

MARIA IZABEL RADOMSKI

**CARACTERIZAÇÃO ECOLÓGICA E FITOQUÍMICA DE
Maytenus ilicifolia Mart., EM POPULAÇÕES NATIVAS,
NO MUNICÍPIO DA LAPA - PARANÁ**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração "Ciência do Solo", Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre.

Orientadora: Prof.^ª Dr.^ª Celina Wisniewski

CURITIBA

1998



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E DO DESPORTO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA-CIÊNCIA DO SOLO
C.P. 2959, FONE 041-2545464 R157, FAX 041-2523689 CURITIBA PR 80.035-050
E-mail: pgcisolo@agrarias.ufpr.br

PARECER

Os Membros da Comissão Examinadora, designados pelo Colegiado do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado, apresentada pela candidata **MARIA IZABEL RADOMSKI**, com o título: **"Caracterização ecológica e fitoquímica de *Maytenus ilicifolia* Mart., em populações nativas no município da Lapa-Paraná"** para obtenção do grau de Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo" do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná, após haver analisado o referido trabalho e arguido a candidata, são de Parecer pela **"APROVAÇÃO"** da Dissertação - conceito **"A"** completando assim, os requisitos necessários para receber o diploma de **Mestre em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo"**.

Secretaria do Curso de Pós-Graduação em Agronomia-Área de Concentração "Ciência do Solo", em Curitiba 19 de fevereiro de 1998.

Prof^a. Dr^a. Celina Wisniewski, Presidente.

Prof^a. Dr^a. Ingrid Bergman Inchausti de Barros, I^a Examinadora.

Eng^a Agr^a M.Sc. Marianne Cristina Scheffer, II^a Examinadora.



*Meu sertão tem remédio milagroso
Quina-quina, fedegoso, busalgueiro e jatobá
Minha vizinha veio um dia me dizer
Tô doente pra morrer, faz um chá pra eu tomá
Eu disse a ela, tenha a santa paciência
Que remédio tem ciência, pode trazer confusão
O Tipizeiro começou a amarelar
Mas só presta fazer chá, quando a folha cai no chão*

“REMÉDIOS”

(PINDUCA)

*À memória da Vó “Buia” Izabel,
que me iniciou na arte das plantas medicinais,*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela bolsa de estudos concedida, e ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade de realizar este trabalho.

Ao Sr. Antonio João Francheski Jr. “Seu Dico”, por ceder sua área para a coleta dos dados, e ao Sr. Otávio pelas inúmeras informações prestadas e colaboração no campo.

À Dra. Celina Wisniewski, do Departamento de Solos da UFPR, pela amizade e “paciência”, durante a orientação desta dissertação.

Ao Dr. Cid Aimbiré dos Santos, do Departamento de Farmácia da UFPR, pela co-orientação e auxílio nos procedimentos analíticos.

Ao Dr. Carlos Bruno Reissmann pela confiança depositada e estímulo para a realização deste trabalho e dos que o antecederam.

Aos amigos MSc. Marcos F. G. Rachwal e MSc. Gustavo R. Curcio, da EMBRAPA-Florestas, pelo auxílio na classificação dos solos e pelos gratos momentos de descontração.

À amiga MSc. Marianne C. Scheffer, pelas “dicas” e constante apoio.

Aos Professores Hélio O. da Rocha e Antonio C. Vargas Motta, pelo constante interesse e contribuições neste trabalho.

Ao Dr. Gert Günther Hatschbach, do Museu Botânico Municipal de Curitiba, pela identificação botânica do material coletado.

Aos Técnicos dos Laboratórios de Nutrição de Plantas e de Solos, Aldair, Roberto, Reginaldo, Sérgio, Elda e Valdina, pelo auxílio na realização das análises.

Aos funcionários da Biblioteca do Setor de Ciências Agrárias, Agrinaldo, Doroti, Evelyn, Liliana, Márcia e Vera, pelos constantes auxílios prestados.

Aos companheiros Volnei e Ruth, pela amizade.

À Sonia, irmãzinha e companheira de todos os momentos, pela “força” no desenho.

À minha mãe, pela compreensão, dedicação e carinho compartilhados.

A todos aqueles que passaram por minha vida deixando suas marcas e ensinamentos.

SUMÁRIO

| | |
|---|-----|
| LISTA DE FIGURAS | vii |
| LISTA DE TABELAS | vii |
| RESUMO | ix |
| ABSTRACT | x |
| 1 <u>INTRODUÇÃO</u> | 1 |
| 2 <u>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</u> | 2 |
| 2.1 IMPORTÂNCIA DAS PLANTAS MEDICINAIS | 2 |
| 2.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS PLANTAS | 4 |
| 2.2.1 METABÓLITOS PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS | 4 |
| 2.2.2 OS ELEMENTOS QUÍMICOS | 7 |
| 2.2.3 OS COMPOSTOS FENÓLICOS | 11 |
| 2.2.3.1 Os taninos | 12 |
| 2.3 INFLUÊNCIA DO AMBIENTE SOBRE CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E QUÍMICAS DAS PLANTAS | 16 |
| 2.3.1 DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES E OS COMPOSTOS FENÓLICOS | 17 |
| 2.3.2 OS EFEITOS DA LUZ SOBRE A MORFOLOGIA E A COMPOSIÇÃO QUÍMICA | 19 |
| 2.4 SOBRE A <i>Maytenus ilicifolia</i> | 21 |
| 2.4.1 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA, ASPECTOS BOTÂNICOS E ECOLÓGICOS | 21 |
| 2.4.2 COMPONENTES QUÍMICOS E PROPRIEDADES TERAPÊUTICAS | 23 |
| 2.4.3 ASPECTOS AGRONÔMICOS | 25 |
| 3 <u>CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO</u> | 27 |
| 3.1 LOCALIZAÇÃO | 27 |
| 3.2 CLIMA | 27 |
| 3.3 GEOLOGIA | 28 |
| 3.4 GEOMORFOLOGIA | 28 |
| 3.5 HIDROGRAFIA | 29 |
| 3.6 SOLOS | 29 |
| 3.7 VEGETAÇÃO | 30 |

| | |
|--|----|
| <u>4 MATERIAIS E MÉTODOS</u> | 31 |
| 4.1 ÁREA DE AMOSTRAGEM | 31 |
| 4.1.1 HISTÓRICO | 31 |
| 4.1.2 SELEÇÃO DAS PARCELAS | 31 |
| 4.2 COLETA DOS DADOS | 35 |
| 4.2.1 SOLOS | 35 |
| 4.2.2 LUMINOSIDADE | 36 |
| 4.2.3 MATERIAL PARA IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA | 36 |
| 4.2.4 MATERIAL VEGETAL | 36 |
| 4.3 DETERMINAÇÕES | 37 |
| 4.3.1 ANÁLISES QUÍMICAS E GRANULOMÉTRICAS DOS SOLOS | 37 |
| 4.3.2 ÁREA FOLIAR E PESO ESPECÍFICO DAS FOLHAS | 38 |
| 4.3.3 ANÁLISES FITOQUÍMICAS | 38 |
| 4.3.3.1 Elementos químicos totais | 38 |
| 4.3.3.2 Elementos químicos hidrossolúveis | 38 |
| 4.3.3.3 Polifenóis totais, polifenóis não tanantes e taninos | 39 |
| 4.3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA | 39 |
| <u>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</u> | 40 |
| 5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS AMBIENTES POR TIPO DE SOLO E LUMINOSIDADE | 40 |
| 5.2 INFLUÊNCIA DOS AMBIENTES NO DESENVOLVIMENTO DE <i>Maytenus ilicifolia</i> | 50 |
| 5.2.1 ÁREA FOLIAR E PESO ESPECÍFICO | 51 |
| 5.2.2 TEORES DOS ELEMENTOS QUÍMICOS TOTAIS | 52 |
| 5.2.3 TEORES DOS ELEMENTOS QUÍMICOS HIDROSSOLÚVEIS | 58 |
| 5.2.4 TEORES DE POLIFENÓIS TOTAIS, POLIFENÓIS NÃO TANANTES E TANINOS | 62 |
| <u>6 CONCLUSÕES</u> | 68 |
| <u>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS</u> | 70 |
| ANEXOS | 71 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 85 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| FIGURA 1 - ROTA BIOSINTÉTICA SIMPLIFICADA DOS COMPOSTOS SECUNDÁRIOS | 6 |
| FIGURA 2A - AMBIENTE 1 | 33 |
| FIGURA 2B - AMBIENTE 2 | 34 |
| FIGURA 2C - AMBIENTE 3 | 34 |
| FIGURA 2D - AMBIENTE 4 | 35 |
| FIGURA 3 - TOPOSSEQUÊNCIA DA ÁREA DE ESTUDO | 40 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| TABELA 1 - VALORES MÉDIOS DAS INTENSIDADES LUMINOSAS ABSOLUTA E RELATIVA POR MICROAMBIENTE | 41 |
| TABELA 2 - TEORES MÉDIOS GRANULOMÉTRICOS DOS SOLOS EM DIFERENTES PROFUNDIDADES | 41 |
| TABELA 3 - TEORES MÉDIOS DE N, P, K ⁺ , Ca ⁺² , Mg ⁺² , Al ⁺³ , H+Al ⁺³ e C DOS SOLOS EM DIFERENTES PROFUNDIDADES | 42 |
| TABELA 4 - VALORES MÉDIOS DE M.O, pH, SOMA DE BASES, CTC, m% e V% DOS SOLOS NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES AVALIADAS | 42 |
| TABELA 5 - TEORES MÉDIOS DISPONÍVEIS DE Fe, Mn, Cu e Zn DOS SOLOS EM DIFERENTES PROFUNDIDADES | 42 |
| TABELA 6 - MÉDIA DO PESO, ÁREA E PESO ESPECÍFICO DE 100 FOLHAS DE <i>Maytemus ilicifolia</i> POR AMBIENTE, MÉDIA GERAL E C.V.% | 51 |
| TABELA 7 - TEORES MÉDIOS DE N, P, K, Ca e Mg EM FOLHAS E RAMOS DE <i>Maytemus ilicifolia</i> POR AMBIENTE, MÉDIA GERAL E C.V.% | 53 |
| TABELA 8 - TEORES MÉDIOS DE Fe, Mn, Cu, Zn, B, Al e Si, EM FOLHAS E RAMOS DE <i>Maytemus ilicifolia</i> POR AMBIENTE, MÉDIA GERAL E C.V.% | 56 |

| | |
|--|----|
| TABELA 9 - TEORES MÉDIOS HIDROSSOLÚVEIS DE K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, Al e Si, EM FOLHAS E RAMOS DE <i>Maytenus ilicifolia</i> POR AMBIENTE, MÉDIA GERAL E C.V.% | 58 |
| TABELA 10 - TEORES MÉDIOS DE POLIFENÓIS TOTAIS, POLIFENÓIS NÃO TANANTES E TANINOS, EM FOLHAS E RAMOS DE <i>Maytenus ilicifolia</i> POR AMBIENTE, MÉDIA GERAL E C.V.% | 62 |

RESUMO

Para determinar a influência do ambiente sobre as características fitoquímicas de *Maytenus ilicifolia* Mart., foram coletadas amostras em comunidades arbóreas nativas crescendo sobre quatro ambientes, com diferentes solos e condições de luminosidade, em maio de 1994, no Estado do Paraná, Brasil. Três comunidades localizaram-se sob diferentes níveis de sombreamento (5, 9 e 12% de luminosidade relativa) e uma comunidade a pleno sol (100% de luminosidade). Foram classificados os seguintes solos: Solo Litólico A chernozêmico textura média, Cambissolo podzólico profundo Álico A moderado textura argilosa, Cambissolo gleico pouco profundo Distrófico A proeminente textura argilosa e Cambissolo gleico pouco profundo/Solo Aluvial Álico Epieutrófico A moderado textura muito argilosa. Foi determinado o peso específico foliar, o teor total de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Al, B e Si e a fração solúvel em água de K, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn, Al e Si, em folhas e ramos. Também foi determinado o teor de polifenóis totais e taninos em folhas e ramos. A fração solúvel em água, em relação ao conteúdo total, apresentou a seguinte ordem decrescente de elementos solúveis: $K > Mg > Zn > Si > Mn > Ca > Cu > Al$. O peso específico foliar e o teor de polifenóis totais e taninos foi maior nas amostras das plantas crescendo a pleno sol. Este resultado indica um possível mecanismo de defesa das plantas à maior insolação. Nas plantas sob sombreamento foram observados maiores teores médios de N, K, B e Si. Para P, Mn e Cu foram observadas diferenças entre todas as amostras, indicando uma possível interação entre solo e luminosidade na absorção destes elementos. Não houve diferenças no teor médio de Ca, Mg, Fe, Al e Zn. Estes resultados sugerem que a luminosidade foi o principal fator influenciando as características fitoquímicas de *Maytenus ilicifolia*.

ABSTRACT

To determine the influence of the environment in the phytochemical content of *Maytenus ilicifolia* Mart., samples were collected from native tree communities growing under four environments with different soils and light conditions, in May 1994, at Paraná State, Brazil. Three communities were localized under different levels shade (5, 9 and 12% of full sunlight) and other one was in full sunlight (100%). The classified soils were: Lithosols (Hapludoll), Dystric Cambisols (Dystrochrept), Gleyic Cambisols, and Gleyic Cambisols/Eutric Fluvisols. There was determined the specific leaf weight, the total content of N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Al, B e Si and the water soluble fraction of K, Ca, Mg, Mn, Cu, Zn, Al e Si in leaves and branches. The content of total polyphenols and tannins in leaves and branches was measured, too. The water soluble fraction in relation to the total content presented the following decreasing order of the soluble elements: $K > Mg > Zn > Si > Mn > Ca > Cu > Al$. The specific leaf weight and the content of total polyphenols and tannins were higher in the sample from trees growing in full sunlight. This result indicates a possible defense mechanism of the trees to the greater insolation. Under shade was observed a higher mean content of N, K, B and Si. To P, Mn and Cu were observed differences among all samples indicating a possible interaction between soil and light in the absorption of these elements. There was no difference in the mean content of Ca, Mg, Fe, Al and Zn. These results propose that the light was the main factor influencing the phytochemical characteristics of *Maytenus ilicifolia*.

1 INTRODUÇÃO

A espécie *Maytenus ilicifolia*, vulgarmente conhecida como espinheira-santa, é nativa da região Sul do Brasil e tradicionalmente utilizada pela medicina popular.

Em 1988, através do programa de fitoterapia coordenado pela Central de Medicamentos (CEME), teve sua ação comprovada no tratamento de úlceras gástricas. Desde então, diversos trabalhos têm sido desenvolvidos, principalmente na área farmacológica e farmacológica, com o objetivo de identificar as substâncias que compõem o complexo fitoterápico da espinheira-santa.

Ao mesmo tempo que o uso tornou-se aprovado e recomendado, a demanda pela matéria-prima também aumentou, colocando em risco o patrimônio genético, visto que a principal forma de obtenção das folhas para a produção dos fitoterápicos ainda é o extrativismo nas áreas de ocorrência natural. Este processo, se efetuado sem qualquer critério ou acompanhamento técnico, pode representar um risco para o futuro consumidor do produto fitoterápico, já que muitas vezes pode ocorrer a troca de espécies ou a mistura com outros materiais indesejáveis.

Para que se possa investir em cultivos, ou mesmo no manejo das áreas de ocorrência natural da espinheira-santa, são necessárias informações a respeito de sua auto-ecologia e sobre a influência do ambiente no seu crescimento e composição química. Neste sentido, é importante considerar que, em se tratando de plantas medicinais, nem sempre produtividade é sinônimo de qualidade e eficiência terapêutica.

Sendo assim, neste trabalho foram selecionados, de forma topossequencial, quatro ambientes de ocorrência natural da espinheira-santa, onde, a princípio, estão estabelecidas as condições para a produção dos compostos que determinam a atividade terapêutica desta espécie.

Partindo-se desta hipótese, o trabalho teve os seguintes objetivos:

- a) caracterizar química e granulometricamente os solos dos ambientes com ocorrência de *Maytenus ilicifolia*;
- b) caracterizar as intensidades luminosas dos ambientes;
- c) caracterizar os teores totais e hidrossolúveis de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, B, Al e Si, em folhas e ramos de *M. ilicifolia*, sobre os diferentes ambientes;
- d) caracterizar a concentração de polifenóis totais, polifenóis não tanantes e taninos, em folhas e ramos de *M. ilicifolia*;
- e) identificar relações entre os diferentes ambientes e a composição química de *M. ilicifolia*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A IMPORTÂNCIA DAS PLANTAS MEDICINAIS

Os remédios populares se afirmaram através de um processo longo de tentativas conduzidas no próprio homem, com erros e acertos; uma experiência em “câmera lenta”, mas com resultados seguros. Entre os exemplos mais conhecidos está o das plantas estimulantes, portadoras de cafeína: o chá (*Camelia sinensis*) na Ásia, o café (*Coffea arabica*) na África, o guaraná (*Paullinia cupana*), o ioco (*Paullinia yoco*) e o mate (*Ilex paraguariensis*) na América (MORS, 1982).

É indiscutível a importância atual dos produtos naturais no desenvolvimento de todo um arsenal terapêutico necessário à clínica médica em suas diversas especialidades. Note-se o caso de drogas como o curare, a quinina, a coca e o timbó, tradicionalmente empregadas pelos índios da Amazônia, e que hoje fazem parte da medicina formal (ELISABETSKY, 1987).

A Organização Mundial da Saúde, na Conferência Internacional de 1978, reconheceu o valor potencial da medicina tradicional e recomendou o início de programas relativos à identificação, avaliação, preparo, cultivo e conservação de plantas usadas na medicina popular, e que o controle de qualidade das drogas derivadas de medicamentos tradicionais, extraídas de plantas, seja assegurado por técnicas modernas e aplicação de padrões apropriados e boas práticas de industrialização (AKERELE, 1988).

O aumento no número de usuários de plantas medicinais nos últimos anos, além de representar a busca de formas mais naturais de tratamento, reflete a impossibilidade de acesso da grande maioria da população aos medicamentos industrializados devido, principalmente, ao seu alto custo. Há estimativas de que cerca de 80 % da população dos países em desenvolvimento, utilizam-se de plantas da medicina tradicional para cuidados básicos de saúde (HAMANN, 1991).

Nos Estados Unidos, de 1959 a 1980, 25 % do total de produtos receitados continham extratos de plantas ou princípios ativos preparados a partir de plantas superiores. Em 1985, o comércio de drogas baseadas em plantas movimentou algo em redor de 18 bilhões de dólares naquele mesmo país (AKERELE *et al.*, 1991).

Com o incremento do uso de plantas medicinais em muitos países, e com a destruição acelerada dos recursos naturais nos trópicos, torna-se evidente que a exploração de plantas medicinais precisa estar acompanhada de medidas conservacionistas, caso contrário podem ser levadas à extinção (HAMANN, 1991).

Em ecossistemas tropicais a medicina popular é muito utilizada e rica em receitas que envolvem plantas, animais e minerais. Estima-se que existam de 25.000 a 75.000 espécies vegetais utilizadas nas medicinas tradicionais do mundo, das quais apenas 1% são conhecidas por estudos científicos com demonstração de seu valor terapêutico, quando administradas em seres humanos (VICENTE, 1994).

Considerando o potencial taxonômico disponível e a enorme velocidade de extinção de espécies devido a destruição de seus ecossistemas, no máximo 5% destas serão conhecidas e pesquisadas antes de serem extintas (GOTTLIEB e KAPLAN, 1990).

A “Estratégia Global da Biodiversidade”, prevê a utilização sustentável dos recursos naturais, propondo políticas de apoio à gestão e conservação dos mesmos. Com relação às plantas medicinais, o documento cita as sérias ameaças de extinção ou perda da variedade genética no ambiente silvestre, enfocando a importância das mesmas na manutenção das práticas tradicionais de medicina das comunidades locais. Também propõe o seu cultivo, não apenas para aliviar a pressão sobre as espécies silvestres e garantir o seu suprimento, mas como fonte de renda adicional para agricultores (WRI/UICN/PNUMA, 1992).

No Brasil, a Central de Medicamentos - CEME, iniciou, a partir de 1983, o Programa de Pesquisa de Plantas Medicinais, cujos objetivos foram, entre outros, reforçar a cultura fitoterapêutica nacional e criar uma alternativa medicamentosa efetivamente testada e de baixíssimo custo para a população (CARLINI, 1988).

Vários resultados já foram alcançados desde o início daquele programa, sendo que das 61 plantas em fase de pesquisa, 8 apresentaram resultados positivos e dentre estas, a *Maytenus ilicifolia*, conhecida popularmente como espinheira-santa, teve sua eficácia terapêutica comprovada (CARLINI, 1988).

Estes resultados de certa forma acabam estimulando o consumo *in natura* das plantas de ocorrência espontânea, colocando em risco a sua manutenção enquanto recurso natural e patrimônio de toda a população.

No Paraná, a *Maytenus ilicifolia* é uma das espécies nativas de ocorrência rara (SEMA/GTZ, 1995). A coleta indiscriminada de grandes quantidades de folhas, sem qualquer critério técnico, além de depredar o patrimônio genético vegetal, pode levar esta espécie à extinção.

No caso das espécies medicinais nativas, o manejo sustentado das florestas pode se tornar uma opção concreta e vantajosa, através do escalonamento da produção e retirada contínua de matéria-prima todos os anos (REIS, 1996).

CORRÊA JÚNIOR *et al.* (1994), apontam o cultivo de plantas medicinais, aromáticas e condimentares como a “saída mais segura” para evitar o extrativismo desenfreado e o perigo de extinção de espécies medicinais, além do risco de engano do material coletado, com espécies vegetais trocadas.

A normatização dos fitoterápicos no Brasil, através da Portaria SVS nº06 de 31/01/95 (BRASIL, 1995), busca a organização do mercado destes produtos, incentivando estudos científicos que fundamentem a produção e o uso correto dos medicamentos naturais.

2.2 A COMPOSIÇÃO QUÍMICA DAS PLANTAS

2.2.1 METABÓLITOS PRIMÁRIOS E SECUNDÁRIOS

Diversas espécies de plantas superiores acumulam compostos orgânicos extraíveis em quantidades suficientes para serem utilizados como aditivos químicos de alimentos ou matéria-prima para aplicação científica, tecnológica e comercial. Neste sentido, um grande número de plantas tem se tornado economicamente importante, como fonte de óleos industriais, resinas, taninos, saponinas, borracha natural, gomas, cêras, corantes, medicamentos, entre vários outros produtos (BALANDRIN *et al.*, 1985).

Por uma questão de conveniência, os compostos químicos das plantas são freqüentemente classificados como metabólitos primários ou secundários (BALANDRIN *et al.*, 1985; SALISBURY e ROSS, 1992).

Os açúcares e outros carboidratos são considerados os produtos finais da fotossíntese e a fonte de carbono e energia para a síntese de gorduras, ácidos graxos, aminoácidos e ácidos orgânicos. Nas plantas superiores, todos estes compostos estão freqüentemente concentrados nas sementes e órgãos vegetativos de armazenagem, sendo denominados metabólitos primários, pois deles depende o metabolismo básico da célula e, conseqüentemente, o desenvolvimento fisiológico do vegetal (BALANDRIN *et al.*, 1985; WARING e SCHLESINGER, 1985)

Os metabólitos secundários, ou compostos secundários, são biossinteticamente derivados do metabolismo primário (Figura 1), e podem ser reconvertidos para açúcar e outros compostos utilizados na estrutura e manutenção das plantas (BALANDRIN *et al.*, 1985; WARING e SCHLESINGER, 1985). Ao contrário dos metabólitos primários, são sintetizados preferencialmente em células especializadas e em distintos estádios de desenvolvimento da planta, o que muitas vezes dificulta seu doseamento, extração e purificação (BALANDRIN *et al.*, 1985).

Entre 30 a 40% da energia apreendida pela fotossíntese é utilizada para o crescimento das plantas, através da síntese de novas moléculas, e para a manutenção das células vivas. Esta porcentagem, no entanto, varia entre algumas espécies. Algumas plantas, por exemplo, usam muito mais energia do que outras, como é o caso da síntese de compostos secundários como taninos ou alcalóides, ou como compostos estruturais como a lignina (BIDWELL, 1974; KRAMER e KOZLOWSKI, 1979; SALISBURY e ROSS, 1992). Neste sentido, alguns compostos secundários são acumulados pelas plantas em menores quantidades, devido ao elevado custo energético dos complicados processos de síntese destes produtos (FLÜCK, 1954; COLEY *et al.*, 1985).

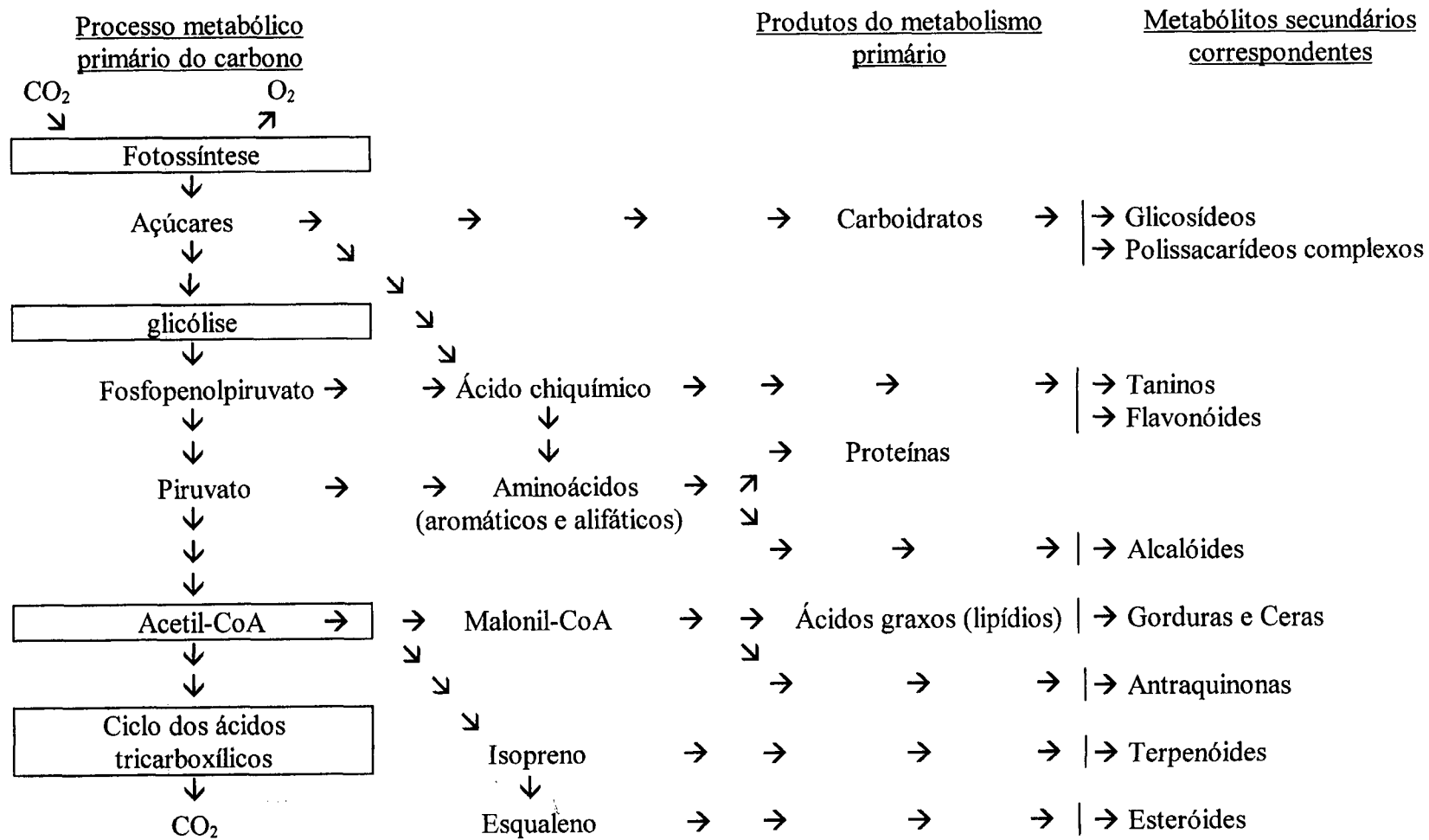


FIGURA 1 - Rota biossintética simplificada dos compostos secundários
Adaptada de MARTINS *et al.* (1994) e ROBBERS *et al.* (1997).

A distribuição dos metabólitos secundários é mais limitada no reino vegetal, restringindo-se a grupos taxonômicos particulares (espécie, gênero, família, ou grupo de famílias) (BALANDRIN *et al.*, 1985). Estes compostos aparentemente não apresentam nenhuma função específica no metabolismo primário da planta (KRAMER e KOZLOWSKI, 1979; SALISBURY e ROSS, 1992; ROBBERS *et al.*, 1997), estando associados mais ao seu papel ecológico. Como exemplo pode-se citar: atrativos de polinizadores (carotenos e antocianinas); adaptações químicas a estresses ambientais (mucilagens e gomas); defesas químicas contra microorganismos, insetos, predadores superiores e mesmo contra outras plantas (alcalóides, glicosídeos cianogênicos, terpenos e taninos) (FLÜCK, 1954; JANZEN, 1980; BALANDRIN *et al.*, 1985; COLEY *et al.*, 1985; WARING e SCHLESINGER, 1985; COLEY, 1987).

Quando os compostos secundários presentes nas plantas exercem algum efeito fisiológico de propriedade terapêutica, é prática comum individualizar os responsáveis por tal efeito, denominando-os de princípios ativos. O princípio ativo de uma planta medicinal pode ser um composto ou um conjunto de compostos que interagem e proporcionam o efeito de tratamento (ROBBERS *et al.*, 1997).

Várias espécies já tiveram seus princípios ativos isolados, e dentre inúmeros destes, cita-se apenas alguns a título de exemplo: os óleos essenciais camazuleno, presente nas flores da camomila (*Matricaria chamomilla*) e da mil-folhas (*Achillea millefolium*), e o safrol, na canela-sassafrás (*Ocotea odorifera*); os alcalóides, morfina, na papoula (*Papaver somniferum*), atropina, na beladona (*Atropa belladonna*) e pilocarpina, no jaborandi (*Pilocarpus jaborandi*); o tanino, composto polifenólico presente nas folhas do barbatimão (*Stryphnodendron barbatimao*), do carvalho (*Quercus* sp) e da hamamelis (*Hamamelis virginiana*); as saponinas, na agave (*Agave* sp), na salsaparrilha (*Smilax* sp) e na iuca (*Yucca* sp) (CORRÊA JÚNIOR *et al.*, 1994).

2.2.2 OS ELEMENTOS QUÍMICOS

Além dos compostos orgânicos produzidos na fotossíntese, as plantas necessitam de elementos minerais, absorvidos do solo, e que originam-se basicamente da rocha matriz, com exceção do nitrogênio que é obtido da atmosfera através de processos simbióticos.

Os elementos minerais N, P, K, Ca e Mg são denominados macronutrientes, pois, em geral, são requisitados pelas plantas em maior quantidade. Elementos como Fe, Mn, Cu, Zn e B, são absorvidos em menor quantidade e por isso são denominados de micronutrientes.

As plantas absorvem e armazenam os macro e micronutrientes de forma diferenciada, de acordo com as necessidades fisiológicas e adaptações ao ambiente em que vivem (LARCHER, 1986).

O teor de N da fitomassa, por exemplo, além da espécie, varia com a idade, etapa de desenvolvimento e estado nutricional da planta, e é diferente de órgão para órgão, podendo variar de 2 a 5% do peso seco da planta (MARSCHNER, 1995).

O nitrogênio é absorvido e incorporado nos compostos de carbono nos grupos amino, formando os aminoácidos. Estes são compostos básicos, a partir dos quais são sintetizadas as proteínas, ácidos nucleicos e compostos como purinas, alcalóides, enzimas, clorofila, além de reguladores de crescimento (KRAMER e KOZLOWSKI, 1979; LARCHER, 1986).

Quando ocorre um desbalanceamento entre C e N, os recursos são deslocados para o uso mais crítico. Quando se dispõe de pouco nitrogênio, o resultado é uma diminuição da atividade enzimática e da assimilação fotossintética. Grandes quantidades de carboidratos são convertidas em formas estocáveis (amido e gordura) e utilizadas no metabolismo secundário (aumento da síntese de polifenóis como a lignina e os taninos, por exemplo). Se o déficit em nitrogênio se torna severo, as plantas não se desenvolvem o suficiente. As células individuais permanecem pequenas e suas paredes espessadas. Muitas vezes os processos reprodutivos e a senescência ocorrem antes da época normal (WARING e SCHLESINGER, 1985; LARCHER, 1986).

O fósforo é componente de ácidos nucleicos e também de fosfolipídios como lecitinas, as quais são constituintes das membranas plasmáticas. Fosfatos orgânicos como di e trifosfatos de adenosina (ADP e ATP), e fosfatos de açúcares desempenham um papel essencial nos processos metabólicos (SUTCLIFFE e BAKER, 1989).

A concentração de P para o ótimo crescimento da planta está na faixa de 0,3 a 0,5% (MARSCHNER, 1995), no entanto, estudos com essências florestais nativas têm revelado concentrações foliares bem menores deste elemento, como é o caso de povoamentos naturais de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) (REISSMANN *et al.*, 1983; RADOMSKI *et al.*, 1992) e de espécies pertencentes à Floresta Atlântica (BRITZ, 1994). Estes baixos teores, no entanto, não significam necessariamente uma deficiência do elemento, podendo ser uma característica de

espécies mais adaptadas no uso dos recursos disponíveis, ou de uma melhor utilização metabólica do P (MARSCHNER, 1995). Neste sentido, REISSMANN *et al.* (1997) consideram que a demanda de P para espécies florestais é menor do que para espécies agrícolas e que esta estratégia deveria ser considerada quando da implantação de sistemas agroflorestais que utilizem espécies como a erva-mate, por exemplo.

O potássio está envolvido diretamente na fotossíntese, nas atividades enzimáticas, na síntese de proteínas e na regulação osmótica. Por ser um elemento extremamente móvel, o K é rapidamente absorvido pelas plantas, e facilmente lixiviado das folhas pela água da chuva. Quando o suprimento de K é elevado, ocorre freqüentemente o “consumo de luxo”, o que acarreta alterações na composição da planta e possíveis interferências na absorção e disponibilidade fisiológica de Mg e Ca (MARSCHNER, 1995).

Na ausência do K o crescimento é bastante reduzido. As mudanças na atividade enzimática e nos compostos orgânicos quando da deficiência do elemento são, em parte, responsáveis pela alta suscetibilidade das plantas ao ataque de fungos (SUTCLIFFE e BAKER, 1989; MARSCHNER, 1995).

Têm-se observado concentrações de K variando de 0,8 a 2,6% em *Ilex paraguariensis* (REISSMANN *et al.*, 1983) e, para espécies do litoral paranaense, de 0,18 (*Myrcia insularis*) a 1,0% (*Guarea macrophylla*) (BRITZ, 1994).

O cálcio ocorre em quantidades consideráveis nas paredes das células na forma de pectato de cálcio, influenciando a elasticidade destas paredes. O Ca também está envolvido no metabolismo do nitrogênio, através da ativação da amilase. Parte do elemento é usada também para neutralizar e precipitar produtos de degradação de ácidos orgânicos existentes nos vacúolos e que são potencialmente prejudiciais à célula (SUTCLIFFE e BAKER, 1989).

O conteúdo de Ca das plantas pode variar de 0,1 a mais de 5% do peso seco das plantas (MARSCHNER, 1995). No trabalho de THUKRAL *et al.* (1984), com diferentes espécies de plantas nativas da Índia, os autores observam que a concentração de cálcio é relativamente maior em espécies arbóreas devido às necessidades estruturais e suporte mecânico.

O magnésio é parte essencial das moléculas de clorofila e está envolvido na ação de diversas enzimas. O magnésio também é essencial como elemento agregador das subunidades de ribossomos, processo necessário para a síntese de proteínas (KRAMER e KOZLOWSKI, 1979).

Em média, a concentração de Mg para um ótimo desenvolvimento da planta está em torno dos 0,5% do peso seco. A deficiência de Mg, visualizada por manchas cloróticas nas folhas, costuma provocar acúmulos de amido nas plantas, indicando que a taxa de fotossíntese é menor do que a degradação do amido e seu reaproveitamento na síntese de outros compostos (MARSCHNER, 1995).

Micronutrientes como Fe, Mn, Cu, Zn e B são fundamentais principalmente por serem partes integrantes de enzimas (MARSCHNER, 1995).

Apesar de serem requisitados em pequenas quantidades, é possível observar em algumas espécies acúmulos de alguns destes nutrientes sem que haja sintomas de toxidez (KABATA-PENDIAS e PENDIAS, 1992). É o caso, por exemplo, dos altos teores de Mn em folhas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) (REISSMANN *et al.*, 1983).

Estudos com chá-preto (*Camellia sinensis*), também tem relacionado a presença de maiores teores de Cu e Zn com bebida de melhor qualidade (TSUSHIDA e TAKEO, 1977).

Outros elementos como Al e Si, podem ocorrer em altas quantidades em algumas espécies de plantas, inclusive aumentando o seu crescimento, no entanto, em geral não são considerados elementos essenciais (KRAMER e KOZLOWSKI, 1979; MARSCHNER, 1995).

No caso do chá-preto, o Al é considerado necessário para um bom desenvolvimento da planta, com acúmulos de até 4500 mg/kg em folhas maduras (CHENERY e SPORNE, 1955).

JONES e HANDRECK (1967) relacionam os benefícios do Si em algumas espécies, através da sua atuação como defesa contra insetos e fungos, e citam os trabalhos de OKUDA e TAKAHASHI (1962, 1964)¹ que consideram o Si um elemento “aliviador” da toxidez por Mn.

Várias interações entre nutrientes são conhecidas, dentre elas, N-K, Ca-K, Ca-B, P-Zn, N-Zn, N-Cu, Zn-Mg, Fe-Cu, as quais variam de acordo com o clima e o solo, e com a espécie. Estas interações ocorrem na planta devido às ligações químicas que ocorrem entre os íons, ou devido à competição por sítios de adsorção, absorção e função, e influem diretamente no crescimento, daí a importância em identificar se elas estão relacionadas ao meio ambiente ou à própria planta (MENGEL e KIRBY, 1987; MARSCHNER, 1995).

¹ OKUDA, A ; TAKAHASHI, E. *Nippon Dojo Hiriyogaku Zasshi* 33:1-8, 1962.

In: The Mineral Nutrition of the rice plant. Symp. Intern. Rice Res. Inst, p.123-146, Johns Hopkins Press, Baltimore, 1964.

2.2.3 OS COMPOSTOS FENÓLICOS

Os fenólicos vegetais são compostos secundários, não nitrogenados, baseados em cadeias de carbono, cujo elemento estrutural fundamental caracteriza-se por um anel benzênico ao qual está ligada pelo menos uma hidroxila (BRUNETON, 1991). Diferem dos lipídios, por exemplo, por serem mais solúveis em água e menos solúveis em solventes orgânicos não polares (SALISBURY e ROSS, 1992).

Os principais precursores destes compostos são, o ácido cinâmico e o ácido *p*-cumárico, os quais, tem origem, respectivamente, nos aminoácidos aromáticos fenilalanina e tirosina, que, por sua vez, são sintetizados através da via do ácido chiquímico (HASLAM, 1966; ROBBERS *et al.*, 1997).

Também têm-se considerado que alguns dos compostos fenólicos sejam derivados, totalmente ou em parte, pela via do acetato, através da biossíntese dos policetídeos. É o caso dos flavonóides, cumarinas e antraquinonas (HASLAM, 1966; BRUNETON, 1991; ROBBERS *et al.*, 1997).

Os compostos fenólicos são importantes por estarem presentes em inúmeros processos ecológicos, incluindo a herbivoria (FEENY, 1976; BRYANT *et al.*, 1987a; BRYANT *et al.*, 1987b; COOKE *et al.*, 1984; SIMONETTI *et al.*, 1984; NEWBERY e de FORESTA, 1985; COLEY *et al.*, 1985; COLEY, 1987; MAUFFETTE e OECHEL, 1989; DU TOIT *et al.*, 1990; MATTSON *et al.*, 1991; NICHOLS-ORIAN, 1991; SCUTAREANU e LINGEMAN, 1994), a alelopatia (FITTER e HAY, 1983; RICE, 1984), e a ciclagem de nutrientes nos ecossistemas (RICE e PANCHOLY, 1974; WARING e SCHLESINGER, 1985; HORNER *et al.*, 1988; KUITERS, 1990). Além disso, o grupo inclui substâncias com comprovada ação terapêutica e utilizadas tradicionalmente na medicina popular (POWEL e SMITH JR., 1979; NOKAKI *et al.*, 1990; ITOKAWA *et al.*, 1991; PEREIRA *et al.*, 1992; BRUNETON, 1991; ROBBERS *et al.*, 1997).

Os compostos fenólicos também estão relacionados à proteção da planta contra aumentos de intensidade luminosa. O excesso de raios ultravioleta estimula a produção destes compostos, principalmente na epiderme das folhas, os quais exercem uma ação protetora absorvendo o excesso destes raios (LARCHER, 1986; SALISBURY e ROSS, 1992).

Além da luminosidade, outros fatores interferem sobre a concentração dos compostos fenólicos. Os estudos de LOVELOCK *et al.* (1992) e McKEE (1995) em espécies arbóreas de mangue demonstraram diferentes concentrações de compostos fenólicos entre espécies, sítios e folhas de sol e sombra.

Dentre os compostos fenólicos, destaca-se o grupo dos **polifenóis**, polímeros dos fenóis simples, que apresentam grande peso molecular (ROBBERS *et al.*, 1997).

Nas árvores, os polifenóis podem ser encontrados nas folhas, frutos, no cerne e no albúrnio (KRAMER e KOZLOWSKI, 1979; STRASBURGER *et al.*, 1984).

Sobre a ocorrência dos polifenóis no cerne e no albúrnio, KRAMER e KOZLOWSKI (1979) citam HILLIS *et al.* (1962)², e HILLIS (1968)³, os quais defendem a formação destes compostos *in situ*, a partir de carboidratos não utilizados no crescimento do vegetal. Os autores citados observaram que o rápido crescimento e a utilização eficiente de carboidratos disponíveis freqüentemente está associada com a baixa concentração de polifenóis nos tecidos.

Os dois principais grupos de polifenóis são as ligninas e os taninos (ROBBERS, 1997). A lignina é um componente estável das paredes das células protegendo-as contra ataques de microorganismos, e pode responder por 20-30% do peso das células lenhosas. Desta forma, quando ocorre o crescimento dos tecidos de suporte e condução, a competição por recursos pode limitar a produção de compostos secundários que possuem a mesma via de síntese, como os taninos (WARING e SCHLESINGER, 1985).

2.2.3.1 Os Taninos

Quimicamente, os taninos compreendem um grande grupo de substâncias complexas, e que ocorrem, em geral, como misturas de polifenóis difíceis de separar por não se cristalizarem. Por este motivo, muitos destes compostos nunca foram isolados e caracterizados, dificultando a compreensão da sua origem biogenética (ROBBERS *et al.*, 1997). Apesar da sua solubilidade em água, os taninos são destruídos por fervura prolongada, e podem, também, reagir com o ar e tornarem-se inativos (MARTINS *et al.*, 1994).

² HILLIS, W. E.; HUMPREYS, F. H.; BAMBER, R. K.; CARLE, A. Factors influencing the formation of phloem and heartwood phenols. *Holzforschung* 16:114-121, 1962.

³ HILLIS, W.E. Chemical aspects of heartwood formation. *Wood Sci. Technol.* 2:241-259, 1968.

Os taninos costumam ser divididos em duas classes químicas, com base na identidade dos núcleos fenólicos existentes e na maneira como se unem. Uma das classes é a dos **taninos hidrolisáveis**, compostos de alto peso molecular, passíveis de sofrer hidrólise, produzindo os ácidos fenólicos (ácido gálico, p.ex.) e açúcar.

A outra classe é a dos **taninos condensados**, que não sofrem hidrólise e possivelmente são derivados de flavonóides. Estes taninos contêm, basicamente, núcleos fenólicos, algumas vezes ligados a carboidratos ou proteínas, e quando tratados com agentes hidrolíticos, tendem a polimerizar-se, resultando em produtos insolúveis, geralmente de coloração vermelha, conhecidos como flobafenos (HASLAM, 1966; ROBBERS *et al.*, 1997).

ZUCKER (1983), sugere que os taninos condensados estariam relacionados à proteção contra microorganismos, enquanto que os hidrolizáveis protegeriam a planta contra herbívoros.

Os taninos são particularmente abundantes nas folhas de muitas espécies, no xilema, no floema, e na periderme de troncos e raízes, em frutos não-maduros, na testa das sementes, e em órgãos de crescimento patológico como as galhas (ESAU, 1965).

Para HOWES (1953)⁴, citado por WRANN (1988), a idade é um dos principais fatores de influência sobre a concentração de taninos, ou seja quanto mais velho o indivíduo maior a concentração destes compostos.

Dentre as funções fisiológicas relacionadas à presença dos taninos nas plantas estão: proteção contra a dessecação, decomposição e ataque de herbívoros; armazenagem de materiais de reserva, alguns relacionados ao metabolismo dos carboidratos; formação e transporte de açúcares; antioxidantes; proteção do turgor celular; ou apenas acúmulo de produtos residuais do metabolismo (ESAU, 1965; FEENY, 1970).

Os processos de síntese dos carboidratos e dos taninos estão interrelacionados, e de acordo com alguns estudos, amido e taninos mutuamente se excluem, exceto quando ambos são produzidos em grandes quantidades (FEENY, 1970; WARDROP e CRONSHAW, 1962⁵, citados por KRAMER e KOZLOWSKI, 1979).

Alguns autores consideram que os taninos predominam entre as espécies arbóreas, devido ao grande investimento energético exigido na síntese destes compostos (FEENY, 1976; COLEY,

⁴ HOWES, F.N. **Vegetable Tanning materials**. London, Butterworths Scientific Publications, 1953. 325p.

⁵ WARDROP, A. B.; CRONSHAW, J. Formation of phenolic substances in the ray parenchyma of angiosperms. *Nature* 193:90-92, 1962.

1987), ou à sua possível função como precursores no processo de lignificação (BATE-SMITH, 1972).

Os taninos cumprem um importante papel ecológico, impedindo a rápida decomposição da serrapilheira, sendo que a da mesma é essencial para a sobrevivência de sementes, frutos e mudas, bem como de microorganismos e várias espécies de animais. Este papel do tanino deve-se à sua habilidade em prevenir a decomposição da matéria orgânica, incluindo a celulose (MISIC, 1986).

Uma das principais características dos taninos é a sua propriedade de precipitar proteínas, e de combinarem-se com elas tornando-as resistentes às enzimas proteolíticas. Por este fato, os taninos vegetais são utilizados para “curtir” a pele de animais, evitando a sua putrefação. Nos tecidos vivos, essa ação é conhecida como “adstringência”, o que constitui a base da sua aplicação terapêutica (ROBBERS *et al.*, 1997).

O número de espécies vegetais que contêm taninos é bastante elevado, no entanto poucas apresentam quantidades suficientes para sua extração econômica e utilização industrial nos processos de curtimento. A maior concentração de taninos hidrolisáveis (64%) é encontrada em galhas produzidas nas folhas de *Rhus semialata*. Em tecidos não patogênicos a maior concentração parece estar em torno dos 45%, nas vagens da Algaroba (*Caesalpinia brevifolia*) e do Divi-divi (*C. coriaria*). A maior concentração de taninos condensados registrada é em torno de 45%, em cascas de *Eucalyptus* e *Rhizophora* spp. No Brasil, a acácia-negra (*Acacia mearnsii*) é a espécie que mais se destaca na produção industrial de tanantes (MARQUES, sem data).

Outras espécies que contêm taninos, como a hamamélis (*Hamamelis virginiana*) e a noz-de-galha (*Quercus infectoria*), bem como os taninos parcialmente purificados (ácido tânico, p.ex.) e seus derivados (ácido acetiltânico), são usadas como adstringentes das mucosas, principalmente do tubo digestivo, e em escoriações cutâneas. No tratamento de queimaduras, agem como cicatrizantes, através da precipitação das proteínas dos tecidos expostos, formando um revestimento protetor ligeiramente anti-séptico, sob o qual pode ocorrer a regeneração dos tecidos (MARTINS *et al.*, 1994; ROBBERS *et al.*, 1997).

MISIC (1986) ressalta os efeitos do tanino no organismo humano, através da sua ação adstrigente, bactericida, fungicida, anti-tóxica e anti-inflamatória, prevenindo inclusive a penetração de substâncias carcinogênicas no sangue. O autor chama a atenção para o fato do tanino inibir o crescimento descontrolado de tecidos vegetais, como as galhas, e de preservar tecidos animais, sugerindo que estas ações podem ser de grande utilidade para a medicina.

Cabe ressaltar que os taninos exercem sua ação terapêutica apenas em baixa concentração, quando tornam as mucosas impermeáveis, através da precipitação de pequenas quantidades de proteínas, prevenindo a penetração de agentes nocivos, como fungos e bactérias (ROBBERS, 1997); em grandes concentrações, podem exercer um efeito contrário, irritando as mucosas, e provocando inclusive o câncer (MORTON, 1979).

Devido às suas propriedades, os taninos também são considerados potentes antiherbívoros devido à formação de complexos não-digeríveis com proteínas, o que reduz o valor nutritivo de plantas forrageiras. Este papel protetor dos taninos pode se dar sob três diferentes formas: como repelente afetando a palatabilidade, como inibidor do crescimento afetando a disponibilidade de proteínas, e como agente tóxico direto (FEENY, 1970).

A ação dos taninos como repelentes (ou deterrentes) determinando a aceitação de plantas alimentícias para herbívoros, tem sido amplamente estudada nos últimos anos (FEENY, 1970; FOX e MACAULEY, 1977; COOKE, BROWN e MOLE, 1984; NEWBERY e de FORESTA, 1985; BRYANT *et al.*, 1987a; BRYANT *et al.*, 1987b ; HOWARD, 1987; GOBENA, 1989; GLYPHIS e PUTTICK, 1989; MAUFFETTE e OECHEL, 1989; DU TOIT, BRYANT e FRISBY, 1990; MATTSON *et al.*, 1991; WRIGHT e GILIOME, 1992; DUDT e SHURE, 1994; SCUTAREANU e LINGEMAN, 1994).

Os trabalhos de FEENY (1970; 1976) e RHOADES e CATES (1976) defendem a hipótese de que o investimento em defesas está associado à posição da espécie na sucessão vegetal. Neste sentido, os autores situam as espécies arbóreas como as principais produtoras de taninos.

FEENY (1970; 1976) distingue, inicialmente, dois tipos de defesas químicas: qualitativas e quantitativas. As qualitativas, como os alcalóides, seriam efetivas em pequenas concentrações contra os insetos e estariam presentes nas espécies pioneiras, principalmente nas de ciclo curto, como as herbáceas anuais. No caso das defesas quantitativas, como os taninos, o ataque dos insetos depende da concentração do composto na planta. Ou seja, quanto maior a quantidade menor a taxa de herbivoria. O autor relaciona a ocorrência dos taninos nos carvalhos (*Quercus* sp), ao fato destes serem espécies dominantes em florestas climáticas.

Por outro lado, COLEY *et al.* (1985), suportam a idéia de que espécies de lento crescimento investiriam maior quantidade de recursos na produção de compostos estáveis como

os taninos. Neste sentido, citam os dados de COLEY (1983)⁶, referentes a 41 espécies da floresta neotropical, mostrando um aumento significativo no conteúdo de polifenóis e fibras (defesas quantitativas, segundo FEENY, 1976) com o aumento da longevidade foliar. Estes compostos são metabolicamente inativos e os seus custos de manutenção são pequenos. Devido à esta inatividade, estes compostos são imóveis, sendo retidos nas folhas senescentes e perdidos quando a planta perde as folhas mortas (KRAMER e KOZLOWSKI, 1979; COLEY *et al.*, 1985; SALISBURY e ROSS, 1992).

2.3 INFLUÊNCIA DO AMBIENTE SOBRE AS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS E QUÍMICAS DAS PLANTAS

O estabelecimento das comunidades vegetais sobre as diferentes regiões da Terra é determinado principalmente pela precipitação e pela temperatura, no entanto, a distribuição local das espécies dentro das comunidades está fortemente influenciada pelas diferenças na disponibilidade de luz. A grande variabilidade entre as espécies vegetais quanto às necessidades de luz durante as etapas do ciclo vital, bem como dos hábitos de crescimento, resulta no desenvolvimento de comunidades estratificadas que proporcionam uma ampla faixa de habitats para diversos outros organismos (WHATLEY e WHATLEY, 1982; LARCHER, 1986).

Os solos também determinam tipos de vegetação, selecionando as espécies de acordo com níveis de acidez, disponibilidade de nutrientes e água, salinidade, pedregosidade, entre outros fatores (LARSCHER, 1986; RESENDE *et al.*, 1988).

As várias formas de vegetação original, podem indicar ambientes peculiares. Em levantamentos pedológicos no Brasil, as fases de vegetação têm sido usadas principalmente para indicar o regime hídrico do solo, além de aspectos de fertilidade (RESENDE *et al.*, 1988).

No entanto, também deve-se considerar que a vegetação influencia certas características dos solos, através de processos dinâmicos, como a ciclagem de nutrientes (HÜTTL e SCHAAF, 1995).

Com relação às espécies florestais, os estudos relacionando solos e vegetação, abordam, em geral, aspectos de fertilidade e disponibilidade de nutrientes para incrementos de biomassa,

⁶ COLEY, P.D. *Ecol.Monogr.* 53(209), 1983.

principalmente na área da produção de madeira. Poucos trabalhos tem focado as relações entre as espécies florestais nativas e seu ambiente, principalmente no que diz respeito à sua composição química, explorando, desta forma, as suas diversas potencialidades enquanto recursos naturais.

TANNER (1977), procurou analisar as interações entre os aspectos florísticos, características dos solos e níveis de nutrientes foliares, de quatro diferentes formações de florestas pluviais da Jamaica. O autor considera que o suprimento de minerais teria papel principal no controle do crescimento e da distribuição dos tipos florestais.

No Paraná, já existem alguns estudos com a erva-mate (*Ilex paraguariensis*), espécie florestal nativa da Floresta Ombrófila Mista, os quais têm procurado relacionar as formas de adaptação da espécie aos diferentes tipos de solo e manejo da luminosidade, buscando não só a produtividade, mas a qualidade da bebida e demais produtos do mate (REISSMANN *et al.*, 1985; QUADROS *et al.*, 1992; RADOMSKI *et al.*, 1992; REISSMANN *et al.*, 1994; REISSMANN *et al.*, 1997; RACHWAL, 1997⁷).

2.3.1 A DISPONIBILIDADE DE NUTRIENTES E OS COMPOSTOS FENÓLICOS

As mudanças na bioquímica das plantas podem aumentar diretamente a sua suscetibilidade ao ataque de insetos e patógenos devido à existência de tecidos mais nutritivos e acessíveis. (WARING e SCHLESINGER, 1985).

Aumentos na concentração de N solúvel e de carboidratos nas células e exudatos tendem a favorecer a colonização por micróbios e aumentar a atividade de herbívoros (FEENY, 1970; SIMONETTI *et al.*, 1984; WARING e SCHLESINGER, 1985; BRYANT *et al.*, 1987a, 1987b; COLEY, 1987; GLYPHIS e PUTTICK, 1989; GOBENA, 1989; MAUFFETTE e OECHEL, 1989; WRIGHT e GILMEE, 1992; TRAW *et al.*, 1996).

A hipótese da disponibilidade de recursos sugere que espécies adaptadas a ambientes ricos em recursos enfrentam perdas por herbivoria através do rápido crescimento e reposição foliar. Em contraste, espécies de crescimento mais lento, de habitats pobres em recursos são incapazes de cobrir os custos energéticos associados com a reposição de tecidos perdidos ou danificados, e

⁷ RACHWAL, M.F.G. - EMBRAPA/CNPFFlorestas. Comunicação pessoal

conseqüentemente contém maiores concentrações de defesas fenólicas baseadas no carbono. (JANZEN, 1980; COLEY *et al.*, 1985; COLEY, 1987; BRYANT *et al.*, 1987a,b).

Segundo WARING e SCHLESINGER (1985) compostos contendo N são mais comuns na vegetação decídua, de rápido crescimento, enquanto que os compostos sem N predominam em plantas de crescimento lento, particularmente perenifólias. Os autores citam ainda FOX (1981)⁸ que afirma que as plantas utilizam muito menos energia na síntese de compostos a base de N, como os alcalóides, mas que, no entanto, compostos sem N são muito mais estáveis.

De acordo com GERSHENZON (1984), plantas deficientes em N, P, K e S freqüentemente têm maiores concentrações de compostos fenólicos, e a adição destes elementos estimulam o crescimento e suprimem a síntese dos fenólicos. O autor sugere que o aumento considerável de fenólicos em plantas sob estresse nutricional resulta de novas taxas de síntese, através do incremento da atividade de enzimas como a fenilalanina-amônia-liase. Como as taxas de síntese de proteínas diminuem em condições de deficiência de N, os carboidratos não utilizados poderiam ser desviados para a síntese dos fenólicos.

Outros autores contradizem a relação positiva entre a disponibilidade de nutrientes e o aumento da suscetibilidade das plantas à herbivoria (FOX e MACAULEY, 1977; MATTSON *et al.*, 1991; CLANCY *et al.*, 1993). Segundo os trabalhos destes autores, o aumento da desfoliação compensaria a menor taxa de nutrientes disponíveis nas folhas.

SCUTAREANU e LINGEMAN (1994), relacionaram os conteúdos de tanino e fenóis de folhas de *Quercus robur* ao desenvolvimento de besouros de *Euproctis chrysorrhoea*. Os fenóis totais e taninos foram significativamente maiores nas folhas de plantas resistentes e inibiram diretamente o desenvolvimento dos besouros. Os fenóis totais correlacionaram-se positivamente com tanino, ácidos orgânicos, nitrogênio protídico, frutose e sacarose foliares, bem como com o pH, potássio, cálcio e magnésio do solo. Os teores de tanino também correlacionaram-se positivamente com o nitrogênio e o fósforo do solo, e negativamente com pH, potássio, cálcio e magnésio.

KAPEL e KARUNANITHY (1977), obtiveram uma correlação positiva entre a disponibilidade de manganês e a produção de taninos em *Acacia catechu*.

MATTSON *et al.* (1991), estudando a auto-ecologia de uma espécie de Lepidoptera americana, sugerem que os compostos fenólicos presentes nas folhas de certas árvores, assim

⁸ FOX, L.R. Defense and dynamics in plant-herbivore systems. *Am.Zool.* 21:853-864, 1981.

como macronutrientes, podem interferir na biodisponibilidade dos micronutrientes das plantas, especialmente Fe e Zn.

HORNER *et al.* (1993), verificaram que a disponibilidade de N e água alteraram as correlações entre fenólicos totais e taninos em *Pseudotsuga menziesii*.

Estudos realizados em espécies de mangue (KATHIRESAN e RAVI, 1990; LOVELOCK *et al.*, 1992; McKEE, 1995) também referem-se aos efeitos da salinidade e da disponibilidade de nutrientes na concentração de N, fenólicos totais e taninos foliares.

2.3.2 OS EFEITOS DA LUZ SOBRE A MORFOLOGIA E A COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Quanto maior a disponibilidade de luz, maior a taxa fotossintética e, conseqüentemente, maior a absorção de CO₂, até que seja atingido o “ponto de compensação”, onde a fotossíntese fixa exatamente a mesma quantidade de CO₂ liberada pela respiração. A partir deste ponto, a taxa de fotossíntese em relação à aumentos na intensidade luminosa varia de acordo com a espécie vegetal (C₃ ou C₄), sendo que a intensidades muito altas, o rendimento da fotossíntese continua a crescer apenas levemente. Nesse ponto, a reação atinge o “ponto de saturação de luz” e a taxa de absorção de CO₂ é limitada, não por processos fotoquímicos, mas enzimáticos, e pelo suprimento de CO₂. Plantas como o milho e o painço (C₄), não são saturadas pela luz, mesmo às mais altas intensidades. Em outras espécies (C₃), as curvas de dependência da luz saturam a intensidades menores, e em alguns casos o desempenho fotossintético cai sob iluminação excessiva (LARCHER, 1986). É o caso de plântulas de árvores, plantas em crescimento no subosque de matas densas e as plantas cultivadas sensíveis à luz intensa, como o cafeeiro, o cacaueteiro e o chá-preto (WILLEY, 1975; LARCHER, 1986).

O ponto no qual a saturação de luz é alcançado depende da espécie (sombra-tolerante ou heliófita) e da estrutura dos seus aparelhos fotossintéticos (C₃ ou C₄); plantas com “folhas de sombra” vivem com cerca de 4.000-8.000 lux (aproximadamente 1/30 da luz do sol do meio-dia), e plantas com “folhas de sol” vivem com cerca de 40.000 lux (1/3 da luz do sol do meio-dia) (SUCACHEV e DYLLIS, sem data),

Para o chá-preto têm-se considerado que a quantidade de luz ideal para o seu crescimento é de 30 a 50 klux. Quando os valores excedem a 60 klux a quantidade de fotossíntese diminui drasticamente e os conteúdos de polifenóis nas folhas aumentam, reduzindo a qualidade do chá

(WILLEY, 1975; BEER, 1987; WANG, 1994). OWUOR e OTHIENO (1988) também verificaram os efeitos do sombreamento sobre os compostos responsáveis pelo sabor do chá. De acordo com estes autores, plantas sombreadas produzem uma bebida com melhores qualidades organolépticas.

Grande parte das espécies florestais possuem a faculdade de desenvolver diferentes estruturas anatômicas e morfológicas quando crescem em diferentes situações de luminosidade. Neste sentido, costuma-se diferenciar folhas de sol e de sombra quanto à natureza morfológica e estrutura anatômica (LARSCHER, 1986).

De maneira geral, considera-se que as folhas de sombra apresentam uma maior expansão da lâmina foliar e um conseqüente “espalhamento” da unidade organizacional ao longo desta maior área, enquanto que as folhas de sol são menores e mais espessas (WHATLEY e WHATLEY, 1982).

Estudos que procuram identificar os efeitos de diferentes condições de luminosidade sobre as características fisiológicas das folhas, têm utilizado os valores do peso específico das folhas (relação entre massa e área foliar) como indicadores do desenvolvimento foliar e da alocação de biomassa (BARUA, 1970; CHABOT e CHABOT, 1977; JURIK *et al.*, 1982; JURIK, 1986; LABRECQUE *et al.*, 1989; BENEDETTO e COGLIATTI, 1990; MESSIER, 1992; WANG, 1994).

JURIK *et al* (1982), salientam que o tamanho da folha é determinado por um complexo de fatores ambientais e endógenos, e que a intensidade de luz pode influenciar muito mais a estrutura da folha, o crescimento da planta e a alocação de biomassa, do que a qualidade da luz.

FLÜCK (1955) considera que a disponibilidade de luz, é um dos principais fatores climáticos que afetam a produção de princípios ativos nas plantas. Com relação aos taninos, o autor cita CLARKE *et al.* (1949)⁹, que obtiveram 2.8% menos destes compostos em folhas de *Rhus copallina* e *R. glabra* crescendo sob sombreamento parcial comparado com folhas de plantas a pleno sol. De acordo com EYMANN (1945)¹⁰, citado por FLÜCK (1955), variações nos conteúdos de tanino podem ocorrer de ano para ano, provocando alteração nos teores de outros compostos da planta.

LOVELOCK *et al.* (1992), verificaram que folhas de sol continham maior conteúdo de fenólicos solúveis (provavelmente flavonóides) do que folhas de sombra. Segundo os autores, é

⁹ CLARKE; ROGERS; SIEVERS; HOPP. U.S. Dept. Agr. Tech. Bull. 986(1), 1949.

provável que este aumento não esteja associado a um acréscimo na taxa de fotossíntese, mas que seja consequência dos altos níveis de raios ultra-violeta absorvidos pelas folhas de sol.

Sob baixa luminosidade, têm-se observado que a disponibilidade de nutrientes exerce pequenos efeitos sobre a capacidade fotossintética das folhas, enquanto que sob alta luminosidade a ausência de nutrientes, principalmente N, provoca a concentração dos compostos fenólicos (JURIK *et al.*, 1982; WARING *et al.*, 1985).

WALLACE (1961), considera que a necessidade de N em condições de baixa intensidade luminosa pode ser menor, pois resulta num aumento de N solúvel às custas do insolúvel, devido à quebra das proteínas, devolvendo o N disponível para os processos de crescimento. Por outro lado, a necessidade de K é maior sob condições de baixa luminosidade.

MORTVEDT *et al.* (1983), citam que aumentos na intensidade luminosa demandam incrementos nos teores de Mn levando a problemas de toxidez em alfafa. Para Zn observa-se que a altas luminosidades plantas de tomate não respondem em crescimento, e para B, altas taxas de luminosidade provocam aumentos na demanda deste nutriente em girassóis.

2.4 SOBRE A *Maytenus ilicifolia*

2.4.1 DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA, ASPECTOS BOTÂNICOS E ECOLÓGICOS

A espécie *Maytenus ilicifolia* pertence à ordem Celastrales (a mesma da família Aquifoliaceae da qual faz parte *Ilex paraguariensis*), e família Celastraceae, a qual engloba 50 gêneros compreendendo 800 espécies distribuídas nos trópicos e apenas alguns gêneros nas regiões temperadas (CRONQUIST, 1981¹¹, citado por CARVALHO-OKANO, 1992).

No Brasil ocorrem 77 espécies do gênero *Maytenus*, das quais 43 situam-se no Brasil extra-amazônico, e destas apenas 6 são exclusivas ou mais abundantes na região sub-tropical (CARVALHO-OKANO, 1992).

¹⁰ EYMANN. Thesis. Zürich, Fed. Inst. Technol, 1945.

¹¹ CRONQUIST, A. . **An integrated system of classification of flowering plants.** New York, Columbia University Press, 1981.

Ainda de acordo com CARVALHO-OKANO (1992), *Maytenus ilicifolia* predomina nos estados da região Sul do Brasil, e nos países vizinhos, Paraguai, Uruguai e Leste da Argentina.

Tem-se observado que a espécie ocorre predominantemente no sub-bosque de remanescentes da Floresta Ombrófila Mista, restringindo-se muitas vezes às áreas de mata ciliar, e nos agrupamentos arbóreos (capões) na região de domínio das Estepes (KLEIN, 1968; ITCF, 1985; CERVI, 1989).

Sua ocorrência na Floresta Ombrófila Densa parece estar restrita às porções superiores da Serra do Mar (KLEIN, 1968; TABARELLI *et al.*, 1993).

Segundo a descrição feita por CARVALHO-OKANO (1992), a espécie trata-se de um subarbusto ou árvore, ramificado desde a base, medindo cerca de 5,0 m de altura, ramos glabros angulosos, tetra ou multicarenados. As folhas são congestas, coriáceas, galbras; pecíolo com 0,2 a 0,5 cm de comprimento; estípulas inconspícuas; limbo com 2,2 a 8,9 cm de comprimento e 1,1 a 3,0 cm de largura; nervuras proeminentes na face abaxial; forma elíptica ou estreitamente elíptica; base aguda a obtusa; ápice agudo a obtuso, mucronado ou aristado; margem inteira ou com espinhos em número de 1 a vários, distribuídos regular ou irregularmente no bordo, geralmente concentrados na metade apical de um ou de ambos os semilimbos. As inflorescências distribuem-se em fascículos multifloros. Os pedicelos florais apresentam 0,2 a 0,5 cm de comprimento. As sépalas são semicirculares, ciliadas, com cerca de 0,1 cm de comprimento; as pétalas ovais, inteiras, com cerca de 0,22 cm de comprimento e 0,2 cm de largura. Os estames apresentam filetes achatados na base. O estigma é capitado, séssil ou com estilete distinto; ovário saliente ou totalmente imerso no disco carnosos. O fruto é tipo cápsula bivalvar, orbicular. O pericarpo maduro apresenta coloração vermelho-alaranjada.

As flores são aparentemente monoclinas, porém há evidências fortes de que muitas de suas flores sejam funcionalmente diclinas. O florescimento ocorre entre os meses de setembro e outubro, podendo prolongar-se até dezembro, e a frutificação de outubro a fevereiro (CARVALHO-OKANO, 1992).

Com relação a sua dispersão natural, TABARELLI *et al.* (1993), classificam a espécie como zoocórica.

ROSA (1994), observa que *Maytenus ilicifolia* é uma planta seletiva esciófila, que desenvolve-se bem sob luz difusa no interior dos subosques, onde a floresta não é muito densa.

Também caracteriza a espécie como seletiva higrófila, com preferência por solos úmidos das matas ciliares.

Em relação à posição sucessional, TABARELLI *et al.* (1993), consideram *Maytenus ilicifolia* uma espécie secundária tardia.

BERNARDI e WASICKI (1959), observaram diferenças macro e micromorfológicas, e químicas, em folhas de diferentes procedências, no Rio Grande do Sul. Segundo os autores, folhas de sol apresentaram menor comprimento e maior concentração de substâncias tânicas. Também citam a ocorrência de cristais de oxalato de cálcio nos tecidos foliares de *Maytenus*.

2.4.2 COMPONENTES QUÍMICOS E PROPRIEDADES TERAPÊUTICAS

O gênero *Maytenus* possui diversas espécies empregadas na medicina popular, dentre elas *Maytenus obtusifolia* (MACHADO, 1945); *Maytenus boaria* (HOEHNE, 1939; TOURSARKISSIAN, 1980), *Maytenus vitis-idaea* (RATERA e RATERA, 1980; TOURSARKISSIAN, 1980), *Maytenus aquifolium* (CARLINI, 1988; CORRÊA JR. *et al.*, 1991) e *Maytenus ilicifolia* (STELLFELD, 1934; BERNARDI e WASICKY, 1959; CARLINI, 1988).

Alguns autores relacionam as propriedades antimicrobianas e antitumorais de extratos de raízes e sementes de espécies de *Maytenus* (LIMA *et al.*, 1969; SANTANA *et al.*, 1971; POWELL e SMITH, 1979).

Com relação aos componentes químicos de *Maytenus ilicifolia*, STELLFELD (1934), observou a presença de iodo, enxofre, fósforo, sódio, cálcio (em quantidade), tanino, corante, mucilagem, resina aromática e cera (pequena quantidade).

BERNARDI e WASICKY (1959), relataram a presença de substâncias tânicas e de dulcitol em diferentes tipos de folhas de espinheira-santa, observando variação na concentração de taninos entre as amostras.

SILVA *et al.* (1991), também encontraram diferentes concentrações de polifenóis totais e taninos em materiais coletados de diversos ambientes da região de Araucária, Paraná.

Grande parte dos estudos farmacocômicos têm abordado a ocorrência de substâncias pertencentes a classe dos terpenos, como é o caso dos maitansinóides maitenina e pristimerina (LIMA *et al.*, 1971; AHMED *et al.*, 1981; ITOKAWA *et al.*, 1991).

LIMA *et al* (1971), constataram a ação antimicrobiana das substâncias maitenina e pristimerina, extraídas de raízes de *M. ilicifolia*.

AHMED *et al.* (1981), separaram e quantificaram maitansinóides de folhas, ramos e raízes de *M. ilicifolia*, de modo a determinar os possíveis efeitos negativos da planta, já que a mesma é utilizada pelas mulheres paraguaias como regulador da fertilidade. As quantidades determinadas foram consideradas insuficientes para determinar toxicidade.

MANDICH *et al.* (1984), estudando espécies utilizadas como reguladoras de fertilidade, isolaram de raízes de *M. ilicifolia*, flavonóides e taninos, e constataram resultados negativos da espécie como contraceptiva e abortiva.

SIMÕES *et al.* (1988), citam os estudos de PEREIRA (1962)¹², o qual relata a presença de ácido clorogênico, β -amirina, taninos e cafeína em folhas de espinheira-santa.

CARLINI (1988), constatou o efeito de extratos aquosos da espinheira-santa no combate às úlceras gástricas, citando que esta ação pode, em parte, ser atribuída à presença de taninos nestas plantas. O autor baseou-se nos trabalhos de YOSHIZAWA *et al.* (1987)¹³ e USHIDA *et al.* (1987)¹⁴, os quais relacionam a ação antitumoral e anti-radicaís livres de oxigênio dos compostos tanínicos.

Sobre a atividade mutagênica de alguns extratos vegetais utilizados na medicina popular, VARGAS *et al.* (1989) observaram que o extrato de folhas de *M. ilicifolia*, composto principalmente por flavonóides e taninos, apresentou efeito citotóxico negativo. Os autores, observam que os flavonóides têm apresentado atividades mutagênicas, enquanto que os taninos apresentam características anti-oxidativas, com ação anti-mutagênica e anti-carcinogênica. Neste sentido, alertam para o uso indiscriminado de extratos vegetais sem a devida orientação.

Por outro lado, BIANCHI *et al.* (1989), observaram efeitos tóxicos de extratos alcoólicos de folhas de *M. ilicifolia* aplicados em ratos, e consideram que este efeito pode ser devido à presença, na planta, de maitansinóides com atividade citotóxica.

ITOKAWA *et al.* (1991), isolaram dois novos triterpenos da espécie, denominados congorina e ilicifolina, e avaliaram as atividades citotóxicas destes compostos.

¹² PEREIRA, M.V. Contribuição ao estudo do princípio ativo e outros constituintes básicos de *M. ilicifolia*. **Revista Brasileira de Farmácia** 42(11-12):5-8, 1962.

¹³ YOSHIZAWA, S.; HORIUCHI, T.; FIJIKI, H. Antitumor promoting activity of (-) - epigallocatechin gallate, the main constituent of "Tannin" in green tea. **Phytotherapy Research** 1:44-47, 1987.

¹⁴ USHIDA, S.; EDAMATSU, R.; HIRAMATSU, M.; MORI, A.; NONAKA, G.; NISHIOKA, I.; NIWA, M.; OZAKI, M. Condensed tannins scavenge active oxygen free radicals. **Medical Science Research** 15:831-832, 1987.

Com relação a procedimentos para o controle de qualidade da droga, XAVIER e D'ANGELO (sem data), analisaram o perfil cromatográfico dos constituintes polifenólicos de *M. ilicifolia* e propõe o uso do método para identificação química da espécie.

VILEGAS *et al.* (1994), propõe o uso da cromatografia gasosa de alta resolução no controle de qualidade das amostras de *M. ilicifolia*, principalmente quando há dificuldades na identificação através de exame morfológico.

PETROVICK *et al.* (1991), desenvolvendo método para a obtenção de extratos secos de *M. ilicifolia* por nebulização, não observaram alteração do perfil cromatográfico da espécie.

A ação da *M. ilicifolia* se dá por seu efeito anti-séptico, cicatrizante e carminativo. Além disto, é levemente laxativa e diurética. Seu principal uso está no controle da hiperacidez e ulcerações do estômago (CARLINI, 1988; SANTOS *et al.*, 1987).

2.4.3 ASPECTOS AGRONÔMICOS

Os trabalhos realizados na área agronômica, se dividem entre *Maytenus ilicifolia* e *M. aquifolium*, já que esta última espécie apresenta propriedades terapêuticas semelhantes à primeira.

A maior parte dos estudos agronômicos sobre *M. ilicifolia* está relacionado às formas de propagação, seja por sementes (MAGALHÃES *et al.*, 1992; EIRA *et al.*, 1993; SCHEFFER *et al.*, 1994; ROSA, 1994), seja por micropropagação vegetativa (PEREIRA, 1993a).

MAGALHÃES (1990), em cultivos experimentais, observou o lento crescimento da espécie, tanto a pleno sol com à sombra, sendo que o mesmo comportamento foi verificado por ROSA (1994). RACHWAL *et al.* (1997), também obtiveram crescimentos lentos para *M. ilicifolia* plantada sobre Cambissolo Húmico, a pleno sol e sob sombreamento de capoeirão.

PEREIRA *et al.* (1992), determinaram os compostos farmacologicamente ativos em cultura de tecidos de *Maytenus ilicifolia*, e consideram que os dois grupos identificados, triterpenos e fenóis totais podem estar relacionados com a ação terapêutica da espécie.

PEREIRA (1993b), testando a influência de diferentes tipos de adubação sobre parâmetros agronômicos e químicos de *M. aquifolium*, observou que plantas que receberam adubação no plantio diferiram em altura, diâmetro do colo e número de ramos, em relação às que

não foram adubadas. Com relação às concentrações de triterpenos e fenóis totais, a autora não encontrou diferenças entre os tratamentos utilizados.

Apesar da inexistência de trabalhos enfocando a ecofisiologia e os aspectos nutricionais da espinheira-santa, e em se tratando de uma espécie ainda não domesticada, já existem recomendações de cultivo, indicando fórmulas de adubação, consórcios e formas de colheita (CORRÊA JR. *et al.*, 1994; MAGALHÃES, 1994).

A princípio, estas orientações buscam padronizar as formas de produção da droga já a nível de campo, garantindo ao consumidor um produto de qualidade, principalmente no que diz respeito à sua procedência.

3 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

3.1 LOCALIZAÇÃO

O município da Lapa apresenta uma área de 2.193,365 km², estando delimitado pelos municípios de Contenda e Quitandinha, a Leste; Palmeira, São João do Triunfo e Antonio Olinto, a Oeste; Campo do Tenente e Rio Negro, ao Sul; Balsa Nova e Porto Amazonas, ao Norte (IPARDES, 1993).

Fisiograficamente, o município está situado, predominantemente, sobre o segundo planalto do Estado do Paraná, apresentando uma paisagem suavemente ondulada, constituída por sedimentos paleozóicos do devoniano, carbonífero e permiano (MAACK, 1968).

A área de estudo está compreendida pelas latitudes 25° 43' e 25° 45' S, e as longitudes 49° 34' e 49° 36' W-GR, limite com o município de Contenda, ainda sobre a região fisiográfica do primeiro planalto Paranaense (TREIN, 1967).

O acesso ao local de estudo se faz pela Rodovia do Xisto (PR-476), sentido Curitiba-Lapa, seguindo por estrada secundária, na localidade de Alto Serrinha, até a microbacia dos arroios Passo-da-Guarda e Passa-Passo.

3.2 CLIMA

Com base na classificação de Köeppen, o clima na região da Lapa é do tipo Cfb - sempre úmido, clima pluvial quente temperado, o mês mais quente com temperatura média inferior a 22°C, mais de cinco geadas noturnas por ano (MAACK, 1968).

A Tabela 1 do Anexo, mostra a média dos dados meteorológicos no período de 1989 a 1994, levantados na Estação Meteorológica do IAPAR, no município da Lapa.

3.3 GEOLOGIA

De acordo com a folha de Contenda (TREIN, 1967), a região onde se localiza a área de estudo é constituída por rochas de idade pré-Cambriana, de origem metamórfica, com presença de diques de diabásio do Jurássico.

Na porção da paisagem estudada, predominam os migmatitos homogêneos do tipo embrechítico, de granulação grossa e essencialmente feldspáticos. Constam de sua mineralogia principal, quartzo, plagioclásio, ortoclásio, microclínio, biotita, hornblenda e granada. Apesar destes migmatitos pertencerem ao grupo sódico, podem ocorrer migmatitos calco-magnesianos devido à proximidade de xistos magnesianos no local. (FUCK et al., 1967; TREIN, 1967).

As planícies aluvionares são ocupadas por sedimentos recentes do Holoceno (EMBRAPA, 1984).

3.4 GEOMORFOLOGIA

As rochas cristalinas que compõem a área são, de modo geral, profundamente intemperizadas, formando um regolito bastante espesso, sendo que, localmente, o relevo é moderadamente acidentado, porém, regionalmente, forma uma superfície aplainada. Desta forma, a paisagem local caracteriza-se pelas colinas de cristas e vertentes convexas comumente denominadas de “mar de morros” ou “meias laranjas”. As altitudes variam de 900 a 1.000 m (TREIN, 1967).

Nas áreas de migmatito são encontradas numerosas nascentes de riachos formando, em geral, os divisores mais salientes, alongados e estreitos. A ocorrência de matacões é reduzida, os solos são mais argilosos e predomina o escoamento difuso (TREIN, 1967; PENTEADO, 1974).

Nas planícies aluvionares é possível observar diversos meandros abandonados e a formação de terraços aluviais (RADOMSKI, 1993).

3.5 HIDROGRAFIA

O principal divisor de águas da região localiza-se no Alto Serrinha, tendo-se ao norte parte da bacia de captação do rio Iguaçu. Os rios da área de estudo são drenados para o sul, em direção ao rio da Várzea. Os rios maiores e seus afluentes seguem um certo padrão dendrítico, com meandros divagantes não encaixados em planícies aluviais ou várzeas bastante desenvolvidas (TREIN, 1967).

3.6 SOLOS

Segundo EMBRAPA (1984), podem ocorrer nesta região as seguintes classes de solos originados de produtos da decomposição de migmatitos:

- Latossolo Vermelho-Amarelo: situam-se entre 770 a 980 m s.n.m., em relevo suave ondulado a ondulado; com textura argilosa, caracterizam-se pelo caráter álico e baixa fertilidade natural; alguns deste solos apresentam restrições ao uso com agricultura, principalmente por problemas de erosão, sendo recomendada, nestes casos, a manutenção e o manejo da flora nativa.
- Cambissolos: situam-se entre 700 e 900 m s.n.m., em relevo suave ondulado a ondulado, com vertentes médias e declives suaves; com textura argilosa; as restrições para agricultura são o caráter álico e a baixa fertilidade natural.
- Podzólico Vermelho-Amarelo: situam-se entre 800 a 900 m s.n.m., em relevo ondulado e forte ondulado; apresentam limitações para a agricultura intensiva, principalmente devido à baixa fertilidade natural e relevo.

RACHWALL e CURCIO (1989), em levantamento numa microbacia na mesma região de abrangência dos migmatitos, identificaram os Cambissolos como a classe de maior distribuição geográfica, além de Latossolo Vermelho-Amarelo, Podzólico Vermelho-Amarelo, Solos Aluviais, Gleis Pouco Húmicos e Solos Orgânicos. Em relação aos Cambissolos, estes caracterizaram-se por serem pouco profundos a rasos e de textura argilosa. Foi observada uma grande ocorrência de solos com espessura do horizonte A bastante reduzida em virtude dos altos níveis de erosão. Com relação à fertilidade, estes solos apresentaram-se na sua maioria distróficos, com níveis de

potássio variando de alto a médio no horizonte A e baixo no horizonte B, e níveis de fósforo alto no horizonte A e médio no horizonte B. Estes elevados teores de K e P, possivelmente, estão relacionados às adubações efetuadas para a cultura da batata.

Em levantamento preliminar na área de estudo, foram identificados os solos Litólico, Cambissolo profundo, Cambissolo gleico e Cambissolo gleico/aluvial.

3.7 VEGETAÇÃO

A formação vegetal original da região é a Floresta Ombrófila Mista (Floresta de Araucária), associada à Estepe Gramíneo-Lenhosa (IBGE, 1990).

Atualmente, a área de floresta nativa, representada por formações secundárias, cobre cerca de 16% da superfície do município da Lapa (IPARDES, 1993).

No local de estudo, a vegetação caracteriza-se por diferentes estágios de floresta secundária, predominantemente a capoeira e o capoeirão, tendo sido observado, a bracatinga (*Mimosa scabrella*), já em senescência, o cambará (*Gochnatia polymorpha*), a carova (*Jacaranda* sp.), diversas espécies de canelas e mirtáceas, erva-mate (*Ilex paraguariensis*), pinheiro-bravo (*Podocarpus* sp.), além do sucará (*Xylosma* sp.), uvarana (*Cordyline sellowiana*) e do xaxim (*Dicksonia* sp.). Nas áreas sujeitas a periódicas inundações, nas planícies aluviais, pode-se observar o branquilho (*Sebastiania* sp.), o jerivá (*Arecastrum* sp.) e a aroeira (*Schinus* sp.) (RADOMSKI, 1993).

A espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia*) ocorre em manchas no sub-bosque das matas ciliares, ou nos capões de mato nas encostas dos morros, onde há limitações para o uso com agricultura (RADOMSKI, 1993).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE AMOSTRAGEM

4.1.1 HISTÓRICO

A área em que foi realizado este trabalho pertence ao Sr. Antonio João Francheski Jr. “Seu Dico” e há cerca de 20 anos vem sendo explorada, em parceria, pelo Sr. Otávio.

A propriedade compreende distintos ambientes de encosta e de plainos. Quanto ao seu manejo, segundo o Sr. Otávio, grande parte já foi utilizada com agricultura, no sistema de “lavoura de toco”, com queima da capoeira após um período de pousio. Atualmente, apenas uma pequena parte da área, situada em relevo plano, é explorada com culturas agrícolas. As demais apresentam uma vegetação secundária em fase de capoeirão, onde ocorre uma população bastante diversa de espinheira-santa, representada por indivíduos de diferentes diâmetros e alturas. Esta heterogeneidade é consequência dos freqüentes cortes e rebaixamentos realizados nas plantas para coleta das folhas, além da presença de indivíduos de diferentes idades.

A última colheita de *M. ilicifolia* foi efetuada em toda a área, no período de agosto a setembro de 1993. Este período está “fora do tempo” ideal para a coleta da espinheira-santa, a qual, segundo o Sr. Otávio e costume de demais coletores da região, deve ocorrer de abril a junho.

4.1.2 SELEÇÃO DAS PARCELAS

Em uma toposseqüência com ocorrência natural de espinheira-santa, foram definidos quatro ambientes, caracterizados por diferentes tipos de solo e luminosidade.

Em cada um dos 4 ambientes foi demarcada uma parcela de 240 m² (24 x 10 m), dividida em três subparcelas de 80 m², procurando-se obter o máximo de homogeneidade quanto ao tipo de solo e luminosidade.

Os ambientes foram assim definidos:

- Ambiente 1: Terço médio de encosta, relevo montanhoso, com espinheira-santa em sub-bosque de formação secundária (FIGURA 2a).
- Ambiente 2: Terço inferior de encosta, relevo forte-ondulado, com espinheira-santa em sub-bosque de formação secundária (FIGURA 2b).
- Ambiente 3: Cone de dejeção, relevo plano, com espinheira-santa a pleno sol (capoeirinha), em consórcio com lavouras anuais; em julho de 1993 as plantas sofreram uma decepa baixa (FIGURA 2c).
- Ambiente 4: Dique marginal, relevo plano, com espinheira-santa no sub-bosque da mata ciliar (FIGURA 2d).

Para a caracterização dos ambientes de ocorrência de *Maytenus ilicifolia*, foram utilizados os resultados da intensidade luminisidade e das análises granulométrica e química de amostras compostas dos solos. Também foram acrescentadas informações relacionadas ao histórico de uso das áreas com *M. ilicifolia*, fornecidas pelo Sr. Otávio.



FIGURA 2A - AMBIENTE 1



FIGURA 2B - AMBIENTE 2



FIGURA 2C - AMBIENTE 3



FIGURA 2D - AMBIENTE 4

4.2 COLETA DOS DADOS

4.2.1 SOLOS

Para descrição e classificação dos solos, foi aberto um perfil por parcela, onde foram coletadas amostras para caracterização dos diferentes horizontes. Em cada subparcela foi coletada uma amostra composta complementar, às profundidades de 0-20 (horizonte A) e 30-50 cm (horizonte B), para análise química e granulométrica. As amostragens foram efetuadas em agosto de 1995. A classificação dos solos foi realizada segundo normas da EMBRAPA (1988).

As análises foram realizadas nos Laboratórios de Física e Fertilidade de Solos, e de Nutrição Mineral de Plantas do Departamento de Solos da Universidade Federal do Paraná.

4.2.2 LUMINOSIDADE

Para cada ambiente foi efetuada a determinação da intensidade luminosa (em klux), através da utilização de luxímetro. As medidas foram efetuadas no mês de junho, entre 11 e 13 horas, com o aparelho entre 1,0 e 1,5 metro de altura do solo, sendo que em cada parcela de amostragem foram realizadas 15 leituras (5 por subparcela) para obtenção de um valor médio. Os valores obtidos foram expressos em percentuais relativos à intensidade luminosa no campo aberto (ambiente 3 = 100% de intensidade luminosa).

4.2.3 MATERIAL PARA IDENTIFICAÇÃO BOTÂNICA

Nos quatro ambientes, foi coletado material botânico fértil de *Maytenus ilicifolia*. Este material foi identificado pelo Dr. Gert Hatschbach e tombado no herbário do Museu Botânico Municipal de Curitiba, com o registro MBM 248503.

4.2.4 MATERIAL VEGETAL

A coleta foi efetuada em maio de 1994, durante o período do ano em que tradicionalmente é feita a extração da espinheira-santa (abril a junho). Das subparcelas de cada ambiente foram colhidos, ao acaso, ramos verdes (com diâmetro menor ou igual a 5 mm) com folhas, de arvoretas com no mínimo 1,0 m de altura. Ramos com folhas foram coletados indiscriminadamente, sem considerar a posição na árvore ou idade de folhas, de modo a simular os procedimentos dos coletores da região. As folhas e os ramos foram separados para análises fitoquímicas individualizadas. O material foi seco em estufa, a 40°C, até peso constante e moído para os procedimentos analíticos.

4.3 DETERMINAÇÕES

4.3.1 ANÁLISES QUÍMICAS E GRANULOMÉTRICAS DOS SOLOS

As amostras foram secas a 60^o C, destorroadas e peneiradas à fração < 2 mm, sendo efetuadas as seguintes análises, de acordo com recomendação da EMBRAPA (1979):

- Granulometria pelo Método da Pipeta, com fracionamento em areia grossa e fina.
- pH em solução 0,01 M de cloreto de cálcio.
- acidez potencial ($H^+ + Al^{+3}$) com acetato de cálcio 1N a pH 7,0.
- Ca^{+2} , Mg^{+2} e Al^{+3} com cloreto de potássio 1N.
- K^+ com ácido clorídrico 0,05N.
- P com extrator de Melich.

O C total foi determinado pelo método Walkley e Black, conforme descrito por PAVAN *et al.* (1992), e amostras com peso entre 0,1 e 0,5g. O N total foi analisado pelo método Kjeldahl, segundo TEDESCO *et al.* (1985).

Com os resultados obtidos, foram calculados os seguintes valores:

- Teor de matéria orgânica (M.O %): $\%C \times 1,7$
- Soma de bases (S): $K^+ + Ca^{+2} + Mg^{+2}$
- Capacidade de troca de cátions (CTC): $S + (H^+ + Al^{+3})$
- Saturação de bases (V%): $(S \times 100) / T$
- Saturação com alumínio (m%): $(100 \times Al^{+3}) / (Al^{+3} + S)$

Também foram analisados os teores de Fe^{+2} , Mn^{+2} , Cu^+ e Zn^{+2} , disponíveis (extração com HCl 0,1N). As leituras destes elementos foram realizadas em espectrofotômetro de absorção atômica 2380 Perkin-Elmer.

4.3.2 ÁREA FOLIAR E PESO ESPECÍFICO DE FOLHAS

Do material coletado em cada subparcela foram selecionadas, aleatoriamente, 100 folhas (HAAG, 1983), para determinação da área (em planímetro Modelo AAC-400) e do peso. Através destes valores, foi calculado o peso específico de folhas, dividindo-se o peso total das 100 folhas, em gramas, pela sua área foliar, em cm^2 .

4.3.3 ANÁLISES FITOQUÍMICAS

4.3.3.1 Elementos químicos totais

Foram determinados os teores de macro - N, P, K, Ca, Mg – e microelementos totais - Fe, Mn, Cu, Zn, B, Al e Si -, conforme descrito por HILDEBRAND (1977):

- O N foi determinado pelo método Kjeldhal.
- Para o B, a digestão foi efetuada em mufla a $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ e em banho-maria com HCl 1N. Para os demais elementos o material foi digerido em mufla a $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ e solubilizado em HCl a 10%. As leituras de K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Al e Si foram realizadas em espectrofotômetro de absorção atômica 2380 e 430 Perkin-Elmer.
- O P foi determinado pelo método colorimétrico com vanadato-molibdato de amônio e o B com azomethine-H, e as leituras realizadas em espectrofotômetro UV/VIS 554 Perkin-Elmer.

4.3.3.2 Elementos químicos hidrossolúveis

Foram preparados extratos utilizando 5,0 g de amostra em 100 ml de água deionizada. Esta mistura foi fervida em refluxo durante 30 minutos e filtrada. O extrato aquoso foi submetido às leituras de K, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu, Zn, Al e Si em espectrofotômetro de absorção atômica 2380 e 430 Perkin-Elmer.

4.3.3.3 Polifenóis totais, polifenóis não tanantes e taninos

Foram preparados extratos das amostras utilizando-se 0,25 g do material em 250 ml de água deionizada. Esta mistura foi fervida em refluxo durante 30 minutos e filtrada. O extrato aquoso foi submetido às seguintes determinações, segundo metodologia proposta por REICHER *et al.* (1981):

- Polifenóis totais: a 1,0 ml da solução da amostra, adicionou-se 1,0 ml do reativo de Folin-Denis e 10 ml de solução de carbonato de sódio a 20%; as medidas de absorvância foram determinadas após 20 minutos, usando como padrão solução de ácido tânico a 8 mg % .
- Polifenóis que reagem com pó de pele cromada: a 50 mg de pó de pele cromada foram adicionados 5,0 ml da solução da amostra. A mistura foi agitada durante 60 minutos e filtrada. Do filtrado foram retirados 2 ml, diluídos para 10 ml. Esta solução foi usada para determinar os polifenóis que não reagem com o pó de pele (não tanantes). A diferença obtida (polifenóis totais - não tanantes) representa os polifenóis que reagem com o pó de pele (taninos).

Estas análises foram efetuadas no Laboratório de Farmacognosia do curso de Farmácia da Universidade Federal do Paraná.

4.3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para análise dos itens 4.3.1, 4.3.2 e 4.3.3, foi utilizado o Teste t, por médias pareadas.

De modo a observar algumas relações entre as variáveis amostradas, foram efetuadas correlações entre teores dos macro e microelementos totais e de polifenóis nas folhas e ramos, e destes com os teores de elementos dos solos e com a luminosidade. Também foram correlacionados os dados de macro e microelementos totais e com os respectivos teores de hidrossolúveis.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS AMBIENTES POR TIPO DE SOLO E LUMINOSIDADE

A Figura 3 traz a toposseqüência da área de estudo, indicando a localização dos quatro ambientes de ocorrência natural de *Maytenus ilicifolia*, com as respectivas classes de solo e condições de luminosidade.

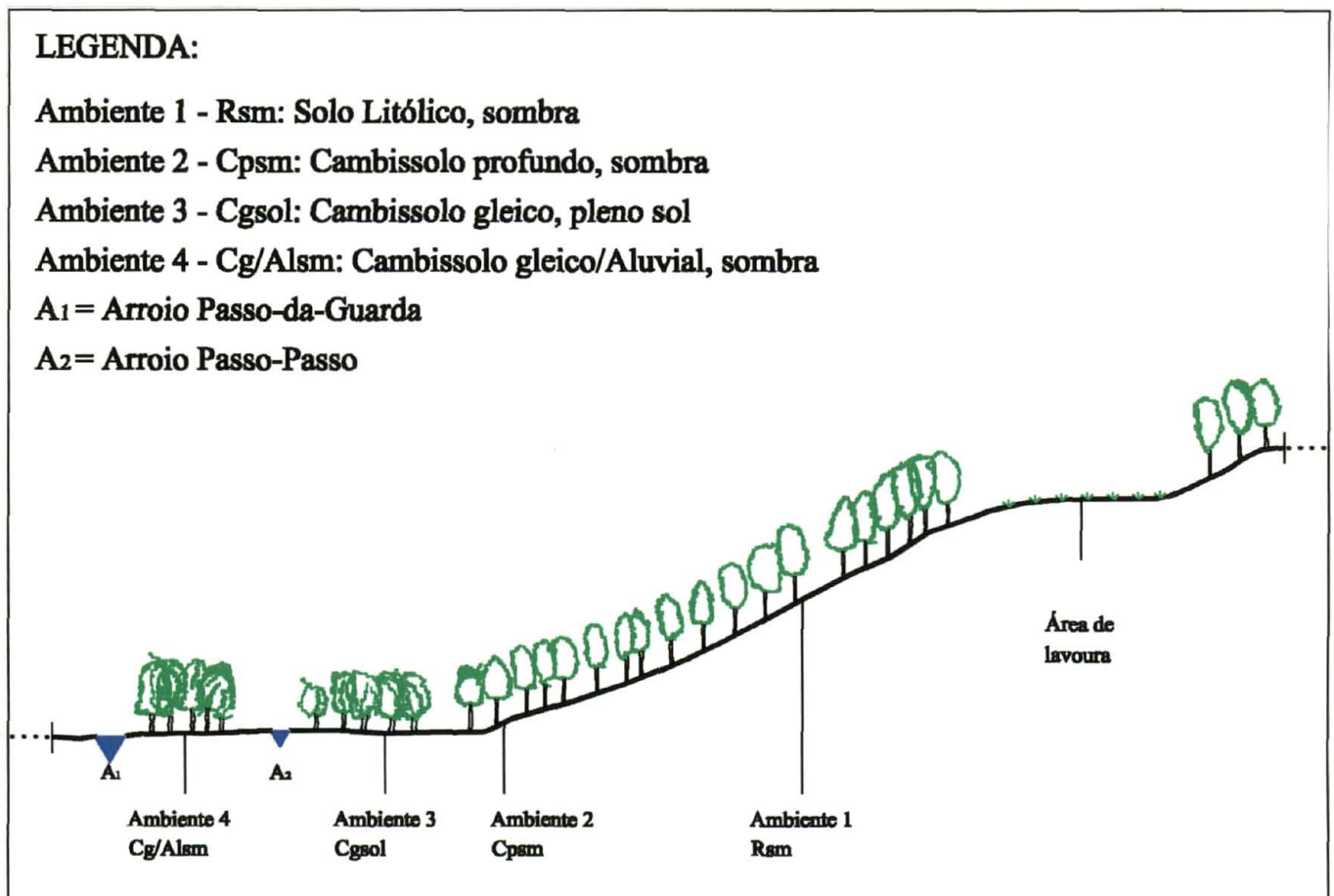


FIGURA 3 - TOPOSSEQÜÊNCIA DA ÁREA DE ESTUDO

Na Tabela 1 encontram-se os valores médios das luminosidades por ambiente.

Com relação aos solos, o resultado da análise granulométrica está na Tabela 2, e da análise química nas Tabelas 3, 4 e 5.

A descrição detalhada do perfil representativo da classe de solo de cada ambiente encontra-se na Tabela 3 do Anexo, bem como o resultado das análises químicas e granulométricas dos perfis descritos (Tabelas 4, 5 e 6 do Anexo).

TABELA 1 - VALORES MÉDIOS DAS INTENSIDADES LUMINOSAS ABSOLUTA E RELATIVA POR AMBIENTE.

| Intensidade Luminosa | Ambiente | | | |
|-------------------------|----------|------|-------|----------|
| | Rsm | Cpsm | Cgsol | Cg/Algsm |
| Absoluta klux | 4 | 8 | 85 | 10 |
| Relativa % | 5 | 9 | 100 | 12 |

TABELA 2 - TEORES MÉDIOS DAS CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS DOS SOLOS NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES.

| Solo | Profundidade cm | Areia grossa | Areia fina | Areia % | Silte | Argila |
|--------|--------------------|--------------|------------|------------|-------|--------|
| R | 0-15 | 26 | 9 | 35 | 34 | 31 |
| Cp | 0-20 | 21 | 11 | 32 | 28 | 40 |
| | 30-50 | 22 | 11 | 33 | 23 | 44 |
| Cg | 0-20 | 23 | 13 | 36 | 31 | 33 |
| | 30-50 | 20 | 14 | 34 | 24 | 42 |
| Cg/Alg | 0-20 | 3 | 2 | 5 | 45 | 50 |
| | 30-50 | 3 | 3 | 6 | 38 | 56 |

TABELA 3 - TEORES MÉDIOS DE N, P, K⁺, Ca⁺², Mg⁺², Al⁺³, H⁺+Al⁺³ e C DOS SOLOS NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES.

| Solo | profund. cm | N g/kg | P mg/dm ³ | K ⁺ | Ca ⁺² | Mg ⁺² cmol _c /kg | Al ⁺³ | H ⁺ +Al ⁺³ | C g/kg |
|-------|----------------|-----------|-------------------------|----------------|------------------|---|------------------|----------------------------------|-----------|
| | | | | | | | | | |
| R | 0-15 | 11,4 | 7 | 0,44 | 10,4 | 2,3 | 0,0 | 8,7 | 80 |
| Cp | 0-20 | 4,5 | 4 | 0,19 | 0,5 | 1,1 | 2,8 | 10,4 | 26 |
| | 30-50 | 2,5 | 1 | 0,08 | 0,4 | 0,3 | 2,7 | 7,5 | 12 |
| Cg | 0-20 | 4,2 | 13 | 0,30 | 1,9 | 1,3 | 1,2 | 9,7 | 28 |
| | 30-50 | 1,6 | 2 | 0,13 | 0,7 | 0,9 | 1,9 | 6,9 | 09 |
| Cg/Al | 0-20 | 9,7 | 8 | 0,28 | 7,4 | 4,2 | 0,2 | 6,6 | 44 |
| | 30-50 | 2,7 | 2 | 0,16 | 4,3 | 2,8 | 2,1 | 6,9 | 10 |

TABELA 4 - VALORES MÉDIOS DE M.O, pH, SOMA DE BASES, CTC, m% e V% DOS SOLOS NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES.

| Solo | profund. cm | M.O % | pH CaCl ₂ | S | | m | V |
|-------|----------------|----------|-------------------------|------------------------------|------|----|----|
| | | | | CTC cmol _c /kg | | | |
| R | 0-15 | 13,6 | 5,2 | 13,1 | 21,4 | 0 | 60 |
| Cp | 0-20 | 4,4 | 3,9 | 1,8 | 12,2 | 63 | 14 |
| | 30-50 | 2,0 | 4,0 | 0,8 | 8,3 | 78 | 9 |
| Cg | 0-20 | 4,8 | 4,2 | 3,6 | 13,3 | 26 | 26 |
| | 30-50 | 1,5 | 4,0 | 1,7 | 8,6 | 53 | 20 |
| Cg/Al | 0-20 | 7,5 | 4,7 | 15,0 | 21,6 | 2 | 55 |
| | 30-50 | 1,7 | 4,4 | 8,8 | 15,7 | 24 | 45 |

TABELA 5 - VALORES MÉDIOS DOS TEORES DISPONÍVEIS DE Fe, Mn, Cu e Zn POR CLASSE DE SOLO NAS DIFERENTES PROFUNDIDADES.

| Solo | Profundidade cm | Fe | Mn | Cu | Zn |
|-------|--------------------|-----|-----|-----|----|
| | | | | | |
| R | 0-15 | 16 | 439 | 0,6 | 31 |
| Cp | 0-20 | 117 | 34 | 1,5 | 2 |
| | 30-50 | 68 | 9 | 1,7 | 1 |
| Cg | 0-20 | 101 | 109 | 1,7 | 3 |
| | 30-50 | 60 | 37 | 1,6 | 1 |
| Cg/Al | 0-20 | 87 | 327 | 2,0 | 17 |
| | 30-50 | 110 | 117 | 3,0 | 3 |

a) AMBIENTE 1 - Rsm

Nesta área, a população de *M. ilicifolia* encontra-se sombreada (sm), no sub-bosque de um capoeirão com cerca de 20 anos, localizado no terço médio de encosta com 49% de declividade. Visualmente, é a área com maior concentração de indivíduos de espinheira-santa, observando-se inclusive, um grande número de indivíduos jovens (mudas) emitidas das raízes de indivíduos mais velhos.

Foi possível observar o depósito de uma fina camada de serapilheira sobre a superfície do solo, o que certamente contribui para as características que serão discutidas a seguir.

O solo foi classificado como Solo Litólico (R), apresentando um horizonte A chernozêmico com 27 cm de espessura (Tabela 3 do Anexo) e de textura média (Tabela 2). Na camada de 0-15 cm foi possível verificar o predomínio da areia grossa, e a presença de calhaus (7%) e cascalhos (17%), reflexo do menor grau de desenvolvimento desta classe de solo.

Com relação às características químicas, o solo apresenta saturação com alumínio igual a zero ($m=0\%$) e elevada saturação em bases ($V=60\%$), indicando que a maior parte da CTC está ocupada por Ca + Mg (59%) e por K (2%), e numa menor proporção por H+Al (39%).

Este fato deve-se ao pouco desenvolvimento pedogenético deste solo e ao enriquecimento com matéria orgânica (13,6%), a qual é a principal responsável pela retenção de cátions e ânions, condicionando uma quantidade maior de nutrientes disponíveis nos horizontes superficiais.

Com relação ao N, por se tratar de um elemento essencialmente orgânico, os seus teores estão intimamente ligados à matéria orgânica dos solos. Logo, o alto teor encontrado (11,4 g/kg) está associado ao C do solo que também é elevado (80 g/kg).

A relação C/N indica o estado de decomposição da matéria orgânica e a disponibilidade de N. Os valores variam de acordo com o tipo de matéria orgânica depositada, temperatura do solo, disponibilidade de água, atividade microbológica (WARING e SCHLESINGER, 1985), além da mineralogia da fração argila e de características físicas e granulométricas do solo. Quanto menor a relação, maior o estado de decomposição da matéria orgânica pelos microorganismos e maior a disponibilidade do N. No solo em questão, na profundidade de 0-15 cm obteve-se uma relação C/N igual a 7. Este valor aproxima-se da relação esperada para solos cultivados, que é de 8 a 10

(MONIZ, 1975), indicando uma intensa atividade biológica e alta eficiência no aproveitamento do N.

Da mesma forma que o N, a origem do P do solo é quase que exclusivamente orgânica. O teor observado na profundidade de 0-15 cm (7 mg/dm^3) está dentro da faixa citada por MENGEL e KIRBY (1987) que varia entre 2 e 15 mg/dm^3 , e é superior a valores encontrados em áreas de cobertura florestal nativa (EMBRAPA, 1984).

No caso do K do solo, grande parte é proveniente dos minerais primários e secundários, e neste caso, a proximidade com os materiais do intemperismo da rocha matriz contribui com os altos níveis do elemento. No entanto, por ser um elemento facilmente disponibilizado, também deve-se considerar a contribuição da matéria orgânica depositada e da lixívia da copa das árvores.

Os altos valores de Mg ($2,3 \text{ cmol/kg}$) e principalmente de Ca ($10,4 \text{ cmol/kg}$), também devem-se à proximidade com o material de intemperismo. No entanto, a contribuição da matéria orgânica também deve ser bastante significativa, já que estes elementos são componentes fundamentais das estruturas dos ramos e folhas que são depositados na superfície do solo.

A disponibilidade de Fe, Cu, Zn e Mn na solução do solo está estreitamente vinculada à presença da matéria orgânica e ao pH do solo (MARSCHNER, 1995). Por outro lado, solos derivados de migmatitos possuem uma contribuição relativamente baixa em Fe e Mn (ROCHA, 1981) e em Zn e Cu (YARDLEY, 1994).

O Fe caracteriza-se por formar complexos orgânicos ou quelatos (MENGEL e KIRBY, 1987), que podem ser facilmente lixiviados das camadas superiores, em solos bem drenados. Por outro lado, por ser altamente dependente do pH, o baixo valor obtido (16 mg/kg) pode estar relacionado a uma menor atividade do elemento na solução do solo.

Os níveis de Zn do solo estão bastante relacionados com o material de origem, e neste caso, a contribuição do migmatito neste elemento é muito pequena. No caso do Solo Litólico, a matéria orgânica é a responsável pelo teor encontrado (31 mg/kg), provavelmente, pela formação de complexos orgânicos solúveis, os quais geralmente estão associados a ácidos orgânicos e ácidos fúlvicos (MENGEL e KIRBY, 1987).

Assim como o Fe, o Cu também apresentou um baixo valor ($0,6 \text{ mg/kg}$). Este fato também está relacionado ao material de origem que é pobre neste elemento. Por outro lado, deve-se considerar o efeito da retenção do Cu pela matéria orgânica, tornando-o indisponível para a solução do solo. Comparado a elementos como o Zn e o Mn, o Cu é muito mais fortemente

retido pela matéria orgânica, o que o torna muito mais imóvel. Neste sentido, a disponibilidade de Cu em solos com maior teor de matéria orgânica, depende não somente da sua concentração, mas da forma como o elemento está associado aos complexos orgânicos (MENGEL e KIRBY, 1987).

No caso do Mn, a sua disponibilidade no solo depende de reações de oxidação-redução, influenciadas por fatores como pH do solo, conteúdo de matéria orgânica, atividade microbológica e umidade. O teor encontrado no Solo Litólico (439 mg/kg) está dentro da média dos valores admitidos para solos menos desenvolvidos, como litólicos e cambissolos (KABATA-PENDIAS e PENDIAS, 1992), estando diretamente relacionado a teor de matéria orgânica e ao pH deste solo.

Com respeito a intensidade luminosa desta área, o valor absoluto foi de 4 klux, ou 5% em relação à intensidade luminosa em campo aberto. É um valor extremamente baixo quando comparado a ambientes de desenvolvimento de espécies herbáceas, principalmente das cultivadas.

No entanto, se relacionarmos este valor com o ponto de saturação de folhas de sombra de árvores perenifólias, o qual está entre 5 a 10 klux (LARCHER, 1986; SUCACHEV e DYLLIS, sem data), é possível verificar que os valores estão bem próximos, e indicam menores taxas de respiração, e conseqüentemente um crescimento mais lento.

Apesar da ausência de dados sobre a taxa de respiração das plantas neste local, supõe-se que a *M. ilicifolia* possua algum mecanismo de adaptação a intensidades de luz consideravelmente mais baixas. Esta adaptação pode ser morfológica, na estrutura celular e subcelular e também bioquímica (LARCHER, 1986; COLEY *et al.*, 1985). Neste sentido, a presença dos taninos em *M. ilicifolia* pode ser um destes mecanismos de adaptação.

b) AMBIENTE 2 - Cpsm

Esta área situa-se em terço inferior de encosta, com relevo forte ondulado. A população de *M. ilicifolia* encontra-se sombreada (sm), em sub-bosque de capoeirão, também com cerca de 20 anos. Em relação à posição anterior, foi observada uma população menor de indivíduos, principalmente de mudas.

O solo foi classificado como Cambissolo profundo (Cp) álico, horizonte A moderado com 35 cm de espessura e de textura argilosa. No horizonte Bi observou-se um gradiente textural, conferindo o caráter podzólico a este solo (Tabela 3 do Anexo).

Sobre as características químicas (Tabela 3), na profundidade de 0-20 cm, pode-se verificar uma diminuição do pH (3,9) em relação ao Solo Litólico (5,2), com uma elevação significativa da concentração de alumínio (63%) e baixa saturação de bases (14%). Neste caso, H+Al estão ocupando a maior parte da CTC do solo, com 85%, enquanto que Ca+Mg respondem por 13% e o K por apenas 2% .

Na profundidade de 30-50 cm, verifica-se uma influência ainda mais acentuada do decréscimo da matéria orgânica (4,4%) sobre a saturação em bases (9%).

A diminuição das bases, principalmente de Ca (0,5 cmol/kg), está condicionada ao menor acúmulo de matéria orgânica neste perfil, o que favorece a lixiviação de cátions do solo.

Para o N, houve um acentuado decréscimo do teor (4,5 g/kg) em relação ao Litólico (11,4 g/kg), apesar desta diferença não ter sido significativa pelo Teste *t* (Tabela 8 do Anexo). Esta diminuição, no entanto, está bastante coerente com o fato da matéria orgânica também ter reduzido significativamente. Neste sentido, é possível verificar uma alta correlação entre o teor de C e N nos solos (Tabela 16 do Anexo).

Com relação ao fósforo, não houve diferença significativa para o solo anterior, apesar do valor encontrado no Cp ser considerado baixo (4 mg/dm³). Na profundidade de 30-50 cm, o valor também é mais baixo (1 mg/dm³), em consequência da menor quantidade de matéria orgânica deste solo e, provavelmente, da formação de compostos insolúveis com o Al.

No caso dos micronutrientes, houve um aumento significativo na concentração de Fe (117 mg/kg) e Cu (1,5 mg/kg), em relação ao Solo Litólico, na profundidade de 0-20 cm. Ambos apresentaram uma correlação negativa com o pH e com a matéria orgânica (Tabela 16 do Anexo). Este comportamento em relação a estes dois fatores também pode ser visualizado na profundidade de 30-50 cm, com uma diminuição dos teores dos dois elementos.

Os valores de Mn e Zn, na profundidade de 0-20 cm não apresentaram diferença significativa para o solo Litólico, no entanto a diminuição dos valores pode estar sendo influenciada pela redução nos teores de matéria orgânica. Neste sentido, obteve-se uma alta correlação entre a %C do solo e os dois elementos (Tabela 16 do Anexo), igual a 0,89 para o Mn e 0,93 para o Zn.

A intensidade luminosa neste local foi igual a 8 klux, correspondendo a 9% da intensidade total. De acordo com o Teste *t* (Tabela 2 do Anexo) este valor é significativamente maior que o obtido no ambiente Rsm, no entanto, continua na mesma faixa considerada na discussão anterior, permitindo que se façam para Cpsm, as mesmas inferências da área anterior.

c) AMBIENTE 3 - Cg sol

Esta área está situada numa projeção de leques alúvio-coluvionares, em superfície holocênica de relevo praticamente plano. Como consequência desta posição, o local costuma sofrer inundações, principalmente por ocasião de chuvas mais fortes, as quais provocam o transbordamento dos dois córregos ali existentes (vide Figura 3) e, conseqüentemente, a deposição de sedimentos trazidos das porções superiores da encosta.

Os indivíduos de *M. ilicifolia* encontram-se a pleno sol (sol). Entre as plantas de espinheira-santa ocorre o cultivo consorciado de lavouras de verão (milho, arroz, pimenta). Não é feita adubação na área, sendo aproveitada a fertilidade natural das inundações.

O solo desta área foi classificado como Cambissolo gleico (Cg) álico epidistrófico, horizonte A proeminente com 22 cm de espessura e de textura argilosa. Cabe ressaltar que a drenagem do perfil variou de moderada a imperfeita, devido à proximidade do lençol freático (a 80 cm da superfície). Esta situação é responsável pelo caráter gleico do solo, identificado no perfil através de pequenos mosqueados já a partir dos 22 cm de profundidade e intensificados no horizonte II Big (Tabela 3 do Anexo).

Sobre as características químicas foi possível verificar, na profundidade de 0-20 cm, uma redução da concentração em Al ($m=26\%$), e um pequeno aumento na saturação em bases ($V=26\%$) em relação à área anterior, provocada por incrementos nos teores de K ($0,30 \text{ cmol}_c/\text{kg}$) e Ca ($1,9 \text{ cmol}_c/\text{kg}$). Também chama atenção o teor de P ($13 \text{ mg}/\text{dm}^3$), o qual provavelmente está relacionado, juntamente com as demais bases, à deposição de material aluvial e coluvionar nesta porção do terreno, materiais estes que apresentam alta saturação de bases devido às práticas de adubação e calagem nos solos de encosta.

O teor de N foi estatisticamente igual ao do solo anterior, para as duas profundidades, estando, da mesma forma, correlacionado ao teor de matéria orgânica.

Com respeito aos micronutrientes, Fe, Cu e Zn mantiveram o mesmo comportamento que no solo anterior.

No caso do Mn, o acréscimo do teor em relação ao Cp, nas duas profundidades, deve-se ao ambiente redutor do perfil, como consequência do regime hídrico deste solo. Este aumento da disponibilidade de Mn na solução do solo, está diretamente relacionado com as condições anaeróbicas provocadas pela proximidade do lençol freático e do baixo pH (KABATA-PENDIAS e PENDIAS, 1992).

A intensidade luminosa absoluta nesta área foi igual a 85 klux, correspondendo a 100% da luz incidente em campo aberto.

Nestas condições foi possível notar algumas diferenças anatômicas nas plantas, em relação aos ambientes anteriores. Estas diferenças não foram mensuradas, tendo sido identificadas apenas pela observação das plantas e através do manuseio das folhas. Estas apresentaram-se amareladas, mais espessas e com espinhos mais pronunciados, caracterizando formas típicas de adaptação de plantas de sombra expostas à luz solar total.

Os aspectos químicos observados nestas plantas serão discutidos no item 5.2, conjuntamente com as outras áreas.

d) AMBIENTE 4 - Cg/Al sm

Situa-se na superfície de degradação (com erosão fluvial) de rio meandrante. A população de *M. ilicifolia* encontra-se sombreada (sm), no sub-bosque de floresta ciliar em fase de capoeirão. No terreno é possível notar pequenas superfícies mais abaciadas, onde ocorre a deposição mais acentuada de sedimentos por ocasião das cheias do arroio Passo-da-Guarda. Nestes abaciados raramente se encontrou algum indivíduo de *M. ilicifolia*. Em 1989 foi efetuada uma decepa nas plantas da espinheira-santa para rebaixamento das copas.

O solo foi classificado como Cambissolo gleico / Solo Aluvial gleico (Cg/Alg) álico epieutrófico, horizonte A moderado com espessura de 13 cm e textura muito argilosa (Tabela 3 do Anexo).

A granulometria do Cg/Alg diferenciou-se notadamente dos demais solos, com incrementos de argila nos horizontes mais superficiais e diminuição dos teores de areia, reflexo dos constantes depósitos de sedimentos mais finos efetuados pelo arroio durante as cheias.

Durante a descrição do perfil pode-se observar indícios de gleização a 47 cm de profundidade.

Com relação às características químicas, o Cg/Al distingue-se do Cp e do Cg, na profundidade de 0-20 cm, pela diminuição da concentração de alumínio (2%) e pelo aumento da saturação em bases (55%).

Os teores mais elevados de Ca (7,4 cmol_e/kg) e Mg (4,2 cmol_e/kg) são, em parte, consequência da maior concentração de matéria orgânica, principalmente, no horizonte superficial. No entanto, os constantes depósitos, pelo rio, de sedimentos finos trazidos das áreas adjacentes, também podem estar contribuindo com estes elementos, nas duas profundidades analisadas.

Apesar da diferença não ter sido significativa, o teor de N na profundidade de 0-20 cm (9,7 g/kg) também sofreu um incremento em relação ao Cp (4,5 g/kg) e ao Cg (4,2 g/kg), reflexo do aumento da matéria orgânica neste solo (7,5%). A relação C/N neste caso foi igual a 4,5, indicando uma taxa elevada de mineralização da matéria orgânica e disponibilização do N.

O teor de P na profundidade de 0-20 cm (8 mg/dm³) também está relacionado a formas solúveis do elemento presentes nos sedimentos depositados. A diminuição do teor na profundidade de 30-50 cm (2 mg/dm³) é consequência da maior concentração de argila, responsável pela adsorção do P no solo, principalmente em pH mais baixo.

Em relação aos demais solos, o teor de Fe (87 mg/kg) pode ser considerado maior apenas que o do R (16 mg/kg), na profundidade de 0-20 cm. A comparação do teor entre as profundidades, no entanto mostra um comportamento diferente em relação ao Cp e ao Cg, com acréscimo na profundidade de 30-50 cm.

Apesar de não significativo, o maior teor de Zn na profundidade de 0-20 cm (17 mg/kg), em relação a Cp (2 mg/kg) e Cg (3 mg/kg) demonstra o efeito da matéria orgânica no aumento dos teores solúveis deste elemento.

O teor de Cu (2 mg/kg) no Cg/Alg, apenas foi significativamente maior que no R (0,6 mg/kg) e este fato certamente está relacionado à diferença de matéria orgânica entre os dois solos. Neste sentido, a retenção do elemento no Cg/Alg deve estar sendo menor que no R.

O comportamento do Mn neste solo foi igual aos demais, não tendo sido verificada diferença estatística entre os valores. No entanto, observou-se que os valores absolutos, principalmente na profundidade de 30-50 cm (117 mg/kg), são maiores do que no Cg (37 mg/kg). Estas maiores concentrações estão relacionadas ao fato desta área receber contínuas contribuições de sedimentos contendo Mn, além das condições redutoras deste solo, acentuadas pela textura mais argilosa.

A intensidade luminosa absoluta nesta área foi igual a 10 klux, correspondendo a 12 % da intensidade a pleno sol. Este valor é estatisticamente igual ao encontrado no Cpsm e maior que o do Rsm.

5.2 INFLUÊNCIA DOS AMBIENTES NO DESENVOLVIMENTO DE *Maytenus ilicifolia*

5.2.1 ÁREA FOLIAR E PESO ESPECÍFICO

Na Tabela 6 encontram-se os valores para peso de 100 folhas, área e peso específico. Também está relacionada a média das 12 amostras e o respectivo coeficiente de variação.

A Tabela 10 do Anexo traz os resultados do Teste *t* para estas variáveis.

TABELA 6 - MÉDIA DO PESO, ÁREA E PESO ESPECÍFICO DE 100 FOLHAS DE *Maytenus ilicifolia* POR AMBIENTE, MÉDIA GERAL* E C.V.%.

| Ambiente | PESO g | ÁREA FOLIAR cm ² | PESO ESPECÍFICO mg/cm ² |
|-------------|-----------|--------------------------------|---------------------------------------|
| Rsm | 15,3 | 1484 | 10,3 |
| Cpsm | 21,9 | 1804 | 12,1 |
| Cgsol | 20,9 | 1220 | 17,3 |
| Cg/Alsm | 19,5 | 1581 | 12,3 |
| Média geral | 19,4 | 1522 | 13,0 |
| C.V. (%) | 16,9 | 15,7 | 20,7 |

* Média geral correspondente a 12 amostras.

A observação do peso de 100 folhas não indica grandes diferenças entre os ambientes, sendo considerado estatisticamente maior apenas o valor do Cpsm em relação ao Rsm.

Com relação à área foliar as diferenças significativas foram entre Rsm e Cpsm, Cgsol e Cpsm, e Cgsol e Cg/Alsm. Em termos absolutos, a área foliar das plantas de sol foi menor que as demais, confirmando este mecanismo de adaptação para a *M. ilicifolia*.

COELHO (1995), comenta que espécies umbrófilas apresentam uma produtividade relativa menor, por área ou por volume, em relação a plantas heliófilas. Esta menor produtividade pode ser compensada por um aumento de área foliar, por folha e por planta, resultando, inclusive, numa melhor conservação dos nutrientes minerais que seriam utilizados de forma mais econômica.

O menor valor de peso específico para as plantas de sombra está relacionado à adaptação das espécies a ambientes com menor disponibilidade de luz, através da diminuição da capacidade fotossintética e menor alocação de compostos a base de carbono (JURIK, 1986; MESSIER, 1992).

No caso de *M. ilicifolia*, esta economia parece estar ocorrendo mesmo nos solos onde a disponibilidade de nutrientes é maior (Rsm e Cg/Alg). Em termos absolutos, o peso específico de folhas foi maior no Cg/Algsm ($12,3 \text{ mg/cm}^2$) em relação ao Rsm ($10,3 \text{ mg/cm}^2$), apesar das condições químicas semelhantes dos dois solos, principalmente em relação à alta saturação de bases e baixa saturação em alumínio. Porém, no ambiente Cg/Algsm, a luminosidade foi maior que a encontrada no Rsm, o que leva a concluir que a absorção de nutrientes (e conseqüentemente a síntese de metabólitos) está sendo regulada por este fator. No caso do ambiente Cgsol ($17,3 \text{ mg/cm}^2$), o maior peso específico das folhas demonstra uma concentração de biomassa em condições de maior luminosidade, o que, em termos agrônômicos, representa maior produtividade.

Entretanto, no caso das espécies medicinais, este conceito de produtividade merece ser reconsiderado, já que a ação terapêutica de muitas plantas está relacionada a quantidades específicas de um ou mais metabólitos secundários, muitas vezes produzidos em condições ambientais particulares. Neste caso, a maior produção de biomassa de determinada espécie medicinal não garante, necessariamente, que suas propriedades terapêuticas estejam sendo mantidas.

Assim sendo, que produtos *M. ilicifolia* está metabolizando a mais e/ou concentrando num ambiente a pleno sol em relação ao seu ambiente natural à sombra ? Esta questão será melhor abordada a seguir, na discussão dos resultados dos teores dos elementos químicos totais e dos teores de polifenóis totais, polifenóis não tanantes e taninos.

5.2.2 TEORES DOS ELEMENTOS QUÍMICOS TOTAIS

Na Tabela 7 estão relacionados os teores de N, K, P, Ca e Mg, analisados em folhas e ramos de *M. ilicifolia*.

A comparação dos teores (Teste *t*), entre os ambientes, está na Tabela 12 do Anexo.

De acordo com a média geral para os quatro ambientes, a espinheira-santa absorveu os macronutrientes na seguinte ordem decrescente: $K > N > Ca > Mg > P$.

A média geral dos teores de N, K e Mg aproximou-se dos valores encontrados em povoamentos naturais de outra espécie nativa da Floresta Ombrófila Mista, a *Ilex paraguariensis* (REISSMANN *et al.*, 1983; RADOMSKI *et al.*, 1992), e para P e, principalmente Ca, a média geral é superior aos teores citados nestes trabalhos.

No caso do Ca, STELLFELD (1934) faz uma referência à grande quantidade encontrada em folhas de *Maytenus ilicifolia*, sem apresentar dados numéricos para efeito de comparação. BERNARDI e WASICKY (1959) também referem-se à ocorrência de oxalatos de cálcio nos tecidos foliares desta espécie, o que pode estar contribuindo com os maiores teores totais do elemento. Os valores obtidos neste trabalho, porém, são menores que os observados por THUKRAL *et al.* (1984), em *Maytenus emarginata* (22,94 g/kg).

Considerando o total de amostras, o Ca foi o macroelemento que apresentou o maior coeficiente de variação, principalmente nos teores dos ramos (40,9%).

Os teores de N e K foram os que apresentaram maior variação entre os ambientes.

TABELA 7 - TEORES MÉDIOS DE N, P, K, Ca e Mg EM FOLHAS E RAMOS DE *Maytenus ilicifolia* POR AMBIENTE, MÉDIA GERAL E C.V.%*.

| Ambiente | | N | P | K | Ca | Mg |
|----------|-------|-------------|------------|-------------|------------|------------|
| | | g / kg | | | | |
| Rsm | Folha | 18 | 2,7 | 20,0 | 12,2 | 3,4 |
| | Ramo | 10,3 | 2,8 | 14,3 | 11,8 | 2,1 |
| Cpsm | Folha | 19 | 2,4 | 18,7 | 7,3 | 3,8 |
| | Ramo | 10 | 2,2 | 12,3 | 5,3 | 2,0 |
| Cgsol | Folha | 9,3 | 2,7 | 13,0 | 7,9 | 3,3 |
| | Ramo | 8,3 | 3,1 | 11,0 | 5,9 | 1,7 |
| Cg/Alsm | Folha | 17,3 | 3,0 | 15,0 | 12,2 | 4,5 |
| | Ramo | 8,7 | 3,9 | 11,3 | 12,2 | 2,3 |
| Média | Folha | 15,9 (26,4) | 2,7 (9,4) | 16,7 (19,5) | 9,9 (29,3) | 3,8 (16,1) |
| | Ramo | 9,3 (11,5) | 3,0 (25,0) | 12,2 (13,1) | 8,8 (40,9) | 2,0 (11,7) |

* Média geral correspondente a 12 amostras; valores entre parênteses referem-se ao C.V.%.

O teor de N foi menor nas plantas do Cgsol, e para o K, os teores foram maiores para Rsm e Cg/Alsm em relação a Cgsol.

QUADROS *et al.* (1991) observaram comportamento semelhante em árvores de *Ilex paraguariensis*. Segundo os autores, as folhas de árvores sombreadas apresentaram maiores teores de N e K do que folhas de árvores a pleno sol.

Para o N, o menor teor encontrado nas folhas de sol, poderia ser reflexo da menor disponibilidade do elemento no solo. Este fato, porém, parece descartado, já que as plantas do Cpsm, apesar do menor teor de N no solo, apresentam um alto N foliar em relação ao Cgsol.

WARING *et al.* (1985) e COLEY (1987), referem-se ao menor conteúdo de N, por peso seco, em espécies perenifólias e/ou de sombra, devido, principalmente, à produção de compostos fenólicos, e consideram que a percentagem deste elemento é inversamente proporcional à longevidade das folhas.

Para *Maytenus ilicifolia* obteve-se uma correlação negativa igual a 0,84 entre os valores de peso específico e os teores foliares de N, indicando que outros compostos, não baseados no N, podem estar contribuindo no incremento da biomassa da espinheira-santa.

Com relação aos teores de N, SIMONETTI *et al.* (1984) obtiveram para outra Celastraceae, a *Maytenus boaria*, teores bastante próximos (19 g/kg em média) aos verificados para a espinheira-santa.

Apesar do K não ter, estatisticamente, o mesmo comportamento do N, é possível observar uma alta correlação entre os elementos (0,74). No caso, esta interação está relacionada com a maior absorção de K em resposta a maiores níveis de N foliar (MENGEL e KIRBY, 1987).

Para o K, também parece haver uma tendência de interação entre os teores disponíveis no solo e os foliares. No entanto, apesar da disponibilidade do elemento no solo ser a mesma para Cgsol e Cpsm, o teor foliar nas plantas de sol foi estatisticamente menor.

Em geral, os teores de K também foram bem superiores ao encontrado por THUKRAL *et al.* (1984) para outra espécie de Celastraceae, a *Maytenus emarginata* (3,27 g/kg).

Observa-se que sob baixa luminosidade a disponibilidade de nutrientes parece exercer efeitos menores sobre a composição química das plantas, ao contrário do que ocorre sob alta luminosidade (WARING *et al.*, 1985 e HORNER *et al.*, 1987). Ou seja, a intensidade luminosa parece determinar a demanda de nutrientes, de acordo com a necessidade de síntese de compostos para os diferentes ambientes em que a planta se encontra.

Caracterizou-se, para a espinheira-santa, uma alta correlação do N foliar com a intensidade luminosa (-0,94), e nenhuma correlação com os teores do elemento no solo (Tabela 16 do Anexo).

Os teores de macronutrientes nos ramos, em geral são menores que nas folhas, devido à menor atividade metabólica destes órgãos. No caso da espinheira-santa este fato foi verificado para todos os elementos, com exceção do fósforo. Para este elemento, os teores foram levemente mais altos nos ramos, fato este relacionado ao crescimento dos mesmos, já que a coleta priorizou ramos verdes, em fase de desenvolvimento.

Vale salientar que o K predomina nas partes jovens da planta, sendo redistribuído a medida que os tecidos vão envelhecendo. O menor teor do elemento nos ramos reflete este comportamento.

Os teores de Ca nos ramos foram praticamente iguais aos das folhas, sendo que, em geral, estes valores podem ser até maiores, considerando o papel estrutural que o elemento desempenha nos tecidos de sustentação das plantas (KRAMER e KOZLOWSKI, 1979).

Comparando-se os teores de N nas folhas e ramos, verifica-se uma diferença, entre os ambientes, na proporção do elemento entre estas partes das plantas de *M. ilicifolia*. Esta proporção foi, em média, em torno de 8:1 para as plantas de sombra e 1:1 para as plantas de sol, indicando uma resposta fisiológica do elemento às condições diferenciadas de luminosidade.

Na Tabela 8 encontram-se os teores de Fe, Mn, Cu, Zn, B, Al e Si, em folhas e ramos de *M.ilicifolia*, e na Tabela 13 do Anexo o Teste *t* referente a estes dados.

De acordo com a média geral foliar para os quatro ambientes, a espinheira-santa absorveu os microelementos na seguinte ordem decrescente: Si > Mn > Al > Fe > B > Zn > Cu.

Considerando o total das amostras, Mn foi o microelemento que apresentou maior coeficiente de variação, tanto para folhas (42,1%) quanto para ramos (58,5%).

Os teores foliares de Fe, Zn e Al foram semelhantes nos quatro ambientes. No caso de Fe e Zn, os valores aproximam-se dos obtidos por outras espécies nativas como *Ilex paraguariensis* (REISSMANN *et al.*, 1983; RADOMSKI *et al.*, 1992) e *Ilex theezans* (BRITZ, 1994).

Para o Al, os valores encontrados são bem inferiores aos observados para espécies nativas em geral (REISSMANN *et al.*, 1983; RADOMSKI *et al.*, 1992; BRITZ, 1994).

O Cu apenas foi menor no Rsm em relação ao Cg/Alsm. Este fato deve-se a menor disponibilidade do elemento observada no solo de Rsm. Os teores, na média geral, são semelhantes aos de espécies nativas da Floresta Atlântica (BRITZ, 1994), e menores aos encontrados em *Ilex paraguariensis* (REISSMANN *et al.*, 1983) e *Maytenus emarginata* (THUKRAL *et al.*, 1984).

O teor de Si foi estatisticamente maior no Cg/Alsm em relação a Cpsm e Cgsol, sendo que no Rsm também chama a atenção o alto teor do elemento. Uma explicação para este comportamento, pode estar no fato de Cg/Alsm e Rsm, apresentarem maiores teores de matéria orgânica, o que aumentaria a solubilidade do Si neste solo e conseqüentemente a sua disponibilidade para as plantas.

Segundo PONNAMPERUMA (1964)¹⁵, citado por JONES e HANDRECK (1967), o aumento do Si solúvel é devido à ação de ácidos orgânicos, que em condições redutoras, liberam o Si de complexos com o Fe.

¹⁵ PONNAMPERUMA, F.N. **The mineral nutrition of the rice plant.** In: Symp. Intern. Rice Res. Inst., Maryland, John Hopkings Press, 1964. P.295-328, 461-482.

TABELA 8 - TEORES MÉDIOS DE Fe, Mn, Cu, Zn, B, Al E Si, EM FOLHAS E RAMOS DE *Maytenus ilicifolia* POR AMBIENTE, MÉDIA GERAL E C.V.%*.

| Ambiente | | Fe | Mn | Cu | Zn | B | Al | Si |
|----------|-------|-----------|------------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | | mg/kg | | | | | | |
| Rsm | Folha | 49 | 130 | 7 | 23 | 44 | 58 | 1075 |
| | Ramo | 46 | 107 | 11 | 29 | 23 | 55 | 929 |
| Cpsm | Folha | 50 | 276 | 8 | 22 | 38 | 52 | 704 |
| | Ramo | 39 | 268 | 11 | 24 | 22 | 43 | 442 |
| Cgsol | Folha | 41 | 198 | 8 | 16 | 22 | 68 | 692 |
| | Ramo | 54 | 118 | 11 | 25 | 17 | 58 | 517 |
| Cg/Alsm | Folha | 51 | 104 | 9 | 24 | 30 | 63 | 1146 |
| | Ramo | 61 | 88 | 12 | 28 | 19 | 68 | 1013 |
| Média | Folha | 49 (14,3) | 177 (42,1) | 8 (14,6) | 21 (21,7) | 33 (13,6) | 60 (28,3) | 904 (28,4) |
| | Ramo | 50 (22,5) | 145 (58,5) | 11 (9,7) | 27 (15,3) | 20 (16,7) | 56 (33,7) | 725 (38,9) |

* Média geral correspondente a 12 amostras; valores entre parênteses referem-se ao C.V.%.

STELLFELD (1934), identificou ácido silícico (1,58%) em folhas de *M. ilicifolia*. Sobre este ácido, MARSCHNER (1995), citando WEISS e HERZOG (1978)¹⁶, comenta da sua alta afinidade por *o*-difênóis, como o ácido cafeico e ésteres correspondentes, resultando em complexos de silício de alta estabilidade e baixa solubilidade.

Estes complexos teriam uma função estrutural na forma de depósitos nas paredes de células lignificadas, balanceando a biossíntese de lignina. Isto seria uma vantagem para a planta já que a biossíntese dos complexos de silício demanda muito menos energia do que a síntese da lignina (RAVEN, 1983¹⁷, citado por MARSCHNER, 1995).

No caso da espinheira-santa, deve-se considerar que há uma tendência de maior concentração de silício justamente nas plantas de sombra e que, com a diminuição da capacidade fotossintética, devem reduzir a síntese de compostos a base de carbono.

Neste sentido, seria interessante averiguar, em trabalhos futuros, relações entre compostos de Si e a síntese de lignina em plantas de *M. ilicifolia*.

¹⁶ WEISS, A. e HERZOG, A. Isolation and characterization of a silicon-organic complex from plants. In: BENDZ, G. and LINDQVIST, I. (eds.). *Biochemistry of silicon and related problems*. New York, Plenum Press, p.109-127. 1978.

¹⁷ RAVEN, J.A. The transport and function of silicon in plants. *Biol. Ver. Cambridge Philos. Soc.* 58(2):179-207, 1983.

A média geral dos teores foliares de Si observados neste trabalho (904 mg/kg) foi bem maior que os encontrados por REISSMANN (1994) em *Ilex paraguariensis*, os quais variaram de 175 a 582 mg/kg.

Mn e B foram os elementos que apresentaram maiores variações entre as quatro áreas.

No caso do Mn, o teor foliar nas plantas do Cpsm foi maior que no Rsm e no Cg/Alsm, e maior no Cgsol em relação ao Cg/Alsm. Apesar dos teores no solo terem sido considerados iguais para todas as áreas, no Rsm e no Cg/Alsm foram observados os maiores valores de Ca+Mg e de pH, fatores que interferem diretamente na absorção do Mn (KABATA-PENDIAS e PENDIAS, 1992). As correlações obtidas entre Mn foliar e os valores de pH e Ca+Mg foram iguais a -0,81 e -0,84, respectivamente.

Em espécies florestais têm-se observado teores de Mn maiores que os de Fe, resultando em relações Fe/Mn menores que 1 (REISSMANN *et al.*, 1983 e REISSMANN, 1994). No caso da espinheira-santa foram observadas as seguintes relações: 0,38 (Rsm), 0,18 (Cpsm), 0,21 (Cgsol) e 0,49 (CgAlsm). Estes valores são superiores ao observado em povoamentos naturais de *Ilex paraguariensis*, cuja relação, em média tem estado em torno de 0,05 (REISSMANN *et al.*, 1983).

Estas maiores relações devem-se principalmente ao fato dos teores de Mn observados neste trabalho serem inferiores aos que ocorrem em *Ilex paraguariensis* (REISSMANN *et al.*, 1983; RADOMSKI *et al.*, 1992; REISSMANN, 1994).

Com relação ao B, os teores foram maiores para Rsm e Cpsm, e menores para Cgsol e Cg/Alsm. É interessante observar que esta variação do B foi proporcional à variação da intensidade luminosa, tendo-se obtido uma correlação negativa igual a 0,80 entre as duas variáveis.

Além de Zn e Cu, o B é um dos microelementos envolvidos na síntese de proteínas e a sua demanda está diretamente vinculada a de N. Geralmente, a menor disponibilidade de B está associada a acréscimos de formas solúveis de N devido à diminuição da síntese de ácidos nucleicos (MENGEL e KIRBY, 1987). No caso da espinheira-santa, o B foi o microelemento que mostrou a maior correlação com o N foliar (0,79).

Menores concentrações de B também podem estar relacionadas com baixos níveis de Ca e Mg nas folhas, em virtude da menor disponibilidade de água no solo (CARTER *et al.*, 1985). Este fato, no entanto, parece não justificar os menores teores de B em Cgsol e Cg/Alsm, visto que

estes são solos com alta disponibilidade de água, e, principalmente no caso do Cg/Alsm, os teores de Ca e Mg foram considerados satisfatórios.

A média geral dos teores encontrados para B foi inferior aos valores obtidos para espécies do gênero *Ilex* (REISSMANN *et al.*, 1983; BRITZ, 1994).

Em relação ao efeito da luminosidade sobre os microelementos, foram verificadas correlações significativas apenas com o Zn (-0,73) e com o B (-0,80) (Tabela 17 do Anexo).

Sobre os teores nos ramos, à exceção de Fe, Cu e Zn, os demais microelementos apresentaram uma estreita correlação com os teores obtidos nas folhas, sendo igual a 0,92 para Mn, 0,87 para Al, 0,81 para B e 0,94 para Si (Tabela 19 do Anexo).

5.2.3 TEORES DOS ELEMENTOS QUÍMICOS HIDROSSOLÚVEIS

A Tabela 9 contém o resultado da análise dos elementos hidrossolúveis em folhas e ramos de *Maytenus ilicifolia*, além da média geral das amostras e seu respectivo coeficiente de variação.

No Anexo, a Tabela 14 traz o Teste *t* para estas variáveis, e a Tabela 18 a correlação entre os teores totais e hidrossolúveis dos elementos químicos analisados.

TABELA 9 - TEORES MÉDIOS HIDROSSOLÚVEIS DE K, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, Al e Si, EM FOLHAS E RAMOS DE *Maytenus ilicifolia* POR AMBIENTE, MÉDIA GERAL e C.V.%* .

| Ambiente | | K | Ca | Mg | Cu | Zn | Mn | Al | Si |
|----------|-------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|----------|------------|
| | | g/kg | | | mg/kg | | | | |
| Rsm | folha | 17 | 3,9 | 3,0 | 0,5 | 17 | 57 | 4 | 557 |
| | ramo | 13 | 1,4 | 1,6 | 1,0 | 17 | 65 | 3 | 257 |
| Cpsm | folha | 15,5 | 1,8 | 3,1 | 0,6 | 12 | 135 | 3 | 343 |
| | ramo | 11,3 | 0,6 | 1,5 | 1,7 | 15 | 93 | 5 | 153 |
| Cgsol | folha | 11,7 | 2,8 | 2,8 | 0,6 | 16 | 96 | tr. | 510 |
| | ramo | 9,4 | 0,7 | 1,2 | 2,5 | 15 | 35 | 1 | 200 |
| Cg/Alsm | folha | 13,6 | 3,6 | 4,0 | 0,7 | 19 | 59 | 1 | 677 |
| | ramo | 9,5 | 0,9 | 1,7 | 3,0 | 17 | 33 | 3 | 157 |
| Média | folha | 14,5(18,4) | 3,0(42,9) | 3,1(18,9) | 0,6 (25,7) | 16 (20,6) | 78 (47,3) | 2 (85,3) | 455 (35,3) |
| | ramo | 10,8(16,2) | 0,9(49,7) | 1,5 (0,0) | 2,0 (42,5) | 16 (10) | 46 (47) | 2 (60,3) | 175 (24,4) |

* Média geral correspondente a 12 amostras; valores entre parênteses referem-se ao C.V.%.

Em relação ao Fe, a leitura dos teores hidrossolúveis detectou apenas traços do elemento, característica justificada pelo fato de que 80 a 90% do total do Fe acha-se fortemente retido nas estruturas orgânicas da planta, principalmente nas Fe-enzimas (MENGEL, 1984¹⁸, citado por REISSMANN *et al.*, 1994).

Para as folhas, a comparação dos teores totais e hidrossolúveis permitiu obter a seguinte quantidade decrescente de extração: K > Mg > Zn > Si > Mn > Ca > Cu > Al.

Os elementos que apresentaram maior correlação entre os teores totais e hidrossolúveis, foram Mg (0,95), Ca (0,94), K (0,91), Mn (0,90), Si (0,85) e Cu (0,70).

No caso dos ramos, a quantidade extraída obedeceu a seguinte ordem decrescente: K > Mg > Zn > Mn > Si > Cu > Ca > Al.

O K foi o elemento com a maior percentagem hidrossolúvel, tanto em folhas (86,8% em média) como em ramos (88% em média), tendo sido obtidas amostras com até 92% de extração em água. Este fato é concordante com resultados obtidos por REISSMANN *et al.* (1994), em extratos aquosos de *Ilex paraguariensis*. Também confirma as informações da literatura, no que diz respeito à sua alta mobilidade nos tecidos, sob a forma de cátion monovalente livre, e ao fato deste elemento não participar, aparentemente, de compostos orgânicos estáveis (MENGEL e KIRBY, 1987).

A única diferença significativa nos teores foliares hidrossolúveis de K foi observada entre Rsm (17 g/kg) e Cgsol (11,7 g/kg), e no caso dos ramos, Rsm (13 g/kg) foi maior que Cgsol (9,4 g/kg) e Cg/Alsm (9,5 g/kg).

O Mg foi o segundo elemento mais hidrossolúvel, confirmando as referências sobre a sua alta mobilidade no floema e da alta taxa iônica livre (MENGEL e KIRBY, 1987). A percentagem média de extração foi igual a 82% nas folhas e 74% para os ramos, bem superior à média de 32% obtida por REISSMANN *et al.* (1994) em *Ilex paraguariensis*.

Em relação aos ambientes, Cg/Alsm apresentou maior teor de Mg foliar hidrossolúvel (4,0 g/kg) em relação a Rsm (3,0 g/kg) e Cgsol (2,8 g/kg). Para os ramos, o teor de Cgsol (1,2 g/kg) foi menor em relação a Rsm (1,6 g/kg) e Cg/Al sm (1,7 g/kg).

Para o Zn, chamam a atenção os elevados teores extraídos tanto nas folhas (76,2% em média) quanto nos ramos (61% em média). Estes valores estão bem acima dos encontrados em folhas de *Ilex paraguariensis* por REISSMANN *et al.* (1994), o qual obteve, para este elemento,

¹⁸ MENGEL, K. *Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze*. Stuttgart, G.Fischer Verlag, 1984. 431p.

o valor médio hidrossolúvel igual a 36%. Segundo aqueles autores, a solubilidade do Zn está diretamente relacionada com a idade do material coletado, sendo que em folhas mais velhas a sua mobilidade diminui devido à forte fixação às estruturas orgânicas.

A única diferença observada nos teores hidrossolúveis de Zn, foi entre os teores foliares de Cpsm (12 mg/kg) e Cg/Alsm (19 mg/kg).

Em relação ao Si, a média de extração foi igual a 50,3% para folhas e 29,1% para ramos. Apesar da diferença dos teores foliares entre os ambientes não ter sido significativa, pode-se observar que as plantas do Cgsol apresentaram uma maior percentagem de Si foliar hidrossolúvel (74%), em relação a Rsm (52%), Cpsm (49%) e Cg/Alsm (59%). Esta tendência de maior solubilidade do Si nas folhas de sol pode estar relacionada com as formas de ligação do Si aos complexos fenólicos, e conseqüentemente dos diferentes acúmulos nas paredes de células lignificadas, em função da disponibilidade de luz.

O Mn apresentou, em média, 44,1% de teores foliares hidrossolúveis. Este fato está de acordo com CAMARGO e SILVA (1975), que consideram este elemento um dos mais facilmente lixiviáveis.

A média de extração obtida para espinheira-santa foi bem maior que a obtida por REISSMANN *et al.* (1994) para *Ilex paraguariensis* (25%).

As diferenças entre os ambientes foram significativas para os teores foliares de Cpsm (135 g/kg) em relação a Rsm (57 mg/kg) e Cg/Alsm (59 mg/kg). Para os ramos só não houve diferença entre os teores de Mn em Cgsol (35 mg/kg) e Cg/Alsm (33 mg/kg).

O Ca apresentou, em média, 30,3% de solubilidade em relação aos teores totais nas folhas. Para os ramos, o valor obtido foi bem menor correspondendo a 10,6%, sendo que não foram encontradas variações nos teores hidrossolúveis entre os ambientes.

Sabe-se da grande imobilidade do Ca devido às fortes ligações com complexos orgânicos. Neste caso, a fração hidrossolúvel está relacionada ao Ca recém absorvido pela planta e translocado no apoplasto (CAMARGO e SILVA, 1975).

De acordo com REISSMANN *et al.* (1994), a percentagem média hidrossolúvel em *Ilex paraguariensis* foi bastante inferior (10,9%) ao encontrado para a espinheira-santa.

O Cu foi o segundo elemento menos hidrossolúvel, com 7,5% e 18,2% de solubilidade média em folhas e ramos, respectivamente. Os resultados estão de acordo com as referências

feitas sobre a forte ligação do Cu a componentes do protoplasma e complexação com aminoácidos (MENGEL, 1984, op. cit.).

Os teores foliares hidrossolúveis não diferiram estatisticamente entre os ambientes, ao contrário dos teores nos ramos que foram menores para Rsm (1,0 mg/kg) em relação a Cgsol (2,5 mg/kg) e Cg/Alsm (3,0 mg/kg), e menores no Cpsm (1,7 mg/kg) em relação a Cg/Alsm.

O teor de Al hidrossolúvel foi o menor entre os elementos analisados, com percentagens médias iguais a 3,3% nas folhas e 5,8% nos ramos. REISSMANN *et al.* (1994), observam que existem poucas informações sobre a localização e forma de ligação do Al nos tecidos e considera que sua menor solubilidade pode estar relacionada a ligações relativamente estáveis em sítios orgânicos.

Considerando o total das amostras analisadas, verifica-se, dentre os elementos hidrossolúveis, que o Al foi o que apresentou o maior coeficiente de variação, tanto para folhas (85,3%) quanto para ramos (60,3%).

A variação na solubilidade, observada entre os elementos, está relacionada com a função que cada um desempenha dentro da planta, num determinado tempo. A medida que o material vegetal envelhece, os nutrientes sofrem um efeito de diluição, resultado do aumento relativo de elementos estruturais e de armazenagem (MARSCHNER, 1995).

Considerando que as espécies arbóreas perenifólias apresentam uma ampla variação estacional nos teores dos elementos químicos, e que os mesmos também estão condicionados aos teores do solo e à idade da planta (KRAMER e KOZLOWSKI, 1979), é importante frisar que os resultados deste trabalho refletem situações específicas de tempo (outono) e espaço (ambientes), permitindo apenas a obtenção de relações entre as diferentes formas de extração.

Apesar destas particularidades, a análise dos elementos hidrossolúveis é um importante indicador dos elementos minerais disponíveis nas bebidas, principalmente em espécies utilizadas na confecção de chás a partir da infusão de folhas em água quente, como é o caso da espinheira-santa.

A determinação e padronização dos elementos hidrossolúveis também pode contribuir na definição de novos parâmetros no controle da qualidade desta espécie medicinal.

5.2.4 TEORES DE POLIFENÓIS TOTAIS, POLIFENÓIS NÃO TANANTES E TANINOS

Na Tabela 10 encontram-se os resultados referentes aos teores de polifenóis totais, polifenóis não tanantes e taninos, em folhas e ramos de *Maytenus ilicifolia*. No Anexo, a Tabela 15 traz o Teste *t* para estes dados, a Tabela 16 mostra as correlações destas variáveis com as características dos solos e com os elementos químicos, e a Tabela 17 contém as correlações com a luminosidade.

TABELA 10 - TEORES MÉDIOS DE POLIFENÓIS TOTAIS, POLIFENÓIS NÃO TANANTES E TANINOS, EM FOLHAS E RAMOS DE *Maytenus ilicifolia* POR AMBIENTE, MÉDIA GERAL E C.V.%*.

| Ambiente | | Polifenóis totais | Polifenóis não tanantes % | Taninos |
|----------|--------|-------------------|------------------------------|------------|
| Rsm | folhas | 7,0 | 1,7 | 5,3 |
| | ramos | 4,9 | 1,4 | 3,5 |
| Cpsm | folhas | 8,1 | 1,7 | 6,4 |
| | ramos | 4,9 | 1,5 | 3,4 |
| Cgsol | folhas | 10,3 | 2,2 | 8,1 |
| | ramos | 6,6 | 1,9 | 4,7 |
| Cg/Alsm | folhas | 8,7 | 1,7 | 7,0 |
| | ramos | 6,0 | 1,4 | 4,6 |
| Média | folhas | 8,5 (15,8) | 1,8 (12,1) | 6,7 (17,6) |
| | ramos | 5,6 (15,3) | 1,6 (17,1) | 4,0 (19,0) |

* Média geral correspondente a 12 amostras; valores entre parênteses referem-se ao C.V.%.

Considerando o total das amostras analisadas, os valores obtidos para polifenóis totais, polifenóis não tanantes e taninos apresentaram baixos coeficientes de variação.

O teor médio de polifenóis totais obtido para as folhas de *Maytenus ilicifolia* (8,5%), situa-se dentro da faixa de valores obtidos por SILVA *et al.* (1991) a qual variou de 5,4 a 8,7 %.

No caso dos taninos, a média dos teores (6,7%) foi superior aos teores obtidos por BERNARDI e WASICKY (1959), os quais variaram de 1,92 a 3,85%, e por SILVA *et al.* (1991) cuja faixa 3,3 a 4,9%. É preciso considerar que as diferenças observadas podem estar refletindo condições ambientais distintas, épocas de coleta e idade das plantas, o que dificulta uma análise comparativa mais apurada destes valores.

Com relação aos teores observados nos ramos, a média obtida para os polifenóis totais corresponde a 34% do encontrado nas folhas, para polifenóis não tanantes corresponde a 11% e para taninos é igual a 40,3%. Estes valores tornam-se importantes, já que muitas vezes os ramos podem entrar na constituição do material que é encaminhado para a produção dos fitoterápicos.

No caso das amostras analisadas, os ramos tem uma grande participação na produção dos compostos polifenólicos, indicando que nem sempre o descarte deste material é vantajoso.

Para os polifenóis totais, foram observadas diferenças significativas entre os quatro ambientes, tanto nos teores das folhas quanto nos ramos. No caso das folhas, o teor de Cgsol (10,3%) foi superior aos teores de Rsm (7,0%), Cpsm (8,1%) e CgAlsm (8,7%), e o teor de Rsm foi inferior ao de Cg/Alsm. Para os ramos, o teor de Cgsol (6,6%) foi superior a Rsm (4,9%) e Cpsm (4,9%).

Para os polifenóis não tanantes e os taninos houve diferenças significativas apenas nos teores foliares. No caso dos polifenóis não tanantes, Cgsol apresentou o maior teor (2,2%), diferindo de Rsm, Cpsm e Cg/Alsm, cujos teores foram iguais a 1,7%.

O teor dos taninos foi maior no Cgsol (8,1%) quando comparado a Rsm (5,3%) e Cpsm (6,4%), e igual a Cg/Alsm (7,0%).

Em relação às diferenças observadas, diversos trabalhos têm estudado mecanismos que expliquem o efeito do ambiente sobre a síntese dos compostos fenólicos.

Um destes mecanismos refere-se à influência do balanço carbono/nutrientes na síntese dos compostos polifenólicos (COLEY, 1987; BRYANT *et al.*, 1987a; BRYANT *et al.*, 1987b; HORNER *et al.*, 1993). De acordo com esta hipótese, o aumento do crescimento devido à melhoria na disponibilidade de nutrientes resultaria numa menor reserva de carboidratos, reduzindo, conseqüentemente, a síntese de compostos secundários baseados no carbono, como os polifenólicos. Esta redução resultaria também num menor peso específico de folhas (JURIK, 1986). O N é o elemento que mais se relaciona com esta hipótese, através de correlações negativas com os polifenóis totais (WARING *et al.*, 1985).

Esta hipótese, a princípio poderia explicar os menores teores de polifenóis totais nos ambientes Rsm e Cg/Alsm, principalmente em relação à disponibilidade de N no solo. No entanto, Cgsol apresentou o mesmo teor de N no solo que Cpsm, e os teores de polifenóis totais foram estatisticamente diferentes. Inclusive, em termos de fertilidade, estes solos foram os que

apresentaram maior similaridade, relacionada principalmente aos baixos valores de saturação de bases.

O N foliar mostrou altas correlações negativas com polifenóis totais (- 0,78), polifenóis não tanantes (- 0,92) e taninos (- 0,71).

No caso do peso específico, houve uma correlação positiva igual 0,87 com os polifenóis totais, 0,82 com os polifenóis não tanantes e 0,83 com os taninos, reforçando a idéia de que estes compostos contribuem no incremento da biomassa foliar.

Outro mecanismo relacionado à síntese dos compostos fenólicos refere-se à influência da luz nos processos metabólicos, principalmente através da regulação da atividade enzimática (COLEY, 1987; NICHOLS-ORIAN, 1991; DUDT e SHURE, 1994).

NICHOLS-ORIAN (1991) cita o caso da enzima fenilalanina amônia-liase que está envolvida na síntese de compostos fenólicos e é ativada pela luz. O autor considera que o aumento no teor de taninos em plantas crescendo sob alta luminosidade e baixa disponibilidade de nutrientes, seja, em parte, devido à esta ativação pela luz. Neste caso, a interação entre disponibilidade de nutrientes e luminosidade poderia explicar as diferenças entre Cpsm e Cgsol.

Os maiores teores foliares de polifenóis nas plantas crescendo no Cgsol, em relação às plantas sombreadas dos demais ambientes, pode ser verificado através das altas correlações positivas obtidas entre a luminosidade e o teor de polifenóis totais (0,83), de polifenóis não tanantes (0,92) e de taninos (0,78).

Outros elementos que relacionam-se com a síntese de compostos fenólicos são o B e o Si. Assim como o Si, o B está envolvido na biosíntese da lignina através da formação de complexos fenólicos bastante estáveis, principalmente com o ácido cafeico. Na ausência destes elementos, estes complexos deixam de ser formados, ocorrendo acúmulo de compostos fenólicos na planta (SHKOL'NIK *et al*, 1981¹⁹, citados por MARSCHNER, 1995). Este fato parece relacionar-se, no caso da espinheira-santa, à ocorrência dos maiores teores de compostos polifenólicos onde os teores de B e Si foram menores, ou seja, no Cgsol.

¹⁹ SHKOL'NIK, M.Y.; KRUPNIKOVA, T.A.; SMIRNOV, Y.S. Activity of polyphenol oxidase and sensitivity to boron deficiency in monocots and dicots. *Sov. Plant. Physiol. (Engl. Transl.)* 28:279-293, 1981.

Principalmente para o B, foi observada uma alta correlação negativa com os polifenóis totais e os taninos, igual a -0,90 para ambas as variáveis.

No caso do Si, apesar de não ter sido obtida uma correlação significativa entre o elemento e os polifenóis, é possível observar uma tendência de aumento na sua concentração nas folhas crescendo nos ambientes de sombra, onde os teores de polifenóis foram menores que no ambiente a pleno sol. Esta relação inversa entre a presença de Si e dos compostos polifenólicos poderia ser atribuída ao papel do Si na defesa da planta no caso de ambientes de sombra, onde a síntese dos polifenóis é reduzida pela menor disponibilidade de luz.

A ocorrência dos compostos polifenólicos em *Maytenus ilicifolia* é coerente com as referências que relacionam a presença destes compostos em espécies caracterizadas pelo crescimento lento, perenifólias, e/ou de sombra. Observações de campo e pesquisas realizadas com *M. ilicifolia* tem enfatizado a sua pequena taxa de crescimento, mesmo em condições de alta fertilidade e disponibilidade de luz (MAGALHÃES, 1990; ROSA, 1994; RACHWAL *et al.*, 1997).

De acordo com COLEY (1987), espécies adaptadas à sombra tem maior número de compostos baseados no carbono, utilizados principalmente na defesa contra herbivoria, do que as adaptadas ao sol. Isto se deve a interações custo/benefício que favorecem maiores níveis de defesa em espécies com taxas de crescimento menor. Baixa luminosidade, combinada com o alto suprimento de nutrientes podem produzir na planta alta concentração de aminoácidos e menor concentração de compostos a base de carbono. No caso deste estudo, estas observações são coerentes principalmente para os ambientes Rsm e Cg/Alsm.

Por outro lado, em condições de baixa disponibilidade de luz e de nutrientes, a concentração de polifenóis está relacionada, principalmente a maior disponibilidade de carbono em relação aos outros nutrientes, do que à taxa fotossintética.

Neste caso, o carbono excedente, resultado do desequilíbrio entre produção e consumo de carboidratos, poderia ser utilizado para a produção de compostos como os taninos (McKEE, 1995). Esta situação, parece representar as condições observadas no Cpsm.

O aumento da disponibilidade de luz afeta diretamente a produção de carboidratos, e no caso de baixa disponibilidade de nutrientes, estes seriam deslocados para a produção dos compostos polifenólicos, como parece ser o caso do Cgsol.

A adição de fertilizantes às plantas de sol poderia provocar um decréscimo da concentração de taninos já que o carbono deixaria de estar em excesso e poderia combinar-se com os nutrientes para a síntese de proteínas. Desta forma poderia se observar um incremento no crescimento à custa de defesas baseadas no carbono.

Estas observações, se considerados os aspectos relacionados apenas a ganhos de produtividade em função da produção de biomassa, contradizem alguns princípios de sustentabilidade, principalmente no que diz respeito a intensa demanda de nutrientes necessária para manter os níveis de crescimento a pleno sol, em detrimento da produção de compostos secundários baseados no carbono. No caso da espinheira-santa, esta poderia ser uma das formas de se obter o controle na concentração dos taninos.

Neste sentido, cabe citar o trabalho de PEREIRA (1993b), que não identificou alterações na composição química (fenóis totais e triterpenos) em folhas de espinheira-santa após adubação química e orgânica em mudas transplantadas a pleno sol. É importante considerar que as folhas analisadas eram de plantas com menos de 3 anos de idade, o que muito provavelmente influenciou o resultado do trabalho, já que diversos outros autores (FEENY, 1976; COLEY *et al.*, 1985; WRANN, 1988) citam que a concentração de compostos a base de carbono, como fenóis e triterpenos, crescem com o aumento da longevidade foliar. Sendo assim, os efeitos de uma adubação ou qualquer outro tratamento que influenciasse na concentração de compostos secundários, como taninos e triterpenos, deveriam ser avaliados em indivíduos mais velhos e/ou por um período maior de tempo.

Desta forma, a possibilidade do uso vantajoso do sombreamento, no controle do metabolismo secundário, pode se tornar uma forma de manejo mais adequada à produção de fitoterápicos. A obtenção de produtos de melhor qualidade é um dos enfoques no uso do sombreamento em plantas como café e cacau (WILLEY, 1975; BEER, 1987) e chá-preto (OWUOR e OTHIENO, 1988 ; WANG, 1994).

No caso da espinheira-santa, convém salientar que, a princípio, as condições ideais para a produção dos princípios ativos são as observadas nas plantas originalmente localizadas em ambientes de sombra, de onde, tradicionalmente, tem sido retirado o material para a produção dos fitoterápicos. Neste caso, os menores teores de taninos encontrados nas plantas de sombra poderiam ser considerados satisfatórios para uma adequada ação terapêutica, ao contrário das

plantas crescendo a pleno sol, que podem, com maiores concentrações deste composto, tornarem-se ineficazes e até prejudiciais à saúde (ROBBERS, 1997).

Este fato deve ser considerado para a espinheira-santa, quando da recomendação de plantios a pleno sol, principalmente devido à falta de maiores dados sobre a composição fitoquímica das plantas nas condições de cultivo.

Considerando que, neste trabalho, os fatores ambientais afetaram a produção dos polifenóis, a síntese de outros compostos pode estar sendo influenciada pela luz e/ou pelas características dos solos, como é o caso, por exemplo, dos triterpenos, também considerados importantes na ação terapêutica desta espécie medicinal.

Neste sentido, julga-se necessário conduzir estudos mais amplos sobre a influência de diferentes condições ambientais sobre populações homogêneas de *M. ilicifolia*, abordando tanto aspectos fitoquímicos quanto farmacológicos. Estes estudos certamente poderiam resultar em recomendações de cultivo e manejo ambientalmente sustentáveis aliadas à produção de fitoterápicos de alta qualidade e comprovada ação terapêutica.

6 CONCLUSÕES

A realização deste trabalho permitiu chegar às seguintes conclusões:

- *Maytenus ilicifolia* desenvolve-se, naturalmente, sobre solos com características granulométricas e químicas distintas, e sob diferentes condições de luminosidade.
- A luminosidade foi o principal fator ambiental responsável pelas diferenças observadas nas variáveis analisadas em folhas e ramos de *M. ilicifolia*.
- O peso específico de 100 folhas foi maior nas plantas crescendo a pleno sol.
- Os teores foliares de N, K, B e Si variaram entre os ambientes, principalmente em função da intensidade luminosa, tendo sido observadas correlações negativas entre estes elementos e a disponibilidade de luz. Para P, Mn e Cu as diferenças observadas entre os ambientes indicam uma possível interação entre solo e luminosidade na absorção destes elementos. Já os teores de Ca, Mg, Fe, Al e Zn não apresentaram diferenças entre os ambientes.
- A ordem de absorção dos elementos, para a espinheira-santa, foi a seguinte para os macrossolúveis: $K > N > Ca > Mg > P$; para os microssolúveis a ordem foi: $Si > Mn > Al > Fe > B > Zn > Cu$.
- Dentre os elementos minerais analisados, ressaltam-se os teores foliares de Ca e Si, considerados altos quando comparados a espécies nativas aparentadas com *M. ilicifolia*, como *Ilex paraguariensis*.
- A análise da fração hidrossolúvel mostrou-se viável para a obtenção de dados sobre teores de elementos minerais presentes em extratos aquosos de folhas e ramos de espinheira-santa. No presente estudo, o K foi considerado o elemento mais solúvel, seguido, em ordem decrescente, de Mg, Zn, Si, Mn, Ca, Cu e Al.

- Os teores de polifenóis totais, polifenóis não tanantes e taninos variaram entre os quatro ambientes, sendo maiores nas plantas crescendo a pleno sol. O aumento na concentração dos polifenóis foi diretamente influenciado pelo aumento da intensidade luminosa, somado à baixa disponibilidade de nutrientes do solo.
- Os teores de polifenóis totais e taninos, obtidos nas análises efetuadas nos ramos, corresponderam, em média, a 34% e 40,3% dos teores encontrados nas folhas, indicando que este produto vegetal pode contribuir com uma parcela significativa na produção de compostos fitoterápicos.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos realizados em populações de espécies nativas, submetidas a múltiplas variáveis, requerem, ainda, a adaptação de metodologias de coleta, principalmente quando o objetivo tem como enfoque principal aspectos fitoquímicos. Acredita-se que, por este motivo, haja, principalmente no Brasil, um número tão pequeno de trabalhos abordando a composição fitoquímica das plantas em seu habitat natural. Entretanto, estas informações são o ponto de partida para a pesquisa em condições controladas e para a definição da melhor forma de cultivo.

No presente estudo, procurou-se homogeneizar ao máximo os ambientes de estudo, apesar das plantas amostradas representarem uma população bastante heterogênea, principalmente em termos de idade. Em termos estatísticos, esta heterogeneidade acabou diluída nas três repetições utilizadas no estudo e como o objetivo principal do trabalho foi obter uma caracterização de populações naturais de *M. ilicifolia*, as análises efetuadas foram suficientes para embasar a discussão e definir um comportamento para as populações em questão.

Baseando-se nesta experiência, recomenda-se que, em futuros estudos com populações naturais, as amostragens sejam realizadas por grupos de indivíduos, os quais poderão ser divididos, por exemplo, em classes diamétricas. Por outro lado, estudos em áreas de cultivo da espinheira-santa, onde se tem controle sobre a idade das plantas, também deverão ser conduzidos.

Finalmente, deve-se acrescentar que a realização deste trabalho, além dos resultados obtidos, proporcionou o surgimento de novas e inquietantes questões: Até que ponto alterações no ambiente influenciam a composição fitoquímica e o efeito terapêutico das plantas? Como conciliar produtividade com qualidade fitoterápica?

Neste sentido, considera-se de fundamental importância a abordagem interdisciplinar para a ampliação dos conhecimentos sobre *Maytenus ilicifolia*. Estudos procurando correlacionar parâmetros genéticos, ambientais e fitoquímicos e seus efeitos sobre as propriedades terapêuticas da espinheira-santa são imprescindíveis para viabilizar a produção de fitoterápicos com eficácia comprovada, através de técnicas economicamente viáveis e ambientalmente sustentáveis.

ANEXOS

| | |
|---|----|
| TABELA 1 - MÉDIA DOS DADOS METEOROLÓGICOS NO PERÍODO DE 1989 - 1994 | 73 |
| TABELA 2 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE <i>t</i> REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 1, DO ITEM 5.1..... | 73 |
| TABELA 3 - DESCRIÇÃO DOS PERFIS DOS SOLOS | 74 |
| TABELA 4 - CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS DOS PERFIS | 78 |
| TABELA 5 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS PERFIS | 78 |
| TABELA 6 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS PERFIS - TEORES DISPONÍVEIS DE Fe, Mn, Cu e Zn | 79 |
| TABELA 7 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE <i>t</i> REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 2, DO ITEM 5.1 | 79 |
| TABELA 8 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE <i>t</i> REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 3, DO ITEM 5.1 | 79 |
| TABELA 9 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE <i>t</i> REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 4, DO ITEM 5.1 | 80 |
| TABELA 10 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE <i>t</i> REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 5, DO ITEM 5.1 | 80 |
| TABELA 11 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE <i>t</i> REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 6, DO ITEM 5.2.1 | 80 |
| TABELA 12 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE <i>t</i> REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 7, DO ITEM 5.2.2 | 80 |
| TABELA 13 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE <i>t</i> REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 8, DO ITEM 5.2.2 | 81 |
| TABELA 14 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE <i>t</i> REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 9, DO ITEM 5.2.3 | 81 |
| TABELA 15 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE <i>t</i> REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 10, DO ITEM 5.2.4 | 81 |
| TABELA 16 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS DO SOLO, TEORES FOLIARES DOS ELEMENTOS QUÍMICOS, | |

| | | |
|-------------|---|----|
| | POLIFENÓIS TOTAIS, POLIFENÓIS NÃO TANANTES E TANINOS (n=12) | 82 |
| TABELA 17 - | CORRELAÇÃO ENTRE A LUMINOSIDADE E CARACTERÍSTICAS FITOQUÍMICAS (n=12) | 83 |
| TABELA 18 - | CORRELAÇÃO ENTRE TEORES FOLIARES TOTAIS E HIDROSSOLÚVEIS (n=12) | 83 |
| TABELA 19 - | CORRELAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS FITOQUÍMICAS FOLIARES E DOS RAMOS (n=12) | 84 |

TABELA 1 - MÉDIA DOS DADOS METEOROLÓGICOS NO PERÍODO DE 1989 - 1994

| Mês | Temperatura do ar (° C) | | Umidade relativa (%) | Precipitação total (mm) | Evaporação total (mm) | Insolação total (horas) |
|-----------|-------------------------|-----------|-------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| | Méd.máx. | Méd. mín. | | | | |
| Janeiro | 26.4 | 16.6 | 82 | 171.2 | 76.5 | 170.2 |
| Fevereiro | 26.6 | 16.9 | 82 | 153.4 | 62.7 | 171.4 |
| Março | 25.4 | 16.1 | 84 | 156.7 | 56.5 | 166.6 |
| Abril | 23.8 | 14.4 | 85 | 98.4 | 53.2 | 168.9 |
| Mai | 20.6 | 11.2 | 85 | 161.0 | 47.9 | 164.6 |
| Junho | 19.1 | 9.4 | 85 | 120.7 | 47.3 | 152.3 |
| Julho | 18.4 | 7.6 | 81 | 140.7 | 55.8 | 178.3 |
| Agosto | 19.9 | 8.8 | 79 | 84.1 | 63.8 | 177.5 |
| Setembro | 20.7 | 10.9 | 81 | 131.6 | 64.5 | 137.7 |
| Outubro | 23.3 | 13.3 | 81 | 138.6 | 65.3 | 155.2 |
| Novembro | 25.6 | 14.8 | 76 | 100.4 | 88.3 | 197.1 |
| Dezembro | 26.6 | 16.2 | 78 | 117.9 | 86.7 | 198.2 |

Fonte: Instituto Agrônomo do Paraná - Área de Ecofisiologia (1995).

TABELA 2 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE t REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 1, DO ITEM 5.1

| AMBIENTE | LUMINOSIDADE ABSOLUTA (klux) |
|-----------------|------------------------------|
| Rsm e Cpsm | * |
| Rsm e Cgsol | * |
| Rsm e Cg/Alsm | * |
| Cpsm e Cgsol | * |
| Cpsm e Cg/Alsm | n.s. |
| Cgsol e Cg/Alsm | * |

(p < 0.05 n.s. = não significativo)

TABELA 3 - DESCRIÇÃO DOS PERFIS DOS SOLOS

Ambiente 1

CLASSIFICAÇÃO - Solo Litólico A chernozêmico textura média com cascalho pedregoso relevo montanhoso

LOCALIZAÇÃO - Lapa/PR

SITUAÇÃO E DECLIVE - terço médio de encosta com 49% de declive

ALTITUDE - 880 m s.n.m.

LITOLOGIA - migmatitos

PEDREGOSIDADE - pedregoso

RELEVO - montanhoso

EROSÃO - não aparente

DRENAGEM - bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta Ombrófila Mista

USO ATUAL - Capoeirão com espinheira-santa

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A_p - 0-18 cm, bruno muito escuro (10 YR 2/2); forte muito pequena e pequena granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.

A₃ - 18-27 cm, bruno-escuro (10 YR 3/3); fraca pequena blocos que se desfaz em forte pequena e muito pequena granular; friável; ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

R - 27 cm⁺

POROSIDADE - muitos muito pequenos e pequenos no A_p e A₃.

RAÍZES - muitas finas e médias no A_p e comuns finas e médias no A₃.

OBSERVAÇÕES - trincheira aberta no dia da descrição

- presença de carvão no A_p e de fragmentos de rochas intemperizadas no A₃.

Ambiente 2

CLASSIFICAÇÃO - Cambissolo profundo podzólico álico epidistrófico Tb A moderado textura argilosa relevo forte ondulado

LOCALIZAÇÃO - Lapa/PR

SITUAÇÃO E DECLIVE - terço inferior de encosta com 42% de declive

ALTITUDE - 860 m s.n.m.

LITOLOGIA - migmatitos

PEDREGOSIDADE - não pedregoso

RELEVO - forte ondulado

EROSÃO - não aparente

DRENAGEM - bem drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta Ombrófila Mista

USO ATUAL - Capoeirão com espinheira-santa e erva-mate

continua...

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap - 0-17 cm, bruno (7,5 YR 4/4); moderada média blocos subangulares e moderada pequena e muito pequena; friável/firme, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso; transição gradual e plana.

AB - 17-35 cm, bruno a bruno-forte (7,5 YR 4/5); gradual moderada média e pequena blocos subangulares que se desfaz em moderada pequena e muito pequena granular; friável/firme, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso; transição gradual e plana.

BA - 35-60 cm, bruno forte (7,5 YR 4/6); moderada média e pequena blocos subangulares que se desfaz em moderada pequena e muito pequena granular; friável/firme com pontos firme, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso; transição difusa e plana.

Bi - 60-120 cm, bruno-forte (7,5 YR 5/8); moderada média e pequena blocos subangulares que se desfaz em moderada pequena e muito pequena granular; firme com pontos friável a firme, ligeiramente plástico a plástico e ligeiramente pegajoso.

Bc - 120 cm⁺

POROSIDADE - muitos muito pequenos no A_p e AB; muitos muito pequenos e comuns pequenos no BA e comuns muito pequenos no Bi.

RAÍZES - comuns finas e poucas médias e grandes no A_p; comuns finas e poucas médias no AB e poucas finas no BA e Bi.

OBSERVAÇÕES - trincheira com 90 cm de profundidade; o restante da averiguação foi por meio de tradagens.

- perfil descrito 2 dias após a abertura da trincheira
- presença de minhocas nos horizontes AB e BA
- presença de mica finamente dividida no horizonte Bi.

Ambiente 3

CLASSIFICAÇÃO - Cambissolo gleico pouco profundo distrófico Tb A proeminente textura argilosa relevo plano

LOCALIZAÇÃO - Lapa/PR

SITUAÇÃO E DECLIVE - projeção de leques alúvio-coluvionares em plano-aluvial com 1% de declive

ALTITUDE - 850 m s.n.m.

LITOLOGIA - sedimentos alúvio-coluvionares do Holoceno

PEDREGOSIDADE - ausente

RELEVO - plano

EROSÃO - não aparente

DRENAGEM - moderada/imperfeitamente drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta Ombrófila Mista (Higrófila de várzea)

USO ATUAL - espinheira-santa com culturas anuais

continua...

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap - 0-22 cm, bruno-escuro (10 YR 3/3); fraca pequena blocos subangulares e forte pequena e muito pequena granular; friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.

Bi - 22-50 cm, bruno (7,5 YR 4,5/4) mosqueado pequeno comum e distinto, bruno (10 YR 5/3); moderada grande a pequena blocos subangulares; friável / firme, plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso; transição clara e plana.

II Big - 50-63 cm, variegado bruno (10 YR 5/3) e (7,5 YR 4/4); moderada grande a pequena blocos subangulares; friável/firme, muito plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.

III Cg - 63-80 cm⁺, cinza brunado claro (10 YR 6/2), mosqueado médio comum e distinto bruno-escuro (7,5 YR 3/3); maciça; firme, muito plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso.

POROSIDADE - muitos muito pequenos e pequenos no Ap; muitos muito pequenos e comuns pequenos no Bi; comuns e muito pequenos no II Big e comuns pequenos no III Cg.

RAÍZES - muitas fins e comuns médias no Ap; comuns/poucas finas no Bi e poucas finas no II Big e III Cg.

OBSERVAÇÕES - perfil descrito 2 dias após a abertura da trincheira com 80 cm de profundidade

- lençol freático a 80 cm

- gleização em 50 cm mais intensa que no perfil 4

- mistura de horizonte A e Bi associado a caráter errático do horizonte A em função do preparo para uso com lavouras anuais

Ambiente 4

CLASSIFICAÇÃO - Cambissolo gleico pouco profundo / Solo Aluvial álico epieutrófico A moderado
textura muito argilosa relevo plano

LOCALIZAÇÃO - Lapa/PR

SITUAÇÃO E DECLIVE - dique marginal em plano aluvial de várzea em superfície de degradação
com 2% de declive

ALTITUDE - 850 m s.n.m.

LITOLOGIA - sedimentos do Holoceno

PEDREGOSIDADE - ausente

RELEVO - plano

EROSÃO - não aparente

DRENAGEM - moderadamente drenado

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA - Floresta Ombrófila Mista (Higrófila de várzea)

USO ATUAL - capoeirão com espinheira-santa

continua...

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap - 0-13 cm, bruno (10 YR 4/3); moderada média blocos subangulares e forte pequena e muito pequena granular; firme, plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.

Bi - 13-47 cm, bruno amarelado-escuro (8 YR 4/4); moderada grande e média blocos subangulares que se desfaz em moderada pequena blocos subangulares; firme, muito plástico e ligeiramente pegajoso, transição difusa e plana.

Big - 47-70 cm, bruno amarelado-escuro (10 YR 4/4), mosqueado pequeno comum e distinto cinza-escuro (10 YR 4/1) e pequeno pouco proeminente vermelho-escuro (10 R 3/6); moderada grande e média blocos subangulares que se desfaz em moderada pequena blocos subangulares; firme, muito plástico e ligeiramente pegajoso a pegajoso; transição clara e plana.

Cg1 - 70-98 cm, variegado bruno-acinzentado (10 YR 5/2) e bruno forte (7,5 YR 4/6); maciça; firme para muito firme, plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.

Cg2 - 98-115 cm⁺, variegado cinza-claro-brumado (10 YR 6/2) e bruno muito escuro (7,5 YR 3/2) e bruno-forte (7,5 YR 4/6); maciça; firme para muito firme, plástico e ligeiramente pegajoso.

RAÍZES: muitas finas e médias e comuns grossas no Ap; comuns finas no Bi; comuns/poucas finas no Big e poucas finas no Cg1 e Cg2.

POROSIDADE: muitos poros muito pequenos e comuns pequenos no Ap; muitos muito pequenos e comuns / muito pequenos no Bi; muitos muito pequenos no Big e comuns muito pequenos no Cg1 e Cg2.

OBSERVAÇÕES: - descrito 2 dias após a abertura da trincheira com 115 cm de profundidade
 - área em superfície de degradação em rio meandrante
 - indícios de gleização em 47 cm

TABELA 4 - CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS DOS PERFIS

| | Horizonte | Calhaus | Cascalho | g/100g | | | | |
|----------|-----------|---------|----------|--------------|------------|-------|-------|--------|
| | | | | Areia grossa | Areia fina | Areia | Silte | Argila |
| PERFIL 1 | Ap | 0,0 | 0,0 | 38,0 | 6,0 | 44,0 | 32,0 | 24,0 |
| | A3 | 0,0 | 13,8 | 34,0 | 10,0 | 44,0 | 30,0 | 26,0 |
| PERFIL 2 | Ap | 0,0 | 0,0 | 36,0 | 10,0 | 46,0 | 22,0 | 32,0 |
| | AB | 0,0 | 0,0 | 30,0 | 12,0 | 42,0 | 22,0 | 36,0 |
| | BA | 0,0 | 0,0 | 30,0 | 12,0 | 42,0 | 22,0 | 36,0 |
| | B2 | 0,0 | 0,0 | 20,0 | 10,0 | 30,0 | 18,0 | 52,0 |
| PERFIL 3 | Ap | 0,0 | 0,0 | 32,0 | 10,0 | 42,0 | 42,0 | 16,0 |
| | Bi | 0,0 | 0,0 | 26,0 | 12,0 | 38,0 | 26,0 | 36,0 |
| | Big | 0,0 | 0,0 | 40,0 | 14,0 | 54,0 | 10,0 | 36,0 |
| | CG | 0,0 | 0,0 | 16,0 | 4,0 | 20,0 | 34,0 | 46,0 |
| PERFIL 4 | Ap | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 0,0 | 2,0 | 36,0 | 62,0 |
| | Bi | 0,0 | 0,0 | 2,0 | 2,0 | 4,0 | 36,0 | 60,0 |
| | Big | 0,0 | 0,0 | 10,0 | 4,0 | 14,0 | 38,0 | 48,0 |
| | I | 0,0 | 0,0 | 28,0 | 10,0 | 38,0 | 24,0 | 38,0 |
| | II | 0,0 | 0,0 | 28,0 | 14,0 | 42,0 | 24,0 | 34,0 |

TABELA 5 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS PERFIS

| | Horizonte | pH CaCl ₂ | Al ⁺³ | H ⁺ + Al ⁺³ | Ca ⁺² + Mg ⁺² | K ⁺ | T | V | m | C | P |
|----------|-----------|-------------------------|------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|----------------|------|------|------|----|------|
| | | | | | | | | | | | |
| PERFIL 1 | Ap | 5,0 | 0,0 | 5,4 | 13,1 | 0,24 | 18,7 | 71,2 | 0,0 | 58 | 1,0 |
| | A3 | 5,0 | 0,0 | 5,3 | 7,2 | 0,16 | 12,7 | 58,1 | 0,0 | 27 | 1,0 |
| PERFIL 2 | Ap | 4,2 | 1,7 | 8,3 | 1,8 | 0,22 | 10,3 | 19,6 | 45,7 | 24 | 1,0 |
| | AB | 4,2 | 1,6 | 7,7 | 0,7 | 0,05 | 8,5 | 8,9 | 68,1 | 12 | 1,0 |
| | BA | 4,3 | 1,6 | 5,7 | 0,5 | 0,06 | 6,3 | 8,9 | 74,1 | 7 | 1,0 |
| | B2 | 4,3 | 1,6 | 6,6 | 0,6 | 0,06 | 7,3 | 9,1 | 70,8 | 6 | 1,0 |
| PERFIL 3 | Ap | 4,5 | 0,5 | 6,6 | 4,1 | 0,40 | 11,1 | 40,5 | 10,0 | 38 | 4,0 |
| | Bi | 4,4 | 1,1 | 5,7 | 1,4 | 0,16 | 7,3 | 21,5 | 41,4 | 6 | 1,0 |
| | Big | 4,8 | 0,3 | 3,6 | 3,1 | 0,05 | 6,8 | 46,7 | 8,7 | 4 | 1,0 |
| | CG | 5,0 | 0,0 | 3,4 | 5,6 | 0,08 | 9,1 | 62,6 | 0,0 | 4 | 1,0 |
| PERFIL 4 | Ap | 4,7 | 0,6 | 6,6 | 9,7 | 0,30 | 16,6 | 60,2 | 5,7 | 35 | 3,0 |
| | Bi | 4,2 | 4,4 | 11,2 | 2,6 | 0,06 | 13,9 | 19,2 | 62,3 | 10 | 1,0 |
| | Big | 4,4 | 3,7 | 10,4 | 3,4 | 0,05 | 3,9 | 24,9 | 51,7 | 6 | 1,0 |
| | I | 4,6 | 0,8 | 5,7 | 6,8 | 0,12 | 12,6 | 54,8 | 10,4 | 4 | 2,0 |
| | II | 4,8 | 0,5 | 4,6 | 8,8 | 0,13 | 13,5 | 66,0 | 5,3 | 3 | 22,0 |

TABELA 6 - CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS PERFIS - TEORES DISPONÍVEIS DE Fe, Mn, Cu e Zn

| | Horizonte | Fe | Mn | mg/kg | |
|----------|-----------|-----|-----|-------|------|
| | | | | Cu | Zn |
| PERFIL 1 | Ap | 20 | 210 | 0,8 | 16,5 |
| | A3 | 31 | 111 | 0,8 | 4,0 |
| PERFIL 2 | Ap | 151 | 46 | 2,6 | 2,3 |
| | AB | 76 | 21 | 2,3 | 0,8 |
| | BA | 31 | 14 | 2,7 | 0,9 |
| | B2 | 26 | 8 | 1,7 | 0,6 |
| PERFIL 3 | Ap | 77 | 198 | 2,4 | 14 |
| | Bi | 50 | 39 | 2,4 | 0,8 |
| | Big | 50 | 37 | 2,3 | 0,6 |
| | CG | 64 | 75 | 2,8 | 0,8 |
| PERFIL 4 | Ap | 140 | 237 | 2,9 | 12,0 |
| | Bi | 122 | 48 | 3,2 | 2,0 |
| | Big | 94 | 45 | 3,4 | 1,2 |
| | I | 111 | 3,8 | 3,0 | 1,2 |
| | II | 291 | 6,6 | 4,3 | 2,8 |

TABELA 7 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE t REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 2, DO ITEM 5.1

| SOLO | Areia grossa | | Areia fina | | Areia | | Silte | | Argila | |
|------------|--------------|-------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|
| | 0-20 | 30-50 | 0-20 | 30-50 | 0-20 | 30-50 | 0-20 | 30-50 | 0-20 | 30-50 |
| R e Cp | n.s. | - | n.s. | - | n.s. | - | n.s. | - | n.s. | - |
| R e Cg | n.s. | - | * | - | n.s. | - | n.s. | - | n.s. | - |
| R e Cg/Al | * | - | * | - | * | - | n.s. | - | * | - |
| Cp e Cg | n.s. | * | n.s. | * | n.s. | * | n.s. | * | n.s. | * |
| Cp e Cg/Al | * | n.s. | * | n.s. | * | n.s. | * | n.s. | n.s. | n.s. |
| Cg e Cg/Al | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * |

($p < 0.05$ n.s. = não significativo)

TABELA 8 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE t REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 3, DO ITEM 5.1

| SOLO | N | | P | | K | | Ca+Mg | | Al | | H+Al | | C | |
|------------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | 0-20 | 30-50 | 0-20 | 30-50 | 0-20 | 30-50 | 0-20 | 30-50 | 0-20 | 30-50 | 0-20 | 30-50 | 0-20 | 30-50 |
| R e Cp | n.s. | - | n.s. | - | * | - | * | - | * | - | n.s. | - | * | - |
| R e Cg | * | - | n.s. | - | * | - | * | - | * | - | n.s. | - | n.s. | - |
| R e Cg/Al | n.s. | - | n.s. | - | n.s. | - | n.s. | - | n.s. | - | n.s. | - | n.s. | - |
| Cp e Cg | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * | * | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |
| Cp e Cg/Al | n.s. | * | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * | n.s. | * | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * |
| Cg e Cg/Al | n.s. | * | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * | * | * | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |

($p < 0.05$ n.s. = não significativo)

TABELA 9 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE *t* REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 4, DO ITEM 5.1

| SOLO | pH | | S | | CTC | | m % | | V% | |
|------------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | 0-20 | 30-50 | 0-20 | 30-50 | 0-20 | 30-50 | 0-20 | 30-50 | 0-20 | 30-50 |
| R e Cp | * | - | * | - | * | - | * | - | * | - |
| R e Cg | * | - | * | - | n.s. | - | * | - | * | - |
| R e Cg/Al | * | - | n.s. | - | n.s. | - | n.s. | - | n.s. | - |
| Cp e Cg | n.s. | n.s. | n.s. | * | n.s. | * | * | * | n.s. | * |
| Cp e Cg/Al | * | n.s. | * | n.s. | * | n.s. | * | n.s. | * | n.s. |
| Cg e Cg/Al | * | n.s. | * | * | n.s. | * | * | n.s. | * | * |

(p < 0.05 n.s. = não significativo)

TABELA 10 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE *t* REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 5, DO ITEM 5.1

| SOLO | Fe | | Mn | | Cu | | Zn | |
|------------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| | 0-20 | 30-50 | 0-20 | 30-50 | 0-20 | 30-50 | 0-20 | 30-50 |
| R e Cp | * | - | n.s. | - | * | - | n.s. | - |
| R e Cg | * | - | n.s. | - | * | - | n.s. | - |
| R e Cg/Al | * | - | n.s. | - | * | - | n.s. | - |
| Cp e Cg | n.s. | n.s. | n.s. | * | n.s. | * | n.s. | n.s. |
| Cp e Cg/Al | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |
| Cg e Cg/Al | n.s. | * | n.s. | n.s. | n.s. | * | n.s. | * |

(p < 0.05 n.s. = não significativo)

TABELA 11 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE *t* REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 6, DO ITEM 5.2.1

| AMBIENTE | PESO | ÁREA FOLIAR | PESO ESPECÍFICO |
|-----------------|------|-------------|-----------------|
| Rsm e Cpsm | * | * | n.s. |
| Rsm e Cgsol | n.s. | n.s. | * |
| Rsm e Cg/Alsm | n.s. | n.s. | n.s. |
| Cpsm e Cgsol | n.s. | * | * |
| Cpsm e Cg/Alsm | n.s. | n.s. | n.s. |
| Cgsol e Cg/Alsm | n.s. | * | * |

(p < 0.05 n.s. = não significativo)

TABELA 12 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE *t* REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 7, DO ITEM 5.2.2

| AMBIENTE | N | | P | | K | | Ca | | Mg | |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | fl. | rm. | fl. | rm. | fl. | rm. | fl. | rm. | fl. | rm. |
| Rsm e Cpsm | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * | n.s. | n.s. |
| Rsm e Cgsol | * | * | n.s. | n.s. | * | * | n.s. | * | n.s. | n.s. |
| Rsm e Cg/Alsm | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * | * | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |
| Cpsm e Cgsol | * | n.s. | n.s. | n.s. | * | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |
| Cpsm e Cg/Alsm | n.s. | n.s. | * | * | n.s. | n.s. | n.s. | * | n.s. | n.s. |
| Cgsol e Cg/Alsm | * | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * | n.s. | * |

(p < 0.05 n.s. = não significativo)

TABELA 13 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE t REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 8, DO ITEM 5.2.2

| AMBIENTE | Fe | | Mn | | Cu | | Zn | | B | | Al | | Si | |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | fl. | rm. | fl. | rm. | fl. | rm. | fl. | rm. | fl. | rm. | fl. | rm. | fl. | rm. |
| Rsm e Cpsm | n.s. | n.s. | * | * | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * |
| Rsm e Cgsol | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * | * | n.s. | n.s. | n.s. | * |
| Rsm e Cg/Alsm | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * | n.s. | n.s. | n.s. | * | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |
| Cpsm e Cgsol | n.s. | n.s. | n.s. | * | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * | * | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |
| Cpsm e Cg/Alsm | n.s. | n.s. | * | * | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * | n.s. | n.s. | n.s. | * | * |
| Cgsol e Cg/Alsm | n.s. | n.s. | * | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * | * |

($p < 0.05$ n.s. = não significativo)

TABELA 14 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE t REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 9, DO ITEM 5.2.3

| AMBIENTE | K | | Ca | | Mg | | Cu | | Zn | | Mn | | Al | | Si | |
|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | fl. | rm. | fl. | rm. | fl. | rm. | fl. | rm. | fl. | rm. | fl. | rm. | fl. | rm. | fl. | rm. |
| Rsm e Cpsm | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * | * | n.s. | n.s. | n.s. | * |
| Rsm e Cgsol | * | * | n.s. | n.s. | n.s. | * | n.s. | * | n.s. | n.s. | n.s. | * | * | n.s. | n.s. | * |
| Rsm e Cg/Alsm | n.s. | * | n.s. | n.s. | * | n.s. | n.s. | * | n.s. | n.s. | n.s. | * | * | n.s. | n.s. | * |
| Cpsm e Cgsol | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * | * | n.s. | n.s. | n.s. |
| Cpsm e Cg/Alsm | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * | * | n.s. | * | * | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |
| Cgsol e Cg/Alsm | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | * | * | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |

($p < 0.05$ n.s. = não significativo)

TABELA 15 - COMPARAÇÃO DE MÉDIAS PAREADAS PELO TESTE t REFERENTE AOS DADOS DA TABELA 10, DO ITEM 5.2.4

| AMBIENTES | Polifenóis totais | | Não tanantes | | Taninos | |
|-----------------|-------------------|------|--------------|------|---------|------|
| | fl. | rm. | fl. | rm. | fl. | rm. |
| Rsm e Cpsm | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |
| Rsm e Cgsol | * | * | * | n.s. | * | n.s. |
| Rsm e Cg/Alsm | * | n.s. | n.s. | n.s. | * | n.s. |
| Cpsm e Cgsol | * | * | * | n.s. | * | n.s. |
| Cpsm e Cg/Alsm | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. | n.s. |
| Cgsol e Cg/Alsm | * | n.s. | * | n.s. | n.s. | n.s. |

($p < 0.05$ n.s. = não significativo)

TABELA 16 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS DO SOLO, TEORES FOLIARES DOS ELEMENTOS QUÍMICOS, POLIFENÓIS TOTAIS, POLIFENÓIS NÃO TANANTES E TANINOS (n=12)

| | Areia 0-20 | Silte 0-20 | Argila 0-20 | pH 0-20 | N 0-20 | K 0-20 | Ca+Mg 0-20 | C 0-20 | V% 0-20 | m% 0-20 | Fe 0-20 | Mn 0-20 | Cu 0-20 | Zn 0-20 | N fol | P fol | K fol | Ca fol | Mg fol | Fe fol | Mn fol | Cu fol | Zn fol | Al fol | B fol | Si fol | P. esp. | Pf. Tot | Pf. NT | Tanin. |
|----------------|---------------|---------------|----------------|------------|-----------|-----------|---------------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
| Areia 0-20 | | -0,82* | -0,84* | -0,19 | -0,40 | 0,02 | -0,56 | -0,13 | -0,42 | 0,35 | -0,11 | -0,49 | -0,65* | -0,32 | -0,29 | -0,64* | -0,64* | -0,36 | -0,77* | -0,26 | 0,45 | -0,82* | -0,50 | -0,02 | 0,22 | -0,47 | -0,29 | 0,01 | 0,54 | -0,09 |
| Silte 0-20 | -0,82* | | 0,39 | 0,42 | 0,73* | 0,25 | 0,75* | 0,54 | 0,70* | -0,62* | -0,21 | 0,77* | 0,39 | -0,69* | 0,20 | 0,84* | -0,27 | 0,46 | 0,52 | 0,25 | -0,59* | 0,76* | 0,31 | 0,23 | -0,26 | 0,56 | -0,04 | 0,13 | -0,42 | 0,23 |
| Argila 0-20 | -0,84* | 0,39 | | -0,07 | -0,04 | -0,27 | 0,26 | -0,29 | 0,01 | 0,02 | 0,38 | 0,07 | 0,68* | -0,13 | 0,30 | 0,32 | -0,15 | 0,19 | 0,83* | 0,21 | -0,22 | 0,69* | 0,56 | -0,18 | -0,14 | 0,28 | -0,24 | -0,15 | -0,53 | -0,07 |
| pH 0-20 | -0,19 | 0,42 | -0,07 | | 0,79* | 0,82* | 0,89* | 0,84* | 0,93* | -0,88* | -0,89* | 0,65* | -0,15 | 0,75* | 0,24 | 0,60* | 0,25 | 0,82* | 0,08 | 0,24 | -0,81* | -0,03 | 0,11 | 0,14 | 0,34 | 0,79* | -0,42 | -0,39 | -0,36 | -0,38 |
| N 0-20 | -0,40 | 0,73* | -0,04 | 0,79* | | 0,77* | 0,93* | 0,95* | 0,86* | -0,67* | -0,71* | 0,94* | -0,30 | 0,94* | 0,48 | 0,68* | 0,23 | 0,64* | 0,35 | 0,34 | -0,75* | 0,39 | 0,47 | 0,03 | 0,28 | 0,71* | -0,54 | -0,40 | -0,62 | -0,34 |
| K 0-20 | 0,02 | 0,25 | -0,27 | 0,82* | 0,77* | | 0,73* | 0,95* | 0,73* | -0,61* | -0,76* | 0,52 | -0,44 | 0,60* | 0,34 | 0,33 | 0,46 | 0,42 | -0,15 | 0,12 | -0,58* | -0,05 | 0,15 | -0,18 | 0,43 | 0,42 | -0,50 | -0,45 | -0,37 | -0,44 |
| Ca+Mg 0-20 | -0,56 | 0,75* | 0,26 | 0,89* | 0,93* | 0,73* | | 0,87* | 0,97* | -0,87* | -0,76* | 0,88* | 0,19 | 0,92* | 0,30 | 0,78* | 0,08 | 0,75* | 0,33 | 0,35 | -0,84* | 0,34 | 0,31 | 0,12 | 0,16 | 0,77* | -0,42 | -0,27 | -0,51 | -0,21 |
| C 0-20 | -0,13 | 0,54 | -0,29 | 0,84* | 0,95* | 0,95* | 0,87* | | 0,79* | -0,61* | -0,78* | 0,89* | -0,51 | 0,93* | 0,34 | 0,50 | 0,35 | 0,49 | 0,04 | 0,25 | -0,68* | 0,09 | 0,26 | -0,09 | 0,35 | 0,50 | -0,52 | -0,39 | -0,44 | -0,36 |
| V% 0-20 | -0,42 | 0,70* | 0,01 | 0,93* | 0,86* | 0,73* | 0,97* | 0,79* | | -0,93* | -0,76* | 0,82* | -0,16 | 0,76* | 0,21 | 0,75* | 0,06 | 0,81* | 0,25 | 0,28 | -0,91* | 0,24 | 0,31 | 0,15 | 0,15 | 0,81* | -0,38 | -0,27 | -0,41 | -0,23 |
| m% 0-20 | 0,35 | -0,62* | 0,02 | -0,88* | -0,67* | -0,61* | -0,87* | -0,61* | -0,93* | | 0,68* | -0,70* | 0,06 | -0,58 | 0,11 | -0,73* | 0,18 | -0,76* | -0,11 | -0,05 | 0,94* | -0,17 | -0,12 | -0,25 | 0,10 | -0,73* | 0,09 | 0,03 | 0,11 | 0,02 |
| Fe 0-20 | -0,11 | -0,21 | 0,38 | -0,89* | -0,71* | -0,76* | -0,61* | -0,78* | -0,76* | 0,68* | | -0,61* | 0,60* | -0,67* | -0,20 | -0,32 | -0,47 | -0,69* | 0,00 | -0,17 | 0,56 | 0,40 | 0,01 | -0,07 | -0,32 | -0,62* | 0,42 | 0,57 | 0,26 | 0,60* |
| Mn 0-20 | -0,49 | 0,77* | 0,07 | 0,65* | 0,94* | 0,52 | 0,88* | 0,89* | 0,82* | -0,70* | -0,61* | | -0,20 | 0,92* | 0,14 | 0,77 | -0,17 | 0,56 | 0,46 | 0,13 | -0,85* | 0,57 | 0,42 | 0,03 | -0,14 | 0,62* | -0,25 | -0,11 | -0,40 | -0,05 |
| Cu 0-20 | -0,65* | 0,39 | 0,68* | -0,15 | -0,30 | -0,44 | 0,19 | -0,51 | -0,16 | 0,06 | 0,60 | -0,20 | | -0,27 | -0,10 | 0,54 | -0,50 | 0,09 | 0,59* | 0,22 | -0,05 | 0,56 | 0,00 | 0,39 | -0,48 | 0,15 | 0,32 | 0,43 | -0,08 | 0,51 |
| Zn 0-20 | -0,32 | 0,69* | -0,13 | 0,75* | 0,94* | 0,60* | 0,92* | 0,93* | 0,76* | -0,58 | -0,67* | 0,92* | -0,27 | | 0,37 | 0,81* | 0,11 | 0,67* | 0,42 | 0,52 | -0,65* | 0,30 | 0,32 | 0,32 | 0,21 | 0,72* | -0,63* | 0,56 | -0,72* | -0,17 |
| N fol | -0,29 | 0,20 | 0,30 | 0,24 | 0,48 | 0,34 | 0,30 | 0,34 | 0,21 | 0,11 | -0,20 | 0,14 | -0,10 | 0,37 | | 0,06 | 0,74* | 0,31 | 0,42 | 0,59* | 0,02 | 0,20 | 0,60* | -0,21 | 0,79* | 0,43 | 0,32 | 0,22 | 0,19 | -0,71 |
| P fol | -0,64* | 0,84* | 0,32 | 0,60* | 0,68* | 0,33 | 0,78* | 0,50 | 0,75* | -0,73* | -0,32 | 0,77* | 0,54 | 0,81* | 0,06 | | -0,24 | 0,65* | 0,51 | 0,44 | -0,60* | 0,38 | 0,16 | 0,53 | -0,17 | 0,69* | -0,82* | -0,90* | -0,64* | 0,10 |
| K fol | 0,24 | -0,27 | -0,15 | 0,25 | 0,23 | 0,46 | 0,08 | 0,35 | 0,06 | 0,18 | -0,47 | -0,17 | -0,50 | 0,11 | 0,74* | -0,24 | | 0,11 | 0,14 | 0,38 | 0,21 | -0,38 | 0,32 | -0,28 | 0,92* | 0,14 | -0,44 | -0,43 | -0,55 | -0,86 |
| Ca fol | -0,36 | 0,46 | 0,19 | 0,82* | 0,64* | 0,42 | 0,75* | 0,49 | 0,81* | -0,76* | -0,69* | 0,56 | 0,09 | 0,67* | 0,31 | 0,65* | 0,11 | | 0,35 | 0,43 | -0,72* | 0,05 | 0,29 | 0,42 | 0,34 | 0,98* | -0,40 | -0,41 | -0,44 | -0,38 |
| Mg fol | -0,77* | 0,52 | 0,83* | 0,08 | 0,35 | -0,15 | 0,33 | 0,04 | 0,25 | -0,11 | 0,00 | 0,46 | 0,59* | 0,42 | 0,42 | 0,51 | 0,14 | 0,35 | | 0,54 | -0,11 | 0,37 | 0,57 | 0,13 | 0,13 | 0,43 | -0,30 | -0,40 | -0,67* | -0,32 |
| Fe fol | -0,26 | 0,25 | 0,21 | 0,24 | 0,34 | 0,12 | 0,35 | 0,25 | 0,28 | -0,05 | -0,17 | 0,13 | 0,22 | 0,52 | 0,59* | 0,44 | 0,38 | 0,43 | 0,54 | | 0,05 | -0,06 | 0,40 | 0,38 | 0,51 | 0,45 | -0,56 | -0,49 | -0,66* | -0,43 |
| Mn fol | 0,45 | -0,59* | -0,22 | -0,81* | -0,75* | -0,58* | -0,84* | -0,68* | -0,91* | 0,94* | 0,56 | -0,85* | -0,05 | -0,65* | 0,02 | -0,60* | 0,21 | -0,72* | -0,11 | 0,05 | | -0,35 | -0,27 | -0,04 | 0,10 | -0,71* | 0,21 | 0,07 | 0,18 | 0,05 |
| Cu fol | -0,82* | 0,76* | 0,69* | -0,03 | 0,39 | -0,05 | 0,34 | 0,09 | 0,24 | -0,17 | 0,40 | 0,57 | 0,56 | 0,30 | 0,20 | 0,38 | -0,38 | 0,05 | 0,37 | -0,06 | -0,35 | | 0,40 | -0,24 | -0,42 | 0,19 | 0,00 | 0,25 | -0,34 | 0,35 |
| Zn fol | -0,50 | 0,31 | 0,56 | 0,11 | 0,47 | 0,15 | 0,31 | 0,26 | 0,31 | -0,12 | 0,01 | 0,42 | 0,00 | 0,32 | 0,60* | 0,16 | 0,32 | 0,29 | 0,57 | 0,40 | -0,27 | 0,40 | | -0,18 | 0,35 | 0,39 | -0,63* | -0,56 | -0,72* | -0,49 |
| Al fol | -0,02 | 0,23 | -0,18 | 0,14 | 0,03 | -0,18 | 0,12 | -0,09 | 0,15 | -0,25 | -0,07 | 0,03 | 0,39 | 0,32 | -0,21 | 0,53 | -0,28 | 0,42 | 0,13 | 0,38 | -0,04 | -0,24 | -0,18 | | -0,09 | 0,39 | 0,32 | 0,22 | 0,19 | 0,22 |
| B fol | 0,22 | -0,26 | -0,14 | 0,34 | 0,28 | 0,43 | 0,16 | 0,35 | 0,15 | 0,10 | -0,52 | -0,14 | -0,48 | 0,21 | 0,79* | -0,17 | 0,92* | 0,34 | 0,13 | 0,51 | 0,10 | -0,42 | 0,35 | -0,09 | | 0,35 | -0,82* | -0,90* | -0,64* | -0,90* |
| Si fol | -0,47 | 0,56 | 0,28 | 0,79* | 0,71* | 0,42 | 0,77* | 0,50 | 0,81* | -0,73* | -0,62* | 0,62* | 0,15 | 0,72* | 0,43 | 0,69* | 0,14 | 0,98* | 0,43 | 0,45 | -0,71* | 0,19 | 0,39 | 0,39 | 0,35 | | -0,44 | -0,43 | -0,55 | -0,38 |
| P. esp. | 0,16 | -0,04 | -0,24 | -0,42 | -0,54 | -0,50 | -0,42 | -0,52 | -0,38 | 0,09 | 0,42 | -0,25 | 0,32 | -0,40 | -0,84* | 0,00 | -0,71* | -0,40 | -0,30 | -0,56 | 0,21 | 0,00 | -0,63* | 0,32 | -0,82* | -0,44 | | 0,87* | 0,82* | 0,83* |
| Pf. Tot | 0,01 | 0,13 | -0,15 | -0,39 | -0,40 | -0,45 | -0,27 | -0,39 | -0,27 | 0,03 | 0,57 | -0,11 | 0,43 | -0,24 | -0,78* | 0,03 | -0,86* | -0,41 | -0,40 | -0,49 | 0,07 | 0,25 | -0,56 | 0,22 | -0,90* | -0,43 | 0,87* | | 0,77* | 0,99* |
| Pf. NT | 0,54 | -0,42 | -0,53 | -0,36 | -0,62 | -0,37 | -0,51 | -0,44 | -0,41 | 0,11 | 0,26 | -0,40 | -0,08 | -0,53 | -0,92* | -0,32 | -0,63* | -0,44 | -0,67* | -0,66* | 0,18 | -0,34 | -0,72* | 0,19 | -0,64 | -0,55 | 0,82* | 0,77* | | 0,68* |
| Tanin | -0,09 | 0,23 | -0,07 | -0,38 | -0,34 | -0,44 | -0,21 | -0,36 | -0,23 | 0,02 | 0,60* | -0,05 | 0,51 | -0,17 | -0,71* | 0,10 | -0,86* | -0,38 | -0,32 | -0,43 | 0,05 | 0,35 | -0,49 | 0,22 | -0,90* | -0,38 | 0,83* | 0,99* | 0,68* | |

* correlações significativas a p < 0,05

TABELA 17 - CORRELAÇÃO ENTRE A LUMINOSIDADE E AS CARACTERÍSTICAS FITOQUÍMICAS (n=12)

| N | P | K | Ca | Mg | Fe | Mn | Cu | Zn | Al | B | Si | Peso esp. | Polif tot. | Polif N. t. | Tan. |
|--------|-------|--------|-------|-------|-------|------|-------|--------|------|--------|-------|-----------|------------|-------------|-------|
| -0,94* | -0,03 | -0,71* | -0,43 | -0,49 | -0,58 | 0,16 | -0,09 | -0,73* | 0,27 | -0,80* | -0,50 | 0,94* | 0,83* | 0,92* | 0,78* |

* correlações significativo a $p < 0,05$

TABELA 18 - CORRELAÇÃO ENTRE TEORES FOLIARES TOTAIS E HIDROSSOLÚVEIS (n=12)

| Elemento | Coefficiente de correlação |
|----------|----------------------------|
| K | 0,91* |
| Ca | 0,94* |
| Mg | 0,95* |
| Mn | 0,90* |
| Cu | 0,70* |
| Zn | 0,27 |
| Al | -0,50 |
| Si | 0,85* |

* correlações significativas a $p < 0,05$

TABELA 19 - CORRELAÇÃO ENTRE CARACTERÍSTICAS FITOQUÍMICAS FOLIARES E DOS RAMOS (n=12)

| Ramos | Folhas | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|--------|-------|--------|-------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|--------|-------|--------------|--------------|--------|
| | N | P | K | Ca | Mg | Fe | Mn | Cu | Zn | Al | B | Si | Polif totais | Polif N.tan. | Tanin |
| N | 0,60* | -0,38 | 0,92* | 0,03 | 0,05 | 0,24 | 0,29 | -0,52 | 0,14 | -0,19 | 0,89* | 0,04 | -0,76* | -0,43 | -0,78* |
| P | -0,09 | 0,81* | -0,38 | 0,36 | 0,45 | 0,07 | -0,62* | 0,59* | 0,08 | 0,04 | -0,43 | 0,41 | 0,15 | -0,21 | 0,21 |
| K | 0,50 | -0,24 | 0,81* | 0,05 | -0,08 | 0,07 | -0,01 | -0,38 | 0,17 | -0,44 | 0,75* | 0,06 | -0,77* | -0,40 | -0,81* |
| Ca | 0,37 | 0,73* | 0,12 | 0,95 | 0,41 | 0,41 | -0,79* | 0,23 | 0,29 | 0,26 | 0,28 | 0,96* | -0,38 | -0,54 | -0,32 |
| Mg | 0,77* | 0,41 | 0,44 | 0,60* | 0,63* | 0,39 | -0,44 | 0,46 | 0,52 | -0,19 | 0,47 | 0,70* | -0,60* | -0,87* | -0,52 |
| Fe | -0,22 | 0,82* | -0,47 | 0,53 | 0,53 | 0,24 | -0,36 | 0,27 | -0,08 | 0,71* | -0,38 | 0,53 | 0,27 | -0,01 | 0,32 |
| Mn | 0,37 | -0,52 | 0,45 | -0,51 | 0,15 | 0,23 | 0,92* | -0,25 | -0,06 | -0,09 | 0,37 | -0,46 | -0,23 | -0,17 | -0,23 |
| Cu | -0,09 | 0,00 | -0,19 | 0,02 | 0,42 | -0,38 | -0,29 | 0,47 | 0,18 | -0,53 | -0,32 | 0,05 | 0,00 | -0,13 | 0,03 |
| Zn | 0,20 | 0,65* | 0,04 | 0,62* | 0,64* | 0,51 | -0,21 | 0,13 | 0,28 | 0,50 | 0,07 | 0,65* | -0,21 | -0,41 | -0,16 |
| Al | -0,05 | 0,74* | -0,23 | 0,62* | 0,38 | 0,51 | -0,23 | -0,01 | -0,13 | 0,87* | -0,08 | 0,60* | 0,14 | -0,08 | 0,18 |
| B | 0,67* | -0,26 | 0,85* | 0,20 | 0,29 | 0,40 | 0,19 | -0,30 | 0,58* | -0,11 | 0,81* | 0,24 | -0,80* | -0,60* | -0,80* |
| Si | 0,33 | 0,79* | 0,04 | 0,93 | 0,45 | 0,42 | -0,78* | 0,28 | 0,25 | 0,31 | 0,20 | 0,94* | -0,30 | -0,51 | -0,25 |
| Polif. Totais | -0,71* | 0,50 | -0,65* | 0,04 | 0,09 | -0,31 | -0,23 | 0,10 | -0,52 | 0,32 | -0,73* | -0,01 | 0,58* | 0,49 | 0,57 |
| Polif. N.tan. | -0,76* | -0,43 | -0,46 | -0,42 | -0,66* | -0,81* | 0,08 | -0,17 | -0,50 | -0,01 | -0,55 | -0,49 | 0,69* | 0,85* | 0,62* |
| Taninos | -0,48 | 0,66* | -0,52 | 0,18 | 0,31 | -0,05 | -0,27 | 0,16 | -0,37 | 0,34 | -0,58* | 0,15 | 0,37 | 0,22 | 0,38 |

* correlações significativas a $p < 0,05$

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMED, M.S.; FONG, H.H.S.; SOEJARTO, D.D.; DOBBERSTEIN, R.H.; WALLER, D.P. High-performance liquid chromatography separation and quantitation of maytansinoids in *Maytenus ilicifolia*. **Journal of Chromatography** 213:340-344, 1981.
- AKERELE, O. Medicinal plants and primary health care: an agenda for action. **Fitoterapia**, 5: 355-363, 1988.
- AKERELE, O.; HEYWOOD, V.; SYNGE, H. **The Conservation of Medicinal Plants**. Cambridge, University Press, 1991. 362 p.
- ANTONÁCIO, C. C. **Caracterização ecológica e fitoquímica de *Mikania laevigata* Schult. Ex Baker em área de *Pinus elliotti* no 1º. Planalto Paranaense**. Curitiba, UFPR, 1996. 67p. (dissertação de mestrado, Engenharia Florestal).
- BALANDRIN, M.F.; KLOCKE, J.A.; WURTELE, E.S.; BOLLINGER, W.H. Natural plants chemicals: sources of industrial and medicinal materials. **Science** 228:1154-1160, 1985.
- BARUA, D.N. Light as a factor in metabolism of the tea plant (*Camellia sinensis* L.). In: LUCKWILL, L.C.; CUTTING, C.V. (ed.) **Physiology of tree crops**. London, Academic Press, 1970. p-307-322.
- BATE-SMITH, E.C. Attractants and repellents in higher animals. p.45-56. In: HARBORNE, J.B. (ed.). **Phytochemical Ecology**. London, Academic Press, 1972. 272p.
- BEER, J. Advantages, disadvantages and desirable characteristics of shade trees for coffee, cocoa and tea. **Agroforestry Systems** 5:3-13, 1987.
- BENEDETTO, A. H. Di; COGLIATTI, D.H. Effects of light intensity and quality on the obligate shade plant *Aglaonema commutatum*. I. Leaf size and leaf shape. **Journal of Horticultural Science** 65(6):689-698, 1990.
- BERNARDI, H.H.; WASICKY, M. **Algumas pesquisas sobre a “Espinheira Santa” ou “Cancerosa” *Maytenus ilicifolia* Martius, usada como remédio popular no Rio Grande do Sul**. Santa Maria, URGs, 1959. 46p.
- BIANCHI, N.R.; MACHADO, C.A; ALICE, C.B.; SIQUEIRA, N.C.S.de. Riscos potenciais de algumas espécies utilizadas na medicina popular em afecções do aparelho respiratório. **Rev. Bras. Farm.** 70(3):68-70, 1989.
- BIDWELL, R.G.S. **Plant physiology**. New York, Macmillan Publishing Co..Inc., 1974. 643p.

- BRASIL. Portaria nº 6, de 31 de janeiro de 1995. Institui e normatiza o registro de produtos fitoterápicos junto ao Sistema de Vigilância Sanitária. **Diário Oficial da União**, Brasília, 6 fev. 1995.
- BRITEZ, R.M. de. **Ciclagem de nutrientes minerais em duas florestas da planície litorânea da Ilha do Mel, Paranguá**. Curitiba, UFPR, 1994. 240p. (dissertação de mestrado, Agronomia - Ciência do Solo).
- BRUNETON, J. **Elementos de Fitoquímica y de Farmacognosia**. Zaragoza, Editorial Acribia S.A., 1991. 594p.
- BRYANT, J.P.; CHAPIN III, F.S.; REICHARDT, P.B.; CLAUSEN, T.P. Response of winter chemical defense in Alaska paper birch and green alder to manipulation of plant carbon/nutrient balance. **Oecologia** 72:510-514, 1987a .
- BRYANT, J.P.; CLAUSEN, T.P.; REICHARDT, P.B.; McCARTHY, M.C.; WERNER, R.A. Effect of nitrogen fertilization upon the secondary chemistry and nutritional value of quaking aspen (*Populus tremuloides* Michx.) leaves for the large aspen tortrix (*Choristoneura conflictana* (Walker)). **Oecologia** 73:513-517, 1987b.
- CAMARGO, P.N.; SILVA, O . **Manual de adubação foliar**. São Paulo, La Libreria e Herba Ltda., 1975. 258p.
- CARLINI, E.L.A (coord.). **Estudo de ação antiúlcera gástrica de plantas brasileiras: *Maytenus ilicifolia* (Espingheira-Santa) e outras**. Brasília, CEME/AFIP, 1988. 87p.
- CARTER, R.E.; SCAGEL, A M.; KLINKA, K. Nutritional aspects of distorted growth in immature forest stands of southwestern coastal British Columbia. **Can. J. For. Res.** 16:36-41, 1986.
- CARVALHO-OKANO, R.M. **Estudos taxonômicos do gênero *Maytenus* Mol emend. Mol. (CELASTRACEAE) do Brasil extra-amazônico**. Campinas, UNICAMP, 1992. 253p. (tese de doutorado, Ciências - Biologia Vegetal).
- CERVI, A .C.; PACIORNIK, E.F.; VIEIRA, R.F.; MARQUES, L.C. Espécies vegetais de um remanescente de Floresta de Araucária (Curitiba, Brasil): estudo preliminar I. **Acta Biolo. Par.** 18(1-4):73-114, 1989.
- CHABOT, B.F.; CHABOT, J.F. Effects of light and temperature on leaf anatomy and photosynthesis in *Fragaria vesca*. **Oecologia** 26:363-377, 1977.
- CHENERY, E.M.; SPORNE, K.R. A preliminary study of aluminium in the tea bush. **Plant and Soil** 6:147-200, 1955.
- CLANCY, K.M.; ITAMI, J.K.; HUEBNER, D.P. Douglas-fir nutrients and terpenes: potential resistance factors to western spruce budworm defoliation. **Forest Science** 39(1):78-94, 1993.

- COELHO, G.C. **Anatomia foliar e morfologia de inflorescências das espécies rio-grandenses de *Ilex* L. (Aquifoliaceae)**. Porto Alegre, UFRGS, 1995. 101p. (dissertação de mestrado, Botânica).
- COLEY, P.D.; BRYANT, J.P.; CHAPIN III, F.S. Resource availability and plant antiherbivore defense. *Science* 230 (4728): 895-899, 1985.
- COLEY, P.D. Patrones en las defensas de las plantas: ¿porqué los herbívoros prefieren ciertas especies? *Rev. Biol. Trop.* 35 (supl. 1):151-164, 1987.
- COOKE, F.P.; BROWN, J.P.; MOLE, S. Herbivory, foliar enzyme inhibitors, nitrogen and leaf structure of young and mature leaves in a Tropical Forest. *Biotropica* 18(4):257-263, 1984.
- CORRÊA JÚNIOR, C.; MING, L.C.; SCHEFFER, M.C. **Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas**. Jaboticabal, FUNEP, 1994. 162p.
- DUDT, J.F.; SHURE, D.J. The influence of light and nutrients on foliar phenolics and insect herbivory. *Ecology* 75(1):86-98, 1994.
- DU TOIT, J. T.; BRYANT, J. P.; FRISBY, K. Regrowth and palatability of Acacia shoots following pruning by african savanna browsers. *Ecology* 71(1):149-154, 1990.
- EIRA, M.T.S.; DIAS, T. A B.; MELLO, C.M.C. Conservação de sementes de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia* Mart ex Reiss). *Horticultura Brasileira* 11(1):70, 1993.
- ELISABETSKY, E. Etnofarmacologia de algumas tribos brasileiras. p.135-148. In: RIBEIRO, D. (ed.). **Suma etnológica brasileira**. Petrópolis, Ed. Vozes, 1987. v.1. Etnobiologia. 302 p.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1979.
- _____. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná**. Curitiba, EMBRAPA-SNLCS/SUDESUL/IAPAR, 1984. 791p.
- _____. **Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento; normas em uso pelo SNLCS**. Rio de Janeiro, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1988. 67p.
- ESAU, K. **Plant Anatomy**. New York, John Wiley e Sons, Inc., 2.ed., 1965. 767p.
- FEENY, P. Seasonal changes in oak leaf tannins and nutrients as a cause of spring feeding by winter moth caterpillars. *Ecology* 51(4):565-581, 1970.
- _____. Plant apparency and chemical defense. p.1-41. In: WALLACE J.W.; MANSELL, R.L. **Biochemical Interaction between plants and insects - recent advances in phytochemistry**, 10. New York, Plenum Press, 1976. 425p.

- FLÜCK, H. The influence of the soil on the content of active principles in medicinal plants. **The Journal of Pharmacy and Pharmacology** 6:153-163, 1954.
- _____. The influence of climate on the active principles in medicinal plants. **The Journal of Pharmacy and Pharmacology** 7:361-383, 1955.
- FOX, L.R.; MACAULEY, B.J. Insect grazing on *Eucalyptus* in response to variation in leaf tannins and nitrogen. **Oecologia** 29:145-162, 1977.
- FUCK, R.A.; TREIN, E.; MARINI, O J. Geologia e petrografia dos migmatitos do Paraná. In: BIGARELLA, J.J.; SALAMUNI, R.; PINTO, V.M. (ed). Geologia do pré-devoniano e intrusivas subseqüentes da porção oriental do estado do Paraná. **Bol. Paran. Geoc.** 23, 25:5-41, 1967.
- GERSHENZON, J. Changes in the levels of plant secondary metabolites under water and nutrient stress. p.273-320. In: TIMMERMANN, B. N.; STEELINK, C.; LOEWUS, F.A. (eds.). **Phytochemical adaptations to stress - recent advances in phytochemistry**, 18. New York, Plenum Press, 1984. 334p.
- GLYPHIS, J.P.; PUTTICK, G.M. Phenolics, nutrition and insect herbivory in some garrigue and maquis plant species. **Oecologia** 78:259-263, 1989.
- GOBENA, A. Effect of fertilization on woody plant chemistry: the role in diet selection by goats. **Dissertation Abstracts International - agriculture, range management** 49 (9), 1989.
- GOODWIN, T.W.; MERCER, E.I. **Introduction to plant biochemistry**. Oxford, Pergamon Press, 1975. 359p.
- GOTTLIEB, O.R. e KAPLAN, M.A.C. Amazônia: Tesouro químico a preservar. **Ciência Hoje**, 11 (61):17-20, 1990.
- HAAG, H.P. (coord.). **Nutrição mineral de Eucalyptus, Pinus, Araucaria e Gmelina no Brasil**. Campinas, Fundação Cargil, 1983. 101p.
- HAMANN, O. The joint IUCN-WWF plants conservation programme and its interest in medicinal plants. In: AKERELE, O.; HEYWOOD, V.; SYNGE, H. (ed.). **The Conservation of Medicinal Plants**. Cambridge, University Press, 1991. 362p.
- HASLAM, E. **Chemistry of vegetable tannins**. London, Academic Press, 1966. 179p.
- HENKLAIN, J.C. (coord.). **Potencial de uso agrícola das áreas de várzeas do Estado do Paraná; Bacias Hidrográficas dos Rios das Cinzas e Laranjinha, Iapó, Iguaçu, Piquiri, Pirapó, Tibagi e Litoral**. Londrina, IAPAR. v.2. 1994. 172p.
- HILDEBRAND, C. **Manual de análise química de solos e plantas**. Curitiba, UFPR, 1977. 224p. (mimeo).

- HOEHNE, F.C. **Plantas e substâncias vegetais tóxica e medicinais**. São Paulo, _____, 1939. 355p.
- HORNER, J.D.; CATES, R.G; GOSZ, J.R. Tannin, nitrogen, and cell wall composition of green vs. senescent Douglas-fir foliage - Within-and between-stand differences in stands of unequal density. **Oecologia** 72:515-519, 1987.
- HORNER, J.D.; GOSZ, J.R.; CATES, R.G. The role of carbon-based plant secondary metabolites in decomposition in terrestrial ecosystems. **Am. Nat.** 132:869-883, 1988.
- HORNER, J.D.; CATES, R.G; GOSZ, J.R. Effects of resource manipulation on the correlation between total phenolics and astringency in Douglas-fir. **Journal of Chemical Ecology** 19(7):1429-1437, 1993.
- HOWARD, J.J. Leafcutting and diet selection: the role of nutrients, water, and secondary chemistry. **Ecology** 68 (3):503-515, 1987.
- HÜTTL, R.F.; SCHAAF, W. Nutrient supply of forest soils in relation to management site history. p.31-41. In: NILSSON, C.O .; HÜTTL, R.F.; JOHANSSON, U.T. (eds.). **Nutrient uptake and cycling in forest ecosystems**. Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 1995. 685p.
- IBGE. **Geografia do Brasil - região Sul**. Rio de Janeiro, v.2, 1990. 420p.
- IPARDES. **Base de dados do Estado**. Curitiba, BDE/SEEPLAN, 1993.
- ITCF. **Plano de manejo - Parque Estadual de Caxambu, Castro, PR**. Curitiba, ITCF, 1985. 126p.
- ITOKAWA, H.; SHIROTA, O; IKUTA, H.; MORITA, H.; TAKEYA, K.; IITAKY, I. Triterpenes from *Maytenus ilicifolia*. **Phytochemistry** 30(11):3713-3716, 1991.
- JANZEN, D.H. **Ecologia vegetal nos trópicos**. São Paulo, EPU, EDUSP, 1980. 79p.
- JONES, L.H.P.; HANDRECK, K.A . Silica in soils, plants and animals. **Adv. in Agronomy** 19:107-149, 1967.
- JURIK, T.W.; CHABOT, J.F.; CHABOT, B.F. Effects of light and nutrients on leaf size, CO₂ exchange, and anatomy in wild strawberries (*Fragaria virginiana*). **Plant Physiol.** 70(4):1044-1048, 1982.
- JURIK, T.W. Temporal and spatial patterns of specific leaf weight in successional northern hardwood tree species. **Amer. J. Bot.** 73(8):1083-1092, 1986.
- KABATA-PENDIAS, A; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. 2nd ed. Boca Raton, CRC Press, 1992. 365p.

- KAPEL, M.; KARUNANITHY, R. Effect of hard lewis acids on tannin synthesis in plants. **Planta medica** 31: 123-126, 1977.
- KATHIRESAN, K.; VEERA RAVI, A. Seasonal changes in tannin content of mangrove leaves. **Indian Forester** :390- 392, may, 1990.
- KLEIN, R. M. Árvores nativas da Mata Pluvial da costa atlântica de Santa Catarina. **CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO - contribuições e trabalhos apresentados e pareceres das comissões**, 1968. p.65-103.
- KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T.T **Physiology of woody plants**. New York, Academic Press, 1979. 811p.
- KUITERS, A T. Role of phenolic substances from decomposing forest litter in plant-soil interactions. **Acta Bot. Neerl.** 39:329-348, 1990.
- LABRECQUE, M.; BELLEFLEUR, P.; SIMON, J.P.; POPOVICH, S. Influence of light conditions on the predetermination of foliar characteristics in *Betula alleghaniensis* Britton. **Ann. Sci. For.** 46 suppl.:497s-501s, 1989.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo, EPU, 1986. 319p.
- LIMA, O G.de; D'ALBUQUERQUE, I.L.; BARROS COELHO, J.S.de; MARTINS, D.G.; LACERDA, A L.; MACIAL, G.M. Substâncias antimicrobianas de plantas superiores - Maitenina, novo antimicrobiano com ação antineoplásica, isolado de celastrácea de Pernambuco. **Revista do Instituto de Antibióticos** 9(1-2):17-25, 1969.
- LIMA, O G.de; BARROS COELHO, J.S.de; WEIGERT, E.; D'ALBUQUERQUE, I.L.; ANDRADE LIMA, D.de; MORAES E SOUZA, M.A de. Substâncias antimicrobianas de plantas superiores - Sobre a presença de maitenina e pristimerina na parte cortical das raízes de *Maytenus ilicifolia*, procedente do Brasil Meridional. **Revista do Instituto de Antibióticos** 11(1):35-38, 1971.
- LOVELOCK, C.E.; CLOUGH, B.F.; WOODROW, I.E. Distribution and accumulation of ultraviolet-radiation-absorbing compounds in leaves of tropical mangroves. **Planta** 188:143-154, 1992.
- MAACK, R. **Geografia física do Estado do Paraná**. Curitiba, BADEP/UFPR/Instituto de Biologia e Pesquisas Tecnológicas, 1968. 350p.
- MACHADO, O. Contribuição ao estudo das plantas medicinais do Brasil - *Maytenus obtusifolia* Mart. **Rodriguesia** 9(18):9-15, 1945.
- MAGALHÃES, P.M. **Estudo agrônômico de plantas brasileiras dotadas de atividade farmacológica**. Paulínia, CEME/UNICAMP-CPQBA, 1990. 42p. (relatório).

- MAGALHÃES, P.M.; FIGUEIRA, G.M; PEREIRA, B.; MONTANARI JR., I. Conservação da espécie *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss (espíneira-santa), através da técnica de propagação por sementes. CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2., São Paulo, 1992. Anais. São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, 1992. p.519-522.
- MAGALHÃES, P.M. **A experimentação agrícola com plantas medicinais e aromáticas.** _____, UNICAMP-CPQBA, 1994. 26p.
- MANDICH, L.; BITTNER, M.; SILVA, M.; BARROS, C. Phytochemical screening of medicinal plants - studies of flavonoids. **Ver. Latinoamer. Quim.** 15(2):80-82, 1984.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** London, Academic Press, 1995. 889p.
- MARQUES, S. de C. **Contribuição ao Estudo de Extração do tanino da Acácia-negra em dornas e à pressão atmosférica.** Porto Alegre, Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul, publicação n.11. sem data. 162p.
- MARTINEZ-CROVETTO, R. *Maytenus ilicifolia* Mart. In: **Las plantas utilizadas en medicina popular en el Noroeste de Corrientes - Republica Argentina.** Tucuman, Ministério de Cultura y Educación/Fundación Miguel Lillo, 1981. p.69.
- MARTINS, E.R.; CASTRO, D.M.de; CASTELLANI, D.C.; DIAS, J.E. **Plantas medicinais.** Viçosa, Imprensa Universitária, 1994. 220p.
- MATTSON, W.J.; HAACK, R.A; LAWRENCE, R.K.; SLOCUM, S.S. Considering the nutritional ecology of the spruce budworm in its management. **Forest Ecology and Management** 39:183-210, 1991.
- MAUFFETTE, Y.; OECHEL, W.C. Seasonal variation in leaf chemistry of the coast live oak *Quercus agrifolia* and implications for the California oak moth *Phryganidia californica*. **Oecologia** 79:439-445, 1989.
- McKEE, K.L. Interspecific variation in growth, biomass partitioning, and defensive characteristics of neotropical mangrove seedlings: response to light and nutrient availability. **American Journal of Botany** 82(3):299-307, 1995.
- MENGEL, K.; KIRBY, E.A . **Principles of plant nutrition.** Bern, IPI, 1987. 686p.
- MESSIER, C. Effects of neutral shade and growing media on growth, biomass allocation, and competitive ability of *Gaultheria shallon*. **Can. J. Bot.** 70:2271-2276, 1992.
- MISIC, V. Neke cinjenice i hipoteze o ulozi biljnog tanina u prirodi i o njegovom znacaju covekovo zdravlje. **Arh.farm.**37(6):309-317, 1986.
- MONIZ, A C.(coord.). **Elementos de Pedologia.** Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos Editora S.A ., 1975460p.

- MORS, W. Plantas medicinais. **Ciência Hoje**, 1(3):14-19, 1982.
- MORTON, J.F. Search for Carcinogenic Principles. p.53-73. In: SWAIN, T.; KLEIMAN, R. **The Resource Potential in Phytochemistry - recent advances in phytochemistry**, 14. New York, Plenum Press, 1979. 215p.
- MORTVEDT, J.J.; GIORDAO, P.M.; LINDAY, W.L. (comp.). **Micronutrients en agricultura**. México, AGT Editora S.A, 1983. 742p.
- NEWBERY, D.McC.; FORESTA, H.de. Herbivory and defense in pionner, gap and understory trees of tropical rain forest in French Guiana. **Biotropica** 17(3):238-244, 1985.
- NICHOLS-ORIAN, C.M. Environmentally induced differences in plant traits: consequences for susceptibility to a leaf-cutter ant. **Ecology** 72(5):1609-1623, 1991.
- NOKAKI, H.; MATSUURA, H.; HIRONO, S.; KASAI, R.; CHANG, J.J.; LEE, K.H. Antitumor agents, 116. Cytotoxic triterpenes from *Maytenus diversifolia*. **Journal of Natural Products** 53(4):1039-1041, 1990.
- OWUOR, P.O; OTHIENO, C. O . Studies on the use of shade in tea plantations in Kenya: effects on chemical composition and quality of made tea. **J. Sci. Food Agric.** 46:63-70, 1988.
- PAVAN, M.A ; *et al.*. **Manual de análise química de solo**. Londrina, IAPAR, 1992.
- PENTEADO, M.M. **Fundamentos de geomorfologia**. Rio de janeiro, IBGE, 1974. 158p.
- PEREIRA, A M.S.; PEREIRA, P.S.; CERDEIRA, R.M.M.; FRANÇA, S.C.; MORAES, F.R.; MORAES, J.R.E.; RODRIGUES, D.C. Pharmacologically active compounds in plant tissue culture of *Maytenus ilicifolia* (Celastraceae). In: **WOCMAP - First World Congress on Medicinal and Aromatic Plant**. Maastricht, Holanda. 1992.
- PEREIRA, A M.S. **Micropropagação de *Maytenus aquifolium* Mart. e *Maytenus ilicifolia* Mart. (Espinheira-santa)**. Jaboticabal, UNESP, 1993a. 67p. (dissertação de mestrado, Agronomia - Melhoramento Genético Vegetal).
- PEREIRA, A.M.S. **Influência da adubação em *Maytenus aquifolium* Mart. quanto a parâmetros agronômicos e químicos**. Jaboticabal, _____, 1993b. 17p. (relatório).
- PETROVICK, P.R.; JACOB, M.; GAUDY, D.; LOPES, C.H.C. Extratos secos por nebulização: avaliação cromatográfica de nebulizados de *Maytenus ilicifolia* Martius ex Reiss. - Celastraceae. **Cad. Farm.** 7:52-54, 1991. (supl.).
- POWEL, R.G.; SMITH JR., C.R. Antitumor Agents from Higher Plants. p.23-51. In : SWAIN, T.; KLEIMAN, R. **The Resource Potential in Phytochemistry - recent advances in phytochemistry**, 14. New York, Plenum Press, 1979. 215p.

- QUADROS, R.M.B.; REISSMANN, C.B.; RADOMSKI, M.I. Comparação dos teores de macro e micronutrientes em folhas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*, St. Hil.), em ervais nativos sob condições de sombreamento e a céu aberto. In: I Reunião Técnica do Cone Sul sobre a Cultura da Erva-Mate, **Resumos**, Porto Alegre, 1992.
- RACHWAL, M.F.G.; CURCIO, G.R. Levantamento semi-detalhado dos solos da microbacia do Rio Turvo - Contenda-PR. In: ENCONTRO NACIONAL DE PRODUÇÃO E ABASTECIMENTO DE BATATA, 3., Contenda, 1989. **Anais**. Curitiba, SOB, 1989.p.31-34.
- RACHWAL, M.F.G.; CURCIO, G.R.; MEDRADO, M.J.S. **Desenvolvimento e produção de massa foliar de espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia*) a pleno sol, em Cambissolo húmico no Município de Colombo-PR**. Colombo, EMBRAPA, 1997. (relatório de pesquisa).
- RADOMSKI, M.I.; SUGAMOSTO, M.L.; GIAROLA, N.F.B.; CAMPIOLO, S. Avaliação dos teores de macro e micronutrientes em folhas jovens e velhas de erva-mate.. In: 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas, **Anais**, São Paulo, 1992.
- RADOMSKI, M.I. **Geomorfologia de uma porção do município da Lapa, PR - estudo de caso**. Curitiba, UFPR, 1993 (relatório).
- RATERA, E.L.; RATERA, M.O . **Plantas de la flora argentina enpleadas en medicina popular**. Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur S.A , 1980. 189p.
- REICHER, F.; SIERAKOWSKI, M.R.; CORRÊA, J.B.C. determinação espectrofotométrica de taninos pelo reativo fosfotúngstico-fosfomolibdico. **Arq. Biol. Tecnol.** 24(4):407-411, 1981.
- REIS, M.Z.dos. Manejo sustentado de plantas medicinais em ecossistemas tropicais. p.199-216. In: DI STASI, L.C. (organ.). **Plantas medicinais: arte e ciência - um guia de estudo interdisciplinar**. São Paulo, UNESP, 1996. 230p.
- REISSMANN, C.B.; ROCHA, H.O .da; KOEHLER,C.W.; CALDAS, R. de L. e S. HILDEBRAND, E.E. Bio-elementos em folhas e hastes de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) sobre cambissolos na região de Mandirituba-PR. **Revista Floresta XIV (2):49-54**, 1983.
- REISSMANN, C.B.; KOEHLER,C.W.; ROCHA, H.O .da; HILDEBRAND, E.E. Avaliação das exportações de macronutrientes pela erva-mate. In: **Anais do X Seminário sobre atualidades e perspectivas florestais. Silvicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis*)**. Curitiba-PR. 28-30 de novembro de 1983. EMBRAPA/IBDF. **Documentos**, 128-140, 1985.
- REISSMANN, C.B. **Efeito do pH e da calagem no crescimento e na composição química da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.)**. Curitiba, UFPR, 1994. (relatório CNPq).

- REISSMANN, C.B.; RADOMSKI, M.I.; QUADROS, R.M.B. Relação entre os teores totais e a fração hidrossolúvel dos elementos K, Ca, Mn, Fe, Cu, Zn e Al em folhas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*, St. Hil.). **Arq. Biol. Tecnol.** 37(4): 959-971, 1994.
- REISSMANN, C.B.; PREVEDELLO, B.M.S.; QUADROS, R.M.B.de.; RADOMSKI, M.I. Production and foliar N, P, K, Ca and Mg levels in erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) related to increasing base saturation levels. **Arq.Biol.Tecnol** 40(1):241-249, 1997.
- RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D.P. **Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações**. Lavras, MEC/ESAL/POTAFOS, 1988. 81p.
- RHOADES, D.F.; CATES, R.G. A general theory of plant antiherbivore chemistry. p.168-213. In: WALLACE J.W.; MANSELL, R.L. **Biochemical Interaction between plants and insects - recents advances in phytochemistry, 10**. Plenum Press, New York. 1976, 425p.
- RICE, E.L.; PANCHOLY, S.K. Inhibition of nitrification by climax ecosystems. III. Inhibitors other than tannins. **Am. J. Bot.** 61:1095-1103, 1974.
- RICE, E.L. **Allelopathy**. New York, Academic Press, 1984. 422p.
- ROBBERS, J.E.; SPEEDIE, M.K.; TYLER, V.E. **Farmacognosia e Farmacobiotechnologia**. São Paulo, Editorial Premier, 372p. 1997.
- ROCHA, H.O da. **Die böden und geomorphologischen einheiten der region von Cutitiba (Parana-Brasilien)**. Inaugural-Dissertation zur erlangung der Doktorwürde der Forstwissenschaftlichen Fakultät der Albert - Ludwigs, Freiburg, 1981.
- ROSA, S.G.T.da. **Caracterização das sementes de *Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss, Espinheira Santa, e viabilidade de sua propagação sexuada**. Porto Alegre, UFRGS, 1994. 106p. (dissertação de mestrado, Agronomia - Fitotecnia).
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. **Plant Physiology**. Belmont, Wadsworth Inc., 1992. 682p.
- SANTANA, C.F.de; ASFORA, J.J.; COTIAS; C.T. Primeiras observações sobre o emprego da maitenina em pacientes cancerosos. **Revista do Instituto de Antibióticos** 11(2):37-49, 1971.
- SANTOS, C. A .M.; TORRES, K.R.; LEONARI, R. **Plantas medicinais: herbarium, flora et scientia**. Curitiba, Scientia et Labor, 1987. 160p.
- SCHEFFER, M.C.; DONI FILHO, L.; KOEHLER, H.S. Influência do tipo de coleta, das condições e do tempo de armazenagem sobre a viabilidade de sementes de *Maytenus ilicifolia*. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 13., 1994, Fortaleza. **Resumo de temas livres**. Fortaleza, FINEP/CNPq, 1994. p.196.

- SCUTAREANU, P.; LINGEMAN, R. Natural content of phenols and tannin in *Quercus robur* leaves related to development of *Euproctis chrysorrhoea* caterpillars. *Acta Horticulturae* **381**:738-741, 1994.
- SEMA/GTZ - SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE / DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMERNARBEIT. **Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no Estado do Paraná**. Curitiba, SEMA/GTZ, 1995. 139p.
- SILVA, C.G.; RECIO, R. A .; BRAGA DE OLIVEIRA, A .; PAIVA, R.L.R. Coleta e avaliação da qualidade fitoquímica de *Maytenus ilicifolia* M. (Espinheira-santa). *Tribuna Farmacêutica* **57/59**:46-50, 1991.
- SIMÕES, C.M.O; MENTZ, L.A; IRGANG, B.E.; STEHMANN, J.R. **Plantas da medicina popular do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, Ed. da Universidade, 1988. 174p.
- SIMONETTI, J.A . ; MONTENEGRO, G.; JORDAN, M.; ARRANZ, R. Morpho-chemical correlates of the palatability of two Chilean shrubs. *Acta Ecologica/Ecol. Plant.***5**(19) n.4:369-373, 1984.
- STELLFELD, C.A . A espinheira-santa: contribuição ao estudo farmacognóstico. *Bol. Assoc. Bras. Pharm.* **15**:551-571, 1934.
- SUKACHEV, V.; DYLLIS, N. **Fundamentals of forest biogeocoenology**. London, Oliver e Boyd. sem data. 672p.
- SUTCLIFFE, J.F.; BAKER, D.A. **As plantas e os sais minerais**. São Paulo, EPU, 1989. 80p.
- TABARELLI, M.; VILLANI, J.P.; MANTOVANI, W. Estrutura, composição florística e dinamismo de uma floresta secundária na encosta atlântica - SP. 1. CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 7. CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, Curitiba, 1993. *Anais*. Curitiba, SBS - SBEF, 1993. p.340-343.
- TANNER, E.V.J. Four montane rain forests of Jamaica: a quantitative characterization of the floristics, the soils and the foliar mineral levels, and a discussion of the interrelations. *J. Ecol.* **65**: 883-918, 1977.
- TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985. 188p. (mimeo).
- TRAW, M.B.; LINDROTH, R.L.; BAZZAZ, F.A . Decline in gypsy moth (*Lymantria dispar*) performance in na elevated CO₂ atmosphere depends upon host plant species. *Oecologia* **108**: 113-120, 1996.
- TREIN, E. Geologia da folha de Contenda - PR. *Bol. Univ. Fed. Paraná - Geologia* **27**, 1967.
- TOURSARKISSIAN, M. **Plantas medicinales de la Argentina**. Buenos Aires, Editorial Hemisferio Sur S.A, 1980. 178p.

- THUKRAL, A. K.; JOSHI, M.C.; CHAND, R. Na, K and Ca concentrations in some plants from Ajitsagar. **Jap. J. Ecol.** 34:357-359, 1984.
- TSUSHIDA, T. ; TAKEO, T. Zinc, Copper, Lead and Cadmiun contents in green tea. **J. Sci. Fd. Agric.** 28:255-258, 1977.
- VARGAS, V.M.F.; MOTTA, V.E.P.; ALICE, C.B.; GUIDOBONO, R.R.; HENRIQUES, J.A.P. Estudo da atividade mutagênica de extratos vegetais com uso em medicina popular. **Rev. Bras. Farm.** 70(3):65-67, 1989.
- VEERANJANEYULU, K.; DHANARAJU, R.M. Geobotanical studies on Nallakonda cooper mine. **Tropical Ecology** 31(2):59-65, 1990.
- VICENTE, C.A. **Biodiversidad y plantas medicinales.** Buenos Aires, Ed. Cetaar, 1994.
- VILEGAS, J.H.Y.; LANÇAS, F.M.; CERVI, A C. High resolution gas chromatography analysis of “espinheira santa” (*Maytenus ilicifolia* and *M. aquifolium*): analysis of crude drug adulterations. **Phytotherapy Research** 8:241-244, 1994.
- WALLACE, T. **The diagnosis of mineral deficiencies in plant by visual symptoms.** London, Her Majesty’s Stationery Office, 1961.
- WANG, H. Tea and trees: a good blend from China. **Agroforestry Today jan-mar** : 6-8, 1994.
- WARING, R.H.; SCHLESINGER, W.H. **Forest Ecosystems - Concepts and Management.** Orlando, Academic Press, 1985. 340p.
- WHATLEY, J.J.; WHATLEY, F.R. **A luz e a vida das plantas.** São Paulo, EPU, 1982. 101p.
- WILLEY, R.W. The use of shade in cofee, cocoa and tea. **Horticultural Abstracts** 45(12):791-798, 1975.
- WRANN, J. Contenido de taninos en corteza de Pino (*Pinus radiata* D.DON) segun procedencias y edades distintas. **Ciencia e Investigacion Forestal** 2(4):69-73, 1988.
- WRI/UICN/PNUMA - WORLD RESOURCES INSTITUTE; THE WORLD CONSERVATION UNION; UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **A Estratégia Global da Biodiversidade.** 1992. 232p. (tradução).

- WRIGHT, M.G.; GIGLIOME, J.H. Insect herbivory and putative defense mechanisms of *Protea magnifica* and *P. laurifolia* (Proteaceae). **Afr. J. Ecol.** **30**:157-168, 1992.
- XAVIER, H.S.; D'ANGELO, L.C.A . **Perfil cromatográfico dos componentes polifenólicos de *Maytenus ilicifolia* Mart. (Celastraceae).** Recife, UFPE. sem data. (relatório).
- YARDLEY, B.W.D. **Introdução a petrologia metamórfica.** Brasília, Editora Universidade de Brasília, 1994. 340p.
- ZUCKER, W.V. Tannins: does structure determine function? An ecological perspective. **Am. Nat.** **121**(3):335-365, 1983.