

MOACIR ALBERTO ASSIS CAMPOS

**BALANÇO DE BIOMASSA E NUTRIENTES EM  
POVOAMENTOS DE *Ilex paraguariensis*.  
AVALIAÇÃO NA SAFRA E NA SAFRINHA.**

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

CURITIBA

1 9 9 1

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

P A R E C E R

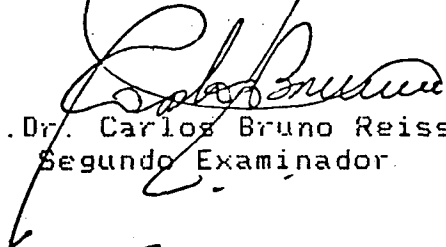
Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado apresentada pelo candidato MOACIR ALBERTO ASSIS CAMPOS Sob o título "BALANÇO DE BIOMASSA E NUTRIENTES EM POVOAMENTOS DE *Ilex paraguariensis* AVALIAÇÃO NA SAFRA E NA SAFRINHA" para obtenção do grau de Mestre em Ciências Florestais Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Área de concentração em SILVICULTURA, após haver analisado o referido trabalho e arguido o candidato, são de parecer pela "APROVAÇÃO" da Dissertação completando assim os requisitos necessários para receber o grau e o Diploma de Mestre em Ciências Florestais.

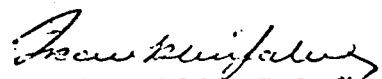
Observação:

O critério de aprovação da Dissertação e Defesa da mesma a partir de novembro de 1980 é apenas, APROVADA ou NÃO APROVADA.

Curitiba, 14 de novembro de 1991

  
Prof. Dr. Jose Roberto Cavazzani  
Primeiro Examinador

  
Prof. Dr. Carlos Bruno Reissmann  
Segundo Examinador

  
Prof. Dr. Franklin Galvão  
Presidente da Banca

*A Rosineia e Levi*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Franklin Galvão pela orientação, amizade e estímulo constantes que foram fundamentais para realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Carlos Bruno Reissmann, co-orientador, pelas sugestões apresentadas.

Ao Dr. Jarbas Shimizu, Diretor da Embrapa e à equipe do laboratório de Solos e Nutrição Florestal do CNPF-EMBRAPA pelo apoio nas análises químicas.

À Adilson Tomaschitz pela sua dedicação exemplar nas análises químicas do material vegetal.

Ao Dr. José Sidney Flemming e funcionários do laboratório de Nutrição Animal e Agrostologia da UFPr (João Gilberto Biora, Terezinha Martins Teixeira e Paulo César Wolf) pela ajuda nas análises para determinação de Nitrogênio.

À Prof. Dra. Celina Koehler, Chefe do Departamento de Solos, pela permissão concedida para a execução das análises de solo.

Aos Eng.<sup>os</sup> Agrônomos Gustavo Ribas Curcio e Marcos F. Gluck Rachwal pela descrição e classificação do solo.

À Matte Leão Reflorestadora na pessoa do Dr. Zacheu Burko que permitiu a coleta de dados em plantações da Empresa.

Ao Prof. Dr. Roberto Hosokawa, coordenador do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, pela sua dedicação e serviço que permitiram o bom funcionamento do curso.

À Direção do Inpa pela oportunidade concedida para realização do Curso.

Ao CNPq e a CAPES, pelo auxílio financeiro durante o curso.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

Moacir Alberto Assis Campos, nasceu em Manaus, Estado do Amazonas, no dia 23 de setembro de 1958.

Cursou o 1º grau no Grupo Escolar Herbert Palhano e no Colégio Batista Ida Nelson, em Manaus- Amazonas, no período de 1965 a 1972.

Realizou os estudos de 2º grau na Escola Técnica Federal do Amazonas, diplomando-se em 1976 como Técnico em Química.

Em 1979 ingressou no Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, através do convênio da Fundação Universidade do Amazonas com aquela Instituição, recebendo o título no ano de 1982.

Em 1983 iniciou suas atividades profissionais como Pesquisador no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, INPA, onde permanece até hoje.

Iniciou o Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal no ano de 1988, na Universidade Federal do Paraná, concluindo no ano de 1991.

## SUMÁRIO

	Pag.
LISTA DE FIGURAS . . . . .	vii
LISTA DE TABELAS . . . . .	ix
RESUMO . . . . .	x
1. <u>INTRODUÇÃO</u> . . . . .	01
2. <u>REVISÃO DA LITERATURA</u> . . . . .	03
2.1 Avaliação da biomassa arbórea. . . . .	03
2.2 Fatores que afetam a produção de biomassa arbórea. .	07
2.3 Relações alométricas para estimativas de biomassa. .	11
2.4 Concentração e armazenamento de nutrientes em com- ponentes da biomassa arbórea . . . . .	13
2.5 Índice de área foliar. . . . .	15
2.6 Considerações gerais sobre a erva-mate . . . . .	17
2.6.1 Classificação botânica e distribuição. . . . .	17
2.6.2 Aspectos ecológicos. . . . .	18
2.6.3 Regime de produção . . . . .	20
3.0 <u>MATERIAL E METODOS</u> . . . . .	22
3.1 Caracterização da área experimental. . . . .	22
3.2 Características do povoamento. . . . .	26
3.3 Avaliação da biomassa arbórea acima do solo. . . . .	27

	Pag.
3.4	Determinação do peso de matéria seca . . . . . 29
3.5	Determinação da área de projeção da copa, área foliar e do índice de área foliar. . . . . 30
3.6	Determinações das relações alométricas para estimativa de biomassa . . . . . 31
3.7	Estimativa da biomassa por hectare . . . . . 31
3.8	Determinação do conteúdo de nutrientes nas amostras. 31
3.9	Estimativa do conteúdo de nutrientes na biomassa . . 32
4.	<u>RESULTADOS</u> . . . . . 33
4.1	Características dendrométricas das amostras. . . . . 33
4.2	Biomassa dos povoamentos . . . . . 35
4.3	Concentração de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) nos compartimentos da biomassa . . . . . 40
4.4	Conteúdo de nutrientes na biomassa . . . . . 44
5.	<u>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</u> . . . . . 50
5.1	Características dendrométricas das árvores amostradas . . . . . 50
5.2	Biomassa dos povoamentos . . . . . 51
5.2.1	Incremento de biomassa entre a safra e a safrinha . 53
5.2.2	Participação proporcional dos compartimentos da biomassa. . . . . 54
5.3	Concentração de N, P, K, Ca e Mg nos compartimentos da biomassa. . . . . 58
5.4	Estoque de nutrientes na biomassa acima do solo . . 60

6.0	<u>CONCLUSOES</u> . . . . .	62
	<u>SUMMARY</u> . . . . .	65
	<u>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u> . . . . .	67
	<u>APÊNDICE</u> . . . . .	72

## LISTA DE FIGURAS

	Pag.
1. REGIOES DE OCORRENCIA NATURAL DE ERVA-MATE NO ESTADO DO PARANÁ COM DESTAQUE DOS MUNICÍPIOS QUE APRESENTAM MAIOR PRODUÇÃO. . . . .	23
2. LOCALIZAÇÃO DOS TALHOES 2 E 16, ONDE FORAM INSTALADAS AS PARCELAS PARA AVALIAÇÃO DE BIOMASSA. . . . .	27
3. INCREMENTO DE BIOMASSA ARBOREA ACIMA DO SOLO, POR COMPARTIMENTOS, EM POVOAMENTO DE <i>Ilex paraguariensis</i> COM 9 ANOS DE IDADE, COLHIDO NA SAFRA E NA SAFRINHA . . .	36
4. DISTRIBUIÇÃO RELATIVA ENTRE OS COMPARTIMENTOS DA BIOMASSA EM POVOAMENTO DE <i>Ilex paraguariensis</i> COM 9 ANOS DE IDADE, COLHIDO NA SAFRA E NA SAFRINHA. . . . .	37
5. INCREMENTO DE BIOMASSA ARBOREA ACIMA DO SOLO, POR COM PARTIMENTOS, EM POVOAMENTO DE <i>Ilex paraguariensis</i> COM 12 ANOS DE IDADE, COLHIDO NA SAFRA E NA SAFRINHA . . .	38
6. DISTRIBUIÇÃO RELATIVA ENTRE OS COMPARTIMENTOS DA BIOMASSA EM POVOAMENTO DE <i>Ilex paraguariensis</i> COM 12 ANOS DE IDADE, COLHIDO NA SAFRA E NA SAFRINHA . . . . .	39
7. BIOMASSA ARBOREA ACIMA DO SOLO EM POVOAMENTOS DE <i>Ilex paraguariensis</i> COM 9 E 12 ANOS DE IDADE. VALORES DE SAFRA E SAFRINHA. . . . .	40
8. VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO (%) DE N, P, K, Ca E Mg EM FOLHAS(F), TALOS(T), GALHOS(G), MADEIRA(M) E CASCA(C) EM POVOAMENTO DE <i>Ilex paraguariensis</i> COM 9 ANOS DE IDADE . . . . .	42
9. VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO (%) DE N, P, K, Ca E Mg EM FOLHAS(T), TALOS(T), GALHOS(G), MADEIRA(M) E CASCA(C) EM POVOAMENTO DE <i>Ilex paraguariensis</i> COM 12 ANOS DE IDADE . . . . .	44
10. DISTRIBUIÇÃO DE NUTRIENTES (N, P, K, Ca E Mg) NA BIOMASSA DE POVOAMENTOS DE <i>Ilex paraguariensis</i> COM 9 E 12 ANOS DE IDADE. VALORES DA SAFRA . . . . .	47
11. DISTRIBUIÇÃO DE NUTRIENTES (N, P, K, Ca E Mg) NA BIOMASSA DE POVOAMENTOS DE <i>Ilex paraguariensis</i> COM 9 E 12 ANOS DE IDADE. VALORES DA SAFRINHA. . . . .	48

## LISTA DE TABELAS

		Pag.
1.	BIOMASSA ARBOREA ACIMA DO SOLO DE DIVERSOS POVOAMENTOS, COM DIFERENTES IDADES E DENSIDADES. . . . .	10
2.	PRINCIPAIS EQUAÇÕES UTILIZADAS PARA ESTIMAR A BIOMASSA ARBOREA . . . . .	12
3.	QUANTIDADE DE N, P, K, Ca E Mg (kg/ha) NA BIOMASSA ACIMA DO SOLO EM DIFERENTES POVOAMENTOS . . . . .	16
4.	CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES EM FOLHAS E RAMOS DE ERVA-MATE NO MEIO E NO FIM DA SAFRA CONVENCIONAL . . . . .	20
5.	RESULTADO DAS ANALISES FISICAS E QUIMICAS DO PERFIL DE SOLO ESTUDADO: CAMBISSOLO ALICO Tb A MODERADO . . . . .	25
6.	MEDIA DAS CARACTERISTICAS DENDROMETRICAS DAS ARVORES AMOSTRADAS PARA AVALIAÇÃO DE BIOMASSA DURANTE A SAFRA E SAFRINHA. . . . .	34
7.	PESO DE MATERIA SECA (kg/ha) DOS COMPONENTES DA BIOMASSA NOS POVOAMENTOS DE <i>Ilex paraguariensis</i> COM 9 E 12 ANOS DE IDADE, COLHIDO NA SAFRA E NA SAFRINHA . . . . .	35
8.	CONCENTRAÇÃO DE N, P, K, Ca E Mg NOS COMPARTIMENTOS DA BIOMASSA ARBOREA ACIMA DO SOLO EM POVOAMENTO DE <i>Ilex paraguariensis</i> COM 9 ANOS DE IDADE . . . . .	41
9.	CONCENTRAÇÃO DE N, P, K, Ca E Mg NOS COMPARTIMENTOS DA BIOMASSA ARBOREA ACIMA DO SOLO EM POVOAMENTO DE <i>Ilex paraguariensis</i> COM 12 ANOS DE IDADE. . . . .	43
10.	QUANTIDADE DE N, P, K, Ca E Mg (kg/ha) NA BIOMASSA DE POVOAMENTO DE <i>Ilex paraguariensis</i> COM 9 ANOS DE IDADE. VALORES DA SAFRA. . . . .	45
11.	QUANTIDADE DE N, P, K, Ca E Mg (kg/ha) NA BIOMASSA DE POVOAMENTO DE <i>Ilex paraguariensis</i> COM 9 ANOS DE IDADE. VALORES DA SAFRINHA . . . . .	45
12.	QUANTIDADE DE N, P, K, Ca E Mg (kg/ha) NA BIOMASSA DE POVOAMENTO DE <i>Ilex paraguariensis</i> COM 12 ANOS DE IDADE. VALORES DA SAFRA. . . . .	46
13.	QUANTIDADE DE N, P, K, Ca E Mg (kg/ha) NA BIOMASSA DE POVOAMENTO DE <i>Ilex paraguariensis</i> COM 12 ANOS DE IDADE. VALORES DA SAFRINHA. . . . .	46

## RESUMO

Foram estimadas a biomassa, e o conteúdo de nutrientes para dois povoamentos de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) com 9 e 12 anos de idade, na região de maior ocorrência da espécie, no Estado do Paraná. As avaliações foram realizadas durante a safra convencional (MAIO-OUTUBRO) e durante a safrinha (DEZEMBRO-JANEIRO).

Foram selecionadas um total de 36 árvores para comporem as amostras por idade e por período de colheita. A amostragem destrutiva consistiu na individualização dos compartimentos da biomassa arbórea acima do solo (folhas, talos, galhos, madeira e casca) para pesagens e tomadas de amostras, visando a determinação da matéria seca e do teor de nutrientes em cada compartimento.

A biomassa total estimada para os povoamentos com 9 e 12 anos de idade, no período da safra foi de 13898.62 kg/ha e 15414.13 kg/ha, respectivamente. Na safrinha, a biomassa estimada foi superior, totalizando 20927.92 kg/ha para o povoamento com 9 anos de idade e 22981.04 kg/ha para o povoamento com 12 anos.

A distribuição de matéria seca entre os compartimentos da biomassa variou entre os povoamentos e entre os períodos de colheita. A distribuição percentual aos 9 anos de idade, obedeceu a seguinte ordem: madeira > galhos > folhas > talos > casca, na safra e na safrinha. Aos 12 anos de idade a sequência distribuição dos componentes em ordem decrescente foi:

galhos > madeira > folhas > talos > casca >, na safra. Na safrinha obteve-se uma distribuição ideal, para o propósito da produção, com folhas > galhos > madeira > talos > casca.

As concentrações de N, P, K, Ca e Mg, de um modo geral estão dentro da faixa de variação encontrada para outras folhosas. Somente o Ca apresenta teores elevados na casca e na madeira. Com exceção do K a tendência dos elementos foi diminuir de concentração na safrinha.

A estimativa do estoque de nutrientes (kg/ha) na biomassa para o povoamento com 9 anos de idade foi de 151.74 de N, 11.09 de P, 98.20 de K, 58.18 de Ca e 35.69 de Mg, na safrinha. Na safra, o estoque (kg/ha) foi de 213.99 de N, 12.53 de P, 175.64 de K, 88.31 de Ca e 46.65 de Mg. No povoamento com 12 anos de idade o estoque de nutrientes estimados (kg/ha) na safra foi de 182.28 de N, 11.87 de P, 107.99 de K 53.60 de Ca e 43.54 de Mg. Na safrinha estimou-se 244.88 de N, 16.85 de P, 199.08 de K, 91.73 de Ca e 60.65 de Mg.

A maioria dos resultados obtidos para biomassa não encontra similares na literatura referente ao assunto, devido ao fato de que a erva-mate recebe um manejo silvicultural que lhe confere conformação arbustiva, alterando suas proporções naturais e influenciando diretamente na biomassa e no estoque de nutrientes em seus compartimentos.

## 1. INTRODUÇÃO

O estudo silvicultural de espécies nativas ainda possui lacunas que limitam o processo de produção em escala comercial mais segura e rentável. Entre as espécies que possuem valor econômico atrativo para os produtores encontra-se a erva-mate.

A expansão industrial e agrícola da erva-mate vem suscitando uma série de pesquisas que abrangem desde o aspecto de sua propagação até a qualidade e pureza do produto final.

Um sintoma evidente da demanda significativa da erva-mate é o estabelecimento de uma exploração no período denominado safrinha, que ocorre de dezembro a fevereiro, no sul do país. Este procedimento foi proibido pelo IBAMA provocando a manifestação dos ervateiros de Santa Catarina que, admitindo que esta não é a melhor época do ano para a colheita, sugeriram deixar 10 a 15% de folhas para maior segurança.

A exploração dos ervais na safrinha coincide com o período de maior atividade fisiológica e isto implica em distúrbio severo nos processos vitais da planta. Significa dizer que o desempenho fotossintético será alterado e conseqüentemente a produção assimilatória. Por outro lado poderá haver maior exportação de nutrientes. Estes fatos comprometem seriamente a produção e a longevidade das plantas.

Apesar das controvérsias sobre as desvantagens da safrinha os resultados de pesquisas ainda não são suficientes para comprovar a inviabilidade da mesma. Estudos de produtividade nos

povoamentos existentes, certamente conduzirão ao esboço das relações de causa e efeito dentro do atual sistema de manejo silvicultural da erva-mate. Somente com base nos resultados de pesquisas deste gênero, será possível delimitar uma estratégia de condução dos ervais que favoreça incrementos da produtividade, assegurando a produção a longo prazo.

Tendo em vista contribuir com as informações básicas para o manejo de ervais e sugerir medidas que reduzam o impacto das colheitas este trabalho tem por objetivo:

- Avaliar a biomassa em plantios com 9 e 12 anos de idade;
- Determinar a concentração e o armazenamento de nutrientes nos compartimentos da biomassa.
- Comparar os resultado de biomassa e conteúdo de nutrientes obtidos na safra e na safrinha.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

Esta revisão trata dos aspectos conceituais e metodológicos de avaliação da biomassa arbórea e do conteúdo de macronutrientes nas repartições da biomassa. Como complemento terá uma breve descrição das características, exigências e uso da espécie estudada.

### 2.1 Avaliação da biomassa arbórea

A medição de biomassa é um instrumento útil na avaliação de ecossistemas, devido sua aplicação na avaliação da produtividade (RUSSO, 1983), conversão de energia e ciclagem de nutrientes (GOLLEY et alii, 1971), absorção e armazenagem de energia solar (ANDRAE & KRAPFENBAUER, 1983), possibilitando conclusões para exploração racional dos mesmos.

A biomassa é apresentada na literatura como sendo o peso de matéria seca por unidade de área (ODUM, 1986). Portanto, difere do conceito de produtividade, que é uma taxa, ou seja, biomassa por unidade de tempo (WHITTAKER, 1975). Os trabalhos de medição de biomassa podem referir-se a biomassa total ou apenas a biomassa acima do solo, excluindo as raízes.

Diversos métodos são utilizados para medição de biomassa, de acordo com as características da área em estudo. O procedimento básico consiste na seleção das árvores para constituírem a amostra, nas medições e pesagens realizadas nestas árvores e na identificação das relações entre as variáveis medidas.

WHITTAKER & WOODWELL (1971) comentam que os métodos de medição de produtividade de um ecossistema, envolvendo medição de biomassa arbórea, podem ser agrupados em três tipos. O primeiro tem por base a árvore média e está relacionado necessariamente com plantios homogêneos; o segundo baseado na produção proporcional, aplicada a comunidades arbustivas e a subbosques e um terceiro tipo de abordagem baseia-se em estimativas através da análise de regressão, aplicada a florestas mistas multiâneas.

Segundo RUSSO (1983) procura-se adequar os métodos que oferecem menor risco de erro possível. Neste caso diferentes cuidados devem ser tomados quando se trabalha com florestas naturais. No caso de plantios, a abordagem é mais simplificada, devido ao número menor de componentes do ecossistema, tais como árvores, arbustos, vegetação rasteira, etc. que devem ser considerados separadamente. Portanto, para plantios homogêneos a seleção de árvores para a amostra deve ser o procedimento preliminar.

De acordo com FREESE (1967) em uma amostragem aleatória o número de observações necessárias dependerá da precisão desejada e da variabilidade inerente da população a ser amostrada. Apesar disso o número de árvores amostradas em estudos de biomassa varia, na prática, desde 5 árvores até dezenas.

Nas florestas de Darién no Panamá, GOLLEY et alii (1971) utilizaram parcelas de 1/4 de hectare, por tipo florestal, no qual foram amostradas apenas 10% das classes de diâmetro representadas.

KRAPFENBAUER & ANDRAE (1983) utilizaram 8 árvores para inventário de biomassa em reflorestamento de *Araucaria angustifolia*, de 17 anos, em Passo Fundo no Rio Grande do Sul. As árvores foram selecionadas em 8 classes de diâmetro que apresentaram o maior número de indivíduos.

Para determinar o conteúdo de matéria seca da parte aérea de um plantio de 7 anos de *Pinus radiata*, MEAD et alii (1984) utilizaram 2 árvores por parcela, totalizando 24 árvores nas 12 parcelas, em cada um dos 3 períodos de observação efetuados.

Um total de 24 árvores foi utilizado por WEAVER & BAUER (1986) para determinar a biomassa por compartimentos de *Swietenia macrophylla*, em Luquillo, Porto Rico. Foram selecionadas árvores variando de 1,9 a 49,2 cm de DAP entre as 373 remanescentes por hectare.

LIM & COUSENS (1986) avaliaram a biomassa acima do solo, por idade, em 10 árvores de um povoamento de *Pinus sylvestris* de 46 anos idade, em Fife, na Escócia. PRADO et alii (1986) utilizaram um total de 32 árvores para três sítios com *Quillajia saponaria*, uma árvore da região semi-árida do Chile. Uma média de dez árvores por sítio.

Trabalhando com povoamentos mistos de coníferas em Washington, GOWER et alii (1987) selecionaram aleatoriamente, entre todas as classes de diâmetro, 13 árvores para *Larix occidentalis*, 13 para *Pinus contorta* e 5 árvores para *Pseudotsuga menziessii*.

ESPINOSA BANCALARI & PERRY (1987), estudando plantios de *Pseudotsuga menziessii*, com idade de 22 anos e diferentes taxas de crescimento inicial, nos Estados Unidos, utilizaram 8 árvores

para o povoamento de crescimento rápido e 16 árvores em cada um dos povoamentos de crescimento intermediário e baixo.

Para avaliar a biomassa em uma seqüência de idades para *Pinus kesiya*, DAS & RAMAKRISHNAN (1987) utilizaram apenas 5 árvores por idade, representando a média dos diâmetros de uma parcela amostral de 2500 m<sup>2</sup>

Na maioria dos casos é necessário uma amostragem destrutiva para estimativa correta da biomassa. Normalmente a biomassa arborea é medida a partir de seus componentes. A separação e especificação destes componentes varia de acordo com o tipo de povoamento e os objetivos a serem alcançados. Esta variação pode incluir ou excluir alguns componentes específicos tais como flores, frutos ou detalhar outros como raízes e ramos, subdividindo em raízes finas e raízes grossas, ramos com idades e espessuras diferentes.

Na prática pode-se encontrar separações simples como madeira com casca, ramos e folhas (FORREST & OVINGTON, 1971; ENGUNJOBI & BADA, 1979; MEAD et alii, 1984; REIS et alii, 1985; TURNER, 1986; WEAVER & BAUER, 1986; LIM & COUNSENS, 1986), passando por repartições intermediárias, onde além dos componentes mencionados aparecem a casca do tronco, ramos grandes e ramos pequenos ou ramos vivos e ramos mortos (PRADO et alii, 1986; DAS & RAMAKRISHNAN, 1987; ESPINOSA BANCALARI & PERRY, 1987), até repartições extremamente detalhadas como as de KRAPPENBAUER & ANDRAE (1983), onde são acrescentados brotos com acículas vivas, brotos com acículas mortas, acículas mortas no tronco, madeira dos tocos, madeira das raízes laterais, casca das raízes laterais, raízes finas no solo (0-10cm), e raízes finas no solo (10-25cm).

## 2.2 Fatores que afetam a produção de biomassa arbórea

A acumulação de biomassa é diferente em cada local onde é medida, refletindo uma variação cuja causa são diversos fatores ambientais e fatores inerentes a própria planta. Existe uma relação entre biomassa e produtividade primária conhecida como relação de acumulação de biomassa. Esta relação é normalmente baixa em povoamentos jovens de rápido crescimento e é maior onde a maior parte da energia é utilizada para manter o alto estoque de biomassa existente (SPURR & BARNES, 1986).

Segundo KRAMER & KOZLOWSKI (1972) a acumulação de biomassa é afetada por todos aqueles fatores que afetam a fotossíntese e a respiração. Para os referidos autores, os principais fatores são luz, temperatura, concentração de CO<sub>2</sub> do ar, umidade e fertilidade do solo, fungicidas, inseticidas e doenças, além de fatores internos que incluem a idade das folhas, sua estrutura e disposição, distribuição e comportamento dos estômatos, teor em clorofila e a acumulação de hidratos de carbono.

RUSSO (1983) relaciona seis fatores que afetam a biomassa e a produtividade: a idade do povoamento, variabilidade genética, a nutrição, altitude, umidade do solo e desbastes.

Em plantio com 6, 9 e 10 anos de *Pinus caribaea*, na Nigéria, ENGUNJOBI & BADA (1979) verificaram que o peso dos ramos e folhas duplicou, enquanto o peso do tronco triplicou, no período dos 6 aos 10 anos de idade. Aos 6 anos 12% e 40% da biomassa consistiam de folhas e troncos respectivamente, enquanto que aos dez anos os valores foram 11% e 58%. Mudanças similares foram observadas por FORREST & OVINGTON\* (1970) em *Pinus radiata* com idade variando de 3 a 12 anos.

\*FORREST, W. C. AND OVINGTON, J.D.. 1970. Organic matter changes in an age series of *Pinus radiata* plantations. J. appl. Ecol. 7:177-180.

A distribuição da biomassa tende a mudar com a idade, conforme a constatação de diversos estudos efetuados em todo mundo. Comparando povoamentos de *Pinus kesiya* com diferentes idades, DAS & RAMAKRISHNAN (1987) observaram que com o aumento da idade a alocação de matéria seca foi mais favorável ao tronco do que a outros compartimentos. No povoamento jovem de 5 anos, 45% e 18% da matéria seca estavam no tronco e nas acículas respectivamente. Do mesmo modo, em povoamentos mais velhos de 15 a 22 anos, a alocação de matéria seca foi ainda proporcionalmente maior para o tronco do que para as folhas, quando comparado a povoamentos mais jovens.

CASTRO (1984), trabalhando com *Pinus oocarpa*, no Estado de São Paulo, encontrou que aos oito anos, 69% da biomassa arbórea acima do solo estava no lenho e aos 18 anos este valor aumentou para 76%.

Segundo RUSSO (1983) a quantidade de folhas em povoamentos jovens alcança seus valores máximos em relativamente poucos anos, e o tempo para alcançar seus valores máximos dependerá da espécie, do sítio, e da densidade e manejo silvicultural. ANDRAE (1983) encontrou menor massa foliar em plantios de *Eucalyptus saligna*, em Santa Maria, RS, com 8 anos de idade, no espaçamento 2.0 m x 3.0 m, comparando com os valores obtidos no mesmo povoamento aos 4 anos de idade, revelando que um máximo de peso foliar foi atingido antes do oitavo ano. Do mesmo modo, a biomassa foliar de plantios de *Eucalyptus grandis*, plantados no espaçamento 3.0 m x 2.0 m e 3.0 m x 1.5 m, em sítios diferentes, no Estado de Minas Gerais, alcançou valores máximos aos 38 meses, no sítio de melhor qualidade e aos 32 meses no sítio de pior qualidade (REIS et alii, 1985).

A distribuição de matéria seca varia em função da nutrição mineral. As deficiências em nutrientes essenciais têm sobre a fotossíntese efeitos diretos e indiretos (KRAMER & KOZLOWSKI, 1972), o que implica em um efeito também na acumulação de biomassa. O nitrogênio e o magnésio são componentes da molécula de clorofila e uma deficiência de qualquer deles inibe a fotossíntese.

A aplicação de fertilizantes nitrogenados em combinação com desbastes, em povoamentos de *Pinus radiata* incrementou a fração de matéria seca alocada para as copas e especialmente para as acículas. O incremento na produção de matéria seca foi relacionado com o incremento na quantidade de folhas antes de uma mudança na eficiência foliar (MEAD et alii, 1984).

Comparando a biomassa de plantios de *Eucalyptus grandis* com diferentes idades, em Minas Gerais, REIS et alii (1985) verificaram que a biomassa do caule no melhor sítio foi 2.5 vezes maior em relação ao pior sítio. Por outro lado esta diferença em relação a biomassa total diminuiu para 2.0 em razão da maior produção de raízes no pior sítio. A proporção da biomassa total alocada para madeira foi de 45.8% aos 67 meses no pior sítio e de aproximadamente 60% em idades superiores a 51 meses no melhor sítio.

GLUMAC et alii (1987) encontraram uma alta correlação entre a biomassa de *Leucaena leucocephala* (K-8), em Kingsville, Texas, com P foliar e pH do solo calcáreo a 30-60 cm. O P foliar e o Mg estavam correlacionados positivamente com a biomassa; enquanto o Ca foliar, negativamente correlacionado.

Diversos fatores podem ser considerados como fonte de variação da biomassa em povoamentos inventariados. É interessante

notar que estes fatores podem interagir e que alguns, como a altitude, representam uma síntese de vários fatores ambientais (SATOO & MADGWICK, 1982). Na Tabela 1 são apresentados os valores de biomassa para diversos povoamentos em diferentes condições de crescimento.

TABELA 1. BIOMASSA ARBOREA ACIMA DO SOLO DE DIVERSOS POVOAMENTOS, COM DIFERENTES IDADES E DENSIDADES.

ESPECIES	IDADE (anos)	DENSI- DADE (N/ha)	COMPARTIMENTOS DA BIOMASSA (ton/ha)					TOTAL	FONTE
			FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADEIRA	CASCA		
<i>Pinus sylvestris</i> (Escócia)	46	1583	11.2	-	20.7	87.3	*	120.8	LIM & COUSENS (1986)
<i>Pinus radiata</i> (Nova Zelândia)	7	1540	5.7	-	5.2	12.3	*	23.3	MEAD et alii (1984)
<i>Pinus radiata</i> (Nova Zelândia)	10	1540	8.7	-	10.8	59.72	*	86.5	MEAD et alii (1984)
<i>Pseudotsuga menziessi</i> (USA)	22	1030	8.9	4.4	11.3	62.4	11.7	203.7	ESPINOSA BANCALARI & PERRY (1987)
<i>Pseudotsuga menziessi</i> (USA)	22	770	10.7	6.7	14.6	100.5	16.9	148.7	ESPINOSA BANCALARI & PERRY (1987)
<i>Pseudotsuga menziessi</i> (USA)	22	690	14.5	6.9	37.4	140.7	25.6	98.7	ESPINOSA BANCALARI & PERRY (1987)
<i>Pinus kesiya</i> (India)	22	2080	7.4	-	47.0	240.63	*	308.7	DAS & RAMAKRISHNAN (1987)
<i>Pinus kesiya</i> (India)	12	6880	6.4	-	20.95	83.75	*	120.1	DAS & RAMAKRISHNAN (1987)
<i>Pinus kesiya</i> (India)	7	10800	6.2	-	18.61	62.35	*	93.1	DAS & RAMAKRISHNAN (1987)
<i>Pinus kesiya</i> (India)	5	21800	5.9	-	7.02	14.03	*	31.2	DAS & RAMAKRISHNAN (1987)
<i>Araucaria angustifolia</i> (Brasil)	17	1220	24.3	-	14.78	96.16	24.56	166.5	KRAPFENBAUER & ANDRAE (1983)
<i>Swietenia macrophylla</i> (P. Rico)	20	373	9.0	-	-	160.7	*	170.7	WEAVER & BAUER (1986)
<i>Eucalyptus grandis</i> (Brasil)	2.5	5333	7.6	-	5.8	72.3	*	85.7	POGGIANI et alii (1983)
<i>Eucalyptus grandis</i> (Brasil)	2.5	2222	5.7	-	4.5	16.4	*	29.0	POGGIANI et alii (1984)
<i>Eucalyptus urophylla</i> (Brasil)	2.5	2222	4.0	-	4.5	15.2	2.3	28.3	POGGIANI et alii (1984)
<i>Eucalyptus saligna</i> (Brasil)	11	-	4.0	-	13.8	158.5	9.5	166.0	POGGIANI et alii (1983a)
<i>Eucalyptus saligna</i> (Brasil)	2.5	2222	4.8	-	2.1	11.3	1.8	20.0	POGGIANI et alii (1984)
<i>Liquidambar styraciflua</i> (Brasil)	10	1834	2.9	-	18.9	96.8	8.6	127.2	DRUMOND (1985)
<i>Pinus oocarpa</i> (Brasil)	8	2313	6.2	-	9.5	73.6	16.9	106.3	CASTRO (1984)
<i>Pinus oocarpa</i> (Brasil)	14	720	6.5	-	11.9	103.8	17.1	139.5	CASTRO (1984)
<i>Pinus oocarpa</i> (Brasil)	18	533	5.6	-	15.5	132.8	20.3	174.2	CASTRO (1984)
<i>Pinus caribaea</i> (Brasil)	10	1834	10.8	-	13.0	90.7	19.2	133.7	DRUMOND (1985)
<i>Pinus caribaea</i> (Brasil)	14	-	10.4	-	10.5	114.3	18.4	153.6	POGGIANI (1983)
<i>Pinus caribaea</i> (Nigéria)	10	2866	20.2	-	16.8	76.5	21.0	144.3	ENGUNJOBI & BADA (1979)
<i>Eucalyptus saligna</i> (Brasil)	4	1667	5.8	-	7.3	19.7	3.9	36.8	ANDRAE & KRAPFENBAUER (1983)
<i>Eucalyptus saligna</i> (Brasil)	8	1472	4.1	-	11.0	95.8	10.8	121.7	ANDRAE (1983)
<i>Pinus taeda</i> (Brasil)	7	2621	9.4	-	11.8	41.2	5.4	72.7	VALERI (1988)
<i>Pinus taeda</i> (Brasil)	10	1240	9.7	-	20.8	102.0	10.7	145.9	VALERI (1988)
<i>Pinus taeda</i> (Brasil)	14	731	9.3	-	26.2	134.9	11.5	183.8	VALERI (1988)

\* Valores da casca incluído nos valores de madeira.

### 2.3 Relações alométricas para estimativas de biomassa

Para obtenção do peso de matéria seca dos diferentes componentes da biomassa e sua extrapolação para uma unidade padrão (kg/ha) é preciso relacionar os dados dos pesos com caracteres biométricos (WHITTAKER & WOODWELL, 1971; RUSSO, 1983; KRAPPENBAUER & ANDRAE, 1983).

Na metodologia proposta por WHITTAKER & WOODWELL (1971) o diâmetro a 1.30 m (ou a 10 cm para arbustos), a superfície cônica, o volume parabólico e a estimativa do incremento do volume são usados como variáveis independentes; a eles são relacionados como variáveis dependentes os valores de biomassa das plantas, produção e volume e estimativas de superfícies. Todas as regressões são calculadas em dupla forma logarítmica. Algumas são também calculadas de forma linear.

Regressões logarítmicas foram também utilizadas por KRAPPENBAUER & ANDRAE (1983), tomando DAP, altura, projeção da copa, a combinação DAP e altura e biomassa total como variáveis independentes. Relações alométricas semelhantes foram utilizadas da mesma forma por BAKER *et alii* (1984); ENGUNJOBI & BADA (1979); REIS *et alii* (1985); LIM & COUNSENS (1986); PRADO *et alii* (1986); WEAVER & BAUER (1986); DAS & RAMAKRISHNAN (1987); e ESPINOSA BANCALARI & PERRY (1987). Na TABELA 2 encontram-se os modelos mais utilizados, por diversos autores, na estimativa da biomassa arbórea.

Outras variáveis independentes são utilizadas com menor frequência tais como: idade (TURNER, 1986), diâmetro da base da copa (BAKER *et alii*, 1984), altura combinada com a idade e DAP combinado com a idade (REIS *et alii*, 1985), circunferência do

tronco (LIM & COUNSENS, 1986) e diâmetro basal (PRADO et alii, 1986).

TABELA 2. PRINCIPAIS EQUAÇÕES UTILIZADAS PARA ESTIMAR A BIOMASSA ARBÓREA.

EQUAÇÃO	FONTE
$\text{LnY} = A + B\text{LnX}$	FORREST & OVINGTON (1971), BARTOS & JOHNSTON (1978), ENGUNJOBI & BADA (1979), ANDRAE & KRAPPENBAUER (1983), BAKER et alii (1984), WEAVER & BAUER (1986), LIM & COUSENS (1986), ESPINOSA BANCALARI & PERRY, (1987), GOWER et alii (1987).
$Y = A + B\text{LnX}$	ANDRAE & KRAPPENBAUER (1983), TURNER (1986).
$Y = A + BX$	ANDRAE & KRAPPENBAUER (1983), TURNER (1986).

REIS et alii (1985) obtiveram equações para cada componente através do método "stepwise", utilizando as seguintes variáveis independentes: DAP (cm), altura total (m), e idade (meses) e suas combinações. O mesmo procedimento foi adotado por PRADO et alii (1986), usando como variáveis independentes diâmetro basal do fuste, DAP, altura total, número de ramos principais e suas combinações. Todos os modelos foram transformados para modelos lineares por logaritmos e ajustados pelo método dos mínimos quadrados.

Em virtude das podas a qual é submetida, a erva-mate não possui uma forma arbórea típica, de modo que possíveis relações alométricas não podem ser descritas pelas equações anteriormente citadas.

## 2.4 Concentração e armazenamento de nutrientes em componentes da biomassa arbórea.

O armazenamento de nutrientes nos compartimentos das biomassa arbórea é função da distribuição de biomassa e concentração de nutrientes dentro dos vários tecidos e órgãos. As variações na distribuição de biomassa a medida que a árvore envelhece e diferenças na concentração de nutrientes em cada componente irão refletir na variação da quantidade de nutrientes totais em cada componente da árvore (VAN DEN DRIESSCHE, 1984).

A idade das folhas afeta a distribuição de nutrientes em função da redistribuição dos nutrientes móveis para outros órgãos como folhas novas, órgãos de reservas, frutos e regiões de crescimento, antes da abscisão. É uma maneira pela qual a planta conserva parte dos nutrientes absorvidos (MALAVOLTA, 1980; MILLER, 1984; VAN DEN DRIESSCHE, 1984). Segundo MILLER (1984) 60% a 85% da maioria dos nutrientes podem ser conservados desta maneira, com exceção do Boro e Cálcio por serem elementos imóveis (MALAVOLTA, 1980).

Outro aspecto da distribuição de nutrientes diz respeito às espécies. Segundo VAN DEN DRIESSCHE (1984) as coníferas tendem a ter maior proporção de biomassa foliar do que as folhosas decíduas. Por esta razão, maior proporção do conteúdo total de nutrientes na árvore é encontrada na folhagem de coníferas (20-25%) do que em folhosas decíduas (8-10%), ainda que a concentração de nutrientes nas folhas de coníferas seja mais baixa do que nas de folhosas (RODIN & BAZILEVICH\*\* 1967, citados por VAN DEN DRIESSCHE, 1984).

\*\*RODIN, L.E. AND BAZILEVICH, N.I. 1967. *Production and mineral nutrient cycling in terrestrial vegetation*. Oliver & Boyd, Edinburgh and London.

Os nutrientes nas árvores podem ser armazenados nos seus diferentes compartimentos em função das necessidades fisiológicas imediatas ou como reserva para o uso posterior, em outros órgãos.

O teor de nutrientes no tronco é sempre menor do que o teor de nutrientes da copa, cuja biomassa sempre representa uma pequena parcela da árvore total (HAAG, 1985). A quantidade de nutrientes nas folhas pode representar mais do que 30% do total na árvore (VAN DEN DRIESSCHE, 1984). Resultados que comprovam esta afirmação foram encontrados por BARTOS & JOHNSTON (1978) e também por DAS & RAMAKRISHNAN (1987), entre outros.

Entre 20% e 30% de N, P e Ca e cerca de 40% de K estavam contidos na massa foliar de *Pinus caribaea* (DRUMOND, 1985), com 10 anos de idade, plantado no Estado de São Paulo.

LIMA (1987) observou que cerca de 70% ou mais do total de nutrientes da biomassa arbórea das plantações de eucaliptos estão contidas nos ramos, folhas e casca e que deste total as folhas e os ramos acumulam aproximadamente 30% a 40%.

Maiores concentrações da maioria dos nutrientes foram encontradas por BARTOS & JOHNSTON (1978) nas folhas e ramos de *Populus tremuloides*, porém a maior quantidade do total de nutrientes estava contida na casca e no tronco.

POGGIANI et alii (1979) apresentam estudos feitos com árvores de *Eucalyptus grandis*, cortadas aos 4 anos de idade, quanto a biomassa e a distribuição de nutrientes. A maior quantidade de biomassa é apresentada pelo fuste (61%), enquanto que a maior quantidade de nutrientes está nas folhas, seguida pela casca, galhos e lenho do tronco. As folhas representam 14% da biomassa total mas, contêm cerca de 45% dos nutrientes da biomassa arbórea.

POGGIANI et alii (1984) para diferentes espaçamentos e espécies de eucalipto, verificaram que o lenho dos troncos representa 50 a 67% da biomassa total, mas contém apenas 12.87% a 17.69% dos macronutrientes estudados. Por outro lado verificaram que as folhas representam apenas 16.26% a 28% da biomassa total, mas contém uma percentagem de nutrientes que varia de 50 a 60%.

Em *Eucalyptus grandis* com 2.5 anos de idade, plantados em um espaçamento de 1.0 mx 1.5 m , em Bom Despacho, MG, POGGIANI et alii (1983) encontraram maior participação da copa no valor total de nutrientes. A copa constituiu 15% do total da biomassa, mas continha 46.6% de nutrientes (338,8 kg/ha). O conteúdo de nutrientes no fuste foi de 388.9 kg/ha.

Na TABELA 3 estão alguns resultados das estimativas da quantidade de nutrientes na biomassa arbórea por hectare, para algumas coníferas e fólhosas com diferentes idades e espaçamentos, em diversas regiões do mundo.

## 2.5 Índice de área foliar

O índice de área foliar (IAF) é a razão entre a área das folhas de uma planta e a superfície de terreno ocupado. É uma medida de cobertura desprovida de tamanho (LARCHER, 1986) que estima a capacidade de ocupação do terreno pelas partes aéreas da planta (MAGALHAES, 1979). É a expressão quantitativa da densidade da folhagem ( WATSON, 1947\*\*\*, citado por LARCHER, 1986).

\*\*\*WATSON, D. *Ann. Bot.* 11:41-46, 1947.

TABELA 3. QUANTIDADE DE N, P, K, Ca e Mg (kg/ha) NA BIOMASSA ACIMA DO SOLO EM DIFERENTES POVOAMENTOS.

ESPECIES	DENSI-		BIOMASSA (ton/ha)	N	P	K	Ca	Mg	FONTE
	IDADE (anos)	DADE (N/ha)							
<i>Pinus sylvestris</i> (Escócia)	46	1583	120.8	332	35	212	139	46	LIM & COUSENS (1986)
<i>Pinus kesiya</i> (India)	22	2080	308.7	863	216	749	565	187	DAS & RAMAKRISHNAN(1987)
<i>Araucaria angustifolia</i> (Brasil)	17	1220	166.5	847	74	361	844	233	KRAPFENBAUER & ANDRAE(1983)
<i>Eucalyptus grandis</i> (Brasil)	2.5	2222	29.0	140	11	45	65	31	POGGIANI et alii (1984)
<i>Eucalyptus urophylla</i> (Brasil)	2.5	2222	28.3	149	15	55	79	38	POGGIANI et alii (1984)
<i>Eucalyptus saligna</i> (Brasil)	11	452	186.0	219	58	190	954	81	POGGIANI et alii(1983a)
<i>Eucalyptus saligna</i> (Brasil)	2.5	2222	20.0	106	9	35	51	23	POGGIANI et alii (1984)
<i>Liquidambar styraciflua</i> (Brasil)	10	1834	127.2	847	74	361	844	233	DRUMOND (1985)
<i>Pinus oocarpa</i> (Brasil)	8	2313	106.3	283	19	139	81	25	CASTRO (1984)
<i>Pinus oocarpa</i> (Brasil)	14	720	139.5	275	19	146	116	26	CASTRO (1984)
<i>Pinus oocarpa</i> (Brasil)	18	533	174.2	321	19	151	123	37	CASTRO (1984)
<i>Pinus caribaea</i> (Brasil)	10	1834	133.7	350	19	135	107	35	DRUMOND (1985)
<i>Pinus caribaea</i> (Brasil)	14	-	153.6	304	16	151	103	34	POGGIANI (1983)
<i>Pinus caribaea</i> (Nigéria)	6	2637	62.0	221	12	126	98	40	ENGUNJOBI & BADA (1979)
<i>Eucalyptus saligna</i> (Brasil)	4	1667	36.8	171	25	174	203	43	ANDRAE & KRAPFENBAUER(1983)
<i>Eucalyptus saligna</i> (Brasil)	8	1472	121.7	210	33	261	332	75	ANDRAE (1983)
<i>Pinus taeda</i> (Brasil)	7	2621	72.7	355	21	115	89	24	VALERI (1988)
<i>Pinus taeda</i> (Brasil)	10	1240	145.9	417	32	144	152	38	VALERI (1988)
<i>Pinus taeda</i> (Brasil)	14	731	183.8	423	27	121	191	45	VALERI (1988)

Para MAGALHAES ( 1979) é o principal fator a determinar a produtividade de uma cultura. Da mesma forma ASHLEY et alii (1965) afirmam que a quantidade e o tamanho das folhas tem influência significativa na produção. Segundo LARCHER (1986) um dos fatores que determinam o aumento da produção é o aumento da superfície de assimilação.

O cálculo do IAF é feito de modo simples, dividindo-se a área total das folhas pela área do terreno. O valor ótimo para a produção, de acordo com LARCHER (1986), é aquele que possibilita completa absorção da radiação que passa através do dossel.

O IAF varia conforme as características do povoamento. LARCHER (1986), afirma que o valor ótimo para a produção nas

comunidades de plantas cultivadas está entre 4 e 8. Segundo ANDRAE (1978), o IAF é inferior a 4 em reflorestamentos novos e alcança um valor de 8 a 9 em florestas densas de coníferas. Foram medidos valores de 13.7 em florestas latifoliada do Japão e 16.6 em florestas de galeria na Tailândia (LYR, 1967\*, citado por ANDRAE, 1978).

Em um povoamento de *Eucalyptus saligna* com 4 anos de idade, no espaçamento de 2.0 m x 2.0 m, com altura média de 10m, em Santa Maria-RS, foi medido um IAF de cerca de 5.7, considerado alto para as condições descritas (ANDRAE, 1983).

## 2.6 Considerações gerais sobre a erva-mate

O texto que segue apresenta a classificação botânica da erva-mate, alguns aspectos ecológicos relativos a espécie e descreve as fases de beneficiamento para obtenção do produto final.

### 2.6.1 Classificação botânica e distribuição

A erva-mate pertence a família Aquifoliaceae. Foi classificada por Saint Hilaire como *Ilex paraguariensis*. É descrita como uma árvore até arvoreta de 10 a 15 metros de altura com tronco reto, bastante curto de 20 a 40 cm de diâmetro na altura do peito. Copa alongada, densifoliada, verde escura (REITZ et alii, 1978).

Ocorre em regiões subtropicais e temperadas da América do Sul, entre os paralelos 18° e 30° graus de latitude Sul; abrange, além do Brasil, os países: Argentina, Uruguai, Paraguai, Colômbia, Bolívia, Peru e Equador (REITZ et alii, 1978).

\*Lyr et alii. *Gehwoelzphysiologie* VEB August Fischer Verlag, JENA.

Em trabalho mais recente OLIVEIRA & ROTTA (1985) delimitaram uma área de aproximadamente 540.000 km<sup>2</sup>, compreendendo Brasil, Argentina e Paraguai, situados entre latitudes 21° S e 30° S e longitude 48° 30' W e 56° 10' W, com altitudes variáveis entre 500 e 1.000 m, admitindo que pode ocorrer em pontos isolados fora deste limite. No Brasil esta área abrange a região centro-norte do Rio Grande do Sul, quase todo o Estado de Santa Catarina, centro-sul e sudoeste do Paraná, sul do Mato Grosso do Sul e em reduzidos nichos de ocorrência de *Araucaria angustifolia*, em Minas Gerais e São Paulo.

#### 2.6.2 Aspectos ecológicos

A erva-mate encontra-se em formações naturais e ambiente ecológico peculiar, determinado pelos grandes rios Paraná, Paraguai e Uruguai, em associações nitidamente evoluídas de Pinheiro-do-Paraná (REITZ et alii, 1978).

O clima predominante na região de ocorrência da erva-mate é o Cfb de Koeppen, ou seja temperado, sem estação seca, com temperatura do mês mais quente inferior a 22 °C. A espécie, entretanto, também é encontrada no tipo climático Cfa e Cwa. A precipitação média anual está em torno de 1500 mm (OLIVEIRA & ROTTA, 1985).

Segundo FERREIRA FILHO (1957) a presença de erva-mate é mais frequente em solos com baixo teor de nutrientes trocáveis e alumínio, por isso é considerada tolerante a solos de baixa fertilidade natural. O referido autor também afirma que textura dos solos na região de ocorrência da erva-mate é muito variável, preferindo os solos que mostram equilíbrio na presença de areia, silte e argila. Todavia FERREIRA FILHO (1957) não cita fonte de

informação, nem descreve levantamento de campo que fundamente estas afirmativas. De acordo com OLIVEIRA & ROTTA (1985) é mais frequente em solos de texturas médias entre 15% e 35% de argila e argilosa (acima de 35%). Prefere solos medianamente profundos a profundos, não ocorrendo ou com ocorrência esparsa em solos rasos.

De acordo com GALVAO & INOUE (1987) a erva-mate demonstra nítida variação sazonal da fotossíntese, alcançando máximos entre dezembro e fevereiro e os mínimos entre maio e setembro. Os autores afirmam que uma exploração fora do período convencional implica em reduzir 2.5 a 5.0 vezes a produção assimilatória das plantas, colocando em risco não só a distribuição de assimilados, para a produção de novas folhas, como também debilitar precocemente as erveiras.

A variação estacional da concentração de nutrientes em folhas de erva-mate foi estudada por REISSMANN et alii (1985) em povoamento natural no município de Mandirituba - Paraná. Foi observado que N, P e K mostram um aumento considerável em suas concentrações até o fim do período da safra, no mês de outubro (Tabela 4). Os autores constataram uma queda drástica de 0.12 para 0.075 %, na concentração de P, após este período, atribuído a uma possível migração deste elemento para os frutos em maturação, ou a uma possível dificuldade por parte da planta em absorver o P do substrato, uma vez que as análises químicas do solo acusaram níveis muito aquém dos satisfatórios.

Segundo os autores a variação propicia diferentes taxas de exportação de nutrientes durante a safra, com os picos das concentrações de N, P, K, coincidindo com o fim do período de colheita. Este fato indica que a árvore sofre injúria mecânica.

As estimativas de exportação por copa adulta nos meses de julho foi de 214.08 kg de N, 11.95 de P, 181 kg de K, 78.09 kg de Ca e 50.47 de Mg em julho. Para o mês de maior atividade fisiológica (outubro) as estimativas foram de 245.33 kg de N, 14.62 kg de P, 232.64 kg de K, 79.83 kg de Ca e 40.33 kg de Mg.

TABELA 4. CONCENTRAÇÃO DE NUTRIENTES EM FOLHAS E RAMOS DE ERVA-MATE NO MEIO E NO FIM DA SAFRA CONVENCIONAL.

	JULHO					OUTUBRO				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
	-----g/100g-----					-----g/100g-----				
FOLHAS	1.92	0.17	1.59	0.61	0.42	2.2	0.12	1.86	0.43	0.33
RAMOS	1.01	0.06	0.98	0.88	0.34	1.21	0.10	1.70	1.19	0.23

Fonte: REISSMANN et alii (1985).

### 2.6.3 Regime de produção

A colheita da erva-mate consiste em remover galhos e ramos para aproveitamento das folhas e ramos finos, que são utilizados na preparação da erva cancheada. É feita a partir do 4º ou 5º ano, a cada 2 anos, no período que vai de maio a outubro.

O regime de produção da erva-mate varia de acordo com a localidade, em função de aspectos ligados a tradição e aspectos econômicos. Apesar destas diferenças três etapas são claramente definidas até a obtenção do produto final: o sapeco, a secagem e o cancheamento.

O sapeco, na sua forma rudimentar, é realizado manualmente junto ao fogo e consiste na passagem rápida dos ramos com folhas sobre as chamas de uma fogueira de lenha adequada para este fim. Esta prática evita que as folhas se tornem escuras e de sabor desagradável. Deve ser feito logo após a colheita. O sapecador mecânico é basicamente um cilindro metálico, giratório,

perfurado e inclinado através do qual a erva colhida passa recebendo as chamas e sai sapecada. No sistema mecanizado o material é melhor aproveitado e a poda pode ser menos drástica.

A secagem é feita em locais apropriados até as folhas ficarem encrespadas e quebradiças. Esta operação é feita no Carijo ou Barbaquá ou ainda em secadores mecânicos. No primeiro, muito primitivo, as chamas atuam diretamente sobre a erva, enquanto que no Barbaquá o material recebe o calor através de um canal subterrâneo, na entrada do qual é feita a fornalha. Em secadores mecânicos podem-se perceber os melhoramentos efetuados neste processo, visando menor perda de calor, uniformidade e velocidade na secagem.

Cancheamento é a trituração ou fragmentação da erva que passou pelo processo de secagem. Normalmente é feita por um triturador de madeira dura, que faz parte de um sistema característico, onde a erva peneirada passa a denominar-se cancheada, constituindo-se desta maneira a matéria prima especialmente para chá e chimarrão.

### 3.0 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Caracterização da área experimental

O levantamento de campo foi feito em povoamentos de erva-mate de propriedade da Matte Leão Reflorestadora, no Distrito de Fernandes Pinheiro, Município de Teixeira Soares. A referida área localiza-se no segundo planalto paranaense na principal região de ocorrência da erva-mate (FIGURA 1) a uma altitude de 893 m sobre o nível do mar, latitude de 25° 27' S e longitude de 50° 35' W.

Segundo os dados fornecidos pelo IAPAR (1978), o clima da região é Cfb, de acordo com a classificação de KOEPPEN, denominado clima Subtropical úmido, mesotérmico, caracterizando-se por possuir verões frescos, geadas severas e demasiadamente frequentes, sem estação seca definida.

A temperatura média do mês mais quente é inferior a 22°C e a média do mês mais frio é inferior a 18° C. A região apresenta média anual de temperaturas máximas entre 23 °C e 25 °C e das mínimas entre 12 °C e 14 °C.

A precipitação média anual está entre 1500 mm e 1600mm, com a umidade relativa do ar a 85%. A região caracteriza-se por não apresentar deficiência hídrica, com a média de precipitação do trimestre menos chuvoso (JUN.-JUL.-AGO.) entre 250 mm e 350 mm e a do trimestre mais chuvoso (DEZ.-JAN.-FEV.) 400 mm. (IAPAR, 1978).



Trata-se de um solo de baixa fertilidade natural, com alto teor de alumínio e baixo teor de fósforo, como a maioria dos cambissolos da Região. É um solo que não apresenta problemas de profundidade, porém devido ao seu relevo é suscetível a erosão. A silvicultura é a forma de uso mais adequada para este solo.

#### DESCRIÇÃO MORFOLOGICA

A<sub>11P</sub> 0 - 16 cm, bruno escuro (7.5 YR 3/3); argila;

moderada grande e média blocos subangulares que se desfaz em moderada pequena e média granular; friável  
transição gradual e plana.

A<sub>12</sub> 16 - 30 cm, bruno (7.5 YR 4/4); muito argiloso ; moderada grande a pequena blocos subangulares; friável a firme; transição gradual e plana.

AB 30 - 51 cm, vermelho amarelado (5 YR 4/6); muito argiloso; moderada forte grande e média blocos subangulares; firme; transição clara e plana.

BA 51 - 68 cm, vermelho a vermelho amarelado (3 YR 4/8); muito argiloso; grande blocos subangulares e angulares; firme; transição difusa e plana.

B<sub>268</sub> - 100+ cm, vermelho(2.5 YR 4/8); argila; grande blocos angulares e subangulares ; firme; transição gradual e ondulada (99 - 108 cm).

Raízes: comuns muito finas a grossas no A<sub>11P</sub>; comuns finas no A<sub>12</sub>; comuns médias no BA e raras médias no B<sub>2</sub>

Poros: comuns muito pequenos e raros pequenos no A<sub>11P</sub>; comuns pequenos e poucos muito pequenos no A<sub>12</sub> e AB e muitos muito pequenos e comuns pequenos no BA e B<sub>2</sub>.

TABELA 5. RESULTADO DAS ANÁLISES FÍSICA E QUÍMICAS DO PERFIL DE SOLO ESTUDADO: CAMBISSOLO ALICO Tb A MODERADO.

HORIZONTE		COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA %				
Símbolo	Profundidade cm	% AREIA	% SILTE	% ARGILA	SILTE / ARGILA	
A11p	0-16	20	22	58	0.38	
A12	16-30	20	18	62	0.29	
AB	30-51	18	18	64	0.28	
BA	51-68	18	20	62	0.33	
(B)2	68-100+	18	26	56	0.46	
COMPLEXO SORTIVO - mE/100 g						
Ca ++	Mg ++	K ++	S	Al +++	H +	
0.7	0.12	0.5	1.32	2.7	6.9	
0.6	0.06	0.4	1.06	2.3	7.3	
0.5	0.03	0.3	0.83	2.1	6.4	
0.4	0.02	0.3	0.72	1.5	5.2	
0.5	0.03	0.5	1.03	2.2	6.0	
T	V %	m %	C %	N %	P % ppm	pH CaCl2
10.92	12	67	2.2	0.25	1	4.0
10.66	10	68	1.3	0.16	1	4.1
9.33	9	72	1.0	0.11	1	4.1
7.42	10	68	0.7	0.11	1	4.3
9.23	11	68	0.6	0.08	1	4.3

**Observações:**

-O perfil foi descrito em trincheira de 115 cm sendo que o BC iniciava em 100 cm e ia até o fundo da mesma.

-A presença de partículas muito pequenas de mica nos horizontes BA e B<sub>2</sub>.

Sob o ponto de vista vegetacional a região é de Floresta Ombrófila Mista, na qual a araucária destaca-se na fisionomia destas formações, associada principalmente com representantes das famílias das Lauraceae (*Ocotea*, *Nectandra*); Myrtaceae (*Eugenia*, *Campomanesia*, *Myrcia*); Aquifoliaceae (*Ilex*) e Sapindaceae (*Matayba*), entre muitas outras. No entanto em local próximo aos povoamentos estudados observa-se apenas vegetação secundária de uma fase sucessional inicial composta predominantemente de vassouras (*Bacharis* spp.) e aroeira (*Schinus therebinthifolius*), ocorrendo, de forma mais isolada, caúna (*Ilex theezans*), miguel-pintado (*Matayba elaeagnoides*) e alguns exemplares senis de *Araucaria angustifolia*.

### 3.2 Características do povoamento

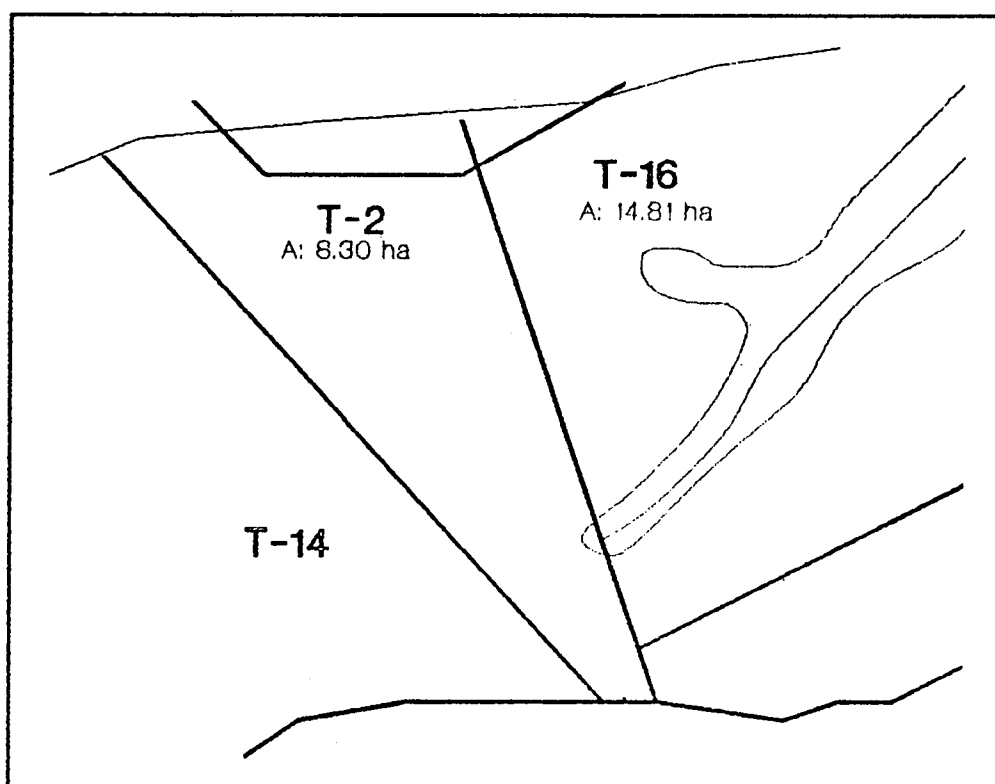
Os povoamentos foram escolhidos em função de sua disponibilidade à época da implantação do experimento e por localizarem-se em áreas contíguas, possibilitando a alocação de parcelas dentro de uma mesma unidade edáfica. Tratam-se dos Talhões 2 e 16, conforme croquis apresentado na FIGURA 2.

Os povoamentos com 9 e 12 anos de idade, na época do levantamento, foram plantados no espaçamento 3.0 m x 1.0 m, nos anos de 1980 e 1977, respectivamente. O plantio foi realizado após limpeza do terreno com trator de esteira, aragem e gradea

mento. Após a implantação as limpezas foram feitas manual ou mecanicamente duas vezes por ano.

A primeira poda, para ambos os povoamentos, foi realizada no ano de 1987, devido a inexistência de estrutura para receber a produção anos anteriores. Convém salientar que a primeira colheita em povoamentos monoespecíficos de erva-mate é feita comumente aos 4 ou 5 anos de idade com objetivo principal de proporcionar uma melhor formação da copa.

FIGURA 2. CROQUIS DE LOCALIZAÇÃO DOS TALHOES 2 E 16, ONDE FORAM INSTALADAS AS PARCELAS PARA AVALIAÇÃO DE BIOMASSA E NUTRIENTES.



### 3.3 Avaliação da biomassa arbórea acima do solo

Em cada povoamento foi demarcada uma parcela de 900 m<sup>2</sup>, onde foram selecionadas aleatoriamente as árvores para amostragem. As parcelas foram localizadas de modo a obter-se condições

edáficas o mais homogêneas possíveis. Desta maneira, ficaram separadas apenas pela estrada que divide os dois povoados.

Foram selecionadas 9 árvores, em cada povoamento, para comporem as amostras no período da safra. Na safrinha repetiu-se o mesmo procedimento, totalizando 36 árvores colhidas nos dois períodos de colheita. A colheita correspondente a safra foi realizada nos meses de julho e agosto, enquanto que a referente a safrinha foi efetuada nos meses de janeiro e fevereiro.

Em cada árvore mediu-se a circunferência da base do tronco (cm) e a circunferência a altura da decepa (cm), altura total (m), altura da copa (m) e projeção da copa (m) em 8 direções.

A colheita da erva-mate foi realizada com tesoura de poda, procedendo-se ao desgalhamento das árvores para determinação de biomassa de cada amostra. Este mesmo procedimento é utilizado na região no momento da colheita, a cada dois anos, visando o aproveitamento de folhas e talos. Uma percentagem de galhos é deixada na árvore para garantir a formação da copa, que no verão já estará coberta de novas folhas.

Os galhos foram colocados sobre tela sombrite disposta no chão, onde foi feita a remoção dos ramos e posterior individualização de folhas e talos. As folhas foram colocadas em sacos plásticos para facilitar a pesagem. Os talos e os galhos foram pesados diretamente sobre o prato da balança. Os pesos dos sacos plásticos foram subtraídos posteriormente dos valores obtidos para as folhas.

Em seguida, o tronco foi serrado na base, descascado e pesada a sua madeira, diretamente sobre o prato da balança. As cascas foram colocadas em pequenos sacos plásticos para evitar-se perdas durante a pesagem, tendo-se o cuidado de subtrair o peso

dos sacos dos valores obtidos para casca. Para as pesagens foi utilizada uma balança mecânica, nivelada sobre uma mesa no local do experimento.

De cada um dos componentes da biomassa arbórea acima do solo foram tomadas quatro amostras para determinação de matéria seca e da concentração de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg). As amostras foram pesadas em local fechado, próximo as parcelas, em balança analítica com precisão de um décimo de grama. O peso tomado para as amostras foi em torno de 40 gramas para as folhas e 30 gramas para os demais compartimentos.

### 3.4 Determinação do peso de matéria seca

As amostras de peso conhecido, obtidas no campo, foram colocadas para secar em estufa a temperatura de 70 °C , por um período mínimo de 48 horas, ou até peso constante para as frações mais lenhosas. Para determinação do peso de matéria seca foram pesadas em balança eletrônica com precisão de centésimos de grama. Os pesos obtidos desta forma, para cada amostra, propiciaram o cálculo da percentagem média de matéria seca de cada compartimento da árvore. Este teor foi utilizado para calcular o peso de matéria seca dos compartimentos da biomassa a partir da relação:

$$PS = t.PV$$

onde:

PS = Peso de matéria seca do componente da árvore.

t = Média do teor de matéria seca da amostra.

PV = Peso verde do componente da árvore.

### 3.5 Determinação da área de projeção da copa, área foliar e do índice de área foliar (IAF)

Para estimar a área de projeção da copa os valores obtidos em campo foram plotados em papel milimetrado numa escala de 1:20. O polígono obtido com este procedimento foi passado por um integrador de área, "Automatic Area Meter, modelo AAC-400", obtendo-se desta maneira um valor na referida escala que foi posteriormente transformado.

Previamente a secagem foi determinada a área foliar das amostras de peso conhecido, fazendo-se passar as folhas pelo integrador de área foliar com precisão de milímetros. As áreas medidas foram relacionadas com o peso respectivo da amostra para obter-se a área foliar de cada árvore amostrada, a partir do peso total das folhas obtido no campo para cada árvore. Utilizou-se a seguinte relação para estimar a área foliar:

$$AFV = PV. a/p$$

onde:

AFV = Área foliar verde da árvore (m<sup>2</sup>).

PV = Peso verde de folhas da árvore (g).

a = Área foliar da amostra (m<sup>2</sup>).

p = Peso da amostra (g).

O índice de área foliar (IAF) foi calculado, dividindo-se a área foliar total das amostras pela superfície de terreno ocupada, de acordo com ANDRAE (1978) e LARCHER (1986):

$$IAF = \frac{\text{Área total das folhas}}{\text{Área do solo}}$$

### **3.6 Determinação das relações alométricas para estimativa de biomassa**

Com o objetivo de obter equações que expressassem as relações entre a biomassa e os elementos dendrométricos efetuou-se um estudo preliminar de correlação entre as variáveis. Em seguida foram testadas as equações mais utilizadas (TABELA 2) em estudos de biomassa, utilizando-se como variável independente o diâmetro da base. As baixas correlações e valores não significativos não permitiram o uso de equações para estimativas da biomassa por regressão.

### **3.7 Estimativa da biomassa por hectare.**

Os valores de biomassa por hectare foram obtidos a partir da média dos pesos das árvores amostradas. O produto da média da biomassa dos componentes pela densidade original dos povoamentos forneceu a biomassa em kg/ha. De igual modo a média da biomassa das amostras multiplicada pelo número de árvores forneceu a biomassa arbórea acima do solo, por hectare.

### **3.8 Determinação do conteúdo de nutrientes nas amostras**

A determinação do teor de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) foi realizada na matéria seca de folhas, talos, galhos, madeira e casca. As amostras de madeira e galhos foram picadas para facilitar a moagem, enquanto as demais foram trituradas diretamente em moinho tipo Wiley.

Para a análise química utilizou-se três amostras por idade (9 e 12 anos) e por estação (inverno e verão), sendo cada amostra o resultado da mistura dos componentes da biomassa de três árvores. Desta maneira cada parcela, em cada época de

colheita, teve três amostras para determinação do teor de macronutrientes.

As análises de P, K, Ca e Mg foram conduzidas no Laboratório de Solos e Nutrição Florestal do CNPF-EMBRAPA e a determinação de N no Laboratório de Nutrição Animal e Agrostologia da Universidade Federal do Paraná.

O Nitrogênio foi determinado pelo método Kjeldahl, o Fósforo por colorimetria com molibdato-vanadato de amônio, o Potássio por fotometria de emissão, o Cálcio e o Magnésio por absorção atômica, de acordo com metodologia de SARRUGUE & HAAG (1974). O teor de macronutrientes nos compartimentos da biomassa foi considerado como a média das três amostras analisadas.

### 3.9 Conteúdo de nutrientes na biomassa

O estoque de N, P, K, Ca e Mg, em quilogramas por hectare, nos componentes das árvores, foi obtido a partir da biomassa estimada (kg/ha) e dos teores destes elementos que foram determinados para cada fração (folhas, talos, galhos, madeira e casca). O somatório dos valores de biomassa para cada fração forneceu o conteúdo total, em kg/ha, dos nutrientes na biomassa arbórea acima do solo.

## 4.0 RESULTADOS

Os resultados apresentados a seguir envolvem análises e comparações dos dados obtidos no campo e em laboratório para os dois períodos de colheita entre dois povoamentos com diferentes idades. Em virtude da impossibilidade de estimar os valores de biomassa via relações alométricas, os cálculos das estimativas foram efetuados com base na média das árvores amostradas, por período de colheita e por idade.

### 4.1 Características dendrométricas das amostras

De acordo com levantamento feito, o número de árvores remanescentes nos plantios com 9 e 12 anos de idade é de 17.375 e 14.230, respectivamente.

Na TABELA 6 é fornecida a média da circunferência da base do tronco ( $C_{base}$ ), altura total ( $H_{tot}$ ), altura da copa ( $H_c$ ) e área de projeção da copa ( $APC$ ), média da área foliar ( $A_f$ ), Índice de área foliar ( $IAF$ ) e razão da área foliar por área de projeção da copa ( $AF/APC$ ) das árvores amostradas na safra convencional e safrinha, para as duas idades. Apesar da diferença de idades, a média dos valores obtidos no plantio de 12 anos não tem grande acréscimo em relação ao plantio de 9 anos de idade.

Na safrinha, as árvores amostradas para ambas as idades apresentam médias superiores de altura da copa e circunferência da base do tronco, porém com desvios menores.

TABELA 6. MEDIA DAS CARACTERISTICAS DENDROMETRICAS DAS ARVORES AMOSTRADAS DURANTE A SAFRA E SAFRINHA.

CARACTERISTICAS DO POVOAMENTO	SAFRA		SAFRINHA	
	9 ANOS	12 ANOS	9 ANOS	12 ANOS
Cbase (cm)	32.24 (10.63)	37.14 (11.23)	34.11 (7.59)	38.67 (6.63)
Htot (m)	2.12 (0.31)	2.70 (0.35)	2.09 (0.50)	2.56 (0.36)
Hc (m)	1.60 (0.28)	2.20 (0.37)	1.56 (0.44)	1.96 (0.38)
APC (m <sup>2</sup> )	1.00 (0.33)	1.25 (0.42)	1.47 (0.44)	1.86 (0.61)
IAF	1.90 (0.85)	3.60 (1.02)	2.20 (1.56)	4.60 (1.66)
Af(m <sup>2</sup> )	5.30 (2.52)	6.50 (3.14)	10.79 (4.67)	13.77 (4.97)
Af/APC	5.30	5.30	7.3	7.40

Valores entre parentesis representam o desvio padrão.

Comparando as médias entre as idades verifica-se pequena diferença a despeito de três anos que separam os dois povoamentos. As diferenças encontradas não refletem um incremento propriamente dito visto que ambos os povoamentos foram podados no ano de 1987. As folhas e ramos que formam a copa possuem ao máximo dois anos e meio de idade, com excessão das remanescentes deixadas quando houve a poda de formação. Por esta razão os valores para a área de projeção e altura da copa refletem a diferença de produtividade de *Ilex paraguariensis* nas duas idades, nas condições estudadas.

O índice de área foliar aumentou em média 89.47% no povoamento com 9 anos de idade e 109.09% no povoamento com 12 anos de idade, como reflexo do período de crescimento logo após a safra. As médias 1.9 e 3.6, obtidos na safra são baixas e resultam das condições do povoamento que não possui dossel fechado. O valor mais alto foi obtido no povoamento com 12 anos, na colheita correspondente a safrinha.

#### 4.2 Biomassa dos povoamentos

O peso de matéria seca dos diferentes compartimentos, em kg/ha, nos dois períodos de colheita e para os diferentes idades, está na TABELA 7. A biomassa total acima do solo para o povoamento com 9 anos foi de 13898.62 kg/ha na safra e 20927.92 kg/ha na safrinha. A maior contribuição para a biomassa total acima do solo é da madeira do tronco, seguida dos galhos, talos e folhas, com a casca compondo a menor fração em ambos períodos de colheita.

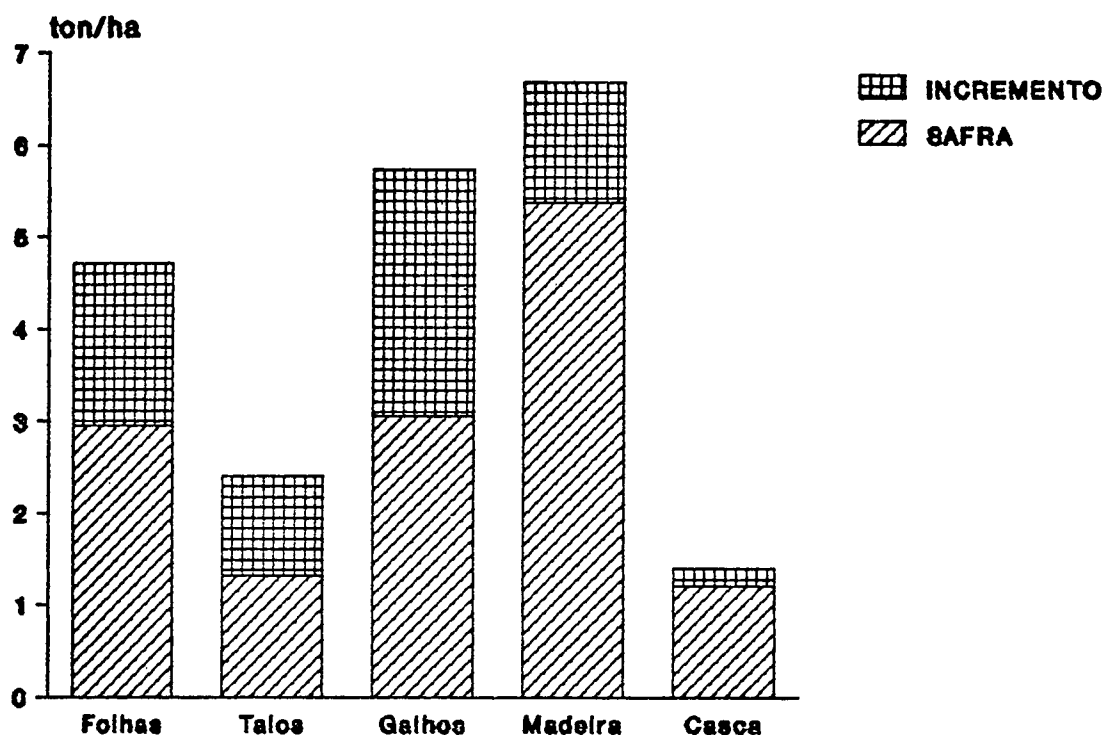
TABELA 7. PESO DE MATERIA SECA (kg/ha) DOS COMPONENTES DA BIOMASSA POVOAMENTOS DE *Ilex paraguariensis* COM 9 E 12 ANOS DE IDADE, COLHIDOS NA SAFRA E NA SAFRINHA.

COMPONENTES DA BIOMASSA	9 ANOS		12 ANOS	
	SAFRA	SAFRINHA	SAFRA	SAFRINHA
FOLHAS	2953.04	4716.20	3846.28	6865.98
TALOS	1316.54	2406.43	1726.49	2769.72
GALHOS	3053.03	5729.43	4866.18	6129.39
MADEIRA	5366.13	6676.00	4052.93	6042.73
CASCA	1209.88	1399.86	923.24	1173.22
F+T	4269.57	7122.63	5572.77	9635.70
TOTAL	13898.62	20927.92	15415.13	22981.04

F+T = Soma de folhas e talos

Verifica-se um aumento considerável no peso de matéria seca de folhas, talos e galhos, refletindo o crescimento no período compreendido entre as duas colheitas. A biomassa total acima do solo cresceu entre os dois períodos, devido principalmente ao acréscimo de folhas e talos e galhos. (FIGURA 3).

FIGURA 3. INCREMENTO DE BIOMASSA ARBOREA ACIMA DO SOLO, POR COMPARTIMENTOS, EM POVOAMENTO DE *Ilex paraguariensis* COM 9 ANOS DE IDADE, COLHIDO NA SAFRA E NA SAFRINHA.

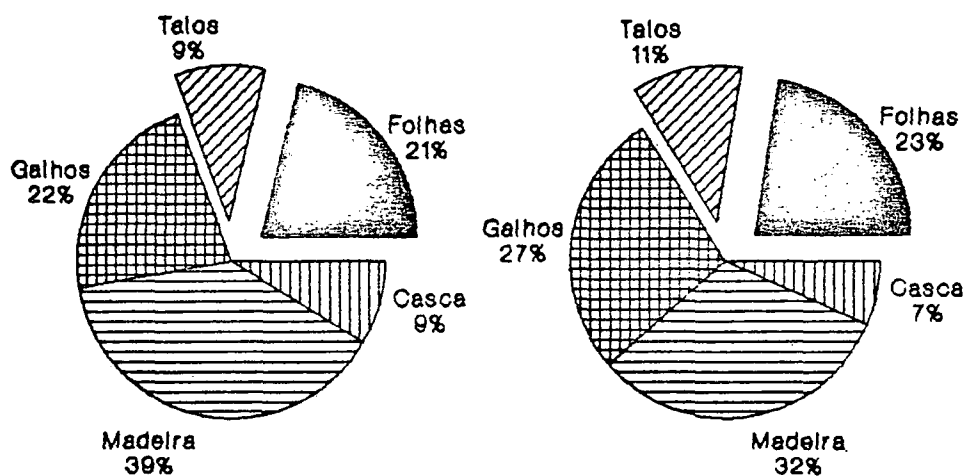


A proporção relativa entre os compartimentos da biomassa permanece praticamente inalterada entre os dois períodos com acréscimos na percentagem de galhos, folhas e talos, todavia com redução na percentagem de madeira e casca. O peso médio de folhas somado com o peso de talos (parte comercializável) corresponde a uma percentagem menor do que a madeira, em relação ao total acima do solo, no período de safra, com esta proporção subindo um pouco na safrinha, chegando a superar a quantidade de madeira. É interessante notar que, da fração comercializável, os talos correspondem em média a 30% do total (FIGURA 4).

Com relação ao povoamento de 12 anos a biomassa acima do solo foi de 15415.13 kg/ha na safra e 22981.04 kg/ha no período correspondente a safrinha. Na safra a maior participação no peso

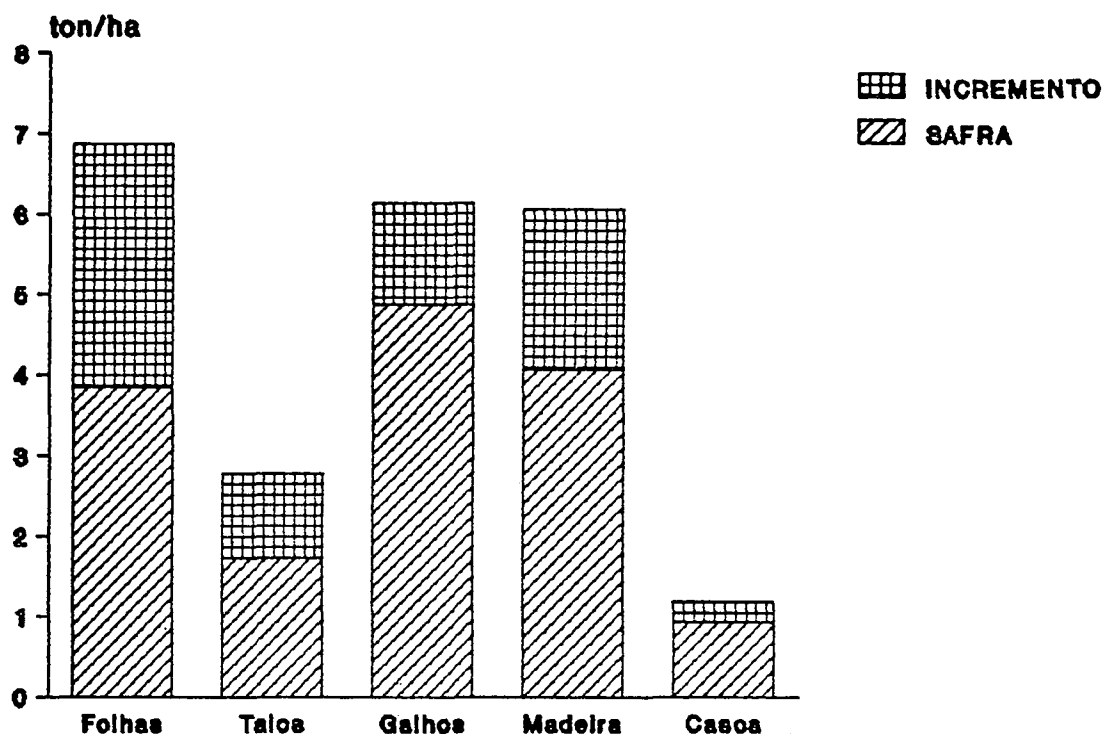
total acima do solo, foi de galhos, seguido de madeira e folhas, ficando a casca com a menor percentagem na biomassa. Por outro lado estas proporções se alteram na safrinha, onde as folhas têm a maior participação na biomassa, superando os valores de galho e madeira.

FIGURA 4. DISTRIBUIÇÃO RELATIVA ENTRE OS COMPARTIMENTOS DA BIOMASSA DE POVOAMENTO DE *Ilex paraguariensis* COM 9 ANOS DE IDADE, NA SAFRA (ESQ.) E NA SAFRINHA (DIR.)



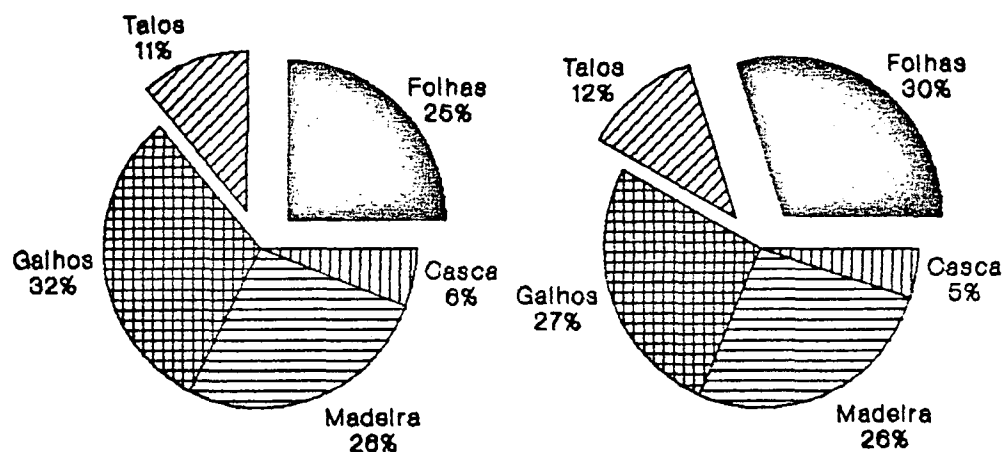
De modo semelhante ao plantio com 9 anos de idade constata-se um aumento no peso de matéria seca em todos os compartimentos da biomassa. O menor incremento de biomassa foi encontrado no peso de matéria seca da casca, com o máximo de incremento, sendo verificado no peso de matéria seca das folhas. A biomassa total acima do solo cresceu entre dois períodos, devido principalmente ao acréscimo de folhas e talos (FIGURA 5).

FIGURA 5. INCREMENTO DE BIOMASSA ARBOREA ACIMA DO SOLO, POR COMPARTIMENTOS, EM POVOAMENTO DE *Ilex paraguariensis* COM 12 ANOS DE IDADE, COLHIDO NA SAFRA E NA SAFRINHA.



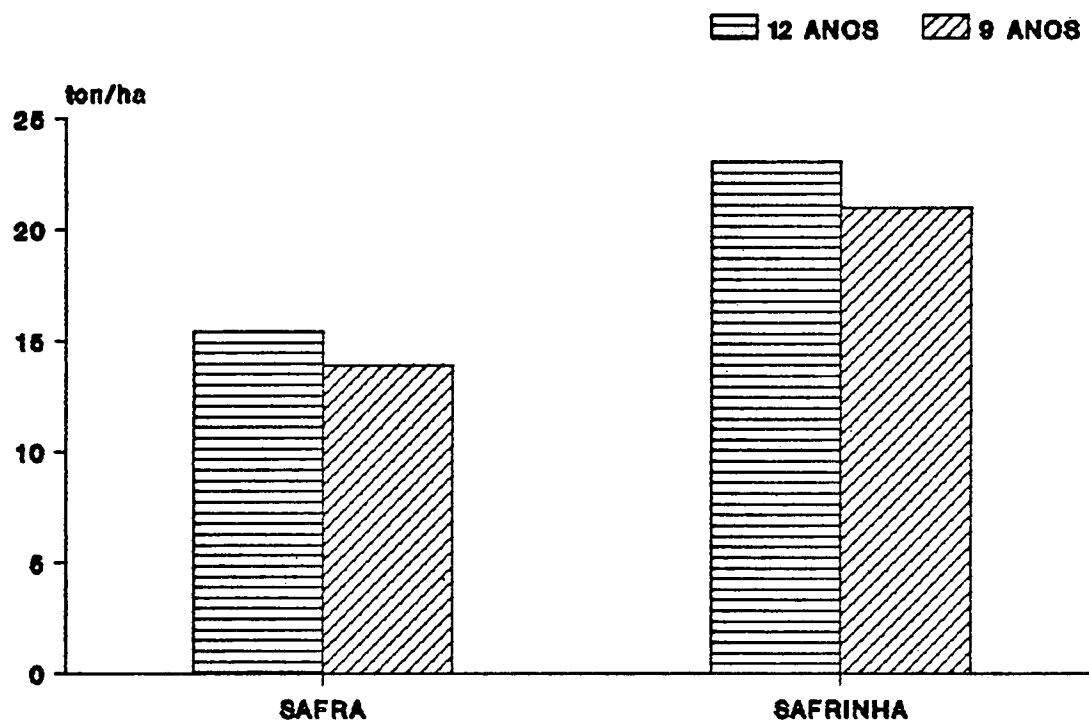
A FIGURA 6 mostra as proporções relativas entre os diversos compartimentos da biomassa arbórea acima do solo no povoamento com 12 anos de idade, nos dois períodos de colheita. Os galhos se apresentam em percentagem semelhante a da madeira do tronco, porém em proporção menor do que a das folhas. Talos e cascas não apresentam alteração considerável em suas participações percentuais na biomassa total acima do solo. O peso médio de folhas somado com o peso médio dos talos (fração comercializável), supera os valores de madeira e galhos em ambos períodos de colheita, com percentagem maior na safrinha. A fração comercializável (folhas e talos) possui em média 30% de talos.

FIGURA 6. DISTRIBUIÇÃO RELATIVA ENTRE OS COMPARTIMENTOS DA BIOMASSA EM POVOAMENTO DE *Ilex paraguariensis* COM 12 ANOS DE IDADE, NA SAFRA (ESQ.) E NA SAFRINHA (DIR).



Comparando os valores de peso de matéria seca para as duas idades, no mesmo período de colheita, observa-se um aumento nos pesos de folhas, talos, galhos com o aumento da idade, entre tanto os valores médios do peso de matéria seca da madeira e da casca são menores. Todavia a estimativa biomassa total acima do solo, como era de se esperar é menor no povoamento com 9 anos de idade (FIGURA 7).

FIGURA 7. BIOMASSA ARBOREA ACIMA DO SOLO EM POVOAMENTOS DE *Ilex paraguariensis* COM 9 E 12 ANOS DE IDADE. VALORES DE SAFRA E SAFRINHA.



#### 4.3 Concentração de nutrientes (N, P, K, Ca e Mg) nos compartimentos da biomassa

As concentrações de N, P, K, Ca e Mg nos compartimentos da biomassa, no povoamento com 9 anos de idade, são apresentadas na TABELA 8 como média de 3 amostras compostas. As maiores concentrações no período de safra estão nas folhas, seguidas pelos talos, casca, galhos e madeira. Esta seqüência é diferente na safrinha, com as maiores concentrações, ainda nas folhas, porém em segundo lugar aparecem a casca ou talos seguidos por galhos e madeira. O Ca não obedece esta ordem, suas concentrações obedecem à ordem: casca > talos > folhas > galhos > madeira.

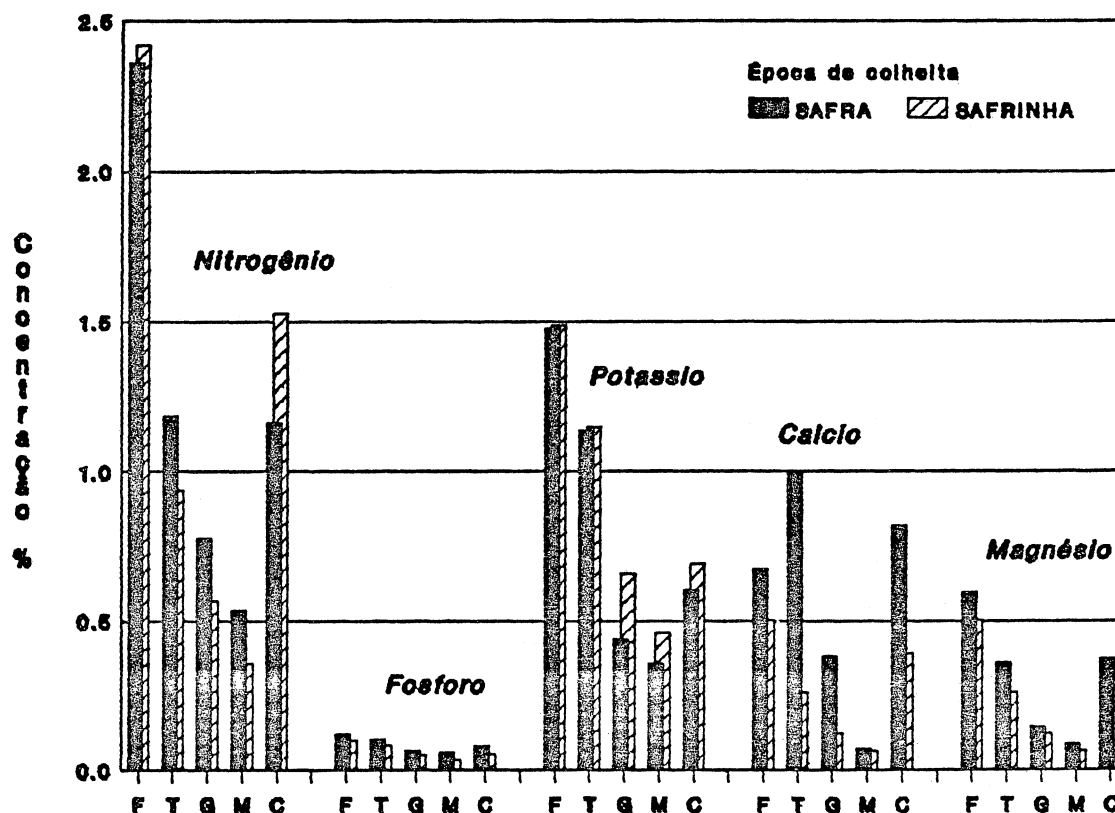
TABELA 8. CONCENTRAÇÃO DE N, P, K, Ca E Mg NOS COMPARTIMENTOS DA BIOMASSA ARBÓREA ACIMA DO SOLO EM POVOAMENTO DE *Ilex paraguariensis* COM 9 ANOS DE IDADE.

COMPONENTES DA ARVORE	SAFRA					EPOCA DA COLHEITA SAFRINHA				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
	-----% de peso seco-----					-----% de peso seco-----				
Folhas	2.36	0.12	1.48	0.67	0.59	2.42	0.10	1.49	0.60	0.50
Talos	1.18	0.10	1.13	0.99	0.36	0.94	0.08	1.15	0.87	0.26
Galhos	0.78	0.07	0.44	0.38	0.14	0.56	0.05	0.66	0.27	0.12
Madeira	0.54	0.06	0.35	0.07	0.09	0.35	0.03	0.46	0.16	0.07
Casca	1.16	0.08	0.60	0.82	0.37	1.53	0.05	0.69	0.89	0.39

Em relação as concentrações de nutrientes obtidas na safra, verificou-se que durante a safrinha, o povoamento com 9 anos de idade apresenta uma percentagem de N menor nas frações talos, galhos e madeira, todavia, nas folhas e cascas o teor é maior apesar da diferença ser muito pequena. O teor de P foi menor, na safrinha, em todos os compartimentos da biomassa, enquanto o K apresentou concentrações maiores, com diferenças muito pequenas nas folhas e talos. A percentagem de Ca foi menor nas folhas, talos e galhos, sendo maior na madeira e na casca. O Mg apresentou percentagens menores em todos os compartimentos, com excessão a casca (FIGURA 8).

As concentrações de nutrientes nos compartimentos da biomassa arbórea acima do solo no povoamento com 12 anos de idade são, a semelhança do povoamento com 9 anos de idade, encontradas nas folhas em maior proporção para N, P, K, e Mg. Por outro lado o Ca apresenta maior teor nas cascas.

FIGURA 8. VARIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO (%) DE N, P, K, Ca E Mg EM FOLHAS (F), TALOS (T), GALHOS (G), MADEIRA (M) E CASCA (C) EM POVOAMENTO DE *Ilex paraguariensis* COM 9 ANOS DE IDADE.



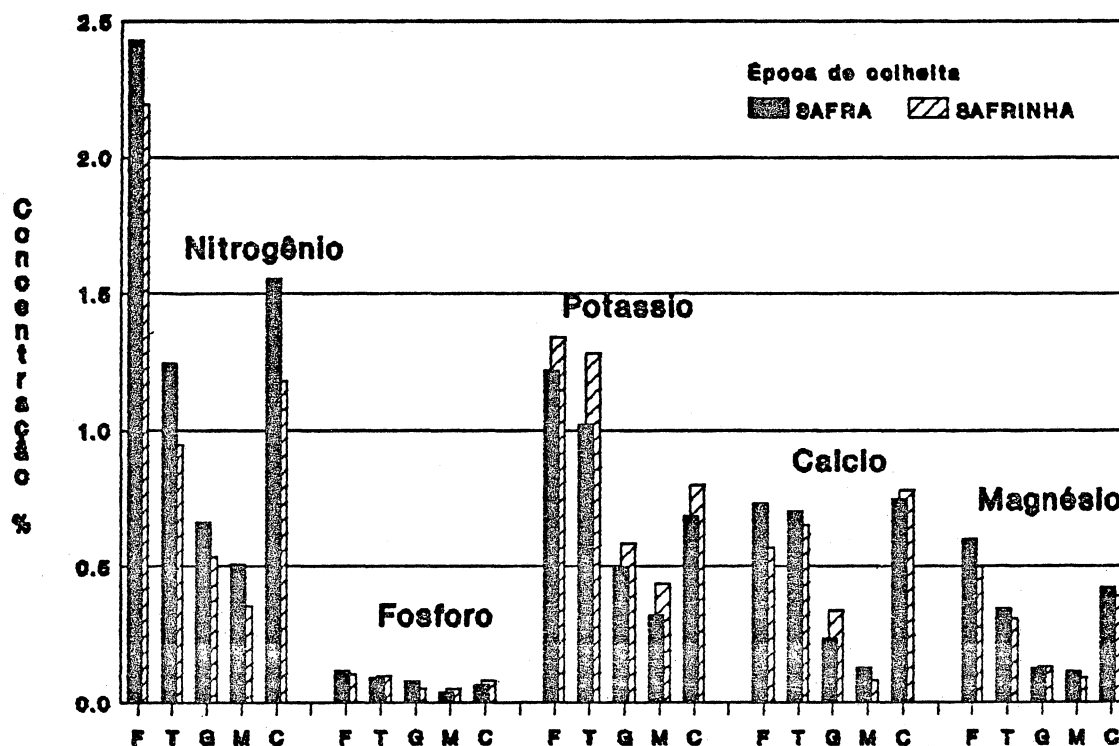
A seqüência para os demais nutrientes, com excessão do Ca, é a seguinte: folhas, cascas ou talos, seguidos de galho e madeira. No período de safrinha as folhas, de igual modo, contêm as maiores concentrações de nutrientes, exceto para o cálcio, cujo maior teor é encontrado na casca. Depois das folhas os compartimentos com maiores concentrações são as cascas (N e Mg), e os talos (P, K e Mg), seguidos pelos galhos e madeira (TABELA 9).

TABELA 9. CONCENTRAÇÃO DE N, P, K, Ca E Mg NOS COMPARTIMENTOS DA BIOMASSA EM POVOAMENTO DE *Ilex paraguariensis* COM 12 ANOS DE IDADE.

COMPONENTES DA ARVORE	EPOCA DA COLHEITA									
	SAFRA					SAFRINHA				
	N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
	-----% de peso seco-----					-----% de peso seco-----				
Folhas	2.43	0.12	1.22	0.73	0.60	2.19	0.10	1.34	0.57	0.50
Talos	1.25	0.09	1.02	0.70	0.34	0.95	0.10	1.28	0.65	0.31
Galhos	0.66	0.08	0.50	0.23	0.12	0.53	0.05	0.58	0.34	0.13
Madeira	0.51	0.04	0.32	0.13	0.11	0.35	0.05	0.44	0.08	0.09
Casca	1.55	0.06	0.68	0.74	0.42	1.18	0.08	0.80	0.78	0.39

No povoamento com 12 anos, as concentrações dos elementos durante a safrinha tende a ser menor do que na safra em todos os compartimentos da biomassa, para os elementos N e Mg. A percentagem de P foi maior nos talos, madeira e casca, com diferença muito pequena no teor dos talos. Menores concentrações de P foram encontradas na safrinha para folhas e galhos. As concentrações de K apresentam valores superiores na safrinha para todos os compartimentos da biomassa. Os resultados para o Ca revelam concentrações menores nas folhas, talos e madeira e maiores concentrações nos galhos e casca (FIGURA 9).

FIGURA 9. VARIACÃO DA CONCENTRAÇÃO (%) DE N, P, K, Ca E Mg EM FOLHAS (F), TALOS (T), GALHOS (G), MADEIRA (M) E CASCA (C) EM POVOAMENTO DE *Ilex paraguariensis* COM 12 ANOS DE IDADE.



#### 4.4 Conteúdo de nutrientes na biomassa

A quantidade de nutrientes contida na biomassa, nos diferentes períodos de colheitas, encontra-se relacionada nas TABELAS 10 e 11, para o povoamento com 9 anos de idade. A maior parte dos nutrientes encontra-se nas folhas. A proporção em relação ao total de nutrientes sobe para mais de 50%, quando acrescenta-se o peso de nutrientes dos talos.

TABELA 10. QUANTIDADE DE N, P, K, Ca E Mg (kg/ha) NA BIOMASSA DE POVOAMENTO DE *Ilex paraguariensis* COM 9 ANOS DE IDADE. VALORES DA SAFRA.

COMPONENTES DA BIOMASSA	PESO DE MATERIA					
	SECA (kg/ha)	N	P	K	Ca	Mg
FOLHAS	2953.04	69.60	3.60	43.59	19.84	17.48
TALOS	1316.54	15.60	1.32	14.94	13.10	4.73
GALHOS	3053.03	23.66	2.01	13.34	11.60	4.37
MADEIRA	5366.13	28.82	3.17	19.05	3.76	4.61
CASCA	1209.88	14.06	0.99	7.28	9.88	4.50
F+T	4269.57	85.20	4.92	58.53	32.93	22.20
TOTAL	13898.62	151.74	11.09	98.20	58.18	35.69

F+T = Soma de folhas e talos

TABELA 11. QUANTIDADE DE N, P, K, Ca e Mg (kg/ha) NA BIOMASSA ACIMA DO SOLO EM POVOAMENTO DE *Ilex paraguariensis* COM 9 ANOS DE IDADE. VALORES DA SAFRINHA.

COMPONENTES DE BIOMASSA	PESO DE MATERIA					
	SECA (kg/ha)	N	P	K	Ca	Mg
FOLHAS	4716.20	113.99	4.62	70.18	28.25	23.63
TALOS	2406.43	22.57	1.97	27.63	20.91	6.23
GALHOS	5729.43	32.37	2.86	37.59	15.76	6.93
MADEIRA	6676.00	23.70	2.34	30.58	10.88	4.41
CASCA	1399.86	21.36	0.74	9.66	12.51	5.45
F+T	7122.63	136.56	6.59	97.81	49.16	29.86
TOTAL	20927.92	213.99	12.53	175.64	88.31	46.65

F+T = Soma de folhas e talos

Nas TABELAS 12 e 13 estão relacionadas as quantidades de nutrientes (kg/ha) nos dois períodos de colheita para o povoamento com 12 anos de idade. A quantidade de nutrientes nas folhas é superior aos demais componentes da biomassa arbórea acima do solo, chegando a mais de 50% do total de N, Ca e Mg. A quantidade

de nutrientes na fração comercializável excede para os mesmos elementos aos 60%. A segunda porção maior do total de nutrientes encontra-se nos galhos.

TABELA 12. QUANTIDADE DE N, P, K, Ca e Mg (kg/ha) NA BIOMASSA DE POVOAMENTOS DE *Ilex paraguariensis* COM 12 ANOS DE IDADE. VALORES DA SAFRA.

COMPONENTES DA BIOMASSA	PESO DE MATERIA SECA (kg/ha)	PESO DE MATERIA SECA (kg/ha)				
		N	P	K	Ca	Mg
FOLHAS	3846.28	93.50	4.46	46.81	28.15	23.15
TALOS	1726.49	21.51	1.57	17.58	12.09	5.92
GALHOS	4866.18	32.26	3.75	24.28	11.34	5.99
MADEIRA	4052.93	20.63	1.50	13.01	5.15	4.58
CASCA	923.24	14.35	0.59	6.31	6.87	3.90
F+T	5772.77	115.01	6.03	64.39	40.24	29.07
TOTAL	15415.13	182.28	11.87	107.99	53.60	43.54

F+T = Soma de folhas e talos

TABELA 13. QUANTIDADE DE N, P, K, Ca e Mg (kg/ha) NA BIOMASSA DE POVOAMENTO DE *Ilex paraguariensis* COM 12 ANOS DE IDADE. VALORES DA SAFRINHA.

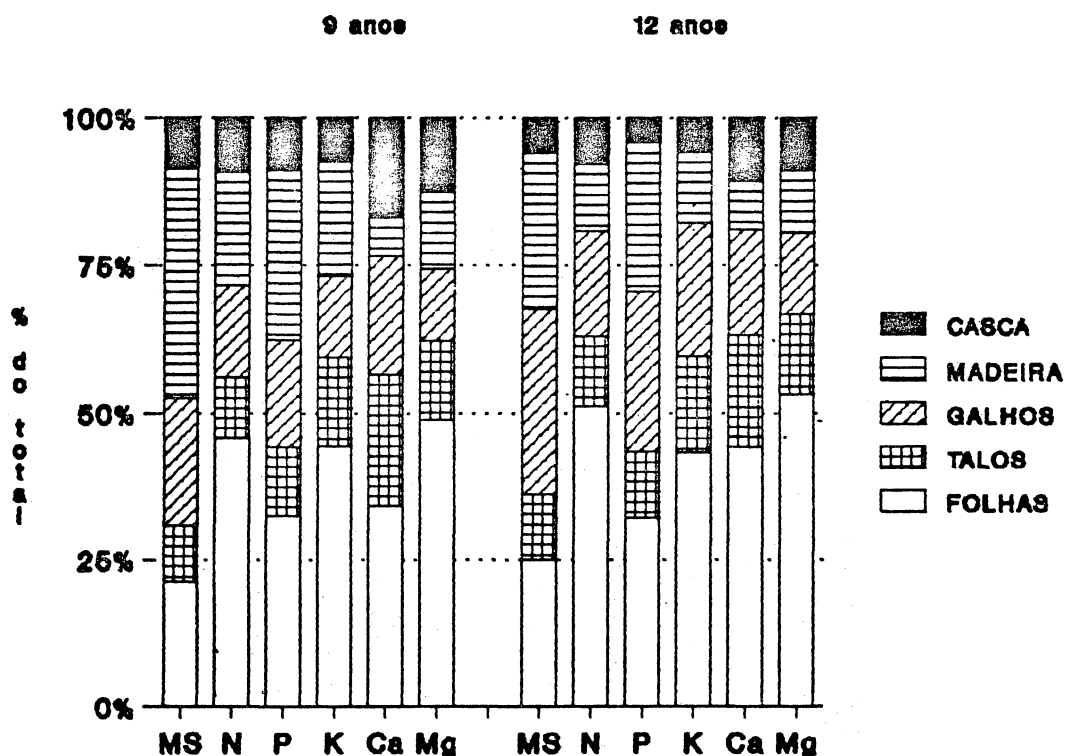
COMPONENTES DA BIOMASSA	PESO DE MATERIA SECA (kg/ha)	PESO DE MATERIA SECA (kg/ha)				
		N	P	K	Ca	Mg
FOLHAS	6865.98	150.57	7.14	92.00	39.00	34.12
TALOS	2769.72	26.23	2.69	35.42	18.03	8.53
GALHOS	6129.39	32.79	3.06	35.80	20.72	8.03
MADEIRA	6042.73	21.45	3.02	26.47	4.83	5.38
CASCA	1173.22	13.84	0.94	9.39	9.15	4.59
F+T	9635.70	176.80	9.83	127.42	57.03	42.65
TOTAL	22981.04	244.88	16.85	199.08	91.73	60.65

F+T = Soma de folhas e talos

Comparando-se a distribuição percentual da biomassa com a alocação de nutrientes nos diversos componentes da árvore, FIGURA 10, verifica-se que a quantidade de nutrientes nas folhas é superior àquela existente na madeira, ainda que esta tenha participação percentual superior a das folhas no total da biomassa acima do solo, estimada na safra, para os dois povoamentos.

Se for considerada a subdivisão usual copa/tronco, constata-se que 53% da matéria seca foi alocada para a copa, contendo 72% de N, 62% de P, 73% de K, 77% de Ca e 74% de Mg do total existente na biomassa arbórea acima do solo, no povoamento com 9 anos de idade. Quanto a fração comercializável (folhas e talos), sua participação na copa é de 81% do total de N, 70% de P, 72% de K, 76% de Ca e 81% de Mg.

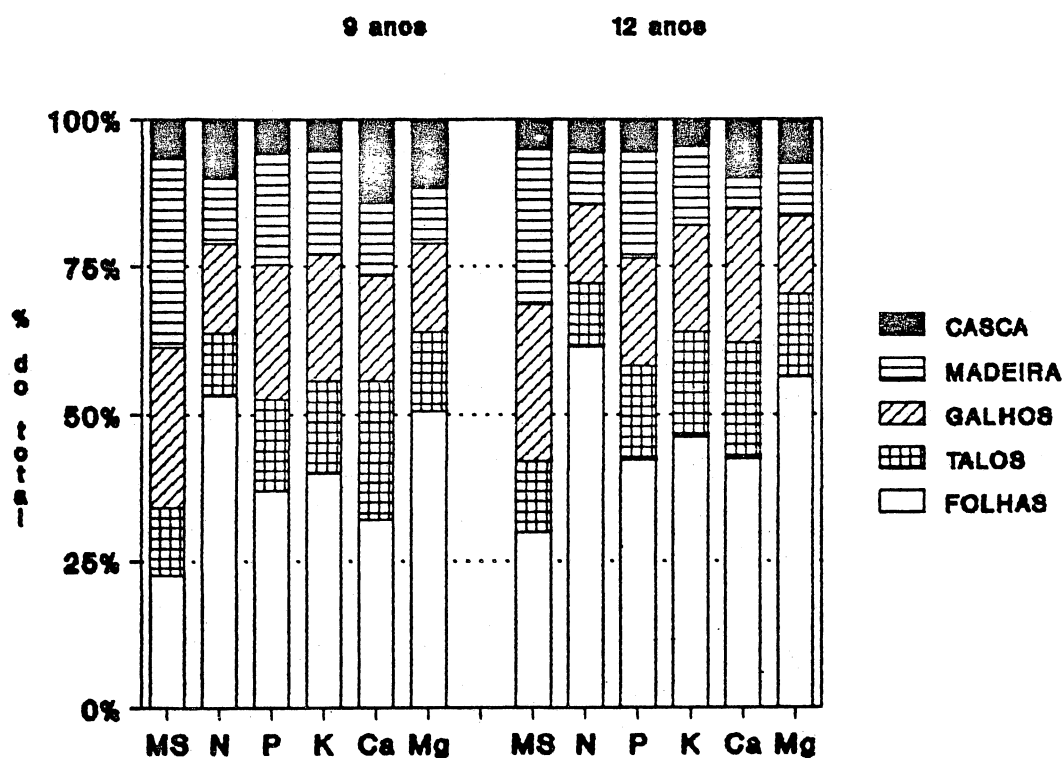
FIGURA 10. DISTRIBUIÇÃO DE NUTRIENTES (N, P, K, Ca E Mg) NA BIOMASSA ACIMA DO SOLO DE POVOAMENTOS DE *Ilex paraguariensis* COM 9 E 12 ANOS DE IDADES, NA SAFRA.



No povoamento com 12 anos de idade a biomassa da copa obtida durante a safra é de 68% do total acima do solo e contém 81% de N, 82% de P, 84% de K, 81% de Ca e 81% de Mg. A fração comercializável tem participação considerável nos totais de macronutrientes contidos na copa. Os talos e as folhas somam até 78% de N, 62% de P, 72% de K, 78% de Ca e 67% de Mg.

No período de safrinha a alocação de matéria seca foi maior para a madeira (32%) e galhos (28%), no povoamento com 9 anos de idade. A despeito disto a maior quantidade de nutrientes está nas folhas. Por outro lado, no povoamento com 12 anos de idade a alocação de matéria seca foi maior para as folhas (30%), de modo que a quantidade de nutrientes distribuída entre os componentes da biomassa encontra-se em maior proporção nas folhas (FIGURA 11).

FIGURA 11. DISTRIBUIÇÃO DE NUTRIENTES (N, P, K, Ca E Mg) NA BIOMASSA DE POVOAMENTOS DE *Ilex paraguariensis* COM 9 E 12 ANOS DE IDADES, NA SAFRINHA.



No povoamento com 9 anos de idade o peso da copa representa 61% do total acima do solo, obtido na safrinha, contendo 79% do N, 75% do P, 77% do K, 74% do Ca e 79% do Mg existente na biomassa total acima do solo. A participação de folhas e talos (fração comercializável) no total da copa é de 81% de N, 70% de P, 72% de K, 76% de Ca e 81% de Mg.

No povoamento com 12 anos de idade o peso da copa na safrinha é de 69% da biomassa total acima do solo. Esta copa possui em relação ao total de nutrientes estocados na biomassa as seguintes percentagens: 86% de N, 76% de P, 82% de K, 85% de Ca e 84% de Mg. Do total de nutrientes na copa a fração comercializável participa com 84% de N, 76% de P, 78% de K, 73% de Ca e 84% de Mg.

## 5.0 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 5.1 Características dendrométricas das árvores amostradas

O número de árvores encontrados em cada povoamento poderia refletir um espaçamento menor do que o original, todavia constata-se uma mortalidade elevada nos locais de relevo mais acentuado. Uma forte compactação do solo pode ser verificada nestes locais onde a vegetação colonizadora apresenta um sistema radicial superficial e truncado no sentido da profundidade. Deste modo a densidade original permanece praticamente inalterada com um espaçamento de 3.0 m entre as filas, permitindo tratos mecanizados e 1.0 m entre plantas nas filas. As falhas neste espaçamento ocorrem principalmente pela morte das erveiras pelo intenso ataque de pragas.

A condução das erveiras visa obter o máximo de produção foliar e portanto copa bem desenvolvida. Por outro lado esta copa deve estar a uma altura adequada para operacionalização da colheita, seja manual ou mecanizada. Os povoamentos estudados possuem características que visam atingir estes dois objetivos. A poda inicial de formação e as podas subsequentes controlam o crescimento em altura e favorecem o desenvolvimento de ramos laterais, concedendo as erveiras plantadas um aspecto bem característico. Os valores dendrométricos obtidos para as árvores amostradas (TABELA 6) revelam a grande heterogeneidade dentro de cada povoamento, provavelmente em decorrência do uso de sementes

de origem não controlada e a uma falta de uniformidade no sistema de poda durante a colheita.

A área de projeção da copa mínima de 1.0 m<sup>2</sup> para o povoamento com 9 anos de idade, na safra e a máxima de 1.86 m<sup>2</sup> obtida para o povoamento com 12 anos de idade na safrinha são pequenas. Isto pode ser constatado pela alta incidência de luminosidade dentro do povoamento e pelo fato de que as copas não formam um dossel fechado.

O índice de área foliar (IAF) obtido durante a safra é baixo no povoamento com 9 anos de idade, quase a metade do valor médio obtido no povoamento com 12 anos. Segundo ANDRAE (1978) este valor é característico de povoamentos novos. O mesmo autor encontrou um IAF de 5.7 e 3.75 em povoamentos de *Eucalyptus saligna* com 4 e 8 anos de idade, respectivamente. Na safrinha, em decorrência do crescimento durante a primavera e parte do verão, o IAF aumentou para 2.2 no povoamento com 9 anos de idade (TABELA 6), porém permanece com um valor que pode ser considerado baixo. Por outro lado, o valor do IAF de 4.6, na safrinha, para o povoamento com 12 anos de idade (TABELA 6) é superior ao valor limite dado por ANDRAE (1978) para reflorestamentos novos e está no limite inferior da faixa de valores ótimos para comunidades de plantas cultivadas, de acordo com LARCHER (1986).

## 5.2 Biomassa dos povoamentos

Estudos de biomassa são básicos e fornecem compreensão incomum do que ocorre em um ecossistema independentemente de sua utilização, função e do tipo de manejo ao qual é submetido. Os valores obtidos para biomassa total acima do solo de 13.9 ton/ha na safra e 20,9 ton/ha na safrinha (TABELA 7), são pequenos.

Estimativas de biomassa em torno de 106 ton/ha para *Eucalyptus Saligna* com 8 anos de idade foram obtidos por ANDRAE (1978) em reflorestamento no sul do Brasil. Estudos feitos com a mesma espécie e idade foram conduzidos por POGGIANI et alii. (1983) que obteve 125.0 ton/ha de biomassa arbórea acima solo. Foram estimados valores de biomassa de 134 a 146 ton/ha para *Pinus caribaea* com 10 anos de idade (ENGUNJOBI & BADA, 1979; DRUMOND, 1985) e 146 ton/ha para *Pinus taeda* com a mesma idade (VALERI, 1988).

Os valores obtidos para a biomassa total acima do solo (15.4 ton/ha na safra e 22.0 ton/ha na safrinha, TABELA 7), no povoamento com 12 anos de idade, são análogos aqueles obtidos no povoamento com 9 anos de idade. POGGIANI et alii (1983a) encontraram 186 ton/ha em *Eucalyptus saligna* com 11 anos de idade. DAS & RAMAKRISHNAN (1987), trabalhando com *Pinus kesiya*, na Índia estimou 120.1 ton/ha para esta espécie aos 12 anos de idade.

Esta biomassa extremamente baixa, da erva-mate, quando comparada com os valores obtidos na literatura, em princípio, pode ser atribuída ao fato de que espécies citadas são de crescimento comprovadamente rápido, de modo que, em idades comparáveis, as estimativas de biomassa superam em muito a da erva-mate que é uma espécie de crescimento moderado.

Neste aspecto deve-se considerar as características edáficas do local, o tipo de manejo silvicultural e até aspectos fitossanitários.

Apesar da localização geográfica do povoamento estar na principal região de ocorrência da erva-mate (MAZUCHOWSKI, 1989) e ainda o fato de que a erva-mate ser tolerante a solos com baixos teores de nutrientes trocáveis e alto teor de alumínio

(FERREIRA FILHO, 1957) deve-se levar em conta as condições limitantes da fertilidade do solo no local de estudo.

O manejo silvicultural que limita o crescimento do tronco e favorece o desenvolvimento da copa é outro fator que conduz a redução da biomassa da erva-mate a níveis tão baixos quando comparados a outras espécies. A poda realizada no ano de 1987 limitou a altura do tronco a cerca de 1.0 m. Da mesma forma os galhos são cortados em grande quantidade durante a colheita, apesar de não serem aproveitados comercialmente, facilitando apenas a manipulação dos ramos com as folhas na sua preparação para o sapeco.

A ocorrência de pragas e doenças é um outro fator que pode limitar a produtividade de cultivos. A existência de vetores específicos que atacam as erva-mates tem sido constatada frequentemente nestes últimos anos com a multiplicação dos povoamentos, visando a produção em larga escala.

### 5.2.1 Incremento de biomassa entre a safra e a safrinha

O incremento em peso, observado em todos os compartimentos (FIGURAS 3 e 5), era esperado pelo fato de que o período de 6 meses entre as colheitas ocorre na primavera e no verão, quando as erva-mates estão na fase de pleno desenvolvimento. Estudos de variação anual de fotossíntese informam que no verão a erva-mate alcança o máximo de dezembro a fevereiro (GALVAO & INOUE, 1987). No entanto a magnitude do incremento para compartimentos como madeira e casca foi elevada. Por outro lado o grande desenvolvimento da copa em decorrência da estação de crescimento implicou em um acréscimo de biomassa da ordem de 78,6% sobre o valor obtido na safra para o povoamento com 9 anos

de idade. No povoamento com 12 anos de idade o acréscimo de biomassa foi da ordem de 70,4%, devido ao crescimento da copa. Neste aspecto deve-se considerar uma possível diferença nas árvores amostradas nos dois períodos, para ambos os povoamentos, além de considerar para as condições estudadas, uma ampliação nos prazos entre as colheitas (antiga mente eram feitas de 3 em 3 anos).

### 5.2.2 Participação proporcional dos compartimentos na biomassa

O processo de condução das erveiras reflete na biomassa como um todo, mas principalmente na repartição proporcional entre seus componentes.

Uma percentagem de 32% e 39% da biomassa arbórea acima do solo, pertencente a madeira do tronco no povoamento com 9 anos de idade (FIGURA 4). Esta participação é a maior, em relação aos demais componentes, porém está muito abaixo daqueles valores encontrados em estudos de biomassa com diversas espécies.

A percentagem de madeira na biomassa arbórea acima do solo foi de 70% em *Pinus taeda* com 10 anos de idade (VALERI, 1988), 82% em *Pinus caribaea*, igualmente com 10 anos de idade, (DRUMOND, 1985), 87% em *Eucalyptus saligna* com 8 anos de idade (ANDRAE, 1983). As percentagens de participação da madeira do tronco, obtidas no presente trabalho estão mais próximas dos valores de 50% a 67% encontrados por POGGIANI et alii (1984) em estudos de espaçamento com diferentes espécies de eucalipto.

No povoamento com 12 anos de idade uma percentagem de 21% a 26% da biomassa arbórea pertencente a madeira do tronco não é a maior (FIGURA 6). Neste caso os galhos constituem-se na

maior fração. Este fato apesar de incomum reflete a condição das erveiras com copa bem desenvolvida. De fato os galhos são abundantes na copa, formando toda a estrutura de sustentação dos talos e folhas. Um aumento de produtividade certamente irá aumentar esta diferença de proporções entre os compartimento, sempre em favor da copa como um todo.

A percentagem de madeira é pequena no povoamento com 12 anos de idade. Em povoamentos de *Pinus kesiya* com a mesma idade, na Índia, a madeira tinha uma participação de 69,7% do total da biomassa arbórea acima do solo (DAS & RAMAKRISHNAN, 1987), uma participação muito superior aos 26.2% obtidos para erva-mate nas condições descritas no presente estudo. Valores obtidos com *Eucalyptus saligna*, com 1 ano de idade, onde a madeira constitui 85.7% da biomassa (POGGIANI, 1983a), são também superiores aos da erva-mate.

A percentagem de madeira do tronco nos povoamentos de erva-mate do presente estudo deve diminuir ou permanecer estável até a produção da copa atingir um máximo. Além disto é de se esperar que a condução das erveiras favoreça a alocação de matéria seca para as copas, a partir da poda inicial que limita o tronco a cerca de 1.0 m de altura. De igual modo a casca que se constitui a menor fração acompanha a madeira na participação percentual na biomassa acima do solo (FIGURA 5 e 6). No caso da erva-mate a casca não é muito espessa e está limitada como a altura do tronco. Sua participação percentual na biomassa é similar aos 8.9% de *Eucalyptus saligna* com 8 anos de idade (ANDRAE, 1983) e inferior aos 15.9% de *Pinus oocarpa* com 8 anos de idade, plantado no Estado de São Paulo (CASTRO, 1984).

O peso de folhas no povoamento com 9 anos de idade, na safra e na safrinha são similares aos valores encontrados para *Liquidambar styraciflua* com 10 anos de idade (DRUMOND, 1985) e *Eucalyptus saligna* com 2.5 anos de idade (POGGIANI, 1984), respectivamente. Por sua vez a biomassa das folhas do povoamento com 12 anos de idade na safra é similar a de *Eucalyptus saligna* com 11 anos de idade (POGGIANI, 1983a), enquanto a biomassa de folhas, obtida na safrinha se assemelha com a de *Pinus oocarpa* com 14 anos idade (CASTRO, 1984).

A participação percentual dos galhos de 22% e 27% na safra e na safrinha, respectivamente, no povoamento com 9 anos de idade, vem em segundo lugar após a madeira. Considerando que tratam-se somente dos ramos grossos, estes valores são elevados em relação àqueles encontrados na literatura para diversas espécies sob diferentes condições.

No povoamento com 12 anos de idade, os valores percentuais para os galhos são maiores do que no povoamento com 9 anos. Porém, no período de safrinha, cabe às folhas a maior contribuição para biomassa acima do solo.

DRUMOND (1985) encontrou uma biomassa de galhos, em povoamento de *Liquidambar styraciflua* com 10 anos de idade, que correspondia a 14.2% da biomassa acima do solo. Em *Eucalyptus saligna* com 8 anos de idade a participação percentual dos galhos na biomassa arbórea acima do solo foi apenas 9% (ANDRAE, 1983).

Embora a condução dos ervais vise a maximização da produção de copa, os galhos constituem-se no compartimento da copa de menor interesse para o produtor. Conquanto sejam elementos de sustentação de ramos e folhas, esta percentagem elevada dos

galhos deve ser equilibrada de modo obter-se maior produção da parte comercializável.

No entendimento deste padrão de alocação, maior para galhos, devem ser considerados fatores genéticos e de sítio, mas possivelmente a condução da poda que deixou uma grande percentagem de galhos e limitou o tamanho do tronco.

O peso de copa (folhas, talos e galhos) nos dois povoamentos é maior do que o peso do tronco (madeira e casca), em ambos períodos de colheita, variando entre 52.7% a 68.6%. Percebe-se porém, que no povoamento com 12 anos de idade a alocação de matéria seca para a copa foi maior do que no povoamento com 9 anos, de modo que a percentagem de copa em relação a biomassa total acima do solo é maior no povoamento mais velho.

Foi no povoamento com 12 anos que se encontrou a situação ideal, em termos de proporções para as erveiras plantadas. Além de se obter um peso de copa superior ao peso do tronco a repartição dos pesos na copa foi mais favorável às folhas.

É fato notório que a medida que os povoamentos florestais desenvolvem, a alocação de matéria seca é maior para o tronco em detrimento da copa. De um modo que o peso da copa, na relação copa/tronco, é menor. Isto foi comprovado por DAS & RAMAKRISHNAN (1987) em povoamentos de *Pinus kesiya* com várias idades. ANDRAE (1983) encontrou relações semelhantes em *Eucalyptus saligna* avaliado aos 4 e aos 8 anos de idade. Todavia isto não ocorre com a erva-mate por razões já descritas anteriormente, em virtude da "talhadia de desrama" a qual é submetida (ALVES, 1982).

O peso de matéria seca da porção comercializável da erva-mate constitui uma fração da biomassa acima do solo que propor

cionalmente tem valores maiores do que os da madeira, com exceção do povoamento com 9 anos de idade, na safrinha.

O peso médio de folhas e talos por árvore encontrado no presente trabalho é dez vezes menor do que aquele encontrado por REISSMANN et alii (1985) que estimaram para ervais nativos um peso de copa (folhas e ramos) de 12,598 kg, repartido em 9,543 kg de folhas e 3,055 kg de ramos. As condições de densidade (250 árvores por hectare) e a idade desconhecida provavelmente muito maior, podem explicar a diferença tão grande, além de outros fatores não controlados no referido trabalho. Por outro lado, as proporções entre folhas e talos, no presente trabalho, são comparáveis aos valores obtidos pelo mesmo autor.

Os percentuais obtidos na safra e na safrinha diferem devido a uma possível diferença amostral ou a um aumento real na porcentagem de folhas e talos, bem como de galhos, com consequente diminuição da participação percentual de madeira. O aumento real em porcentagem decorre de um maior incremento em termos absolutos, dos componentes da copa em detrimento da madeira do tronco.

### 5.3 Concentração e conteúdo de N, P, K, Ca e Mg nos compartimentos da biomassa.

As concentrações de N, P, K, Ca e Mg nos compartimentos da biomassa de erva-mate estão dentro da faixa de variação encontrada nas folhosas (JOHNSON & RISSER, 1971; GOLLEY et alii 1971; ANDRAE & KRAPPENBAUER, 1983; ANDRAE, 1983; BARTOS & JOHNSTON, 1978). Entretanto, as concentrações nas folhas e talos, de um modo geral, são maiores do que aquelas encontradas por REISSMANN et alii (1985) em ervais nativos, no Paraná.

As concentrações mais elevadas encontradas em folhas talos e cascas são comuns na maioria dos estudos envolvendo determinação de nutrientes em componentes da biomassa. Este fato é explicado em função da maior atividade metabólica dos órgãos mencionados. O Ca constitui-se uma excessão, aparecendo em maior concentração geralmente na casca como em *Eucalyptus saligna* (ANDRAE, 1983), *Araucaria angustifolia* (ANDRAE, 1983) e *Populus tremuloides* (BARTOS & JOHNSTON, 1978).

As concentrações de nutrientes são específicas não somente para a espécie, idade e tecido, como também, dependem do ambiente. Diversos fatores controlam o teor de minerais nos vegetais, principalmente o genético ( ANDRAE & KRAPPENBAUER, 1983; MALAVOLTA, 1980).

O N, nos dois povoamentos, é encontrado em concentrações superiores àquelas obtidas por REISSMANN et alii (1985), em ervais nativos, nos período correspondente ao meio da safra (julho) e ao final (outubro). O teor de P nas folhas dos povoamentos com 9 e 12 anos de idade foi de 0.10 na safra e 0.12 na safrinha. REISSMANN et alii (1985) encontrou valores similares, porém com os teores mais baixos predominando na maior parte do ano. Somente o K apresenta concentrações menores do aquelas determinadas para folhas e ramos de erveiras nativas. Um teor máximo de 1.48 no povoamento com 9 anos de idade, tanto na safra como na safrinha, inferior as concentrações de 1.59 do meio da safra (julho) e 1,86 do final da safra (outubro), obtidos por REISSMANN et alii (1985). O Ca e o Mg seguindo a tendência geral apresentam concentrações maiores nas folhas e talos.

O teor de N nas folhas é elevado. É superior ao das folhas de *Eucalyptus saligna* com 4 e 8 anos de idade (ANDRAE, 1985), similar ao de *Populus tremuloides* (BARTOS & JOHSTON, 1987) e maior do que em *Quercus marilandica* e *Q. stellata* nativos.

As variações obtidas no teor de nutrientes entre a safra e safrinha no presente trabalho, de um modo geral, são compatíveis com os resultados obtidos por REISSMANN et alii (1985) em estudo de variação estacional. Conquanto os dados não sejam totalmente comparáveis, todavia constatou-se que existe uma tendência a diminuir os teores dos nutrientes na maioria dos componentes da biomassa, colhidos na safrinha. No entanto o acúmulo de biomassa é maior, exportando mais nutrientes justamente nesta fase.

#### 5.4 Estoque de nutrientes na biomassa acima do solo

O peso total de N, P, K, Ca e Mg por hectare, nestes povoamentos (TABELAS 10-13), é bastante inferior àqueles obtidos em estudos similares, com outras espécies. Comparando o conteúdo de nutrientes na biomassa acima do solo de erva-mate com os dados disponíveis (TABELA 3) verifica-se que os valores obtidos para o povoamento com 9 anos de idade estão muito próximos daqueles obtidos para *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus saligna* com 2.5 anos de idade (POGGIANI et alii, 1984), enquanto que para o povoamento com 12 anos de idade os resultados mais aproximados são encontrados por POGGIANI et alii (1983a) para *Eucalyptus saligna* com 11 anos de idade, e por ANDRAE & KRAPPENBAUER (1983) e ANDRAE (1983) para *Eucalyptus saligna* com 4 e 8 anos de idade. Excessão feita ao

Cálcio que aparece em quantidade bastante superior nos povoamentos de *Eucalyptus saligna* (ANDRAE, 1983).

A maior quantidade de nutrientes encontrada nas folhas, de ambos povoamentos reflete a concentração elevada dos mesmos neste compartimento da biomassa. Além disso a biomassa das folhas é relativamente alta comparada aos demais compartimentos. O acréscimo da fração de talos nesta quantificação nos revela que mais da metade dos nutrientes estocados na biomassa arbórea acima do solo está na fração comercializável, que será removida através da colheita.

Os valores percentuais da quantidade de nutrientes comparados com a percentagem de alocação de matéria seca para a copa, seguem uma tendência geral, verificada em estudos feitos com povoamentos florestais puros, equiâneos, com a proporção de nutrientes alocada para a copa muito superior aos valores indicados na literatura. Este fato ocorre devido a forma de como é conduzida a alocação de matéria seca, através de manejo silvicultural já descrito anteriormente.

## 6.0 CONCLUSÕES

- A biomassa produzida na safra pelos povoamentos de *Ilex paraguariensis* com 9 e 12 anos de idade, foi de 13898,62 e 15415,13 kg/ha, respectivamente. Na safrinha a biomassa total produzida foi de 20927,42 kg/ha para o povoamento com 9 anos de idade e 22981,04 kg/ha para o povoamento com 12 anos.
- As concentrações de N, P, K, Ca e Mg nos compartimentos da biomassa de erva-mate estão dentro da faixa de variação encontrada na maioria das folhosas. Os teores mais elevados são encontrados nas folhas, talos e cascas para a maioria dos macronutrientes estudados, com exceção do Cálcio.
- A biomassa destes povoamentos de um modo geral, pode ser considerada baixa, quando comparada aos valores obtidos em diversos povoamentos de outras espécies.
- A maior participação percentual na biomassa arbórea acima do solo pertence a madeira do tronco, no povoamento com 9 anos de idade, enquanto os galhos constituem-se a maior proporção na biomassa do povoamento com 12 anos de idade.
- A porção comercializável (folhas e talos) corresponde de 30% a 35% por cento da biomassa total acima do solo, no

povoamento com 9 anos de idade e de 36% a 42% no povoamento mais velho. Por sua vez os talos correspondem em média 30% desta fração.

- A erva-mate nas condições estudadas não apresenta correlações significativas da Circunferência da base do tronco com o peso dos compartimentos da biomassa. Relações alométricas, utilizando-se a Circunferência da base como variável independente não forneceram resultados significativos.
- Há um ganho considerável de produto comercializável no período entre a safra e a safrinha, nas árvores não exploradas na safra.
- Os teores de nutrientes determinados na safrinha são menores do que os teores dos nutrientes, na safra, para a maioria dos componentes da biomassa .
- Mais da metade dos nutrientes estocados na biomassa acima do solo está nas folhas e nos talos de ambos povoamentos, tanto na safra como na safrinha.
- Na relação copa/tronco, constata-se que 53% da matéria seca foi alocada para a copa, contendo 72% de N, 62% de P, 73% de K, 77% de Ca e 74% de Mg do total existente na biomassa arbórea acima do solo, no povoamento com 9 anos de idade, na safra.

- No povoamento com 12 anos de idade a biomassa da copa obtida durante a safra é de 68% do total acima do solo e contém 81% de N, 82% de P, 84% de K, 81% de Ca e 81% de Mg do total.
  
- Aos 9 anos de idade o peso da copa representa 61% do total acima do solo, obtido na safriinha, contendo 79% do N, 75% do P, 77% do K, 74% do Ca e 79% do Mg existente na biomassa total.
  
- No povoamento com 12 anos de idade o peso da copa na safriinha é de 69% da biomassa total acima do solo. Esta copa possui, em relação ao total de nutrientes estocados na biomassa, as seguintes percentagens: 86% de N, 76% de P, 82% de K, 85% de Ca e 84% de Mg.
  
- Ao contrário da exploração madeireira, que deixa uma grande quantidade de resíduos com altos teores de nutrientes, a exploração da copa de erva-mate exporta uma grande percentagem da biomassa com maiores teores de nutrientes, deixando poucos resíduos com teores menores em nutrientes.

## SUMMARY

Biomass and nutrient contents were estimated for two plantations of erva-mate (*Ilex paraguariensis*), 9 and 12 years old, in the region of greatest natural occurrence of the species, in Paraná. The evaluations were made during the principal harvest (May-October) and the minor harvest (December-January), using trees left unharvested.

Thirty-six trees were selected to obtain samples for different ages and harvest periods. Destructive sampling was carried out to determine dry weight and nutrient contents of the following above ground biomass compartments: leaves, twigs, branches, wood, and bark.

The total biomass of the 9 and 12 years old plantations was 13898,62 kg/ha, respectively. At the time of the minor harvest, biomass was greater, with 20927.92 kg/ha for the 9 years old plantation, and 22981.04 kg/ha for the 12 years old plantation.

The distribution of dry matter in the biomass compartments varied between plantations and between harvest periods. In the 9 years old plantation, compartments were ranked as following: wood > branches > leaves > twigs > bark, in both harvests, In the 12 years old plantation, ranking was follows: Branches > wood > leaves > twigs > bark, in the main harvest. During the minor harvest, the following ranking was found: leaves > branches > wood > twigs > bark, considered ideal for production purposes.

The concentrations of N, P, K, Ca, and Mg, are within the range commonly found for other broadleaved trees. Only Ca showed high levels in bark and wood. With the exception of K, the tendency of the elements was to decrease in the minor harvest.

The estimate of the nutrient stock in the biomass the 9 years old plantation was 151.74 kg/ha N, 11.09 kg/ha P, 98.20 kg/ha, 58.18 kg/ha Ca, and 35.69 kg/ha Mg, in the main harvest. In the minor harvest, nutrient stocks (per hectare) were 213.99 kg/ha N, 12.53 kg/ha P, 175.64 kg/ha K, 88,31 kg/ha Ca, and 46.65 kg/ha Mg. In the 12 years old plantation, nutrient stocks were 182.28 kg/ha N, 11.87 kg/ha P, 107.99 K, 53.60 Ca and 43.54 Mg. In the minor harverst the estimate was 244.88 kg/ha N, 16.85 kg/ha P, 199.08 kg/ha K, 91.73 kg/ha Ca and 60.65 Mg.

The results obtained for biomass are dissimilar to data in the literature, for trees, due to the erva-mate receives a form of management which maintains it in a bush form, altering its natural proportions and influencing biomass and nutrient stock.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALVES, A. A. M. Técnicas de produção florestal-Fundamentos, tipificação e métodos. Instituto Nacional de Investigação Científica, Lisboa, 1982. 331 p.
2. ANDRAE, F. ECOLOGIA FLORESTAL. Santa Maria, Imprensa Universitária da Universidade Federal de Santa Maria, 3. 1978. 230 p.
3. ANDRAE, F. Segundo inventário de um povoamento de Eucalyptus saligna no Sul do Brasil. In: -Pesquisas austro-brasileiras 1973-1982 sobre Araucaria angustifolia, Podocarpus lambertii e Eucalyptus saligna. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 1983. p. 86-113.
4. ANDRAE, F. & KRAPPENBAUER, A. Inventário de um reflorestamento de Araucária de 17 anos em Passo Fundo, RS. Parte II: Inventário de nutrientes. In: -Pesquisas austro-brasileiras 1973-1982 sobre Araucaria angustifolia, Podocarpus lambertii e Eucalyptus saligna. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 1983. p. 30-55.
5. ASHLEY, D.A.; DOSS, B.D. & BENNETI, O.L. Relation of cotton leaf area index to plant growth and fruiting. Agronomy Journal 57:61-64, 1965.
6. BARTOS, D. L. & JOHNSTON, R. S. Biomass and nutrient content of Quaking Aspen at two sites in the western of United States. Forest Science 24(2): 273-280, 1978.
7. BAKER, T. G.; ATTIWILL, P. M. & STEWART, H. T. L. Biomass equations for Pinus radiata em Gippsland, Victoria. New Zealand Journal of Forestry Science 14(1): 89-96, 1984.
8. CASTRO, C. F de A. Distribuição da fitomassa acima do solo e nutrientes em talhões de Pinus oocarpa Schiede, plantados no Estado de São Paulo. Piracicaba, 1984, p. Dissertação de Mestrado. E. S. A. Luiz de Queiroz.
9. DAS, A. K. & RAMAKRISHNAN, P.S. Above-ground biomass and nutrient contents in age series of Khasi pine (Pinus kesiya). Forest Ecology and Management 18(1): 61-72, 1987.
10. DRUMOND, M.A. Distribuição da biomassa arbórea e dos nutrientes em plantações puras e consorciadas de Liquidambar styraciflua L. e Pinus caribaea var. hondurensis. BARR. et GOLF. Piracicaba, 1985. Dissertação de mestrado. E..S. A. Luiz de Queiroz.

11. ENGUNJOBI, J.K. & BADA, S.O. Biomass and nutrient distribution in stands of *Pinus caribaea* L. in the dry forest Zone of Nigeria. Biotropica 11(2): 130-135, 1979.
12. ESPINOSA, M.A.B. & PERRY, D.A. Distribution and increment of biomass in adjacent young Douglas-fir with different early growth rates. Canadian Journal of Forestry 17(7): 722-30, 1987.
13. FERREIRA FILHO, J.C. Cultura e preparo da erva-mate. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, 1957. 63 p.
14. FORREST, W.G. & OVINGTON, J.D. Variation in dry weight and mineral nutrient content of *Pinus radiata* progeny. Silvae Genetica. 20( ):174-9, 1971.
15. FREESE, F. Elementary statistical methods for foresters. US Dept. of Agric., 1967. 87 p.
16. GALVAO, F. & INOUE, M.T. Variação anual da fotossíntese de erva-mate (*Ilex paraguariensis*). Acta forestalia brasiliensis (2):18-21, 1987.
17. GLUMAC, E.L.; FELKER, P. & REYES, I. Correlations between biomass productivity and soil and plant tissue nutrient concentrations for *Leucaena leucocephala* (K-8) growing on calcareous soils. Forest Ecology and Management, 18(4): 241-50, 1987.
18. GOLLEY, F. B. ; MCGINNIS, J.T. e CLEMENTS, R.G. La biomassa y la estructura mineral de algunos bosques de Darien, Panamá. Turrialba, 21(2):189-196, 1971.
19. GOWER, S.T.; GRIER, C.C.; VOGT, D.J. & VOGT, K.A. Allometric relations of deciduous(*Larix occidentalis*) and evergreen conifers(*Pinus contorta* and *Pseudotsuga menziessi*) of the Cascade Mountain in Central Washington. Canadian Journal of Forest Research, 17(7): 630-634, 1987.
20. HAAG, H.P. (coord.). Ciclagem de nutriente em florestas tropicais. Campinas, Fundação Cargil, 1985. 144 p.
21. JOHNSON, F. L. & RISSER, P.G. Biomass, anual net primary production of six minerals elements in a post oak-black-jack forest. Ecology, 55(6):1246-1258, 1974.
22. KRAMER, R.J. & KOZLOWSKI, T.T. Fisiologia das Árvores. Lisboa. Fundação Kalouste Goulbenkian, 1972. 745 p.
23. KRAPPENBAUER, A. & ANDRAE, F. Inventário de um reflorestamento de Araucária de 17 anos em Passo Fundo, RS. Parte I: Inventário de Biomassa. In: Pesquisas austro-brasileiras 1973-1983' sobre Araucaria angustifolia, Podocarpus lamberti e Eucalyptus saligna. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 1983, p.16-29.
24. LARCHER, W. Ecofisiologia Vegetal. São Paulo. EPU, 1986. 319 p.

25. LIM, M.T. & COUNSENS, J.E. The internal transfer of nutrients in a scots pine stand. I. Biomass components, current growth and their nutrient contents. Forestry, 59(1): 1-16, 1986.
26. LIMA, W.P. O reflorestamento com eucalipto e seus impactos ambientais. São Paulo. Artpress, 1987. 114 p.
27. MAGALHAES, A.C. Análise quantitativa do crescimento. In: Ferri, M.G. (coord.). Fisiologia Vegetal. EPU, 1979. 2v.
28. MAZUCHOWSKI, J. Z. Manual da Erva Mate. EMATER. Curitiba, 1989. 104 p.
30. MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. Ceres. São Paulo, 1980. 251 p.
31. MEAD, D.J.; DRAPER, D. & MADGWICK, H.A.I. Dry matter production of a young stand of *Pinus radiata*: Some effects of nitrogen fertiliser and thinning. New Zealand Journal of Forestry Science, 14(1): 97-108, 1984).
32. MILLER, H.G. Dynamics of nutrient cycling in plantation ecosystems. In: Nutrition of plantation forest. Academic Press. Londres, 1984, p. 53-78.
33. ODUM, E. P. Ecologia. Rio de Janeiro, Guanabara, 1986. 434 p.
34. OLIVEIRA & ROTTA, E. Área de Distribuição de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: Anais do X Seminário sobre perspectivas florestais: Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* ST.Hil). Curitiba, EMBRAPA-CNPF, 17-35, 1985.
35. POGGIANI, F.; COUTO, H.T.Z. & SUITER FILHO, W. Biomass and nutrient estimates removal in short rotation intensively cultured plantations of *Eucalyptus grandis*. Piracicaba IPEF, (23): 31-46, 1983a.
36. POGGIANI, F.; COUTO, H.T.Z.; CORRADINI, L. & FAZZUO, E.C.M. Exportação de biomassa e nutrientes através da exploração dos troncos e das copas de povoamentos de *Eucalyptus saligna*. Piracicaba. IPEF, (25), 37-39, 1983b.
37. POGGIANI, F.; ZEEN, S.; MENDES, F.S. & SPINAFRANÇA, F. Ciclagem e exportação de nutrientes em florestas para fins energéticos. Piracicaba. IPEF, (27): 17-30, 1984.
38. PRADO, J.A.; PETERS, R. & AGUIRRE, S. Biomass equations for quillay (*Quillaja saponaria* Mol.) in the semiarid region of Central Chile. Forest Ecology and Management, 16(1):41-47, 1986.
39. REIS, M.das G.F.; KIMMINS, J.P.; REZENDE, G.C. & BARROS, N.F. Acúmulo de biomassa em uma seqüência de idade de *Eucalyptus grandis*, plantado no cerrado em duas áreas com diferentes produtividade. Revista Arvore, 9(2):49-62, 1985.

40. REISSMANN, C. B.; KOEHLER, C. W.; ROCHA, H. O. da e HILDEBRAND, E. E. Avaliação das exportações de macronutrientes pela exploração da erva-mate. In: Anais do X Seminário sobre perspectivas florestais: Silvicultura da erva-mate (Ilex paraguariensis St. Hil.). Curitiba, EMBRAPA-CNPQ, 128-139, 1985.
41. REITZ, R.; KLEIN, R.M. & REIS, A. Projeto Madeira de Santa Catarina. Selwia 28-30(1):168-175. 1978.
42. RUSSO, R. O. Mediciones de biomassa em sistemas agroforestales. Turrialba, Costa Rica. CATIE, 1983. 27p.
43. SARRUGUE, J. R. & HAAG, H.P. Manual de análise de solos e plantas. Piracicaba. ESALQ, 1974. 56p.
44. SATOO, T. & MADGWICK, H.A.I. Forest Biomass. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk. The Hague, 1982. Netherlands, 152p.
45. SINGH, T. Generalizing biomass equations for the Boreal forest region of West Central Canada. Forest Ecology and Management, 17(2): 97-107, 1986.
46. SPURR, S. H. & BARNES, B. V. Ecologia Forestal. Agt. Mexico, 1986. 690 p.
47. TURNER, J. Organic matter accumulation in a series of Eucalyptus grandis plantations. Forest Ecology and Management, 17(2): 231-42, 1986.
48. VALERI, S. V. Exportação de biomassa e nutrientes de povoamentos de Pinus taeda L. desbastados em diferentes idades. Curitiba, 1988. 164 p. Tese. Doutorado. Universidade Federal do Paraná.
49. VAN DEN DRISSCHE, R. Nutrient storage, retranslocation and relationship of stress to nutrition. In: BOWEN(ed). Nutrition of plantation forest. Academic Press. Londres. 181-209, 1984.
50. WEAVER, P. L. & BAUER, G. P. Growth, survival and shoot borer damage in mahogany plantings in the Luquillo forest in Puerto Rico. Turrialba, 36(4): 509-23, 1986.
51. WHITTAKER, R. H. Communities and Ecosystems. 2ed. New York, McMillan, 1975. 385p.
52. WHITTAKER, R. H. & WOODWELL, G. M. Measurement of net primary production of forest. In: UNESCO. Productivity of forest ecosystems. Proceedings Brussels Symposium, 1971.

APÊNDICE

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPÉCIE: *Ilex paraguariensis* St. Hil.  
 ARVORE Nº 01 DATA: SE1/89  
 ANO DO PLANTIO: 1980 NÚMERO DE COLHEITAS: 01  
 ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987  
 ALTURA TOTAL: 1.80 m ALTURA DA COPA: 1.30 m  
 CIRCUNF. COLO: 24.0cm CIRCUNF. DECEPA: 16.0 cm

PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 1.1 m

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADIRA	CASC	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	2057	1120	1520	2380	550	3177	7627
AMOSTRA VERDE (g)							
A	40.05	13.15	13.55	13.70	14.10		
B	39.75	13.60	14.20	14.55	14.00		
C	39.85	13.95	13.85	13.90	13.70		
D	40.15	14.00	13.80	14.45	13.55		
E	159.80	54.70	55.40	56.60	55.35		
AMOSTRA SECA (g)							
A	17.47	5.90	7.60	6.75	7.36		
B	17.50	6.60	7.54	7.00	7.37		
C	17.93	6.02	7.38	6.67	7.42		
D	17.76	6.44	7.36	6.75	7.30		
E	64.66	24.96	29.88	27.17	29.45		
ÁREA FOLIAR AMOSTRA (cm <sup>2</sup> )							
A	970.57						
B	1180.84						
C	1158.90						
D	1025.40						
E	4335.71						
TEOR DE UMIDADE (%)	59.54	54.37	46.06	52.00	57.79		
MATERIA SECA TOTAL (g)	832.26	511.06	819.81	1142.4	371.64	1343.32	3597.99

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 1.9

OBSERVAÇÕES:

ÁREA FOLIAR VERDE: 5.578 m<sup>2</sup>

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *Ilex PARAGUARIENSIS* ST. HIL.  
 ARVORE Nº 02 DATA: SET/89  
 ANO DO PLANTIO: 1980 NÚMERO DE COLHEITAS:  
 ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987  
 ALTURA TOTAL: 2.40 M ALTURA DA COPA: 1.90 M  
 CIRCUNF. COLO: 19.0 CM CIRCUNF. DECEPA: 12.0 CM  
 13.0 CM

PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 1.1 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADREIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	1317	760	1570	2260	400	2077	6307
AMOSTRA VERDE (g)							
A	40.20	13.80	14.75	14.50	13.55		
B	40.35	13.70	13.65	14.90	13.85		
C	40.00	13.55	13.90	14.30	13.45		
D	40.55	14.00	14.65	14.10	13.70		
E	161.00	55.05	56.95	57.80	53.15		
AMOSTRA SECA (g)							
A	16.41	5.74	7.45	7.58	6.33		
B	16.37	5.91	6.51	7.53	6.47		
C	15.98	5.77	6.75	7.58	6.38		
D	16.19	5.86	6.95	7.41	6.50		
E	64.95	23.28	27.66	30.10	33.48		
ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )							
A	1077.12						
B	1104.49						
C	1024.61						
D	1085.01						
E	4291.23						
TEOR DE UMIDADE (%)	59.68	57.71	51.43	47.92	39.29		
MATERIA SECA TOTAL (g)	531.01	321.40	762.53	1176.92	242.83	852.41	3034.69

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 1.2 OBSERVAÇÕES:

ÁREA FOLIAR VERDE: 3.510 m<sup>2</sup>

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

### FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *Ilex paraguariensis* St. Hil.  
 ARVORE Nº 03 DATA: SET/89  
 ANO DO PLANTIO: 1980 NÚMERO DE COLHEITAS: 01  
 ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987  
 ALTURA TOTAL: 1.90 m ALTURA DA COPA: 1.40 m  
 CIRCUNF. COLO: 24 cm CIRCUNF. DECEPA: 18 cm

#### PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 0.4 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	837	280	280	1520	250	1117	3207
AMOSTRA VERDE (g)							
A	40.35	13.70	13.55	14.05	13.85		
B	40.50	13.80	13.60	14.50	13.75		
C	40.60	13.80	13.60	14.65	13.75		
D	40.90	13.80	13.85	14.00	14.00		
E	162.35	55.10	54.60	57.20	55.35		
AMOSTRA SECA (g)							
A	15.90	5.45	6.45	7.40	7.12		
B	16.02	5.61	6.54	7.64	7.33		
C	16.09	5.74	6.86	7.40	7.57		
D	15.83	5.66	6.56	7.30	7.48		
E	63.84	22.46	26.41	29.74	29.50		
ÁREA FOLIAR AMOSTRA (cm <sup>2</sup> )							
A	819.65						
B	776.14						
C	815.90						
D	825.49						
E	3237.18						
TEOR DE UNIDADE (%)	60.68	59.24	51.63	48.01	56.70		
MATERIA SECA TOTAL (g)	329.11	114.13	135.44	790.29	154.56	443.24	1523.53

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 0.6 OBSERVAÇÕES:

ÁREA FOLIAR VERDE: 1.669 m<sup>2</sup>

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 1.5 m<sup>2</sup>

FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *Ilex paraguariensis* St. Hil.

ÁRVORE Nº 04

DATA: SET/89

ANO DO PLANTIO: 1980

NÚMERO DE COLHEITAS: 2

ANO 1ª COLHEITA: 1987

ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987

ALTURA TOTAL: 2.00 m

ALTURA DA COPA: 2.00 m

CIRCUNF. COLO: 29 cm

CIRCUNF. DECEPA: 23 cm

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	3357	1700	4780	4860	820	5057	15517
AMOSTRA VERDE (g)							
A	40.60	13.90	13.40	14.10	13.80		
B	40.50	13.70	14.25	13.60	13.80		
C	40.55	13.95	14.25	13.90	13.90		
D	40.55	13.80	13.70	14.70	13.95		
E	162.20	53.35	55.60	55.70	55.35		
AMOSTRA SECA (g)							
A	17.26	5.77	5.78	6.79	7.31		
B	16.94	5.88	7.24	6.87	7.12		
C	16.83	5.64	6.06	6.75	7.28		
D	17.62	6.33	6.35	6.63	7.42		
E	68.65	23.62	25.43	26.64	29.13		
ÁREA FOLIAR AMOSTRA (cm <sup>2</sup> )							
A	986.20						
B	1044.05						
C	1035.77						
D	1033.90						
E	4099.92						
TOR DE UNIDADE (%)	57.68	57.33	54.26	52.17	47.47		
MATERIA SECA TOTAL (g)	1420.68	725.46	2186.25	2324.42	430.78	2146.14	7087.59

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 2.8

OBSERVAÇÕES:

ÁREA FOLIAR VERDE: 8.485 m<sup>2</sup>

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *ILEX PARAGUARIENSIS* ST. HIL.  
 ÁRVORE Nº 05 DATA: SET/89  
 ANO DO PLANTIO: 1980 NÚMERO DE COLHEITAS: 01  
 ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987  
 ALTURA TOTAL: 2.30 M ALTURA DA COPA: 1.70 M  
 CIRCUNF. COLO: 24.0 CM CIRCUNF. DECEPA: 16.0 CM

PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 0.9 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	1837	800	1960	3900	660	2637	9157
AMOSTRA VERDE (g)							
A	38.40	14.10	14.10	13.60	14.00		
B	39.85	13.80	13.80	14.60	14.30		
C	39.95	13.75	14.15	14.30	14.05		
D	39.90	14.00	14.30	14.25	13.80		
E	158.10	55.85	56.35	56.75	56.15		
AMOSTRA SECA (g)							
A	17.08	6.65	6.66	6.12	7.97		
B	17.37	6.34	6.64	6.75	8.28		
C	16.53	6.19	7.12	6.43	8.14		
D	16.92	6.68	7.14	6.61	7.82		
E	67.90	25.86	27.56	25.91	32.21		
ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )							
A	1010.70						
B	1030.94						
C	1086.51						
D	1101.32						
E	4229.47						
TEOR DE UMIDADE (%)	57.05	53.70	51.09	54.34	42.64		
MATERIA SECA TOTAL (g)	788.99	370.42	958.61	1780.60	378.60	1159.11	4477.22

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 1.6  
 ÁREA FOLIAR VERDE: 4.914 m<sup>2</sup>

OBSERVAÇÕES:

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *Ilex paraguariensis* St. Hil.  
 ARVORE Nº 06 DATA: SET/89  
 ANO DO PLANTIO: 1980 NÚMERO DE COLHEITAS: 01  
 ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987  
 ALTURA TOTAL: 1.80 m ALTURA DA COPA: 1.30 m  
 CIRCUNF. COLO: 36 cm CIRCUNF. DECEPA: 15 cm  
 18 cm

PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 1.0 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADEIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	2037	660	1360	4660	860	2697	9577
AMOSTRA VERDE (g)							
A	40.60	14.05	15.00	14.00	13.70		
B	40.10	14.60	13.90	13.70	14.00		
C	40.35	14.60	14.20	14.90	15.10		
D	40.10	14.10	14.60	14.40	14.60		
E	161.15	57.35	57.70	57.00	57.40		
AMOSTRA SECA (g)							
A	14.90	5.50	6.77	7.37	7.31		
B	15.57	5.61	6.23	7.12	7.50		
C	15.32	5.59	6.41	8.21	8.05		
D	15.41	5.69	6.41	7.89	6.91		
E	61.20	22.39	25.82	30.59	29.77		
ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )							
A	1057.41						
B	997.87						
C	927.87						
D	987.29						
E	3970.08						
TEOR DE UNIDADE (%)	62.021	60.96	55.25	46.33	48.14		
MATERIA SECA TOTAL (g)	773.65	257.67	608.58	2500.87	446.03	1031.32	4586.80

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 1.7

OBSERVAÇÕES:

ÁREA FOLIAR VERDE: 5.018 m<sup>2</sup>

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *Ilex paraguariensis* St. Hil.

ÁRVORE Nº 07

DATA: SET/89

ANO DO PLANTIO: 1980

NÚMERO DE COLHEITAS: 01

ANO 1ª COLHEITA: 1987

ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987

ALTURA TOTAL: 1.95 m

ALTURA DA COPA: 1.35 m

CIRCUNF. COLO: 46 cm

CIRCUNF. DECEPA: 10 cm

15 cm

PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 0.9 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADREIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATÉRIA VERDE TOTAL (g)	2057	590	1350	3680	930	2647	8607
AMOSTRA VERDE (g)							
A	40.55	14.40	14.00	13.90	13.85		
B	40.80	14.15	13.80	13.65	13.90		
C	40.20	14.00	14.95	14.20	13.95		
D	40.50	13.70	14.20	14.80	14.30		
E	162.05	56.25	56.95	56.55	56.00		
AMOSTRA SECA (g)							
A	16.76	5.99	6.81	5.89	8.21		
B	16.18	5.81	6.29	5.98	8.60		
C	15.89	5.90	6.74	6.56	8.61		
D	15.96	5.62	6.38	6.42	8.47		
E	64.79	23.32	26.22	24.85	33.89		
ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )							
A	778.96						
B	845.40						
C	849.46						
D	891.31						
E	3365.13						
TEOR DE UMIDADE (%)	60.02	58.54	56.06	39.48			
MATÉRIA SECA TOTAL (g)	822.39	244.60	621.55	1617.12	562.82	1066.99	3868.48

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 1.4

OBSERVAÇÕES: \_\_\_\_\_

ÁREA FOLIAR VERDE: 4.272 m<sup>2</sup>

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA  
SETOR DE CIENCIAS AGRARIAS  
POS-GRADUACAO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FORMULARIO PARA BALANCO DE BIONASSA

ESPECIE: *ILEX PARAGUARIENSIS* ST. HIL.  
ARVORE Nº 08 DATA: SET/89  
ANO DO PLANTIO: 1980 NUMERO DE COLHEITAS: 01  
ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ULTIMA COLHEITA: 1987  
ALTURA TOTAL: 1.90 m ALTURA DA COPA: 1.60 m  
CIRCUNF. COLO: 40 cm CIRCUNF. DECEPA: 12 cm  
14 cm

PROJEÇÃO DA COPA

AREA PROJEÇÃO DA COPA: 0.7 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADEIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	1757	720	800	1525	380	2477	5182
AHOISTRA VERDE (g)							
A	40.20	14.20	14.00	14.20	14.40		
B	40.05	14.20	14.80	13.70	13.95		
C	40.40	13.70	14.80	13.90	14.15		
D	40.20	13.95	13.80	13.55	13.95		
E	160.85	56.05	57.40	55.35	56.45		
AHOISTRA SECA (g)							
A	16.75	5.98	6.46	7.29	7.86		
B	16.85	5.68	6.60	7.10	7.89		
C	17.03	5.59	6.68	6.86	7.98		
D	16.35	6.23	6.25	6.82	7.64		
E	66.98	23.48	25.99	28.07	31.37		
AREA FOLIAR AHOISTRA (cm <sup>2</sup> )							
A	1089.97						
B	924.85						
C	876.64						
D	1017.46						
E	3908.92						
TEOR DE UNIDADE (%)	56.36	58.11	54.72	49.29	44.43		
MATERIA SECA TOTAL (g)	766.75	301.62	362.23	773.38	211.17	1068.37	2415.15

INDICE DE AREA FOLIAR: 1.4

AREA FOLIAR VERDE: 4.270 m<sup>2</sup>

OBSERVAÇÕES:

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *ILEX PARAGUARIENSIS* ST. HIL.  
 ÁRVORE Nº 09 DATA: SET/89  
 ANO DO PLANTIO: 1980 NÚMERO DE COLHEITAS: 02  
 ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987  
 ALTURA TOTAL: 2.45 M ALTURA DA COPA: 1.85 M  
 CIRCUNF. COLO: 48 CM CIRCUNF. DECEPA: 17 CM  
 15 CM

PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 1.4 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADEIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	4167	1640	3450	4540	1020	5807	14817
AMOSTRA VERDE (g)	A 40.60 B 40.40 C 40.20 D 40.20 E 161.40	14.75 14.15 13.40 14.10 56.40	14.00 13.70 14.50 13.60 55.80	14.60 14.45 14.10 14.20 57.35	14.00 18.85 14.15 14.80 56.80		
AMOSTRA SECA (g)	A 16.51 B 16.36 C 16.55 D 16.67 E 66.09	6.69 6.06 5.49 6.05 24.29	7.20 7.02 7.46 7.25 28.93	7.76 7.79 7.17 7.46 30.18	7.46 7.41 7.67 8.01 30.55		
ÁREA FOLIAR AMOSTRA (cm <sup>2</sup> )	A 987.88 B 997.98 C 945.67 D 937.80 E 3869.33						
TEOR DE UMIDADE (%)	59.05	56.93	48.15	47.38	46.21		
MATERIA SECA TOTAL (g)	1706.39	706.30	1788.68	2389.14	548.61	2414.69	7139.12

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 3.3  
 ÁREA FOLIAR VERDE: 9.990 m<sup>2</sup>

OBSERVAÇÕES:



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *ILEX PARAGUARIENSIS* ST. HIL.  
 ARVORE Nº 02 DATA: AGO/89  
 ANO DO PLANTIO: 1977 NÚMERO DE COLHEITAS:  
 ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987  
 ALTURA TOTAL: 3.00 M ALTURA DA COPA: 2.30 M  
 CIRCUNF. COLO: 42 CM CIRCUNF. DECEPA: 11 CM  
 10 cm

PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 1.1 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADREIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	947	560	680	2370	540	1507	5097
AMOSTRA VERDE (g)							
A	40.20	9.05	10.35	14.00	13.95		
B	37.95	9.10	11.20	13.95	13.85		
C	39.70	9.05	11.30	14.80	13.50		
D	37.20	9.25	10.20	14.10	13.45		
E	155.05	36.45	43.05	56.85	54.75		
AMOSTRA SECA (g)							
A	17.36	3.69	5.78	7.67	6.64		
B	16.22	3.75	6.23	7.33	7.31		
C	16.87	3.46	7.05	8.44	7.45		
D	15.77	3.57	5.68	7.68	7.02		
E	66.22	14.47		31.12	29.42		
ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )							
A	947.67						
B	899.19						
C	946.26						
D	897.39						
E	3690.51						
TEOR DE UNIDADE (%)	57.29	60.30	42.53	45.66	46.26		
MATERIA SECA TOTAL (g)	404.46	222.32	390.80	1287.86	290.20	626.78	2595.64

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 0.8

OBSERVAÇÕES:

ÁREA FOLIAR VERDE: 2.254 m<sup>2</sup>

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *ILEX PARAGUARIENSIS* ST. HIL.

ÁRVORE Nº 03

DATA: AGO/89

ANO DO PLANTIO: 1977

NÚMERO DE COLHEITAS: 01

ANO 1ª COLHEITA: 1987

ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987

ALTURA TOTAL: 2.40 m

ALTURA DA COPA: 2.20 m

CIRCUNF. COLO: 45.0 cm

CIRCUNF. DECEPA: 19.0 cm

PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 0.7 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADREIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	3867	1750	3740	2260	410	5617	12027
AMOSTRA VERDE (g)	A	39.70	14.10	13.85	14.05	13.80	
	B	39.80	13.95	14.20	13.50	14.10	
	C	39.40	14.20	14.00	14.00	13.90	
	D	40.00	14.00	"	14.50	13.60	
	E	158.90	56.25	42.05	56.05	55.40	
AMOSTRA SECA (g)	A	15.98	5.73	7.63	6.91	7.31	
	B	15.92	5.77	7.33	6.81	7.44	
	C	15.83	6.35	7.38	6.88	7.20	
	D	16.19	6.07	7.21	7.22	7.12	
	E	63.92	23.92	22.34	27.88	29.07	
ÁREA FOLIAR AMOSTRA (cm <sup>2</sup> )	A	994.31					
	B	1024.86					
	C	1028.37					
	D	1019.27					
	E	4066.81					
TEOR DE UMIDADE (%)	59.77	57.48	46.87	50.26	47.53		
MATERIA SECA TOTAL (g)	1555.69	744.10	1986.96	1124.12	215.13	2299.79	5626.30

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 3.3

OBSERVAÇÕES: ■ Não entra no somatório

ÁREA FOLIAR VERDE: 9.897 m<sup>2</sup>

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *ILEX PARAGUARIENSIS* ST. HIL.  
 ARVORE Nº 04 DATA: SET/89  
 ANO DO PLANTIO: 1977 NÚMERO DE COLHEITAS: 01  
 ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1977  
 ALTURA TOTAL: 2.50 m ALTURA DA COPA: 2.30 m  
 CIRCUNF. COLO: 26 cm CIRCUNF. DECEPA: 21 cm

PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 1.7 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADEIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	4197	2140	6540	1630	360	6377	14867
AMOSTRA VERDE (g)	A	39.65	12.70	14.20	13.50	13.75	
	B	39.90	12.35	14.10	13.40	13.75	
	C	39.40	12.50	13.50	13.90	13.55	
	D	40.50	12.00	13.90	13.75	13.70	
	E	159.45	49.55	55.33	54.55	54.60	
AMOSTRA SECA (g)	A	16.14	5.33	4.55	6.76	7.61	
	B	16.07	4.75	7.38	6.79	7.60	
	C	15.86	4.66	6.90	6.24	7.36	
	D	16.53	4.50	7.11	6.97	7.93	
	E	64.60	19.24	28.94	27.76	30.30	
ÁREA FOLIAR AMOSTRA (cm <sup>2</sup> )	A	851.51					
	B	892.96					
	C	904.81					
	D	922.78					
	E	3572.06					
TOR DE UMIDADE (%)	59.49	61.17	47.70	49.11	44.51		
MATERIA SECA TOTAL (g)	1700.20	830.96	3420.42	524.17	199.76	2531.16	6675.51

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 0.8 OBSERVAÇÕES: \_\_\_\_\_  
 ÁREA FOLIAR VERDE: 2.254 \_\_\_\_\_

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *Ilex paraguariensis* ST. HIL.  
 ARVORE Nº 05 DATA: SET/89  
 ANO DO PLANTIO: 1987 NÚMERO DE COLHEITAS:  
 ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987  
 ALTURA TOTAL: 3.10 m ALTURA DA COPA: 2.40 m  
 CIRCUNF. COLO: 27.0 cm CIRCUNF. DECEPA: 19.0 m

PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 1.8 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADEIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	3997	1800	4000	1880	380	5797	12057
AMOSTRA VERDE (g)							
A	40.45	13.90	14.40	14.00	14.20		
B	40.05	14.00	14.05	14.10	13.95		
C	40.55	14.40	13.55	14.45	14.10		
D	40.20	14.50	14.20	14.35	13.70		
E	161.25	56.80	56.02	56.90	42.00		
AMOSTRA SECA (g)							
A	17.74	5.82	6.61	6.36	7.36		
B	17.41	5.46	6.65	6.47			
C	17.17	5.98	5.97	6.94	6.65		
D	17.83	6.04	6.64	6.87	6.64		
E	70.15	23.30	25.65	26.64	20.65		
ÁREA FOLIAR AMOSTRA (cm <sup>2</sup> )							
A	949.93						
B	900.88						
C	898.43						
D	883.74						
E	3632.68						
TEOR DE UMIDADE (%)	56.50	58.98	54.21	53.18	50.83		
MATERIA SECA TOTAL (g)	1738.70	738.36	1831.60	880.20	186.85	2477.06	5375.71

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 3.0  
 ÁREA FOLIAR VERDE: 9.005 m<sup>2</sup>

OBSERVAÇÕES: \*Somatório sem amostra B

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *Ilex paraguariensis* St. Hil.  
 ÁRVORE Nº 06 DATA: SET/89  
 ANO DO PLANTIO: 1977 NÚMERO DE COLHEITAS: 01  
 ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987  
 ALTURA TOTAL: 2.35 m ALTURA DA COPA: 1.85 m  
 CIRCUNF. COLO: 48.0 cm CIRCUNF. DECEPA: 12.0 cm

PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 0.8 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADREIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	1047	390	680	970	200	1437	3287
AMOSTRA VERDE (g)							
A	39.10	12.50	12.05	14.15	13.95		
B	39.50	10.10	10.85	14.05	13.50		
C	39.95	11.00	12.60	14.05	13.95		
D	39.60	10.90	10.85	15.15	13.80		
E	158.15	44.50	46.35	57.90	55.20		
AMOSTRA SECA (g)							
A	15.12	5.05	5.66	7.22	7.46		
B	15.18	4.26	4.97	7.38	7.38		
C	15.88	4.76	5.75	7.29	7.56		
D	16.10	5.01	4.93	7.99	7.52		
E	62.28	18.08	21.31	29.88	29.92		
ÁREA FOLIAR AMOSTRA (cm <sup>2</sup> )							
A	813.62						
B	867.58						
C	841.82						
D	882.39						
E	3405.51						
TEOR DE UNIDADE (%)	60.62	59.37	54.02	48.39	45.80		
MATERIA SECA TOTAL (g)	412.31	158.46	312.66	500.66	108.40	570.77	1492.45

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 0.8 OBSERVAÇÕES:

ÁREA FOLIAR VERDE: 2.254 m<sup>2</sup>

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *Ilex paraguariensis* St. Hil.  
 ARVORE Nº 07 DATA: SET/89  
 ANO DO PLANTIO: 1977 NÚMERO DE COLHEITAS:  
 ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987  
 ALTURA TOTAL: 2.40 m ALTURA DA COPA: 2.10 m  
 CIRCUNF. COLO: 32.0 cm CIRCUNF. DECEPA: 15.0 cm  
 12.0 cm

PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 1.4 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	1857	790	1760	1560	390	2647	6357
AMOSTRA VERDE (g)							
A	40.02	13.06	13.90	13.60	13.65		
B	40.10	13.65	13.30	14.15	13.55		
C	40.30	13.10	13.90	13.65	13.70		
D	39.00	14.05	13.85	14.30	13.60		
E	159.6	54.40	54.95	55.70	51.50		
AMOSTRA SECA (g)							
A	16.52	5.34	7.05	7.36	7.52		
B	15.94	6.09	6.72	7.23	7.31		
C	16.56	5.96	7.14	7.17	7.33		
D	17.26	6.02	6.67	7.35	7.32		
E	66.28	23.41	27.58	29.11	29.48		
ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )							
A	1001.56						
B	924.88						
C	968.24						
D	940.28						
E	3834.96						
TOR DE UNIDADE (%)	58.47	56.97	49.81	47.74	45.91		
MATERIA SECA TOTAL (g)	771.21	339.94	883.34	815.26	210.95	1111.15	3020.17

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 1.5

OBSERVAÇÕES:

ÁREA FOLIAR VERDE: 4.5 m<sup>2</sup>

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *Ilex paraguariensis* ST. HIL.

ÁRVORE Nº 08

DATA: SET/89

ANO DO PLANTIO: 1977

NÚMERO DE COLHEITAS: 01

ANO 1ª COLHEITA: 1987

ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987

ALTURA TOTAL: 2,65 m

ALTURA DA COPA: 1,65 m

CIRCUNF. COLO: 24,0 cm

CIRCUNF. DECEPA: 10,0 cm

PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 1,0 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADREIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	3257	1260	2350	2340	580		
AMOSTRA VERDE (g)	A	40.90	14.00	14.15	14.05	13.55	
	B	40.10	13.95	14.10	14.75	14.15	
	C	40.75	14.05	13.60	14.05	13.70	
	D	40.10	14.10	14.20	14.10	13.90	
	E	161.85	56.10	56.05	56.95	55.30	
AMOSTRA SECA (g)	A	17.08	5.59	6.60	6.90	7.35	
	B	16.71	5.99	6.57	7.40	7.33	
	C	18.17	5.91	6.41	7.07	7.23	
	D	16.95	5.62	6.64	6.97	7.19	
	E	68.81	23.11	26.22	28.34	29.10	
ÁREA FOLIAR AMOSTRA (cm <sup>2</sup> )	A	1041.59					
	B	983.38					
	C	1018.24					
	D	995.12					
	E	4038.33					
TEOR DE UNIDADE (%)	57.45	58.81	53.22	50.24	47.038		
MATERIA SECA TOTAL (g)	1385.85	522.77	1099.33	1164.38	305.20		

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 2.7 OBSERVAÇÕES: \_\_\_\_\_

ÁREA FOLIAR VERDE: 8.127 m<sup>2</sup>

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

## FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *Ilex paraguariensis* ST. HIL.

ÁRVORE Nº 01

DATA: FEV/90

ANO DO PLANTIO: 1980

NÚMERO DE COLHEITAS: 01

ANO 1ª COLHEITA: 1987

ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987

ALTURA TOTAL: 2.83 m

ALTURA DA COPA: 2.03 m

CIRCUNF. BASE: 44 cm

CIRCUNF. DECEPA: 21 cm

22 cm

### PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 2.2 m<sup>2</sup>

COMPONENTE		FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADEIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)		6930	3705	6945	11440	2531	10635	31551
AMOSTRA VERDE (g)	A	40.35	30.10	30.40	30.25	30.25		
	B	40.10	30.10	30.55	30.50	30.60		
	C	40.65	30.10	30.60	30.30	30.00		
	D	40.10	30.40	30.60	30.70	30.50		
	E	161.20	120.70	122.15	121.75	121.35		
AMOSTRA SECA (g)	A	14.07	10.81	11.86	16.23	14.26		
	B	13.80	9.88	11.14	14.54	14.18		
	C	14.35	10.73	11.96	14.61	13.59		
	D	13.97	9.34	13.16	14.04	14.00		
	E	56.19	40.76	48.12	59.42	56.03		
ÁREA FOLIAR AMOSTRA (cm <sup>2</sup> )	A	1242.83						
	B	1238.71						
	C	1313.87						
	D	1252.52						
	E	5047.93						
TEOR DE UNIDADES (%)		65.14	68.23	68.81	51.20	53.03		
MATERIA SECA TOTAL (g)		2415.00	1251.18	2735.64	5582.72	1188.81	3666.18	13173.35

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 7.2

OBSERVAÇÕES: \_\_\_\_\_

ÁREA FOLIAR VERDE: 21.701 m<sup>2</sup>

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA  
SETOR DE CIENCIAS AGRARIAS  
POS-GRADUACAO EM ENGENHARIA FLORESTAL

## FORMULARIO PARA BALANCO DE BIOMASSA

ESPECIE: *Ilex paraguariensis* St. Hil.  
ARVORE Nº 02 DATA: FEV/90  
ANO DO PLANTIO: 1980 NUMERO DE COLHEITAS: 01  
ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ULTIMA COLHEITA: 1987  
ALTURA TOTAL: 92 CM ALTURA DA COPA: 50 CM  
CIRCUNF. COLO: 29 CM CIRCUNF. DECEPA: 9 CM E 20 CM

### PROJEÇÃO DA COPA

AREA PROJEÇÃO DA COPA: 1.4 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	POLHAS	TALOS	GALHOS	MADEIRA	CASCA	TOTAL POLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	3245	1450	2925	2055	511	4695	14881
AMOSTRA VERDE (g)							
A	40.10	30.20	30.00		30.15		
B	40.30	30.20	30.20	30.65	30.00		
C	40.00	30.25	30.65	30.30	30.15		
D	40.05	30.60	30.25	30.30	30.15		
E	160.45	121.25	191.25	120.55	120.55		
AMOSTRA SECA (g)							
A	14.73	11.08	14.00	17.75	17.75		
B	15.16	10.82	14.09	15.92	17.23		
C	14.82	10.90	14.17	16.00	16.60		
D	14.44	11.00	13.87	16.58	16.84		
E	59.15	43.80	56.13	148.50	68.42		
AREA FOLIAR AMOSTRA (cm <sup>2</sup> )							
A	1209.34						
B	1135.36						
C	1249.11						
D	1195.44						
E	4789.25						
TEOR DE UMIDADE (%)	63.13	63.88	53.65	46.85	43.24		
MATERIA SECA TOTAL (g)	1196.43	523.74	1355.74	1092.23	290.04	1720.17	4458.18

INDICE DE AREA FOLIAR: 3.2  
AREA FOLIAR VERDE : 9.686 m<sup>2</sup>

OBSERVAÇÕES:

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *ILEX PARAGUARIENSIS* ST. HIL.  
 ÁRVORE Nº 03 DATA: JAN/90  
 ANO DO PLANTIO: 1980 NÚMERO DE COLHEITAS: 01  
 ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987  
 ALTURA TOTAL: 2.20 m ALTURA DA COPA: 1.70 m  
 CIRCUNF. BASE: 37 cm CIRCUNF. DECEPA: 18 e 19 cm

PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 1.1 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADEIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	3400	1770	2435	4385	794	5170	12.784
AMOSTRA VERDE (g)							
A	40.00	30.05	30.45	30.30	30.15		
B	40.30	30.20	30.00	30.50	30.10		
C	40.15	30.05	30.60	30.55	30.00		
D	40.45	30.30	30.30	30.60	30.00		
E	160.90	120.60	121.35	121.95	120.25		
AMOSTRA SECA (g)							
A	16.90	14.72	14.74	16.33	17.21		
B	16.00	13.61	14.16	16.11	17.08		
C	16.49	14.08	14.93	16.01	16.48		
D	16.25	13.75	14.23	16.58	17.14		
E	65.64	56.16	58.06	65.03	67.91		
ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )							
A	1145.80						
B	1137.43						
C	1070.03						
D	1108.07						
E	4461.33						
TOR DE UNIDADE (Z)	59.20	53.43	52.15	46.67	43.53		
MATERIA SECA TOTAL (g)	1387.20	824.29	1165.15	2338.52	448.37	2211.48	6163.53

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 3.1  
 ÁREA FOLIAR VERDE 9.427 m<sup>2</sup>

OBSERVAÇÕES:

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA  
 SETOR DE CIENCIAS AGRARIAS  
 POS-GRADUACAO EM ENGENHARIA FLORESTAL

### FORMULARIO PARA BALANCO DE BIOMASSA

ESPECIE: *Ilex PARAGUARIENSIS* ST. HIL.  
 ARVORE Nº 04 DATA: FEV/90  
 ANO DO PLANTIO: 1980 NUMERO DE COLHEITAS:  
 ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ULTIMA COLHEITA: 1987  
 ALTURA TOTAL: 2.04 m ALTURA DA COPA: 1.74 m  
 CIRCUNF. BASE: 33 cm CIRCUNF. DECEPA: 25 cm

PROJEÇÃO DA COPA	
ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 2.4 m <sup>2</sup>	

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADEIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	2255	1305	1885	2560	526	3560	8531
AMOSTRA VERDE (g)							
A	40.25	30.05	30.30	30.50	30.15		
B	40.20	30.05	30.10	30.15	30.05		
C	40.25	30.40	30.10	30.20	30.30		
D	40.00	30.00	30.40	30.45	30.70		
E	160.70	120.50	120.90	121.30	121.20		
AMOSTRA SECA (g)							
A	16.46	12.69	14.56	17.26	18.31		
B	16.79	12.99	16.60	16.45	17.54		
C	15.42	11.86	15.58	17.97	18.29		
D	16.60	11.20	14.70	17.81	17.45		
E							
AREA FOLIAR AMOSTRA (cm <sup>2</sup> )							
A	1090.12						
B	1058.27						
C	1106.39						
D	1082.38						
E	4337.16						
TBOR DE UMIDADE (%)	59.38	59.55	49.18	42.71	40.93		
MATERIA SECA TOTAL (g)	915.98	527.87	957.96	1466.62	310.71	1443.85	4179.14

INDICE DE AREA FOLIAR: 2.0	OBSERVAÇÕES:
AREA FOLIAR VERDE: 6.086 m <sup>2</sup>	

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA  
SETOR DE CIENCIAS AGRARIAS  
POS-GRADUACAO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FORMULARIO PARA BALANCO DE BIOMASSA

ESPECIE: *ILEX PARAGUARIENSIS* ST. HIL.  
ARVORE Nº 05 DATA: FEV/90  
ANO DO PLANTIO: 1980 NUMERO DE COLHEITAS: 01  
ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ULTIMA COLHEITA: 1987  
ALTURA TOTAL: 2.22 M ALTURA DA COPA: 1.72 M  
CIRCUNF. COLO: 46 CM CIRCUNF. DECEPA: 27 E 15 CM

PROJEÇÃO DA COPA

AREA PROJEÇÃO DA COPA: 0.9 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADREIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	3550	1515	4410	4435	836	5065	14746
AMOSTRA VERDE (g)							
A	40.00	30.20	30.05	30.50	30.00		
B	40.20	30.10	30.50	30.20	30.30		
C	40.35	30.20	32.30	30.00	30.30		
D	40.30	30.30	30.70	30.50	30.05		
E	160.85	120.80	121.55	121.20	120.65		
AMOSTRA SECA (g)							
A	15.29	12.40	13.67	17.81	17.68		
B	15.55	11.13	14.24	19.02	17.97		
C	15.50	12.37	13.25	18.98	17.70		
D	15.23	11.59	14.33	19.32	17.89		
E	61.57	47.49	55.49	75.14	71.24		
AREA FOLIAR AMOSTRA (cm <sup>2</sup> )							
A	1030.12						
B	1037.05						
C	1024.74						
D	1141.46						
E	4233.37						
TEOR DE UNIDADE (%)	61.72	60.69	54.35	38.00	40.95		
MATERIA SECA TOTAL (g)	1358.94	595.55	2013.17	2749.70	493.66	1954.49	7211.02

INDICE DE AREA FOLIAR: 3.1 m<sup>2</sup>  
AREA FOLIAR VERDE: 9.343 m<sup>2</sup>

OBSERVAÇÕES:

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

### FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *Ilex paraguariensis* St. Hil.  
ÁRVORE Nº 06 DATA: FEV/90  
ANO DO PLANTIO: 1980 NÚMERO DE COLHEITAS:  
ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987  
ALTURA TOTAL: 2,23 m ALTURA DA COPA: 1,53 m  
CIRCUNF. BASE: 22 cm CIRCUNF. DECEPA: 18 cm

#### PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 1,5 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADEIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	2930	1305	2805	1595	366	4235	9001
AMOSTRA VERDE (g)							
A	40.00	30.40	30.10	30.70	30.35		
B	40.45	30.35	30.55	31.00	30.15		
C	40.15	30.10	30.40	30.35	30.30		
D	40.10	30.30	30.25	30.00	30.20		
E	160.70	121.25	121.30	121.05	121.00		
AMOSTRA SBCA (g)							
A	17.34	12.21	14.91	18.50	18.42		
B	17.01	11.99	15.73	19.71	18.84		
C	17.26	12.73	15.96	18.41	18.58		
D	16.90	11.88	15.58	19.39	19.24		
E	68.51	48.81	62.18	76.01	75.06		
ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )							
A	1154.68						
B	1213.75						
C	1186.58						
D	1216.87						
E	4831.88						
TOR DE UMIDADE (%)	57.37	59.74	48.74	37.21	37.97		
MATERIA SBCA TOTAL (g)	1249.06	525.39	1437.84	1001.50	227.03	1774.45	4440.82

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 4,9

OBSERVAÇÕES:

ÁREA FOLIAR VERDE: 14.666 m<sup>2</sup>

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FOMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *Ilex paraguariensis* St. Hil.  
 ÁRVORE Nº 07 DATA: FEV/90  
 ANO DO PLANTIO: 1980 NÚMERO DE COLHEITAS:  
 ANO 1ª COLHEITA: ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987  
 ALTURA TOTAL: 2.33 m ALTURA DA COPA: 1.83 m  
 CIRCUNF. BASE: 33 cm CIRCUNF. DECEPA: 25 cm

PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 1.7 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADREIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	5085	3000	6770	3380	681	8085	18916
AMOSTRA VERDE (g)							
A	40.05	30.45	30.40	30.60	30.15		
B	36.05	30.30	30.35	30.20	30.55		
C	40.30	30.50	30.55	30.55	30.20		
D	40.15	30.30	30.55	30.70	30.60		
E	156.55	121.55	91.30	122.05	120.90		
AMOSTRA SECA (g)							
A	14.12	12.17	12.98	15.38	15.53		
B	13.47	10.37	12.47	15.00	15.90		
C	13.77	10.90	1	14.91	15.84		
D	13.77	10.94	13.41	15.06	16.00		
E	55.13	44.38	38.86	60.35	63.27		
ÁREA FOLIAR AMOSTRA (cm <sup>2</sup> )							
A	1114.53						
B	1003.33						
C	1189.49						
D	1207.95						
E	4515.30						
TEOR DE UNIDADE (%)	64.78	63.49	57.44	50.55	47.67		
MATERIA SECA TOTAL (g)	1790.94	1095.30	2881.31	1671.41	356.37	2886.24	7795.33

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 2.9	OBSERVAÇÕES:
ÁREA FOLIAR VERDE: 8.810 m <sup>2</sup>	

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *Ilex paraguariensis* St. Hil.  
 ÁRVORE Nº 09 DATA: FEV/90  
 ANO DO PLANTIO: 1990 NÚMERO DE COLHEITAS: 1  
 ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987  
 ALTURA TOTAL: 2.03 m ALTURA DA COPA: 1.33 m  
 CIRCUNF. COLO: 28 cm CIRCUNF. DECEPA: 22 cm

PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 1.1 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADEIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	2710	1500	2515	2055	466	4210	9246
AMOSTRA VERDE (g)							
A	40.50	30.70	30.00	30.40	30.45		
B	40.05	30.00	30.70	30.00	30.20		
C	40.05	30.00	30.25	30.25	30.25		
D	40.65	30.20	30.70	30.90	30.00		
E	161.15	120.90	121.65	121.55	120.90		
AMOSTRA SECA (g)							
A	16.76	12.13	14.64	16.58	18.98		
B	17.08	11.50	11.50	14.50	16.29		
C	16.21	12.48	14.22	15.98	18.67		
D	17.13	12.13	15.00	16.76	18.23		
E	67.08	48.24	58.36	65.61	73.50		
ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )							
A	1229.31						
B	1271.06						
C	1192.11						
D	1182.77						
E	4875.25						
TEOR DE UMIDADE (%)	58.37	60.10	52.03	46.02	39.21		
MATERIA SECA TOTAL (g)	1128.17	598.50	1206.45	1109.29	288.28	1726.67	4330.69

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 2.7

OBSERVAÇÕES:

ÁREA FOLIAR VERDE 8.199 m<sup>2</sup>

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIODIASSA

ESPECIE: *Ilex paraguariensis* ST. HIL.  
 ARVORE Nº 01 DATA: FEV/90  
 ANO DO PLANTIO: 1977 NÚMERO DE COLHEITAS: 01  
 ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987  
 ALTURA TOTAL: 2.04 m ALTURA DA COPA: 1.29 m  
 CIRCUNF. BASE: 24 cm CIRCUNF. DECEPA: 20 cm

PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 1.2 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADIRA	CASCA	RAÍZES FINAS	RAÍZES GROSSAS
MATERIA VERDE TOTAL (g)	2005	905	2405	965	271	2910	6551
AMOSTRA VERDE (g)							
A	40.70	30.30	30.60	22.10	30.10		
B	40.40	30.40	30.80	30.80	30.70		
C	40.00	30.40	31.20	25.80	30.50		
D	40.20	30.75	30.60	30.50	30.50		
E	161.35	121.85	123.20	109.40	121.80		
AMOSTRA SECA (g)							
A	14.70	12.78	14.82	11.13	16.76		
B	14.23	12.87	14.26	17.12	16.98		
C	14.67	12.41	15.50	12.74	16.01		
D	14.42	12.72	15.21	16.10	16.04		
E	58.02	50.78	61.58	58.93	67.7		
ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )							
A	1061.18						
B	1063.57						
C	1045.29						
D	1025.53						
E	4195.56						
TEOR DE UNIDADE (%)	64.04	58.33	49.98	46.13	44.42		
MATERIA SECA TOTAL (g)	721.00	307.11	1202.98	519.85	150.62	1028.11	2901.56

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 1.7

OBSERVAÇÕES:

ÁREA FOLIAR VERDE: 5.214 m<sup>2</sup>

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

### FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *ILEX PARAGUARIENSIS* ST. HIL.  
 ARVORE Nº 02 DATA: FEV/90  
 ANO DO PLANTIO: 1977 NÚMERO DE COLHEITAS: 01  
 ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987  
 ALTURA TOTAL: 2.09 m ALTURA DA COPA: 1.59 m  
 CIRCUNF. BASE: 37 cm CIRCUNF. DECEPA: 19 e 13 cm

PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 2.4 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADIRA	CASCA	RAIZES FINAS	RAIZES GROSSAS
MATERIA VERDE TOTAL (g)	5595	2205	4300	3250	571	7620	15741
AMOSTRA VERDE (g)	A	40.10	30.30	30.80	30.10	30.20	
	B	40.65	30.70	30.60	22.80	30.65	
	C	40.65	30.60	30.10	25.10	30.65	
	D	40.45	30.35	30.25	29.20	30.20	
	E	161.85	121.95	121.75	107.20	121.80	
AMOSTRA SECA (g)	A	13.89	11.34	13.82	13.16	17.49	
	B	14.32	12.00	13.55	10.16	15.21	
	C	13.80	11.70	12.86	11.69	16.51	
	D	14.58	10.99	13.03	12.71	14.99	
	E	56.59	46.00	53.26	47.72	64.20	
ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )	A	957.27					
	B	979.88					
	C	971.65					
	D	978.55					
	E	3887.34					
TORÇÃO DE UNIDADE (%)	65.04	62.28	56.25	55.49	47.33		
MATERIA SECA TOTAL (g)	1956.01	831.73	1881.25	1446.58	300.75	2787.74	6416.35

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 4.5 OBSERVAÇÕES:

ÁREA FOLIAR VERDE: 13.438 m<sup>2</sup>

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

### FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *Ilex paraguariensis* St. Hil.

ÁRVORE Nº 03

DATA: JAN/90

ANO DO PLANTIO: 1977

NÚMERO DE COLHEITAS: 01

ANO 1ª COLHEITA: 1987

ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987

ALTURA TOTAL: 2.57 m

ALTURA DA COPA: 1.97 m

CIRCUNF. BASE: 40 cm

CIRCUNF. DECEPA: 27 cm

### PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 2.0 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADREIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	5400	2705	5400	2650	731	8105	16886
AMOSTRA VERDE (g)							
A	40.30	30.45	30.50	28.30	30.45		
B	40.75	30.20	30.60	29.85	30.50		
C	40.25	29.70	30.30	27.60	30.30		
D	40.30	29.60	30.60	30.70	30.30		
E	161.60	119.95	122.00	116.45	120.95		
AMOSTRA SECA (g)							
A	16.44	13.68	14.59	12.92	17.61		
B	16.46	13.56	15.33	14.36	16.96		
C	16.60	12.85	14.32	13.74	16.65		
D	16.37	13.83	15.11	15.13	16.88		
E	65.37	53.92	59.35	56.15	68.10		
ÁREA POLIAR (cm <sup>2</sup> )							
A	1061.71						
B	1150.53						
C	1095.75						
D	1140.16						
E	4448.15						
TOR DE UMIDADE (%)	59.55	55.05	51.35	51.78	43.70		
MATERIA SECA TOTAL (g)	2184.30	1215.90	2627.10	1277.83	411.55	3400.02	7716.68

ÍNDICE DE ÁREA POLIAR: 5.0 \_\_\_\_\_ OBSERVAÇÕES: frutos 20 g. \_\_\_\_\_

ÁREA POLIAR VERDE: 14.864 m<sup>2</sup> \_\_\_\_\_

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *Ilex paraguariensis* ST. HIL.  
 ARVORE Nº 04 DATA: JAN/90  
 ANO DO PLANTIO: 1977 NÚMERO DE COLHEITAS: 01  
 ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987  
 ALTURA TOTAL: 2.53 m ALTURA DA COPA: 1.93 m  
 CIRCUNF. BASE: 47 cm CIRCUNF. DECEPA: 16 cm  
 17 cm

PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 1.7 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADEIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	6755	1885	3525	3855	686	8640	16706
AMOSTRA VERDE (g)							
A	40.10	30.40	30.10	30.25	30.30		
B	40.00	30.50	30.75	30.50	30.40		
C	40.25	30.10	30.10	30.50	30.15		
D	40.10	30.30	24.50	30.90	30.40		
E	160.45	121.30	115.45	122.25	121.25		
AMOSTRA SECA (g)							
A	15.39	14.88	15.92	16.01	16.31		
B	15.36	14.57	16.03	18.56	17.56		
C	16.13	15.03	15.59	16.57	16.71		
D	15.90	14.83	12.53	15.92	13.13		
E	62.78	59.31	60.07	67.06	67.71		
ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )							
A	1152.26						
B	1145.73						
C	1164.61						
D	1203.71						
E							
TEOR DE UNIDADE (%)	60.87	51.10	47.97	45.10	44.16		
MATERIA SECA TOTAL (g)	2643.23	621.77	1834.06	2116.40	383.06	3565.00	7898.52

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 6.5 \_\_\_\_\_ OBSERVAÇÕES: frutos 165 g \_\_\_\_\_  
 ÁREA FOLIAR VERDE: 19.645 m<sup>2</sup> \_\_\_\_\_

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *Ilex paraguariensis* St. Hil.  
 ÁRVORE Nº 05 DATA: JAN/90  
 ANO DO PLANTIO: 1977 NÚMERO DE COLHEITAS: 01  
 ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987  
 ALTURA TOTAL: 2.80 m ALTURA DA COPA: 2.20 m  
 CIRCUNF. BASE: 43 cm CIRCUNF. DECEPA: 29 cm

PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 1.5 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADREIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	4640	2120	6190	5905	496	6760	19351
AMOSTRA VERDE (g)							
A	40.00	30.45	32.70	30.25	30.10		
B	40.00	30.20	31.40	30.50	30.05		
C	40.05	30.10	31.40	30.05	30.15		
D	40.20	30.15	31.60	30.70	30.10		
E	160.25	120.90	127.10	121.50	120.30		
AMOSTRA SECA (g)							
A	15.17	10.78	13.75	15.93	15.78		
B	14.50	11.22	12.91	16.30	15.03		
C	15.06	10.43	12.92	15.48	15.03		
D	15.14	10.60	13.08	16.70	15.83		
E	59.87	43.03	52.66	64.41	61.67		
ÁREA FOLIAR AMOSTRA (cm <sup>2</sup> )							
A	1016.00						
B	1056.31						
C	1010.43						
D	968.91						
E	4051.65						
TORÇÃO DE UNIDADE (%)	62.64	64.41	58.57	46.99	48.74		
MATERIA SECA TOTAL (g)	1733.50	754.51	2564.52	3130.24	254.25	2488.01	6137.07

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 3.9 \_\_\_\_\_ OBSERVAÇÕES: frutos 65 g \_\_\_\_\_  
 ÁREA FOLIAR: 11.731 m<sup>2</sup> \_\_\_\_\_

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *ILEX PARAGUARIENSIS* ST. HIL.  
 ARVORE Nº 06 DATA: FEV/90  
 ANO DO PLANTIO: 1977 NÚMERO DE COLHEITAS: 01  
 ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987  
 ALTURA TOTAL: 3.03 m ALTURA DA COPA: 2.13 m  
 CIRCUNF. BASE: 40 cm CIRCUNF. DECEPA: 17 cm  
 21 cm

PROJEÇÃO DA COPA

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 2.4 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	7930	3150	5300	6065	1261	11080	23706
AMOSTRA VERDE (g)							
A	40.20	30.35	31.10	30.20	30.30		
B	40.00	30.20	30.30	30.85	31.15		
C	40.15	30.15	31.10	30.35	30.65		
D	40.05	30.15	31.10	30.30	31.05		
E	160.40	120.85	123.50	121.70	123.15		
AMOSTRA SECA (g)							
A	15.54	10.98	13.09	15.45	13.96		
B	15.42	10.77	12.83	15.58	14.68		
C	15.06	11.00	13.52	15.79	14.27		
D	15.44	11.25	12.58	14.91	14.48		
E	61.46	44.00	52.02	61.74	57.39		
ÁREA FOLIAR (cm <sup>2</sup> )							
A	1059.25						
B	1048.34						
C	1044.60						
D	1040.32						
E	4192.51						
TEOR DE UMIDADE (%)	61.68	63.59	57.88	49.27	53.40		
MATERIA SECA TOTAL (g)	3038.78	1146.92	2232.36	3076.77	587.53	4185.70	10082.46

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 6.9 \_\_\_\_\_ OBSERVAÇÕES: frutos 5.25 g \_\_\_\_\_  
 ÁREA FOLIAR: 20.727 m<sup>2</sup> \_\_\_\_\_

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA  
SETOR DE CIENCIAS AGRARIAS  
POS-GRADUACAO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FORMULARIO PARA BALANCO DE BIOMASSA

ESPECIE: *ILEX PARAGUARIENSIS* ST. HIL.  
ARVORE Nº 07 DATA: FEV/90  
ANO DO PLANTIO: 1977 NUMERO DE COLHEITAS: 01  
ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ULTIMA COLHEITA: 1987  
ALTURA TOTAL: 2.85 m ALTURA DA COPA: 2.46 m  
CIRCUNF. BASE: 40 cm CIRCUNF. DECEPA: 22 cm  
18 cm

PROJEÇÃO DA COPA

AREA PROJEÇÃO DA COPA: 0.8 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADEIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	3125	775	2025	2965	521	3900	9411
AHOSTRA VERDE (g)							
A	40.30	30.05	31.60	31.40	30.05		
B	40.10	30.55	33.00	31.40	30.05		
C	40.60	30.85	32.40		30.10		
D	40.10	30.00	31.50	30.05	30.00		
E	161.10	121.45	128.50	93.30	120.15		
AHOSTRA SECA (g)							
A	16.04	10.66	13.52	13.90	11.95		
B	15.40	9.80	13.92	12.81	13.14		
C	15.53	11.47	13.48	14.27	12.75		
D	15.54	9.89	13.09	12.64	13.41		
E	62.51	41.82	54.01	39.35	51.25		
AREA FOLIAR AHOSTRA (cm <sup>2</sup> )							
A	1028.15						
B	1095.30						
C	1057.71						
D	1015.75						
E	4196.91						
TEOR DE UMIDADE (%)	61.20	65.57	57.97	57.82	57.34		
MATERIA SECA TOTAL (g)	1212.50	266.83	851.11	1250.64	222.26	1479.33	3803.34

INDICE DE AREA FOLIAR: 2.7 \_\_\_\_\_ OBSERVAÇÕES: copa irregular \_\_\_\_\_  
AREA FOLIAR VERDE: 6.141 m<sup>2</sup> \_\_\_\_\_

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
 SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
 POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

PROJEÇÃO DA COPA

FORMULÁRIO PARA BALANÇO DE BIOMASSA

ESPECIE: *ILEX PARAGUARIENSIS* ST. HIL.  
 ARVORE Nº 08 DATA: FEV/90  
 ANO DO PLANTIO: 1977 NÚMERO DE COLHEITAS: 01  
 ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ÚLTIMA COLHEITA: 1987  
 ALTURA TOTAL: 2,24 m ALTURA DA COPA: 1,74 m  
 CIRCUNF. BASE: 34 cm CIRCUNF. DECEPA: 19 cm; 17 cm

ÁREA PROJEÇÃO DA COPA: 2,6 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	5475	2580	3120		956	8055	12126
AMOSTRA VERDE (g)							
A	40.30	30.40	30.55	30.60	30.55		
B	40.00	30.00	30.10	30.85	30.05		
C	40.20	30.50	30.45	30.30	30.15		
D	40.35	30.10	30.35	30.55	30.00		
E	160.85	121.00	121.45	122.30	120.75		
AMOSTRA SECA (g)							
A	16.16	11.64	15.24	12.77	13.89		
B	16.01	11.36	14.74	13.74	14.36		
C	15.37	11.62	14.88	12.93	13.89		
D	16.26	11.58	15.33	12.77	14.24		
E	63.80	46.20	60.19	52.21	56.38		
ÁREA FOLIAR AMOSTRA (cm <sup>2</sup> )							
A	1086.07						
B	1018.74						
C	1066.65						
D	1029.49						
E	4200.95						
TEOR DE UMIDADE (%)	60.34	61.82	50.44	57.31	53.31		
MATERIA SECA TOTAL (g)	2171.39	985.04	1546.27		446.36	3153.43	5149.06

ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR: 4,8 OBSERVAÇÕES: \_\_\_\_\_  
 ÁREA FOLIAR VERDE: 14.299 m<sup>2</sup> \_\_\_\_\_

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANA  
SETOR DE CIENCIAS AGRARIAS  
POS-GRADUACAO EM ENGENHARIA FLORESTAL

FORMULARIO PARA BALANCO DE BIOMASSA

ESPECIE: *ILEX PARAGUARIENSIS* St. Hil.  
ARVORE Nº 09 DATA: FEV/90  
ANO DO PLANTIO: 1977 NUMERO DE COLHEITAS: 01  
ANO 1ª COLHEITA: 1987 ANO ULTIMA COLHEITA: 1987  
ALTURA TOTAL: 2.88 m ALTURA DA COPA: 2.38 m  
CIRCUNF. BASE: 43 CIRCUNF. DECEPA: 19 cm; 17 cm

PROJEÇÃO DA COPA

AREA PROJEÇÃO DA COPA: 2.2 m<sup>2</sup>

COMPONENTE	FOLHAS	TALOS	GALHOS	MADEIRA	CASCA	TOTAL FOLHAS + TALOS	TOTAL ACIMA DO SOLO
MATERIA VERDE TOTAL (g)	6485	2570	3700	3700	8465	9055	17301.50
AMOSTRA VERDE (g)							
A	40.00	30.20	33.40	30.95	30.65		
B	40.30	30.20	30.85	31.05	30.15		
C	40.30	30.20	32.60	30.00	30.35		
D	40.60	30.25	31.60	30.15	30.35		
E	161.20	120.85	128.25	122.15	121.70		
AMOSTRA SECA (g)							
A	17.92	12.55	16.44	14.26	14.75		
B	17.71	11.91	14.96	14.25	14.35		
C	18.06	12.40	16.37	13.62	15.09		
D	17.87	12.63	15.05	13.72	14.63		
E	71.56	49.49	62.82	55.85	58.85		
AREA FOLIAR AMOSTRA (cm <sup>2</sup> )							
A	968.80						
B	985.68						
C	1002.13						
D	983.21						
E	3939.51						
TOR DE UNIDADE (%)	55.61	59.05	51.02	54.28	51.67		
MATERIA SECA TOTAL (g)	2878.69	1052.42	1812.26	1691.64	408.87	3931.11	7843.28

INDICE DE AREA FOLIAR: 5.3 OBSERVAÇÕES: \_\_\_\_\_  
AREA FOLIAR VERDE: 15.848 m<sup>2</sup> \_\_\_\_\_