profundidade.

Os solos arenosos com densidade superior a 1,75 g cm<sup>-3</sup> e solos argilosos cuja densidade for superior a 1,55 g cm<sup>-3</sup> dificilmente permitem a

penetração das raízes (Pritchett, 1990). Para Primavesi (1979) solos com densidades, cujos valores forem superiores a  $1,25 \text{ g cm}^{-3}$ , apresentam dificuldades para a penetração das raízes dos vegetais. O solo do presente estudo apresentou densidade entre  $1,35$  e  $1,65 \text{ g cm}^{-3}$ .

#### 4.4 Implicações silviculturais e ecológicas

A adequação de técnicas de produção florestal e de tecnologia de aproveitamento da madeira das espécies que atendem às necessidades do mercado madeireiro e especialmente da indústria moveleira tem levado à realização de várias pesquisas no campo silvicultural e também na atividade da indústria madeireira, cujos resultados têm atendido às expectativas.

Inclusive muitas espécies, que até há pouco não eram utilizadas pelo setor, atualmente estão na linha de frente nas indústrias de móveis como é o caso do *Eucalyptus* spp., do *Pinus* spp., e mais recentemente o *Platanus x acerifolia*, os quais têm aquecido a fabricação de móveis de requinte.

O plátano, especialmente o *Platanus x acerifolia*, trouxe uma nova expectativa por apresentar grande versatilidade no seu aproveitamento. Após pesquisas tecnológicas, apresenta-se como uma nova alternativa para o setor, uma vez que se adapta muito bem ao trato industrial, adequando-se à fabricação de qualquer tipo de móveis especialmente os vergados, pois se molda muito bem a essas necessidades.

No aspecto silvicultural é um híbrido que se adaptou às condições edafoclimáticas do sul do Brasil. No entanto, ainda se faz necessário

desenvolver técnicas silviculturais compatíveis com a espécie através de pesquisas que possam auxiliar e aumentar sua produtividade.

Os reflorestamento com *Platanus x acerifolia*, especialmente nas pequenas propriedades, constitui-se numa nova alternativa de renda para o produtor, uma vez que o mesmo se tornará um fornecedor de matéria-prima de excelente qualidade. O mercado atual está absolutamente carente destes produtos e absorverá toda a produção por um longo período de tempo e com preços compensadores.

No que se refere às condições ecológicas, é importante conhecer melhor sua auto-ecologia para definir os parâmetros que estabeleçam técnicas que levem a um ótimo desenvolvimento nos mais diversos tipos de habitats.

Por outro lado deve-se considerar com muita atenção a colheita florestal pois é através dela que se exportam grandes quantidades de nutrientes dos ecossistemas florestais. A quantidade de nutrientes removidos por ocasião da exploração depende do componente a ser explorado, idade de corte do povoamento, das condições do solo e da eficiência dos processos de ciclagem de nutrientes (Schumacher *et al.*, 2002).

Na Figura 19 observam-se as quantidades de nutrientes que serão exportados e que permanecerão no ecossistema de acordo com o tipo de utilização da biomassa aplicada à floresta de *Platanus x acerifolia*.

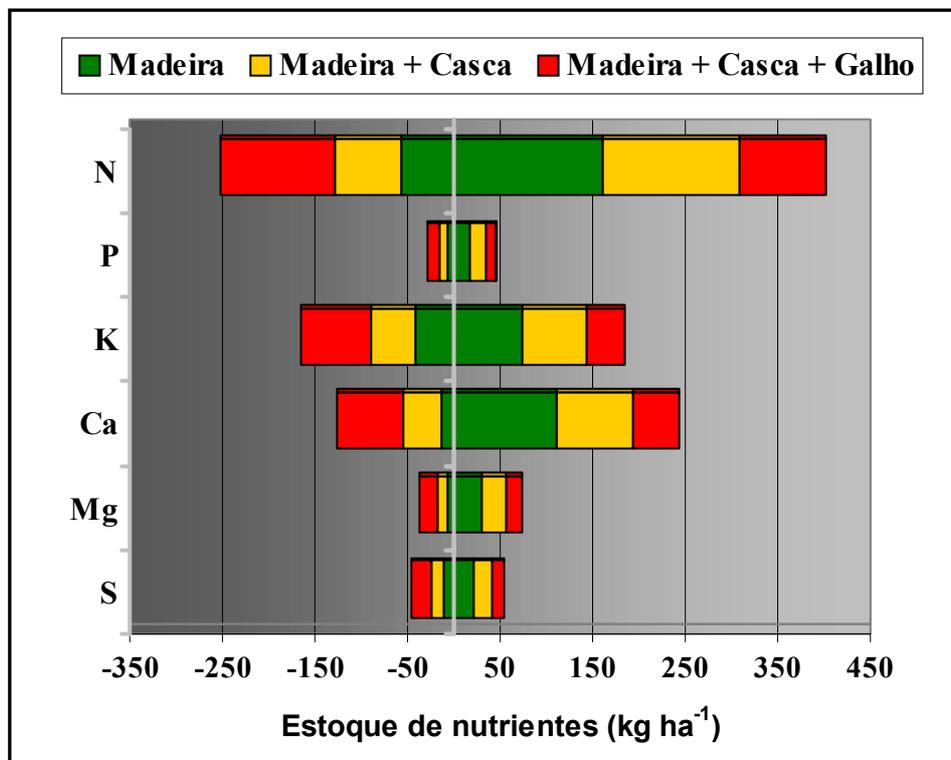


FIGURA 19 - Intensidades de colheita da biomassa de *Platanus x acerifolia*.

Na Figura anterior, à esquerda do eixo, os valores correspondem a exportação de nutrientes, ao passo que, na direita do eixo, são representados os estoques de nutrientes que permanecem no sítio como resíduo da colheita, para cada uma das intensidades de retirada da biomassa (considerando independentemente cada intensidade utilizada).

Logicamente, esta floresta, pela sua idade, não está em condições de exploração, pois segundo Turner & Lambert, (1983 *apud* Schumacher *et al.*, 2002) a colheita das árvores não deve ser realizada muito cedo devido à grande quantidade de nutrientes armazenados no alburno.

Para Kimmins (1987) a relação entre alburno e cerne em povoamentos jovens é bem maior que em povoamentos mais velhos. Como

o alburno armazena maiores quantidades de nutrientes, a colheita de florestas jovens ocasiona uma maior exportação de nutrientes do ecossistema, especialmente o fósforo.

Turner & Lambert (1983) após estudarem o acúmulo de nutrientes na biomassa de *Eucalyptus grandis*, recomendam que a colheita desta espécie seja realizada depois dos 15 anos de idade devido ao grande acúmulo de nutrientes no seu alburno na fase jovem.

No caso do presente estudo, simulando uma colheita onde seriam retirados diferentes componentes das árvores, observa-se que ocorre um acréscimo na exportação de nutrientes conforme a intensidade de aproveitamento da biomassa .

Quando se retira somente a madeira da floresta, a quantidade de nutrientes que deixa o sítio é bem menor do que quando for retirada a madeira e mais outros componentes das árvores.

Por isso o conhecimento das quantidades de nutrientes acumulados na biomassa acima e abaixo do nível do solo e também na serapilheira é fundamental uma vez que através do balanço destes pode-se determinar ecologicamente a idade adequada e tomar decisões importantes diminuindo os riscos e evitando perdas ao propor a colheita em povoamentos florestais.

Para Reis & Barros *apud* Freitas (2000) a contínua exportação de nutrientes diminui a capacidade de produção dos sítios desestabilizando os ecossistemas e comprometendo a produção das futuras rotações.

Segundo Barichello (2003) o processo que menos exporta nutrientes do sistema é aquele em que se colhe apenas a madeira, permanecendo no sítio os demais componentes das árvores como galhos, casca, ramos e folhas.

No caso do *Platanus x acerifolia*, são poucas as informações sobre a colheita, uma vez que os plantios realizados no Brasil ainda não atingiram a idade de corte, porém a quantidade de nutrientes e biomassa que permanecerão e sairão do ecossistema está muito relacionada com a idade de corte.

Os resultados obtidos neste trabalho constituem-se em informações reais e já permitem tomar decisões que podem levar a uma melhoria na produção de madeira, através da definição dos procedimentos futuros de colheita.

Ecologicamente é importante atentar para os efeitos da colheita florestal, porque através dela são retirados dos sítios determinadas quantidades de nutrientes que serão muito úteis para as próximas rotações.

As quantidades de nutrientes retirados dos sítios estão ligadas aos diferentes componentes das árvores, da idade de corte, das condições edáficas e da eficiência dos processos de ciclagem de nutrientes da espécie em questão (Schumacher *et al.*, 2002).

## 5 CONCLUSÕES

Após analisar os resultados deste trabalho e observando os objetivos propostos, foi possível concluir:

- a biomassa total encontrada no povoamento de *Platanus x acerifolia* foi de 45,28 Mg ha<sup>-1</sup> sendo que 1,89 Mg ha<sup>-1</sup> de folha, 0,16 Mg ha<sup>-1</sup> de fruto, 11,72 Mg ha<sup>-1</sup> de galhos, 2,01 Mg ha<sup>-1</sup> de casca, 21,07 Mg ha<sup>-1</sup> de madeira e 8,43 Mg ha<sup>-1</sup> de raiz;
- o comprimento e a biomassa de raízes finas ( $\leq 2$ mm), foram estimados em 4884,17 km ha<sup>-1</sup> e 827,12 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente, apresentando mais de 65% nos primeiros 30 cm de profundidade no solo;
- a serapilheira de *Platanus x acerifolia* foi estimada em 12,80 Mg ha<sup>-1</sup>;
- o estoque de macronutrientes na biomassa de *Platanus x acerifolia*, em kg ha<sup>-1</sup>, foi de 19122,24 de C; 215,64 de N; 24,26 de P; 116,87 K; 123,75 Ca; 36,59 de Mg e 32,99 de S; e para os micronutrientes (g ha<sup>-1</sup>), 1406,38 de Fe; 767,22 de Mn; 172,25 de Zn; 186,89 de Cu e 489,04 de B;
- a quantidade de macronutrientes (kg ha<sup>-1</sup>) e micronutrientes (g ha<sup>-1</sup>), respectivamente, presentes na serapilheira, foi de 3881,7 de C; 118,0 de N; 8,8 de P; 63,1 de K; 126,8 de Ca; 25,6 de Mg, 7,8 de S; 29917,9 de Fe; 336,1 de Mn ; 6,4 de Zn; 109,3 de Cu e 447,7 de B;

- o solo apresentou um estoque para os macronutrientes e micronutrientes ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), até a profundidade de 80 cm, de 134264,4 de C; 8205,6 de N; 74,3 de P; 719,3 de K; 6608,0 de Ca; 1151,0 de Mg, 2043,4 de Fe; 119,1 de Mn; 9,0 de Cu e 12,4 de Zn;
- por ocasião da colheita de *Platanus x acerifolia* somente a madeira deve ser removida da floresta, mantendo os demais componentes das árvores para a manutenção da capacidade produtiva do sítio; e
- a partir da análise da distribuição dos nutrientes ao longo do fuste, foi determinado que a coleta de amostras de madeira e casca, para estimativa dos macronutrientes desses dois componentes da biomassa, deve ser realizada a 26,2% da altura total das árvores de *Platanus x acerifolia*.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKE, S.; GRILLET, L.; LAMBERT, C. Plane trees (*Platanus* spp.). In: BAJAJ, Y. P. S. **Biotechnology in Agriculture and Forestry**. Berlin and Heidelberg, Germany: Springer Verlag, 1991. p191 - 209. Vol. 16, Trees (III).

ANDRAE, F. H.; KRAPFENBAUER, A. A distribuição de raízes finas do pinheiro bravo (*Podocarpus lambertii*) e do pinheiro brasileiro (*Araucaria angustifolia*). In: ANDRAE, F. H.; & KRAPFENBAUER, A. (Editores) **Pesquisa Austro-Brasileira 1973–1982 sobre *Araucaria angustifolia*, *Podocarpus lambertii* e *Eucalyptus saligna***. Santa Maria-Brasil / Viena-Áustria: 1983a. p.56-67.

ANDRAE, F. H.; KRAPFENBAUER, A. Inventário de um reflorestamento de *Araucaria angustifolia* de 17 anos em Passo Fundo, RS. In: ANDRAE, F. H.; & KRAPFENBAUER A. (Editores). **Pesquisa Austro-Brasileira 1973–1982 sobre *Araucaria angustifolia*, *Podocarpus lambertii* e *Eucalyptus saligna***. Santa Maria-Brasil / Viena-Áustria: 1983b. p.30-55.

ANDRAE, F. H.; KRAPFENBAUER, A. Estudo da situação da biomassa e dos nutrientes de um reflorestamento de quatro anos com *Eucalyptus saligna* Smith em Santa Maria, RS. In: ANDRAE, F. H.; & KRAPFENBAUER A. (Editores). **Pesquisa Austro-Brasileira 1973–1982 sobre *Araucaria angustifolia*, *Podocarpus lambertii* e *Eucalyptus saligna***. Santa Maria-Brasil / Viena-Áustria, 1983c. p.68-85.

ASLANBOGA, I.; GEMICI, Y. *Platanus orientalis* Linné. 1998. **In Enzyklopadie der Holzgewachse**, n. 11, 1998, p 3/98. Bornova-Izmir Turkey.

BARICHELO, L. R. **Quantificação da Biomassa e dos Nutrientes em Floresta de *Acacia mearsii* De Wild. na Região Sul do Brasil**. Santa Maria: UFSM, 2003. 58p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria.

BENEA, V.; CRISTESCU, V. Propagation of *Platanus x acerifolia* Willd. from cuttings. **N. Z. J. For. Sci.**, v.4, p.167-169, 1974.

BERNARDI, L. Le plantane: vu, mal connu, trop taillé. **Musées de Genève**, v.124, p.12-18, 1972.

BINKLEY, D. **Forest Nutrition Management**. New York: John Wiley, 1986. 290p.

BISH, A.; YIOLA, P.; MANETAS, Y. The transiently pubescent young leaves of Plane (*Platanus orientalis*) are deficient in photodissipative capacity. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.101, p.373-378, 1997.

BÖHM, W. **Methods of studying root systems**. Berlin: Springer-Verlag, 1979. 188p.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisas Agropecuárias. Divisão de Pesquisas Pedológicas. **Levantamento e Reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife: 1973. 431p. (Boletim Técnico, 30).

BRAY, J. R.; GOHRAM, E. Litter production in forest of the world. **Advances in Ecological Research**, v.2, p.101 – 157, 1964.

BRADY, N. C. **Natureza e Propriedades dos Solos**. 7.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 878p.

BRISCOE, C. B. **Establishment and early care of sycamore plantations**. Georgia: U. S. Department of Agriculture, Forest Service Research Paper, 1969. 18p.

CALDEIRA, M. V. W. **Quantificação da biomassa e do conteúdo de nutrientes em diferentes procedências de Acácia-Negra (*Acacia mearnsii* De Wild.)**. Santa Maria: 1998. 96p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria.

CAMPOS, M. A. **Balço de biomassa e nutrientes em povoamentos de *Ilex paraguariensis***: Avaliação na safra e na safrinha. Curitiba: 1991.106p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)- Universidade Federal do Paraná.

CAMPOS, J. C. C.; SILVA J. A.; VITAL, B. R. Volume e biomassa do tronco e da copa de Eucalipto de grande porte. **Revista Árvore**, Viçosa, v.16, n.3, p.319-336, 1992.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. 451p.

CARPANEZZI, A. A. **Banco de sementes e deposição de folheto e seus nutrientes em povoamentos de Bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham) na Região Metropolitana de Curitiba – PR**. Rio Claro: 1997. 177p. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade de São Paulo.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Florestais Brasileiras: Recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1994. 640p.

CASSOL, C. **A Relações entre Características do Solo, Crescimento e Produtividade em Povoamentos Implantados de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O Ktze., em Passo Fundo-RS**. Santa Maria: UFSM, 1982. 83p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Recomendação de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 3. ed. Passo Fundo: SBCS-Núcleo Região Sul, 1997. 224p.

D'ALMEIDA, M, L. O. Composição química dos materiais lignocelulósicos. In: **Celulose e Papel: Tecnologia da Fabricação da Pasta Celulósica**. 2 ed., São Paulo: IPT, 1988. P. 45-105 Cap. 3.

DE PHILIPPIS, P. **Fra i Piú Maestosi Alberi Ornamentali: i Platani**. Bull. R. Soc. Tosc. Ort. 1934. 7- 8: 85 - 90p.

DE HOOG, J. R. **Site-nutrition-growth relationships of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. in Sourthern Brazil**. Freiburg: 1981. 161p. Tese (Doutorado em ecologia florestal) - Albert-Ludwigs-Universitaet.

DIAS, R.M.S.L; FRANCO, E.T.H.; DIAS, C.A. Enraizamento de estacas de diferentes diâmetros em *Platanus x acerifolia* (Aiton) Willdenow. **Ciência Florestal**, Santa Maria - RS, v.9, p.127 - 136, 1999.

DONKERS, J.; EVERS, P. Growth regulator preconditioning of *Platanus x acerifolia* trees for micropagation. **Acta Horticulturae**, Netherlands, v.212, p.113-116, 1987.

DRUMOND, M. A.; BARROS , N. F.; SOUZA, A. L. Distribuição de Biomassa e de nutrientes em Diferentes Coberturas Florestais e Pastagem na Região do Médio Rio Doce – MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.21, n.2, p.187-199, 1997.

EDLIN, H. L. Know your bradleaves. **Bookl. For. Comm.**, London, n.20, 142p. 1968.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de metodologia de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: 1997. 212p.

FACHINELO, J. C.; HOFFMAN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: UFPEL, 1994. 179p.

FALLERI, E.; PACELLA, R. Applying the IDS method to remove empty seeds in *Platanus x acerifolia*. **Canadian Forest Research**, Ottawa, v.27, n.8, p.1311-1315, 1997.

FARRAR, J. L. **Trees of the northern United States and Canadá**. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1995. 502p.

FINGER, C. A. G. **Fundamentos de Biometria Florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992. 269p.

FOWLER, J. A. P.; BIANCHETTI, A. **Dormência em sementes florestais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 27p. (Documento, 40).

FREDDO, A. R.; HOPPE, J. M.; OLIVEIRA, J. Influência da profundidade de plantio de estacas no desenvolvimento dos brotos de mudas de *Platanus x acerifolia* In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, 14., 1999, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1999. p.541.

FREDDO, A. R., HOPPE, J. M.; OLIVEIRA, J. Produção de mudas de *Platanus x acerifolia* (Ait.) Willd., através de mini-estacas em Tubetes. In: ENCONTRO ESTADUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 9., 2000, Londrina. **Anais ...** Londrina: Universidade de Londrina, 2000a. p.215-216.

FREDDO, A. R.; HOPPE, J. M.; OLIVEIRA, J. Avaliação do desenvolvimento de mudas de *Platanus x acerifolia* (Ait.) Willd., produzidas em tubetes com diferentes substratos. In: ENCONTRO ESTADUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 9., 2000, Londrina. **Anais ...** Londrina: Universidade de Londrina, 2000b. p.214-215.

FREDDO, A. R.; OLIVEIRA, J.; HOPPE, J. M. Avaliação da brotação, enraizamento e da produção de biomassa de mudas de *Platanus x acerifolia*, produzidas através de mini-estacas em tubetes. In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, 15., 2000, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2000c. p.311.

FREITAS, R., A **Estudo de Biomassa e do Conteúdo de Nutrientes em um Povoamento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden Plantado em Solo sujeito a Arenização no Município de Alegrete - RS.** Santa Maria: UFSM, 2000. 60p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria.

GAMBI, G. Growing planes in forest stands. **Monti e Boschi**, v.15, n.3, p.3-12, 1964.

GAMBI, G., Il pioppo bianco, il platano e altere specie. **Agricoltura Ricerca**, v.2, n.3, p.56-71, 1979.

GERHARTDT, J. E. **Influência dos Fatores Físicos do Solo e dos Nutrientes da Serapilheira sobre o Crescimento em Altura da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O Ktze.** Santa Maria: UFSM, 1999. 98p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria - Santa Maria -RS.

GJULEVA, V.; ATANASOV, A. Micropropagation of *Platanus x acerifolia* in vitro. **Silvae Genética**, Frankfurt, v.43, p.215-218, 1994.

GOLLEY, F.B.; MCGINES, J.T.; CLEMENTS, R.G. *et al.* **Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida.** São Paulo: EPU, Ed. da Universidade de São Paulo, 1978. p.256.

GONÇALVES, J.L.M.; BARROS, N.F.; NAMBIAR, E.K.S.; NOVAIS, R.F. Soil and stand management for short-rotation plantations. In: NAMBIAR, E.K.; BROWN, A.G. (eds). **Manegement of soil, nutrients and water in tropical plantation forests.** Camberra: ACIAR Austrália/CSIRO Austrália/CIFOR Indonésia, 1997. p. 379 - 418.

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.; BENEDETI, V. (Edts). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.3-57.

GONÇALVES, J. L. M.; FREIXÊDAS, V. M.; KAGEYAMA, P. Y.; GONÇALVES, J. C.; DIAS, J. H. P. Produção de biomassa e sistema radicular de espécies de diferentes estágios sucessionais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, Campos do Jordão. **Anais ...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p363 - 367.

GONÇALVES, J. L. M.; MELLO, S. L. M. O Sistema radicular das árvores. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Edts.). **Nutrição e Fertilidade Florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.219 – 267.

GONÇALVES, J.L.M.; VALERI, S.V. Eucalipto e pinus. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; RAIJ, B.V. *et al.* Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. p. 393-423. Cap. 16.

HAAG, P. H. **Nutrição Mineral de Eucalyptus, Pinus, Araucária e Gmelina no Brasil**. Campinas: Fundação Cargil, 1983. 101p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. **Propagación de plantas**. 3. ed. México: Copanhia Editorial Continental S.A., 1971. 694p.

HARLOW, W. M.; HARRAR, E. S. **Textbook of Dendrology**. 5.ed. New York: McGraw-Hill, 1969. 512p.

HOPPE, J. M., **Relações entre dados Analíticos do Solo, Análise Foliar e dados de Incrementos da Araucária angustifolia (Bert) O. Ktze, na Floresta Nacional de Passo Fundo, RS**. Curitiba: UFPr, 1980. 88p, Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná.

HOPPE, J.M.; SCHUMACHER, M. V.; MIOLA, A. C.; OLIVEIRA, L. S. Influência do diâmetro de estacas no desenvolvimento dos brotos de *Platanus x acerifolia*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.9, n.1, p.25-28, 1999.

IENSEN, E. A. M.; COELHO, L.; HOPPE, J. M. Germinação de Sementes de *Platanus x acerifolia* In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, 14., 1999, Santa Maria. **Anais** ... Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1999. p.576.

KIEHL, E. J. **Manual de Edafologia** – Relações Solo Planta. São Paulo: Editora Agronômica, 1979. 262p.

KIMMINS, J. P. **Forest Ecology**. New York: Collier Macmillan, 1987. 531p.

KOEHLER, C. W., REISSMANN, C. B. & KOEHLER, H. S. Deposição de Resíduos Orgânicos (serapilheira) e Nutrientes em Plantios de *Araucaria angustifolia* em Função do Sítio. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, Curitiba, V. 9. N. 1/2, p. 89 - 96, 1987.

KOEHLER, H. S.; WATZLAWICK, L. F.; KIRCHNER, F. F. Fontes e níveis de erros na estimativa do potencial de fixação de Carbono. In: SANQUETA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M. A.B.; GOMES, F. dos S. (Editores) **As Florestas e o Carbono**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2002. p.251-263.

KRAMER, P. J.; KOSLOWSKI, T. **Fisiologia das Árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745p.

KRAPFENBAUER, A.; ANDRAE, F. H. Inventur einer 17 Jaehrigen Araukarienaufforstung in Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasilien. Teil 1976. In: **Biomasseninventur**, Viena, v.93, n.2, p.70-87, 1976.

KRAPFENBAUER, A.; ANDRAE, F. H. Inventário de um reflorestamento de araucária de 17 anos em Passo Fundo - RS. Parte I: Inventário de biomassa In: ANDRAE, F. H.; KRAPFENBAUER, A. (Eds). **Pesquisa Austro-Brasileira 1973 –1982 sobre *Araucaria angustifolia*, *Podocarpus lambertii* e *Eucalyptus saligna***. Santa Maria-Brasil / Viena-Áustria: 1983. p.16-29.

LAZZARI, M. **Influência da época de coleta, tipos fisiológicos de estacas, boro, zinco e ácido indolbutírico no enraizamento de *Platanus acerifolia***. Santa Maria: 1997. 63p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. São Paulo: EPU, 1986. 319p.

LIMA, W. P. **Impacto Ambiental do Eucalipto**. 2.ed. São Paulo: Ed. da USP, 1993. 301p.

LOPEZ-GONZALEZ, G. Sobre el plátano del paseo, *Platanus orientalis* L. var. *acerifolia* Dryand. (Platanaceae) y su posible origen. **Anales del Jardín Botánico de Madrid**, v.56, n.1, p.159-161, 1998.

LUXMOORE, R. J.; CUNNINGHAM, M.; MANN, J. K.; TJOELKER, M. G. Urea fertilization effects on nutrient uptake and growth of *Platanus occidentalis* during plantation establishment. **Trees: Structure and function**, v.7, n.4, p.250-257, 1993.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MELLO, S. L. M., GONÇALVES, J. L. M.; OLIVEIRA, L. E. G. Características do sistema radicular em povoamentos de eucaliptos propagados por sementes e estacas. **Scientia Florestalis**, v.54, p.16-26, 1998.

MENGEL, K. & KIRKBY, E. A. **Principles of Plant Nutrition**. 3 ed. Bern: International Potash Institute, 1982. 665p.

MEURER, E.J.; RHENHEIMER, D.; BISSANI, C.A. Fenômenos de superfície. In: MEURER, E.J. **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Gênese, 2000p. 77-108. Cap.5.

MEZZALIRA, G. Fuelwood production by hedges in de Veneto lowlands. **Sherwood – Foreste-ed-Alberi-Oggi**, v.3, n.3, p.13-18, 1997.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961.42p.

NARDI-BERTI, R. Caratteristiche ed impiego del legno di Plátano. **Inf. tore fitopatol.**, v.11/12, p.73-76, 1978.

NEELY, D.; HIMELICK E. B. Freeze-crack-related measurements on *Platanus x acerifolia* trees. **Forest Science**, v.33, n.1, p.239-244, 1987.

NEVES, J. C. L. **Produção e partição de biomassa, aspectos nutricionais e hídricos em plantios clonais de Eucalipto na região litorânea do Espírito Santo**. Rio de Janeiro: 2000. 191p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências e Tecnologia Agropecuárias - Universidade Estadual do Norte Fluminense.

NTEFIDOU, M.; MANETAS, Y. Optical properties of hairs during the early stages of leaf development in *Platanus orientalis*. **Aust. J. Physiol.**, v.23, p.535-538, 1996.

NOVAIS, R. F. & POGGIANI, F. Efeito da Consorciação entre *Pinus caribaea* var. *hodurensis* e *Liquidambar styraciflua* sobre a Ciclagem de Nutrientes em Florestas Implantadas. **Silvicultura**, São Paulo, v. 8, p.400 - 403. 1982.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara 1986. 434p.

OLIVEIRA, J.; HOPPE, J. M.; FREDDO, A. R. Avaliação do desenvolvimento de mudas de *Platanus x acerifolia*, produzidas em três diferentes tamanhos de tubetes In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, 15., 2000, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2000. p.338.

ORIKA ONO, E.; BARROS, S. P.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. Enraizamento de estacas de *Platanus x acerifolia* tratadas com auxinas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, p.1373-1380, 1994.

PANETSOS, K. P.; SCALTSOYIANNES, A. V.; ALIZOTI, P. G. Vegetative propagation of *Platanus orientalis* X *P. occidentalis* F1 hybrids by stem cuttings. **Forest Genetics**, v.1, n.3, p.125-130, 1994.

PEREIRA, A. R.; BARROS, N. F.; ANDRADE, D. C.; CAMPOS P.T.A. Concentração e distribuição de nutrientes em *Eucalyptus grandis* em função da idade, cultivado na Região do Cerrado. **Brasil Florestal**, Brasília, n.59, p.27-37, 1984.

POGGIANI, F. Alterações dos ciclos biogeoquímicos em florestas. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., 1992, Campos do Jordão. **Anais ...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.734-739.

POGGIANI, F. & MONTEIRO, C. C. Efeito da Implantação de Maciços Florestais puros na Reabilitação do Solo Degradado pela Mineração do Xisto Betuminoso. In Congresso Florestal Brasileiro, 6., 1990, Campos do Jordão, **Anais...** São Paulo: SBS/SBEF, 1990. p 275 - 281.

PRIMAVESI, A. **Manejo ecológico do solo**: Agricultura em regiões tropicais. 9.ed. São Paulo: Nobel, 1979. 549p.

PRITCHETT, W. L. **Suelos forestales: Propriedades, conservación y mejoramiento**. 2 ed. México: Ed. Limusa Noriega, 1990. 634p.

PRITCHETT, W. L. **Properties and Management of Forest Soils**. New York: John Wiley and Sons, 1979. 500p.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres, 1991. 343p.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHORN, S.E. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S. A, 1996. 728p.

REIS, M. G. F.; KIMMINS, J. P.; REZENDE, G. C.; BARROS, N. F. Acúmulo de Biomassa em uma Sequência de idade de *Eucalyptus grandis* Plantado no Cerrado em duas Áreas com Diferente Produtividade. **Revista Árvore**, Viçosa, v.9, n.2, p.149-162, 1985.

REITZ, R. **Flora Ilustrada Catarinense**: Platanáceas. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1984. 14p.

REZENDE, G. C.; BARROS, N. F.; MORAES, T. S. A.; MENDES C. J. Produção de macronutrientes em florestas de eucalipto sob duas densidades de plantio. **Revista Árvore**, Viçosa, v.7, n.2, p.165-176, 1983.

RICAUD, S.; SOSSE, A. B.; CRABBE, J.; BARNOLA, P. Dormancy and growth of buds of hybrid plane (*Platanus x acerifolia*) in urban areas. [Dormance et croissance des bourgeons du platane hybride (*Platanus x acerifolia*) en milieu urbain.]. **Canadian Journal of Botany**, v.73, n.1, p.130-140, 1995.

RUGANI, C. A.; SCHLITTLER, F. H. M.; CARVALHO, J. B. Biomassa e estoque de nutrientes nos vários compartimentos de uma floresta secundária de Terra Firme em Manaus – AM. **Naturalia**, São Paulo, v. 22, p.103-113, 1997.

RUSSEL, M. B. & HONKALA, B. H. **Silvics of North América Service of Forest Trees of the United States**. Washington: Department of Agriculture. 1990. 877p. Vol. 2

SANTAMOUR Jr., F. S. Hybrid vigour in seedlings of re-created London Plane. **Nature**, London, v. 225, n.5238, p. 1159-60, 1970.

SANTAMOUR Jr., F. S.; MC ARDLE, A J. Checklist of cultivated Platanus (plane tree). **J. Arboric.**, v.12, n.3, p.78-83, 1986.

SCHUMACHER, M. V. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Mesell**. Piracicaba: 1992. 87p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

SCHUMACHER, M. V., **Naehrstoffkreislauf in Verschiedenen Bestaenden von *Eucalyptus saligna* (Smith), *Eucalyptus dunnii* (Maiden) und *Eucalyptus globulus* ( Labillardiere) in Rio Grande do Sul, Brasilien**. Viena, Áustria: 1995. 167p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidad Boden Kultur Viena

SCHUMACHER, M., V. Ciclagem de nutrientes como base da produção sustentada em ecossistemas florestais. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS NATURAIS DO MERCOSUL: O Ambiente da Floresta, 1., 1996, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: UFSM/CEPEF, 1996. p.65-77.

SCHUMACHER, M. V. & HOPPE, J. M. **A complexidade dos Ecossistemas.** Porto Alegre: Pallotti, 1997. 50p.

SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M.; BARBIERI, S. **Quantificação de biomassa e do conteúdo de nutrientes no primeiro desbaste de uma floresta de *Araucaria angustifolia* ( Bertolani) Otto Kuntze. na região de Quedas do Iguaçu – PR.** Santa Maria: CEPEF/UFSM, ARAUPEL, 2000. 52p. (Relatório de Pesquisa).

SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M.; BARBIERI, S. J.; WITSCHORECK, R. **Quantificação de biomassa e do conteúdo de nutrientes no corte raso de uma floresta de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. na região de Quedas do Iguaçu-PR.** Santa Maria: CEPEF/UFSM, ARAUPEL, 2002. 78p. (Relatório Técnico).

SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M.; WITSCHORECK, R.; SALVADEGO, M.; FARIAS, J. A. **Quantificação do carbono e dos nutrientes em florestas de eucalipto de diferentes idades.** Santa Maria: CEPEF/UFSM, 2003. 112p. (Relatório Técnico).

SCHENCK, A. C., **Fremdländische Wald- und Parkbäume**: Ein Buch für alle Forstwirte und Dendrologen. Berlin: Verlag von Paul Parey in Berlin, 1939. 393p.

SILVA, H. D.; POGGIANI, M. F.; COELHO, L. C. Biomassa, concentração e conteúdo de nutrientes em cinco espécies de *Eucalyptus* plantadas em solos de baixa fertilidade. **Bol. Pesq. Flor.**, Curitiba, v.6/7, p.9-25, 1983.

SPIESKSMÁ, F. T. H. M.; NOLARD, N.; FRENGUELLI, G.; VAN MOERBEQUE, D. **Pólen atmosférico de Europa**. Bruselas: UCB. S. A., 1993. 283p.

STEINBECK, K.; McALPINE, R. G.; MAY, J. T. Short rotation culture of Sycamore: a status report. **Journal of Forestry**, v.70, n.4, p.210-213, 1972.

STRECK, E. V. ; KAMPF, N.; DALMOLIM, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2002. 107p.

STUMPP, E. **Estudos tecnológicos: Uso da madeira de florestas plantadas em estruturas**. São Leopoldo: UNISINOS - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, 1999. 40p.

TEDESCO, N.; CALDEIRA, M. V. C.; HOPPE J. M.; SCHUMACHER, M. V. **Efeito da época de coleta e plantio de estacas de *Platanus x acerifolia* no enraizamento.** In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 6., 1998a, Maringá. **Anais ...** Maringá: Universidade de Maringá, 1998. p.600.

TEDESCO, N.; CALDEIRA, M. V. C.; HOPPE, J. M.; SCHUMACHER, M.V. **Influência do período de armazenamento de estacas de *Platanus x acerifolia* no enraizamento.** In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 6., 1998b, Maringá. **Anais ...** Maringá: Universidade de Maringá, 1998. p.600.

TEDESCO, M. J. ; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H. ; VOLKWEISS, S. J. **Análises de Solos, Plantas e outros Materiais.** 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. (Boletim Técnico, 5).

TENNANT, D. A. A Test of a Modified line Intersect Method of Estimating Root Length. **Journal of Ecology**, v. 63, p.995 - 1001, 1975.

THONART, M. V. **Plante Plátano: A THONART faz sua produção virar dinheiro; Entre no programa florestal THONART; É lucro certo.** Nova Santa Rita: THONART, 1996. 7p.

TISSERAT, B.; GIANINAZZI, S.; GIANINAZZI-PEARSON, V. Relationships lateral root order, arbuscular mycorrhiza development, and the physiological state of the symbiotic fungus in *Platanus x acerifolia*. **Canadian Journal Botanical**, v.74, p.1947-1955, 1996.

TOMÉ Jr., J. B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba: Agropecuária, 1997. 247p.

TURNER, J. & LAMBERT, M. J. Nutrient Cycling Withing a 27- year - old *Eucalyptus grandis* Plantation in New South Wales. **Forest Ecology and Manag.** v 6, p155 - 168, 1983.

VALERI, S. V.; REISMANN C. B.; SANTOS FILHO, A. Exportação de nutrientes de povoamentos de *Pinus taeda* L. desbastados em diferentes idades. 1989. **Floresta**, Curitiba, v.19, n.1/2, p.62 – 68, 1989.

VAN DEN DRIESSCHE, R. Prediction of mineral status of trees by foliar analysis. **The Botanical Review**, Now York, v.40, p.347-349, 1974.

VIAN, L. Plátano uma madeira exótica de alta qualidade. In: CICLO DE ATUALIZAÇÃO FLORESTAL DO CONE-SUL, 1., 1999, Santa Maria. **Anais ...** Santa Maria: UFSM, 1999. p.245- 253.

VIGOUROUX, A.; BESNARD, G.; SOSSEY ALAOUI, K.; TERSAC, M.; BERVILLE, A. Hybrid origin of *Platanus x acerifolia* confirmed and that of *P. densicoma* revealed using molecular markers. **Acta-Botanica-Gallica**, v.144, n.2, p.243-252, 1997.

VLACHOU, D. D. **Propagation vegetative of *Platanus* spp. for rooting clear**. 2001, In: [www. Octhort. Ong/books / 226 / 226 – 46 htm](http://www.Octhort.Ong/books/226/226-46.htm).

VIEZZANI, F. M. **Aspectos nutricionais de povoamentos puros e mistos de *Eucalyptus saligna* Smith e *Acacia mearnsii* De Wild**. Porto Alegre: UFRGS, 1997. 97p. Dissertação (Mestrado Agronomia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

VOGEL, H. L. M. **Crescimento inicial de *Pinus taeda* L. relacionado a doses de N, P e K e sua diagnose pelo DRIS**. Santa Maria: UFSM, 2002. 83p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria.

YOUNG, A J.; YOUNG, C. G. **Seeds of woody plants in North America**. Portland, Oregon: Dioscorides Press, 1994. 407p.

WELLS, O. O.; SCHMIDTLING, R. C.; *Platanus occidentalis* L. – SYCAMORE. In: BURNS, R. M.; HONKALA, B. H. **SILVICS OF NORTH AMERICA**. Washington: Forest Service, United States Department of Agriculture, 1990. p. 511 - 516.

WHEELER, E. A. Wood of *Platanus kerry*. **IAWA Journal**, North Carolina State University, v.12, n.2, p.127-132, 1995.

WITSCHORECK, R.; SCHUMACHER, M. V. Estimativa da biomassa e do comprimento de raízes finas em *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maid. no Município de Santa Maria – RS. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 2., Santa Maria, 2001. **Anais ...** Santa Maria: UFSM. 2001. p.589-602.

WITSCHORECK, R.; SCHUMACHER, M.V.; CALDEIRA, M.V.W. Estimativa da biomassa e do comprimento de raízes finas em *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake no município de Santa Maria - RS. In: **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 2, p. 177-183, 2003.

## 7 ANEXO

Resultado das análises de solo.

Camada (cm)	Argila	pH	M.O.	m	V	P	K	Ca	Mg	CTC	Cu	Zn	Fe	Mn
	(%)	H <sub>2</sub> O	(%)			(mg L <sup>-1</sup> )		(cmolc L <sup>-1</sup> )			(mg L <sup>-1</sup> )			
0 - 10	21	5,0	1,8	6	47	6,3	120,0	0,2	0,7	3,4	0,7	1,2	120,4	32,6
	20	4,9	3,1	0	59	22,3	84,0	4,5	0,9	5,6	0,9	3,2	149,9	61,6
	16	5,5	3,4	0	72	5,5	120,0	4,8	1,8	6,9	0,6	1,6	258,5	9,5
	19	7,2	2,6	0	91	63,7	166,0	9,7	0,8	10,9	1,6	6,3	110,7	0,4
10 - 20	20	4,6	1,5	30	31	4,8	78,0	1,4	0,5	3,0	0,7	0,8	120,8	25,3
	20	5,1	3,1	0	61	11,5	60,0	4,5	0,9	5,6	0,7	2,5	120,7	43,6
	20	4,6	2,7	18	41	7,2	56,0	2,3	0,8	3,9	0,6	1,0	312,7	11,0
	22	6,9	2,6	0	86	24,0	104,0	7,3	1,5	9,1	1,1	1,7	218,0	1,4
20 - 30	21	4,3	1,3	53	20	3,2	52,0	1,0	0,3	3,0	0,6	0,6	106,8	8,5
	18	5,0	2,8	0	54	4,8	46,0	3,5	1,0	4,6	0,8	1,6	120,6	36,5
	21	4,3	2,7	47	24	2,5	32,0	1,8	0,4	4,3	1,0	0,7	339,5	0,8
	22	6,4	2,4	0	80	5,5	124,0	6,0	2,0	8,3	0,8	0,9	180,8	2,0
30 - 40	22	4,3	1,0	54	18	2,5	52,0	1,0	0,3	3,1	0,5	0,5	97,7	3,3
	21	4,8	2,9	7	50	4,0	46,0	3,2	0,9	4,5	0,8	1,1	128,3	37,4
	25	4,2	2,3	57	18	2,5	28,0	1,5	0,3	4,4	0,9	0,5	318,2	1,1
	21	6,0	1,7	0	68	3,2	96,0	3,7	1,3	5,2	0,7	0,5	196,5	0,4
40 - 50	30	4,3	0,6	52	20	2,5	54,0	1,4	0,5	4,2	0,6	0,5	71,0	3,2
	22	4,7	2,3	9	43	3,2	32,0	3,1	0,7	4,3	0,8	0,9	161,0	13,9
	28	4,2	1,9	60	14	1,5	28,0	1,2	0,3	4,0	0,9	0,5	305,5	0,2
	25	5,4	1,1	5	60	1,5	62,0	2,9	1,1	4,4	0,6	0,5	218,2	0,8
50 - 60	42	4,3	0,7	49	21	2,5	64,0	2,1	0,8	6,0	0,6	0,6	63,0	2,4
	24	4,9	1,7	7	48	2,5	38,0	3,1	0,8	4,3	0,6	0,7	136,6	9,6
	26	4,3	1,4	55	20	1,5	30,0	1,4	0,4	4,2	1,0	0,5	196,8	0,1
	31	5,0	0,9	10	53	2,5	48,0	3,1	1,1	4,8	0,8	0,5	273,0	0,1
60 - 70	43	4,3	0,6	49	20	1,5	60,0	2,0	0,8	5,8	0,7	0,5	58,2	4,0
	21	5,0	1,2	5	49	2,5	34,0	2,7	0,9	3,9	0,7	0,6	78,3	6,1
	31	4,4	1,0	67	10	2,5	32,0	0,4	0,3	2,4	0,8	0,5	156,6	0,1
	27	5,0	0,7	10	55	1,5	42,0	2,6	1,0	4,1	0,6	0,5	291,2	0,3
70 - 80	34	4,3	0,7	44	23	1,5	58,0	1,5	0,6	4,0	0,7	0,6	84,4	4,3
	17	5,1	0,9	7	45	1,5	32,0	1,9	0,5	2,7	0,5	0,7	83,6	4,1
	30	4,6	1,0	35	35	3,2	40,0	2,0	0,7	4,3	0,7	0,7	138,5	0,3
	17	5,2	0,4	0	53	1,5	30,0	1,4	0,5	2,0	0,6	0,5	236,2	1,2