

DÉBORA CRISTINA CASTELLANI

**CRITÉRIOS PARA O MANEJO SUSTENTADO DE PLANTAS MEDICINAIS  
EM ECOSSISTEMAS DA MATA ATLÂNTICA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2002

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

C348c  
2002

Castellani, Débora Cristina, 1966-

    Critérios para o manejo sustentado de plantas medicinais em ecossistemas da Mata Atlântica / Débora Cristina Castellani. – Viçosa : UFV, 2002.  
    285p. : il.

    Orientador: Vicente Wagner Dias Casali  
    Tese (doutorado) – Universidade Federal de Viçosa

    1. Plantas medicinais - Mata Atlântica. 2. Desenvolvimento sustentável - Mata Atlântica. 3. Plantas medicinais - Fatores climáticos. 4. Solo e clima. 5. Plantas e solo. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 19.ed. 633.88

CDD 20.ed. 633.88

DÉBORA CRISTINA CASTELLANI

**CRITÉRIOS PARA O MANEJO SUSTENTADO DE PLANTAS MEDICINAIS  
EM ECOSSISTEMAS DA MATA ATLÂNTICA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 15 de março de 2002

---

Prof. Agostinho Lopes de Souza  
(Conselheiro)

---

Prof. Paulo Roberto Cecon

---

Profa. Maria das Graças Lins  
Brandão

---

Profa. Maria de Fátima Carvalho  
Alcântara

---

Prof. Vicente Wagner Dias Casali  
(Orientador)

*“Porque eu sou do tamanho do que vejo  
e não do tamanho da minha altura.”*

Carlos Drummond de Andrade

Dedico este trabalho ao Prof. Vicente Wagner Dias Casali,  
ao meu pai querido, minha grande força,  
ao Brasil, único país do mundo com nome de árvore e  
onde as florestas têm mais vida...

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais e à minha irmã, pelo carinho e apoio permanente.

Ao Professor e grande amigo Vicente Wagner Dias Casali, pela orientação, pelos ensinamentos e pela paz que sempre me transmitiu.

Ao Renato Ribeiro Mendes, companheiro de todas as horas, pela dedicação, pela cumplicidade e pelo carinho.

À magia das plantas, que durante todo o trabalho me encantou e muito me ensinou.

Aos amigos do Grupo Entre Folhas - Plantas Medicinais; ao Sr. Vicente Rosado, pela cooperação.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realizar este trabalho; ao CNPq, pela concessão do auxílio financeiro.

Ao Prof. Agostinho Lopes de Souza e ao Prof. Paulo Roberto Cecon, pelos conhecimentos transmitidos, pelas sugestões e, principalmente, pela amizade.

A todos os funcionários do Departamento de Fitotecnia, em especial ao Ribeiro, pela ajuda constante.

À Cinthia Matiucci, ao Dr. Paulo Cordeiro e à Profa. Janete Vilegas, do Instituto de Química da Universidade de São Paulo, pela contribuição nas análises químicas.

Aos funcionários da Silvicultura, aos colegas do LASA e ao Prof. Luís Cláudio Barbosa.

Aos meus amigos Rodrigo, Preta, Fernanda, Iraci, Maira, Cláudio Lúcio, Emílio, André Lara, Elizanilda e Ruão, pelas experiências compartilhadas; às minhas fiéis escudeiras, Tick e Christiane, por todos os momentos.

A Deus e ao meu anjo da guarda, pela proteção.

## ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	<b>Erro! Indicador r</b>
ABSTRACT.....	viii
INTRODUÇÃO.....	1
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	9
MANEJO SUSTENTADO DE PLANTAS MEDICINAIS E AROMÁTICAS EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ATLÂNTICA SECUNDÁRIA.....	9
REVISÃO DE LITERATURA.....	10
MATERIAL E MÉTODOS.....	24
Caracterização Ambiental.....	24
Situação Socioeconômica.....	25
Amostragem e Coleta de Dados.....	29
Inventário de Plantas Medicinais na Mata da Silvicultura.....	29
Modelos Matemáticos da Estimativa de Biomassa.....	36
Análise e Avaliação de Impactos Ambientais.....	37
Valoração pelos Preços de Mercado das Espécies Medicinais.....	38
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	40
Inventário de Plantas Medicinais.....	40
Análise Quantitativa da Estrutura Populacional.....	47
Análise Qualitativa.....	65
Aspectos Ecológicos.....	68
Modelos de Estimativa de Biomassa Medicinal.....	75
Análise e Avaliação dos Impactos Ambientais da Exploração e Manejo de Plantas Medicinais em Florestas Naturais.....	81
Situação do Manejo de Plantas Medicinais Nativas.....	97
Valoração pelos Preços de Mercado das Espécies Medicinas.....	99
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	111
VARIAÇÃO SAZONAL DE ÓLEOS ESSENCIAIS EM CANELA ( <i>Ocotea odorifera</i> ), CATUABA ( <i>Trichilia catigua</i> ), GUAÇATONGA ( <i>Casearia sylvestris</i> ) E NEGRAMINA ( <i>Siparuna guianensis</i> ).....	111
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	112
Importância Econômica dos Óleos Essenciais.....	117
MATERIAL E MÉTODOS.....	129
Coleta e Preparo das Amostras.....	129
Extração do Óleo Essencial.....	129
Análise do Teor de Óleo Essencial.....	131
Análise Qualitativa da Composição do Óleo Essencial.....	131
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	132
Análise do Teor de Óleo Essencial.....	132

	Página
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	155
VARIAÇÃO SAZONAL DE COMPOSTOS FENÓLICOS EM AÇOITA-CAVALO ( <i>Luehea grandiflora</i> ), ANGICO ( <i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i> ) E CAROBA ( <i>Jacaranda macrantha</i> ).....	155
REVISÃO DE LITERATURA .....	156
MATERIAL E MÉTODOS .....	167
Coleta e Preparo das Amostras.....	167
Determinação de Tanino (compostos fenólicos totais).....	168
Determinação de Flavonóides em Caroba ( <i>Jacaranda macrantha</i> ) .	169
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	171
 <b>CAPÍTULO 4</b> .....	 189
VARIAÇÃO SAZONAL DE FRIEDELINA EM DUAS ESPÉCIES DE ESPINHEIRA-SANTA <i>Maytenus aquifolia</i> Mart. E <i>Maytenus robusta</i> Reiss.....	189
REVISÃO DE LITERATURA .....	190
MATERIAL E MÉTODOS .....	196
Coleta e Preparo das Amostras.....	196
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	198
 <b>CAPÍTULO 5</b> .....	 210
INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS EDAFOCLIMÁTICOS NA PRODUÇÃO DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS EM ESPÉCIES MEDICINAIS SILVESTRES .....	210
REVISÃO DE LITERATURA .....	211
MATERIAL E MÉTODOS .....	214
I. Produção de Serrapilheira na Mata da Silvicultura.....	214
II. Análise Qualitativa de Metabólitos Secundários.....	215
III. Correlação de Pearson entre a Produção de Metabólitos Secundários e os Parâmetros Edafoclimáticos.....	217
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	218
I. Produção de Serrapilheira na Mata da Silvicultura.....	218
II. Análise Qualitativa de Metabólitos Secundários.....	233
III. Correlação de Pearson entre a Produção de Metabólitos Secundários e os Parâmetros Edafoclimáticos.....	239
 CONCLUSÕES .....	 252
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	255

## RESUMO

CASTELLANI, Débora Cristina, D.S. Universidade Federal de Viçosa, março de 2002. **Critérios para o manejo sustentado de plantas medicinais em ecossistemas da Mata Atlântica.** Orientador: Vicente Wagner Dias Casali. Conselheiros: Agostinho Lopes de Souza e Luís Cláudio Almeida Barbosa.

Vinculado à degradação ambiental, o desenvolvimento sustentado busca alternativas no manejo dos recursos naturais, em que inclui-se as plantas medicinais, como recurso terapêutico e fonte de renda para comunidades rurais. Contudo, é necessário desenvolver métodos de colheita e produção compatíveis que assegurem a sustentabilidade desses produtos florestais não-madeireiros. As espécies selecionadas para este trabalho foram: açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*), angico (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*), canela (*Ocotea odorifera*), caroba (*Jacaranda macrantha*), catuaba (*Trichilia catigua*), espinheira (*Maytenus aquifolia*), espinheira-santa (*Maytenus robusta*), guaçatonga (*Casearia sylvestris*), negramina (*Siparuna guianensis*), cana-de-macaco (*Costus spiralis*) e japecanga (*Smilax* sp.), sendo nove espécies arbóreas e duas herbáceas, respectivamente. Este trabalho teve como objetivos: descrever a estrutura populacional das 11 espécies medicinais em um fragmento de Mata Atlântica Secundária denominado Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG; avaliar o potencial ecológico (análise quantitativa e qualitativa) das espécies ao manejo de populações em florestais nativas, reconhecendo as particularidades de cada uma; monitorar e quantificar a produção de óleos essenciais em matérias-primas de canela, catuaba, guaçatonga e negramina, a produção de compostos fenólicos em açoita-cavalo, angico e caroba e a produção de friedelina em espinheira e espinheira-santa; estudar a correlação entre fatores climáticos (temperatura, umidade, radiação, vento e pluviosidade) e edáficos (macro e micronutrientes) na produção de metabólitos secundários (óleos essenciais, compostos fenólicos e triterpeno); e fornecer subsídios para estimar a biomassa medicinal, fundamentado na Teoria do Holograma, na Geometria dos Fractais e na Seqüência de Fibonacci. O inventário de plantas medicinais forneceu informações importantes sobre as possibilidades de exploração e manejo das espécies medicinais silvestres. Foram computados 3.361 indivíduos, o que permitiu conhecer a estrutura populacional e o respectivo potencial ecológico, bem como identificar os impactos ambientais

das atividades operacionais. negramina, japecanga, angico, espinheira, cana-de-macaco, canela e catuaba foram as espécies com maior densidade populacional; as correlações entre fatores edafoclimáticos e a produção de óleo essencial, compostos fenólicos e triterpeno mostraram que a interpretação adequada da ecologia de espécies medicinais silvestres gera critérios fundamentais para o manejo sustentado, com enfoque na maior produção de princípios ativos. A variabilidade química sazonal foi observada em canela, guaçatonga, açoita-cavalo, caroba, espinheira e espinheira-santa. As colheitas periódicas permitiram estimar a produção da biomassa medicinal e inferir o ciclo de corte de folhas, galhos e cascas. Por meio da análise quantitativa dos princípios ativos, verificou-se que, na viabilidade das colheitas, determinadas partes vegetais não devem ser retiradas do ecossistema, por reduzirem a exportação de nutrientes. As variáveis possibilitaram gerar 47 modelos de estimação de biomassa. Os modelos selecionados de estimativa de biomassa, nas espécies arbóreas, incluíram os diâmetros dos galhos, o comprimento dos galhos e os pesos de matéria seca de folhas e galhos. Nas espécies herbáceas, as melhores correlações foram obtidas com as variáveis número de folhas, número de galhos, comprimento dos galhos e diâmetro na altura da base. A incorporação das teorias contribuiu com o aumento da precisão dos modelos. Os estudos mostraram que existe viabilidade na extração de plantas medicinais, desde que as técnicas de manejo e estratégias de conservação fomentem a produção sustentável, podendo prover recursos econômicos enquanto promove, simultaneamente, a conservação dos recursos genéticos de plantas medicinais e a Mata Atlântica.

## ABSTRACT

CASTELLANI, Débora Cristina, D.S. Universidade Federal de Viçosa, March 2002. **Criteria for the sustainable management of medicinal plants in Mata Atlântica ecosystems.** Adviser: Vicente Wagner Dias Casali. Committee Members: Agostinho Lopes de Souza and Luís Cláudio Almeida Barbosa.

Due to the existing environmental degradation, sustainable development aims at natural resources management alternatives – including medicinal plants – as a therapeutical resource and income source for rural communities. However, compatible methods of harvesting and production should be developed to guarantee the sustainability of these non-woody forest products. The species selected for this study were: açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*), angico (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*), canela (*Ocotea odorifera*), caroba (*Jacaranda macrantha*), catuaba (*Trichilia catigua*), espinheira (*Maytenus aquifolia*), espinheira-santa (*Maytenus robusta*), guaçatonga (*Casearia sylvestris*), negramina (*Siparuna guianensis*), cana-de-macaco (*Costus spiralis*) and japecanga (*Smilax* sp.), comprising nine tree species and two herbaceous species, respectively. The objectives of this study were: to describe the populational structure of the 11 medicinal species in a Secondary Mata Atlântica fragment, Mata da Silvicultura, in Viçosa-MG; to evaluate the ecological potential (quantitative and qualitative analyses) of the species regarding population management in native forests, based on individual characteristics; to supervise and quantify the production of essential oils in canela, catuaba, guaçatonga and negramina raw matter, the production of phenolic compounds in açoita-cavalo, angico and caroba and the friedlin production in espinheira and espinheira-santa; to study the correlation between climatic factors (temperature, humidity, radiation, wind and rainfall) and edaphic factors (macro and micro nutrients) on the production of secondary metabolites (essential oils, phenolic compounds and triterpene); to provide means of estimating medicinal biomass, based on the Hologram Theorem, Fractal Geometry and the Fibonacci Sequence. The inventory of medicinal plants supplied important information on the potential of exploitation and management of medicinal herbal species. A total of 3.361 individual species were registered, allowing a deeper understanding of the

structure of the population and its ecological potential, as well as to identify the environmental impact of the operational activities. Negramina, japecanga, angico, espinheira, cana-de-macaco, canela and catuaba showed the highest populational density; the correlations between edapho-climatic factors and essential oil production, phenolic compounds and triterpene showed that an adequate interpretation of the ecology of medicinal herbal species generates criteria which are fundamental for sustainable management, focusing on a greater production of active compounds. Seasonal chemical variability was observed in negramina, japecanga, angico, espinheira, cana-de-macaco, canela and catuaba. Periodical harvesting allowed to estimate the production of medicinal biomass and infer about the cutting cycle of leaves, branches and barks. By using quantitative analysis of the active compounds, it was verified that, in the event harvesting is viable, certain plant parts must not be removed from the ecosystem, since this reduces nutrient export. The variables allowed to generate 47 models of biomass estimation. The biomass estimation models selected among the tree species included branch diameter, branch length, dry leaf and branch matter weights. For the herbaceous species, the best correlations were obtained with the variables number of leaves, number of branches, branch length and diameter at the base height. The incorporation of the theories has contributed to an increase in model precision. The studies showed that the extraction of medicinal plants is viable provided the management techniques and conservation strategies stimulate sustainable production, thus providing economic gains and promoting the conservation of genetic resources of medicinal plants and the survival of Mata Atlântica.

## INTRODUÇÃO

O processo histórico que resultou nas atuais discussões sobre a noção de sustentabilidade tem origem no agravamento dos problemas ambientais, principalmente a erosão dos solos, a contaminação dos recursos hídricos e a destruição das florestas tropicais (CAPORALI, 1997).

O princípio de sustentabilidade baseia-se na necessidade de reduzir o desequilíbrio entre o grau de exploração dos recursos naturais e sua capacidade de regenerar-se num quadro de alto consumo. Por outro lado, tem-se o princípio da responsabilidade compartilhada, pelo qual a atribuição de zelar pelos bens comuns cabe a todos e a cada um, de acordo com suas competências e atribuições e ao seu dever de cuidar do patrimônio coletivo, inclusive no auto-interesse (RIBEIRO, 1998).

O conceito de sociedades sustentáveis parece ser mais adequado que o de desenvolvimento sustentável, uma vez que possibilita a cada uma delas definir seus padrões de produção e consumo, bem como o de bem-estar a partir de sua cultura, de seu desenvolvimento histórico e de seu ambiente natural. Além disso, deixa-se de lado o padrão das sociedades industrializadas, enfatizando-se a possibilidade da existência de uma diversidade de sociedades sustentáveis, desde que pautadas pelos princípios básicos de sustentabilidade ecológica, econômica, social e política (DIEGUES, 1989).

No entanto, tal como se propõe no informe *Nuestro futuro comum* da Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (1987), o conceito de desenvolvimento sustentável é o intento de conjugar duas exigências éticas. A primeira é a demanda de desenvolvimento, que inclui o crescimento econômico, e surge das necessidades ou desejos das gerações presentes, sobretudo daqueles grupos carentes cuja qualidade de vida é baixa e que necessitam de meios para elevá-la. A segunda é a demanda de sustentabilidade, isto é, não se sacrificar o futuro em função de ganâncias do presente (HURKA, 1996).

Seguindo a idéia da sustentabilidade, sua consolidação significa evolução e depende, ainda, de longa fase de desenvolvimento. Diante da situação atual, esse desenvolvimento deveria ser um processo contínuo de melhoramento das condições de vida, que minimize o uso de recursos naturais e ocasione o mínimo de impactos e desequilíbrios no ecossistema, visando

sobretudo promover a harmonia entre os seres humanos e entre a humanidade e a natureza.

Sustentar algo significa manter sua existência e fazer com que resista, sob a restrição de algum dado padrão de vida almejado. Assim, para que os recursos renováveis façam sua parte na sustentação da economia, é necessário que a taxa de uso não seja maior que a taxa de regeneração natural do recurso e que a manutenção do fluxo do resíduo ao meio ambiente seja igual ou abaixo de sua capacidade assimiladora (PEARCE e TURNER, 1990).

A formulação de métodos de desenvolvimento sustentável exige harmonizar as atividades humanas com os aspectos biológicos e físicos dos ecossistemas florestais. As atividades humanas e os ecossistemas florestais, assim como a interação entre ambos, são dinâmicos e mudam no espaço e no tempo. Por conseguinte, a prática de desenvolvimento florestal exige vigiar ambos os sistemas e sua interação, o que implica considerações ecológicas, socioeconômicas, técnicas e políticas (MAINI, 1992). A análise econômica das florestas tropicais tem tradicionalmente evidenciado a colheita de madeira ou a conversão da terra para agricultura ou produção pecuária e negligenciado o valor dos produtos florestais não-madeireiros, embora sua utilização seja tão antiga como a civilização humana. Recentemente, a atenção está voltada para os produtos florestais não-madeireiros (PFNM), pois diversos estudos têm mostrado que a extração sustentável desses recursos pode prover significantes benefícios à população local, enquanto promove, simultaneamente, a conservação dos recursos biológicos florestais (GRIMES et al., 1994).

A perda da biodiversidade é questão relevante na conservação das florestas tropicais, sendo este caso particularmente grave no caso de parentes silvestres das culturas agrícolas, considerando que o germoplasma utilizado no melhoramento vegetal pode trazer inúmeras vantagens, como aumentar a produtividade das culturas, proporcionar genes resistentes a doenças, etc. (HOYT, 1992). Segundo um estudo do Fundo Nacional para a Natureza (WWF), a pobreza rural, conjuntamente com outras forças, freqüentemente tem papel principal entre as causas básicas da perda da biodiversidade. Em outro estudo da WWF, no estado mexicano de Campeche, no sul do país, constatou-se que a maior pressão sobre a Reserva da Biosfera Calakmul advém dos esforços dos povos indígenas locais, tentando satisfazer suas necessidades materiais. O atendimento dessas necessidades de forma sustentável é o componente-chave de qualquer programa eficaz de reversão do declínio ambiental. A experiência

na Índia, entretanto, tem demonstrado que capacitar as comunidades e proporcionar assistência no manejo de suas florestas e bacias hidrográficas locais pode levar a rápidas melhorias no padrão de vida (FLAVIN, 2001).

A degradação das áreas agrícolas tem como parte das causas o desequilíbrio entre o custo dos insumos pagos pelos agricultores e o preço do produto por eles alcançado. A produção primária (e mesmo a criatividade humana) é muito mal paga em relação aos ganhos do comércio e da indústria. Além disso, o preço alcançado pelo produto agrícola é muito diferente daquele pago pelo consumidor, o que reduz grande parte dos produtores aos limites da sobrevivência, pois, ao procurarem tirar mais da terra, visando contrabalançar as perdas, desencadeiam o processo de degradação. Assim, se não houver esforço sincero de reverter ou amenizar, nacional e internacionalmente, esse descompasso de valores, a degradação continuará, porque, entre a sobrevivência e a manutenção dos recursos, sobressai o instinto de autopreservação (RESENDE e RESENDE, 1996).

Os fatores sociais relacionados com o uso da floresta e com a organização de trabalho nas comunidades são questões prioritárias da FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), buscando reforçar as capacidades das comunidades e das famílias rurais de manejar, adequadamente e em forma de autogestão, seus recursos naturais renováveis. No entanto, admite-se que não há clareza sobre como conduzir esses processos de maneira que sejam sustentáveis. Assim, torna-se necessário analisar a pertinência e viabilidade de critérios, métodos, mecanismos e práticas que se empregam ao construir algum modelo alternativo de desenvolvimento rural orientado a satisfazer as necessidades das comunidades (VARSA, 1996).

Segundo MUKERJI (1997), a população rural, especialmente a que habita as florestas e os arredores, depende dos PFNM com vários níveis de uso:

- Necessidades de subsistência: os PFNM suplementam a produção agrícola doméstica por meio de insumos nutritivos essenciais, plantas medicinais, palhas, etc.
- Geração de renda e emprego: a colheita comercial de alguns PFNM, como oleoresinas, gomas, bambus, rattan, plantas medicinais, etc., tem aberto novas áreas e oportunidades. No entanto, as oportunidades são maiores quando se fazem inversões na produção e se promove a propagação *in situ* e *ex situ* desses produtos, a fim de satisfazer as necessidades de mercado.

- Comercialização e uso sustentável: alguns produtos alcançam demanda em escala industrial.
- Uso cultural/espiritual: a população rural em cada região tem venerado as florestas como benfeitora que provê subsistência e satisfaz suas necessidades espirituais e culturais.
- Distribuição de benefícios: as orientações legais devem prevenir a superexploração dos recursos naturais, assim como assegurar a equidade na distribuição de benefícios aos coletores locais e aos processadores primários. Contudo, as cooperativas e pequenas empresas locais oferecem melhores oportunidades para a população.

Na Índia, o mercado de plantas medicinais e aromáticas é estimado em US\$ 8,6 milhões, sendo extraídas de 10.000 a 15.000 t anualmente de matéria-prima, composta por cerca de 100 espécies. As colheitas são realizadas em florestas e campos alpinos, principalmente no Nepal, que representa 95% do que é comercializado; cerca de 3.700 pessoas estão engajadas na colheita e comercialização de folhas, flores, cascas, galhos, raízes, rizomas e frutos com finalidades medicinais (OLSEN, 1998).

Segundo RUSSO (1998), existem 150 produtos florestais não-madeireiros no comércio internacional e 7.000.000 famílias dependem desses produtos para o consumo de subsistência e/ou para comercializar, sobretudo as mulheres que são responsáveis pela colheita.

Há discussões quanto ao termo “não madeireiro”, considerando que a madeira de muitas espécies não é utilizada em razão de suas propriedades mecânicas e sim pelas substâncias que armazena. De qualquer forma, a importância desse conceito está em valorar toda a gama de recursos bióticos oferecidos pela floresta (VILLALOBOS e OCAMPO, 1997). Entretanto, a combinação do uso de produtos florestais não-madeireiros com a extração de madeira é opção favorável quando comparada com outras formas de uso da terra (STATZ, 1997). PETERS et al. (1989), em trabalho realizado na Amazônia peruana, calcularam o valor presente de um hectare da floresta, descontando os custos de colheita, em US\$6.330,00 quanto aos PFNM, enquanto na extração de madeira foram obtidos US\$ 490,00, porém ressaltaram que esses cálculos não podem ser simplesmente transferidos a outras florestas tropicais.

De acordo com MABILLE (1997), na Nova Guiné, o êxito da extração e comercialização dos PFNM parece estar vinculado a duas condições: 1) de

modo que a população local se beneficie realmente de “sua” floresta, as famílias devem possuir títulos de posse sobre a terra utilizada e 2) ter acesso aos mercados locais. Como alternativa agrícola adaptada, social e ecologicamente, os sistemas agroflorestais podem contribuir com a diversificação de produtos provenientes da mesma unidade de exploração.

A floresta tropical é particularmente rica em espécies vegetais que são importantes por produzirem produtos florestais não-madeireiros (PFNM), em que se incluem as plantas medicinais, os exsudados (gommas, resinas, látex), os óleos essenciais, as especiarias, os inseticidas, os alimentos, os corantes, as fibras, etc., tendo estes a grande vantagem de poder ser mais facilmente explorados de forma sustentável do que a madeira (O'BRIEN e O'BRIEN, 1995).

Além de proporcionar benefícios diretos, as florestas tropicais desempenham função vital na manutenção da estabilidade e qualidade do meio ambiente, protegem o solo e os recursos hídricos, conservam a diversidade biológica e protegem os valores culturais, recreativos, etc., que contribuem com a melhoria da qualidade de vida da população (MOK, 1992).

De acordo com TOLEDO et al. (1995), as florestas secundárias fornecem o dobro de produtos do que é extraído das florestas primárias. Quando se analisa o número de produtos obtidos de acordo com a forma biológica das espécies, as árvores sobressaem como principal fonte de produtos obtidos da floresta primária, ao passo que a maior quantidade de produtos da floresta secundária é obtida de ervas e arbustos. Quanto à origem dos produtos, o bosque secundário é o principal provedor de plantas medicinais.

Segundo BARATA (2001), é com as espécies nativas que o Brasil pode alcançar o mercado externo, sendo preciso agregar valor às plantas medicinais, aumentar as etapas tecnológicas, melhorar a qualidade do produto, fazer extratos e preparados e isolar princípios ativos. A pilocarpina, por exemplo, é um alcalóide encontrado nas folhas de jaborandi (*Pilocarpus* sp.), espécie nativa do Brasil, porém uma empresa alemã detém o monopólio da extração das folhas, vendendo ao mundo inteiro o princípio ativo e não as folhas. A pilocarpina é largamente utilizada em oftalmologia, no tratamento de certos tipos de glaucoma, sem substituto sintético. Atualmente, algumas experiências têm sido realizadas visando o processo de domesticação desta espécie. De acordo com PINHEIRO (1997), no sistema extrativista, a exploração das folhas de jaborandi pode estar causando danos consideráveis às populações nativas, reduzindo essas populações e empobrecendo suas

bases genéticas. Por outro lado, o cultivo suscita questões sobre o futuro da população atualmente envolvida no extrativismo e os seus efeitos no comércio local.

Do ponto de vista do desenvolvimento rural, as alternativas de trabalho devem ser privilegiadas. Em Minas Gerais, agricultores, técnicos e ambientalistas mobilizaram-se ao investigar e difundir técnicas de manejo visando exploração sustentável de sempre-vivas, plantas da família Eriocauláceas (gêneros *Syngonanthus* e *Paepalanthus*), que florescem nos campos rupestres. Várias espécies estão ameaçadas de extinção, em decorrência da coleta indiscriminada e das queimadas, porém atualmente o Projeto Sempre-viva busca agregar valor a esse comércio e implantar áreas de cultivo, aumentando as possibilidades de alternativas de trabalho e renda aos apanhadores, além da preservação (DURSO, 2000).

A possibilidade de descobrir princípios ativos destinados à medicina moderna tem sido muitas vezes citada como a mais importante razão da proteção de florestas tropicais e plantas em geral (MEDELSON e BALICK, 1995). GENTRY (1993) sugere o valor de US\$ 900 bilhões para as drogas extraídas das florestas tropicais. Aproximadamente 125.000 vegetais superiores habitam as florestas tropicais, e de muitas dessas espécies podem-se colher cinco partes medicinais: raízes, galhos, folhas, flores e frutos. Considerando as partes vegetais e os processos de extração química, a produção de extratos vegetais pode extrapolar o número de 750.000 potenciais extratos obtidos das florestas tropicais (MEDELSON e BALICK, 1995).

As plantas medicinais silvestres têm merecido atenção especial, considerando a pressão antrópica das espécies tradicionalmente exploradas e as exigências ecológicas, que tornam o seu cultivo de forma convencional praticamente inviável. As pesquisas fitotécnicas que visem conciliar as características naturais de cada espécie e os fatores limitantes (solo, luz, água, nutrientes, temperatura) na produção de princípios ativos, juntamente com práticas tradicionais, permitirão formular hipóteses mais sofisticadas e gerar novos paradigmas.

Os estudos agroecológicos devem abranger as diferentes e inúmeras interações dos organismos e seu meio ambiente, numa visão de sua plena complexidade e âmbitos de variabilidade. Todas as influências ambientais, naturalmente, atuam contínua e conjuntamente sobre a planta. Esta deve

ajustar-se às variações para manter-se, em face da competição e sobrevivência.

Segundo ODUM (1985), na análise de fatores ecológicos é necessário reconhecer que:

- a resposta de alguma planta a qualquer fator ambiental de mudança não é geralmente linear;
- quando dois fatores ambientais independentes mudam simultaneamente, o efeito global pode não ser a simples adição das respostas individuais;
- os órgãos da planta podem responder de maneira diferente a dado estímulo ambiental;
- a ação de algum fator ambiental particular causa diferentes formas de respostas, em diferentes fases do ciclo de vida; e
- as plantas que cresceram sob certas condições ambientais respondem de maneira modificada à ação dos fatores ambientais.

Além disso, deve-se considerar que em qualquer população de plantas existem diferenças genéticas individuais e que, freqüentemente, ao longo de gradientes climáticos e edáficos, ocorrem diferenciação em ecótipos.

A engenharia ecológica é a base do planejamento dos sistemas sustentáveis, sendo constituída de princípios ecológicos e da integração da sociedade humana com o meio ambiente para benefício de ambos (BERGEN et al., 2001).

O manejo sustentado de qualquer espécie, associação, comunidade ou ecossistema deve ser planejado, executado ou pelo menos programado em um tempo, com um impacto esperado que deve ocorrer dentro de alguma escala de tempo mensurável e previsível, de modo que o programa permaneça operativo. Dessa forma, o manejo inclui-se dentro dos elementos básicos de conservação dos recursos genéticos (FRANKEL, 1984).

Conforme NKUINKEU (2001), o desenvolvimento sustentável da exploração de plantas medicinais depende da combinação de vários fatores:

- pesquisas fitotécnica, bioquímica e farmacológica;
- legislação apropriada ao registro de produtos (chá, extratos, xarope, sabonetes, etc.) feitos pela população local;
- sistematização dos dados de colheita, taxas de regeneração proveniente do manejo da floresta;
- concessão da exploração de plantas medicinais;

- implantação de programas de capacitação destinados ao manejo e à aplicação de práticas agroflorestais, etc.;
- avaliação das oportunidades de desenvolvimento da atividade de exploração de plantas medicinais; e
- a criação de um banco de dados com informações etnobotânicas, fitoquímicas, farmacêuticas e de mercado e os aspectos da exploração de plantas medicinais.

Além de desempenhar papel importante na saúde das comunidades rurais, as plantas medicinais ocupam lugar privilegiado no mercado de medicamentos, com potencial econômico que cresce à medida que se conhecem os recursos e validam suas propriedades medicinais. Contudo, na maioria das vezes, esses produtos são comercializados na forma bruta, sendo os intermediários e as indústrias farmacêuticas os maiores beneficiados desse processo. Agregar valor, capacitar, compartilhar equitativamente os benefícios e fomentar a produção sustentável são medidas fundamentais para o sucesso do manejo sustentado de plantas medicinais em florestas naturais.

O presente trabalho visou promover o aproveitamento de espécies medicinais da Mata Atlântica, fomentando o manejo adequado desses recursos fitogenéticos.

Assim, os objetivos deste trabalho foram:

- Descrever a estrutura populacional de 11 espécies medicinais em um fragmento de Mata Atlântica Secundária, em Viçosa-MG.
- Avaliar o potencial ecológico das espécies ao manejo de populações em florestas naturais.
- Fornecer subsídios que estimem a biomassa das espécies medicinais selecionadas.
- Monitorar e quantificar a produção de fitofármacos em nove espécies medicinais.
- Determinar a produção de serrapilheira na Mata da Silvicultura e conhecer a composição de nutrientes em nove espécies medicinais.
- Estudar a correlação entre os parâmetros edafoclimáticos e a produção de fitofármacos em nove espécies medicinais silvestres.

## **CAPÍTULO 1**

### **MANEJO SUSTENTADO DE PLANTAS MEDICINAIS E AROMÁTICAS EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA ATLÂNTICA SECUNDÁRIA**

## REVISÃO DE LITERATURA

A Mata Atlântica é o terceiro maior bioma do Brasil e, pela Constituição Federal de 1988, tem o *status* de patrimônio nacional, o que deve ser entendido como a responsabilidade de transmitir, de geração em geração, um bem necessário à sadia qualidade de vida de toda a coletividade, inclusive futura. Em 1991 foi reconhecida como a primeira Reserva da Biosfera do Brasil pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura). Sua área de abrangência ou definição por extensão engloba a floresta litorânea, matas de araucária, florestas decíduais e semidecíduais interioranas e ecossistemas associados, como restingas, manguezais, florestas costeiras, campos de altitude e encraves de campo, brejos de altitude e cerrados. Essa definição foi aprovada em 1992 pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) como Domínio da Mata Atlântica e, posteriormente, foi incorporada à legislação ambiental brasileira, com a edição do Decreto Federal nº 750, de 10 de Fevereiro de 1993 (AMDA, 2001).

A Floresta Atlântica ocorre ao longo da costa atlântica brasileira, desde cabo de São Roque, no Estado do Rio Grande do Norte, até os paredões de Torres e Osório, no Estado do Rio Grande do Sul. Em muitas partes a floresta foi completamente eliminada, cedendo lugar à agricultura e precedida pela atividade madeireira. Em alguns Estados se resume a pequenas faixas sem expressão florística ou vegetacional. A interiorização se processa de maneira irregular: às vezes consta de pequenas faixas, há casos em que penetra no continente em centenas de quilômetros, como sucede no Estado de Minas Gerais onde a floresta se interioriza cerca de 300 km (SILVA, 1994).

Atualmente, a Floresta Atlântica está extremamente fragmentada, reduzida a manchas disjuntas, concentradas nas regiões Sudeste e Sul, principalmente em locais de topografia acidentada, inadequada às atividades agrícolas. Esses remanescentes são o testemunho da formação florestal mais antiga do Brasil, estabelecida há cerca de pelo menos 70 milhões de anos onde, outrora, era floresta luxuriante, exuberante e altamente densa (LEITÃO-FILHO, 1987).

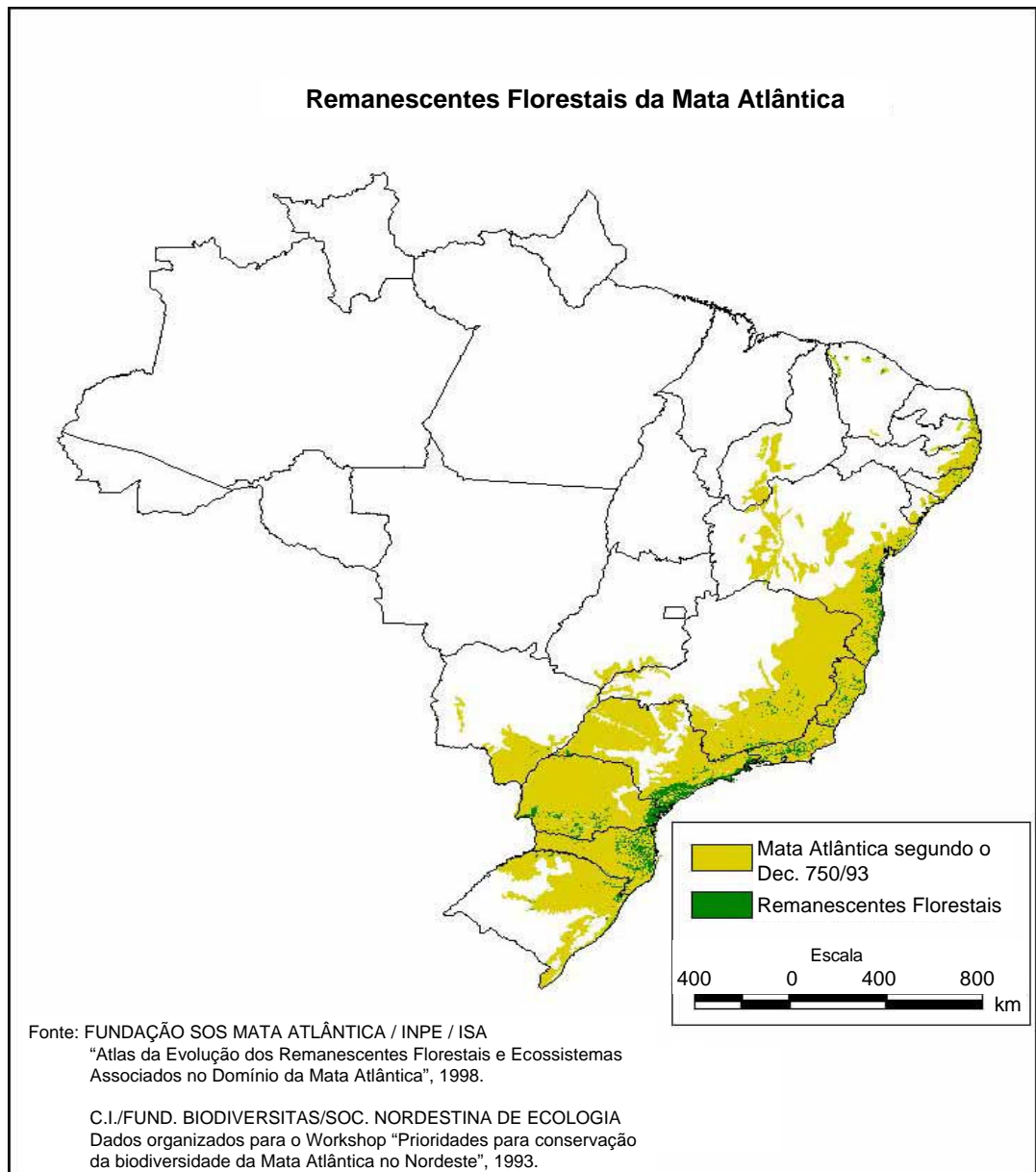
Desde o descobrimento do Brasil pelos europeus, os impactos dos ciclos de exploração e da alta densidade demográfica, entre outros fatores, fizeram com que sua vegetação natural fosse reduzida drasticamente, sendo esse processo um dos mais acelerados do planeta.

O Decreto nº 750, de 1993, estabeleceu que a área de proteção dos remanescentes do bioma inclui não apenas os 95.641 quilômetros quadrados, hoje calculados em 8,8% em todo o país, mas as áreas devastadas onde está em curso a regeneração natural. Dessa forma, definiu a proteção da vegetação secundária nos estágios inicial, médio e avançado de regeneração. De acordo com o Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica (Figura 1) – projeto de monitoramento do bioma desenvolvido pela Fundação Pró SOS Mata Atlântica, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e parceiros – foram destruídos entre 1985 e 1995 mais de 1 milhão de hectares de Mata Atlântica em dez Estados.

A recuperação da área devastada pode se basear em um exemplo famoso e eloqüente. No final do século passado, preocupado com o racionamento de água na cidade do Rio de Janeiro, o imperador Pedro II mandou replantar a floresta nas encostas dos morros que rodeiam a cidade, cuja mata original tinha sido derrubada para plantio de cafezais. O resultado é hoje a Floresta da Tijuca, uma das áreas verdes urbanas mais bonitas do planeta. O grande desafio no momento é reduzir a ameaça aos remanescentes próximos, principalmente aos grandes centros urbanos.

Inúmeros são os benefícios, diretos e indiretos, que a Mata Atlântica proporciona aos 3,4 mil municípios em seu domínio: protege e regula o fluxo de mananciais hídricos, que abastecem cidades e as principais metrópoles do país, garante a fertilidade do solo; controla o clima local; preserva o patrimônio histórico e cultural de valor inestimável e garante a conservação de diversas comunidades indígenas, caiçaras, ribeirinhas e quilombolas. É uma das cinco mais importantes áreas de preservação do planeta, de acordo com a instituição ambientalista Conservation International, em razão da alta diversidade de espécies, da ocorrência de pelo menos 1.500 plantas endêmicas e por ter sua área extremamente reduzida, comparada à vegetação original (AMDA, 2001).

A Mata Atlântica também está na lista da World Wild Forest (WWF), que relaciona os 16 santuários naturais mais importantes do planeta, avaliados pelo critério de diversidade biológica, beleza e também pelo risco de devastação. A situação atual é crítica: em relação ao primeiro levantamento, que abrange de 1985 a 1990, verifica-se a mudança na geografia da devastação, que continua acelerada. As justificativas da destruição vão desde o interesse econômico de grandes empresas – inclusive com o argumento de geração de empregos – à sobrevivência dos pequenos agricultores. A especulação imobiliária também é responsável pelo desflorestamento em alguns Estados (TRAUMAN, 1996).



**Figura 1** – Remanescentes florestais no Domínio Mata Atlântica, em 1995.

A destruição da cobertura nativa no Estado de Minas Gerais iniciou-se, de forma mais significativa, no século XVIII, com o avanço da mineração de ouro. A cobertura vegetal era vista como obstáculo à expansão humana, e o desflorestamento, como sinônimo de colonização e civilização. A partir dos ciclos agroeconômicos que marcaram a história do Estado, podem-se estabelecer também ciclos de destruição da Mata Atlântica (JORNAL AMBIENTE HOJE, 2000):

- O ciclo do ouro deu início ao processo de destruição da cobertura florestal de Minas Gerais. As florestas eram derrubadas e queimadas com o objetivo de viabilizar a atividade mineradora, construir cidades, fornecer energia e satisfazer outras necessidades.

- O ciclo do café, iniciado no século XVIII e ainda presente na Zona da Mata e no Sul de Minas, foi o grande responsável pelo desflorestamento nestas regiões do Estado, onde a Mata Atlântica era predominante. A supressão das florestas em áreas de grande inclinação, em nascentes e margens de cursos d'água e topos de morro foi responsável pela magnitude do processo erosivo, prejudicando inclusive a própria cultura.

- O ciclo da cana-de-açúcar em Minas Gerais foi menos degradante que o de café, mas também contribuiu para a retirada da cobertura vegetal, principalmente na Zona da Mata mineira e no baixo Triângulo Mineiro.

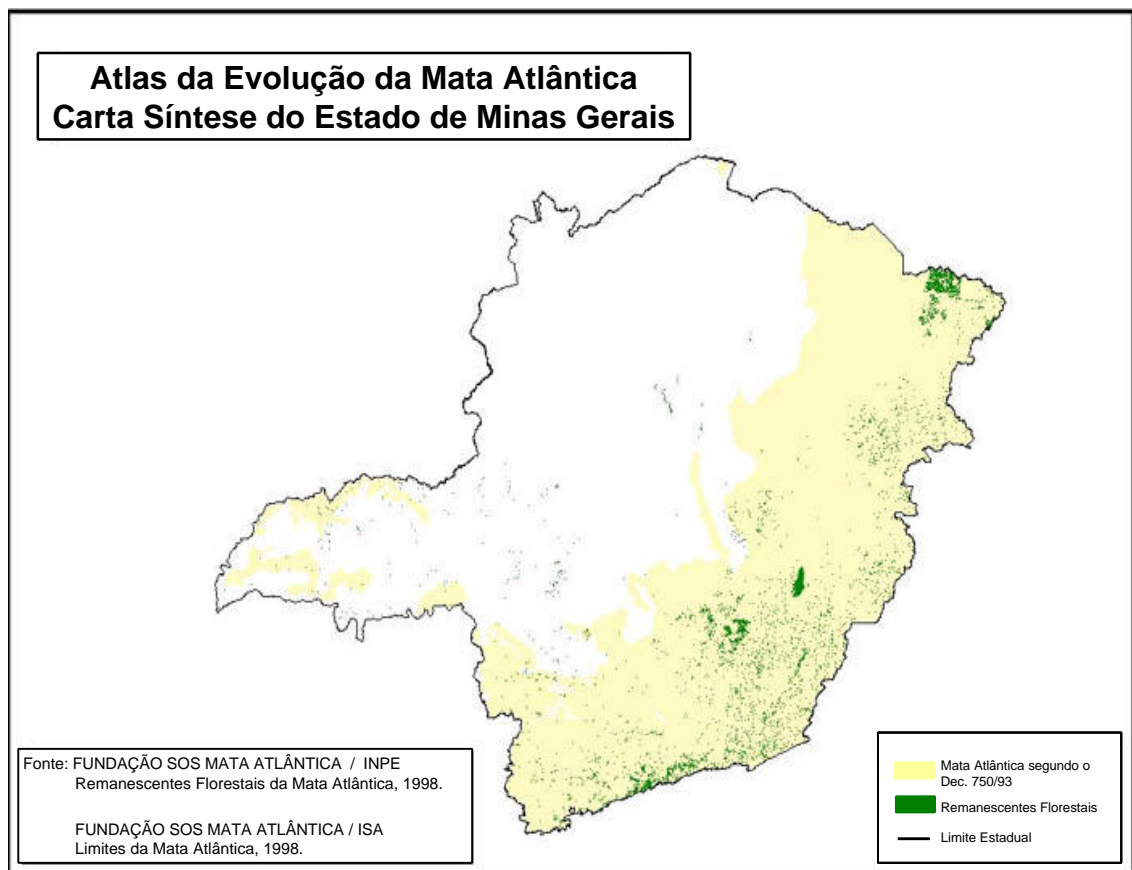
- O ciclo da pecuária teve início no final do século XVIII, na bacia do rio São Francisco, expandindo-se até o rio Doce e o Triângulo Mineiro. A atividade pecuária sempre foi um dos grandes agentes do desflorestamento em Minas Gerais, principalmente por estar sempre associada ao uso do fogo como forma de manejo. A partir de 1940, sua expansão foi ainda mais intensa, estimulada pela produção de carvão destinado ao suprimento dos fornos siderúrgicos que se expandiam no Estado.

- O ciclo da siderurgia, iniciado na década de 40 no vale do rio Doce, foi responsável, em grande parte, pela destruição da frondosa formação ombrófila densa que ainda revestia extensas áreas do leste mineiro. Esse processo acabou por expandir-se no restante do Estado, sobre as formações de cerrado e de mata seca, gerando um dos mais graves problemas ambientais que o Estado enfrenta: a erosão e perda de solo fértil, assoreamento dos cursos d'água e drástica redução em suas vazões de água. Associados, avançam os efeitos da perda da diversidade biológica, cujos reflexos são ainda imprevisíveis.

- O ciclo da produção de grãos iniciou-se na década de 70, quando o governo brasileiro, juntamente com os governos dos estados centrais, desenvolveu a política de estímulo da produção de grãos em grandes áreas "livres" com enormes contingentes de mão-de-obra de baixo custo. Nesse aspecto, a erradicação do Cerrado passa a ser vista como sinal de progresso,

já que era visto como "campo sujo", com árvores tortas e sem valor econômico e, ainda, indicador de terra ruim.

No Estado de Minas Gerais, a expansão das atividades agrícolas, além das práticas de cultivo inadequadas, como as queimadas, provocou a destruição da floresta, inclusive das matas de encostas e altos de morros (Figura 2). Esses fatos, associados à extração seletiva de madeira e lenha para a indústria e ao crescimento urbano, limitaram a Floresta Atlântica ao mosaico de fragmentos florestais restritos basicamente a regiões de topografia acidentada ou áreas de proteção ambiental.



**Figura 2** – Remanescentes florestais do Estado de Minas Gerais.

Nos Quadros 1 e 2 estão os dados referentes à destruição da Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais.

**Quadro 1** – Evolução histórica das formações florestais no Estado de Minas Gerais

Ano	Área (ha)	Cobertura florestal natural em relação à área do Estado (%)
1500 <sup>1</sup>	30.356.792	51,70
1912 <sup>2</sup>	27.861.900	47,45
1947 <sup>3</sup>	10.553.900	17,97
1953 <sup>3</sup>	7.070.400	12,04
1961 <sup>4</sup>	5.800.000	9,87
1985 <sup>5</sup>	1.349.634	2,30
1990 <sup>5</sup>	1.280.466	2,18
1995 <sup>6</sup>	1.187.528	2,02

<sup>1</sup> Chaves, M. de A. Relatório de Avaliação do Estado Geral dos Desmatamentos e dos Remanescentes do "Domínio Mata Atlântica" no Estado de Minas Gerais, 1993.

<sup>2</sup> Campos, Gonzaga de - Mappa Florestal, 1912.

<sup>3</sup> Aubreville, A. As florestas do Brasil - Estudo fitogeográfico e florestal.

<sup>4</sup> Magnanini, A. Aspectos Fitogeográficos do Brasil: áreas e características no passado e no presente, 1961.

<sup>5</sup> Evolução dos Remanescentes Florestais e Ecossistemas Associados do Domínio da Mata Atlântica no período 1985 - 1990. Fundação SOS Mata Atlântica/INPE, 1993.

<sup>6</sup> Evolução dos Remanescentes Florestais e Ecossistemas Associados do Domínio da Mata Atlântica no período 1990 -1995. Fundação SOS Mata Atlântica/INPE, 1998.

OBS: Os valores absolutos e relativos dos remanescentes florestais nos anos de 1985 e 1990 foram corrigidos a partir da análise das imagens de satélite de 1995, cujo aprimoramento no processamento proporcionou material de maior qualidade para a interpretação visual, e, assim, apresentam diferenças em relação aos valores divulgados no relatório do Atlas publicado em 1993.

**Quadro 2** – Evolução dos remanescentes florestais no Domínio da Mata Atlântica no Estado de Minas Gerais no período 1990-95

Classes de mapeamento	1990 <sup>1</sup>		1995 <sup>2</sup>		Desflorestamento <sup>3</sup>	
	ha	%*	ha	%*	90-95	%**
Remanescentes florestais	1.214.059	4,50	1.125.108	4,19	88.951	7,32

Fonte: Relatório Atlas Mata Atlântica 90 – 95.

\* Em relação à área avaliada do Estado equivalente a 73,81%, excluindo-se as áreas de Savanas.

\*\* Em relação aos remanescentes de 1990.

<sup>1</sup> Área avaliada no Estado equivalente a 71,63% (2,18% com cobertura de nuvens).

<sup>2</sup> Área avaliada no Estado equivalente a 71,23% (2,58% com cobertura de nuvens).

<sup>3</sup> Área avaliada no Estado equivalente a 69,08% (4,73% com cobertura de nuvens).

A fragmentação é preocupante e a perda de biodiversidade é o principal impacto, considerando que a Mata Atlântica ainda abriga uma parcela significativa da diversidade biológica do Brasil com elevado índice de endemismo, isto é, cerca de 55% das espécies arbóreas e 40% das espécies herbáceas e

arbustivas são exclusivas desse ecossistema. A fauna, entre mamíferos, répteis, aves e anfíbios, totaliza 1.807 espécies, sendo 389 endêmicas. Das 202 espécies animais ameaçadas de extinção, 171 são da Mata Atlântica (ISA, 2002).

Define-se como fragmento florestal qualquer área de formação florestal contínua, interrompida por barreiras antrópicas (estradas, povoados, culturas agrícolas, pastagens, etc.) ou por barreiras naturais (montanhas, lagos, etc.), capazes de diminuir significativamente o fluxo de animais, pólen, e, ou, sementes, tendo como conseqüências principais: a diminuição da diversidade biológica; o distúrbio do regime hidrológico das bacias hidrográficas; as mudanças climáticas; a degradação dos recursos naturais e a deterioração da qualidade de vida das populações tradicionais (VIANA, 1990), cujas causas estão relacionadas com a eliminação direta de espécimes vegetais; o afugentamento, a redução da oferta de alimento e o abrigo da fauna silvestre; a exposição das bordas do fragmento à irradiação solar direta; e o favorecimento à vida de espécies invasoras (SOUZA e ALMEIDA, 1997).

Diante do exposto, percebe-se que os fragmentos florestais são de fundamental importância na conservação da biodiversidade, sendo necessárias ações de maior conscientização, desenvolvimento de programas de proteção e conservação ambiental e implementação de estudos básicos, de modo que esses remanescentes venham a ser protegidos e manejados.

O uso múltiplo desses ambientes é uma opção, em que se busca conseguir variados e elevados rendimentos de bens e serviços, provenientes dos recursos naturais, assegurando ao mesmo tempo sua perpetuação, visando obter variedades de produtos, que necessitam, como insumos fundamentais, de tempo e da manifestação dos fatores ecológicos, biológicos e físicos, próprios do ambiente natural do lugar (KEMP, 1992).

Nas imediações da Mata Atlântica vivem 100 milhões de pessoas e nelas circulam 80% do produto interno bruto (PIB) nacional. Em São Paulo, ela faz o anel verde de 40 quilômetros de extensão, que fornece água e ajuda a controlar a poluição na maior cidade da América Latina. Na Estação Ecológica da Juréia, no sul de São Paulo, foram identificadas 608 espécies vegetais (60% nativas) usadas pela população, que conhece 1.200 usos medicinais para 147 tipos de sintomas (BORN, 1998).

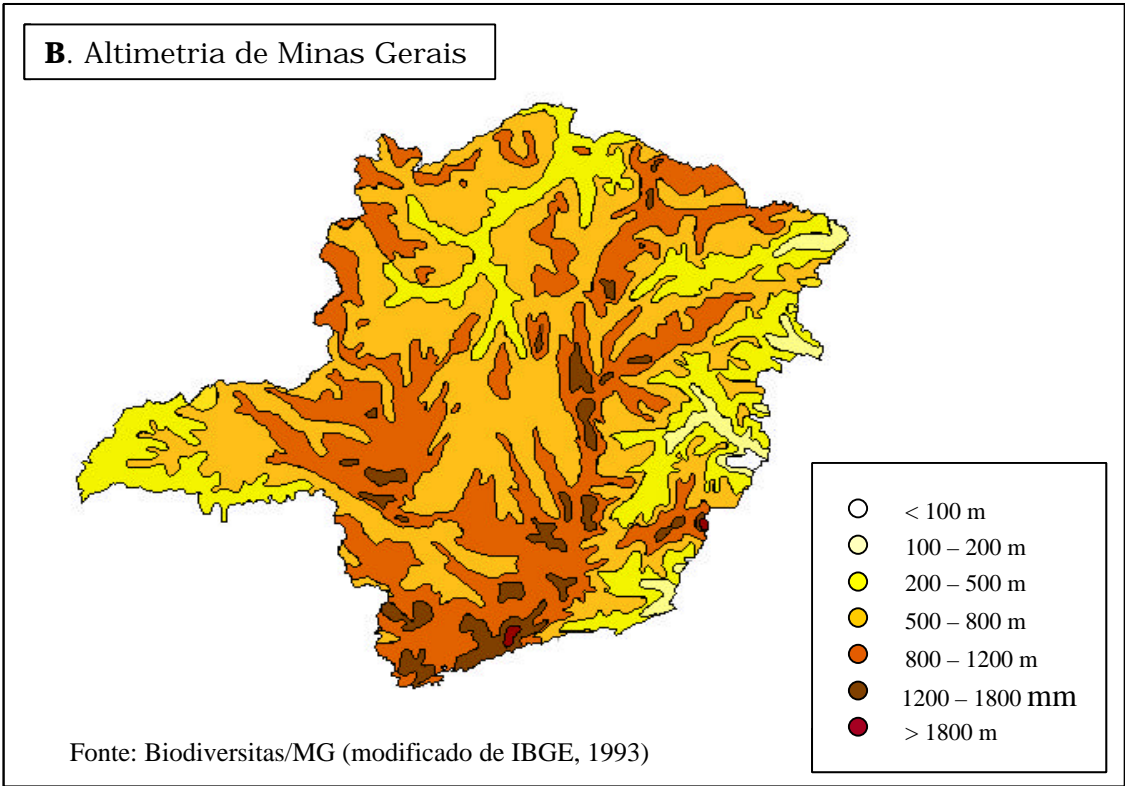
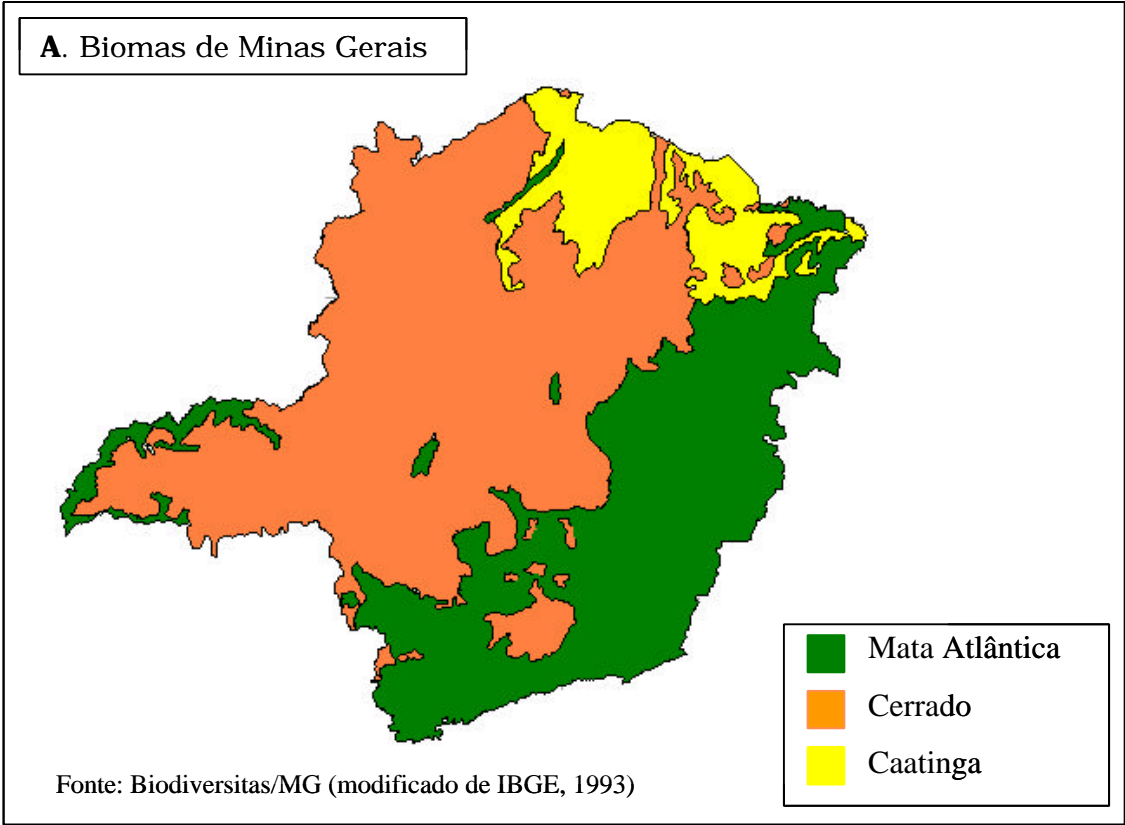
Existem, nesse aspecto, dois enfoques a serem abordados: o tradicional, que identifica recursos nativos e promove seu uso sem dar-lhes nenhum valor

agregado em nível local; e o modelo semelhante àquele que procura oferecer várias opções complementares de desenvolvimento econômico, seja a nível local ou regional (VILLALOBOS e OCAMPO, 1997).

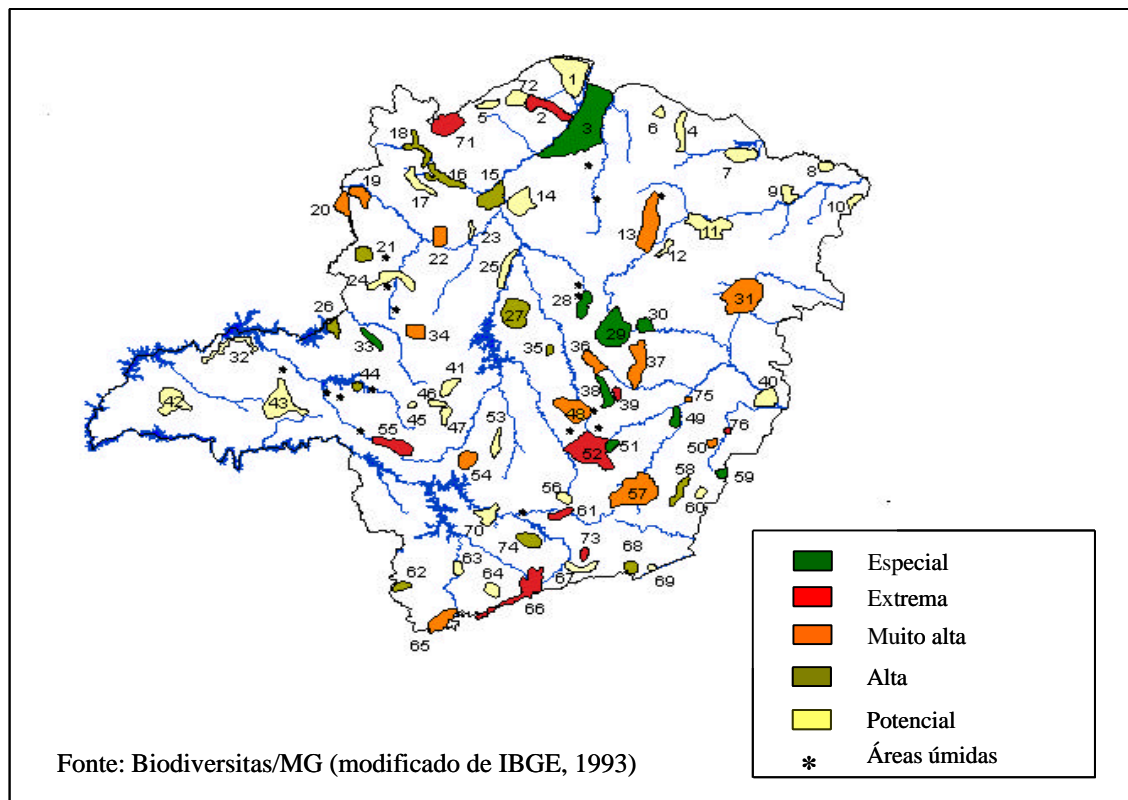
Algumas espécies medicinais têm seu valor terapêutico reconhecido, sendo comercializadas nos mercados nacional e internacional; outras estão sendo usadas em programas públicos de saúde, em vários Estados, entre eles Espírito Santo, Rio de Janeiro, Ceará, Paraná e São Paulo (SACRAMENTO, 2000). Desde 1992, o Hospital das Clínicas de São Paulo utiliza a tintura de guaçatonga (*Casearia sylvestris*) como anti-séptico, em substituição aos produtos comerciais (JUNQUEIRA, 1995). Essas descobertas mostram que a preservação da Mata Atlântica é mais rentável que a sua destruição; no entanto, a maioria das análises econômicas elaboradas de florestas tropicais estão concentradas nos recursos madeireiros e ignoram os benefícios de mercado provido pelos recursos não-madeireiros. Isso significa que as florestas tropicais têm valores de uso maiores que aqueles atribuídos e muitos benefícios potenciais de espécies tropicais medicinais estão ainda por serem determinados.

Minas Gerais possui apenas 0,9% de seu território protegido legalmente em unidades de conservação. Trata-se de indicador bastante desfavorável ao se considerarem os padrões internacionais. Além desse baixo percentual, parte significativa das áreas protegidas por instrumento legal não saiu ainda do papel. Segundo o relatório Global Review of Forest Fires, do WWF (Fundo Mundial para a Natureza), que avaliou as queimadas ocorridas nos últimos anos em todo o mundo, 80% das florestas brasileiras estão sob ameaça de incêndio eminente (JORNAL AMBIENTE HOJE, 2000).

A erradicação de florestas e demais formações vegetais no Estado de Minas Gerais, além dos efeitos sobre solo, água e clima, vem atingindo diretamente a riqueza biológica de seu território. A posição central do Estado, na transição de grandes biomas brasileiros, confere a Minas Gerais grande diversidade biológica, hoje seriamente ameaçada (Figura 3). Apesar de possuir apenas 7% da extensão territorial do país, Minas abriga 89% das espécies brasileiras ameaçadas de extinção, sendo ao todo 178 espécies oficialmente consideradas como ameaçadas no Estado (AMDA, 2001). A Figura 4 mostra as áreas prioritárias de conservação e investigação científica da flora no Estado de Minas Gerais (anexa encontra-se a lista das referidas áreas numeradas).



**Figura 3** – **A.** Biomas de Minas Gerais; **B.** Mapa Planialtimétrico de Minas Gerais.



**Figura 4** – Áreas prioritárias de conservação da flora de Minas Gerais.

De acordo com IBAMA, Portaria nº 48 (10/07/95) – art. 40, a exploração comercial dos recursos da flora que não implique supressão do indivíduo, seja para uso medicinal ou ornamental, tem que atender os princípios gerais e fundamentos técnicos.

Os princípios gerais referem-se à conservação dos recursos naturais, à preservação do ecossistema, à manutenção da diversidade biológica e ao desenvolvimento socioeconômico da região.

Os fundamentos técnicos incluem:

1. Levantamento dos recursos disponíveis.
2. Métodos de exploração e produção compatíveis que assegurem o estoque e a sustentabilidade da espécie explorada.
3. Sobrevivência da espécie no seu ecossistema, obedecendo a critérios técnico-científicos que garantam sua reprodução e variabilidade genética.
4. Estabelecimento de área e de retirada máxima anuais dos recursos.

A sustentabilidade de qualquer plano de manejo depende de três aspectos importantes (BENSIMÓN, 1991):

1. Sustentabilidade ecológica –refere-se à capacidade de manter os processos biológicos fundamentais, como o ciclo de nutrientes, o ciclo da água, a diversidade genética, a evolução e regeneração da floresta, principalmente.

2. Sustentabilidade social – o sistema deve permitir a participação ativa dos atores sociais envolvidos, de forma livre e organizada, nos processos produtivos, aplicando ao máximo suas capacidades e domínios.

3. Sustentabilidade econômica – o sistema de manejo deverá produzir níveis de ingressos que permitam adequada relação entre custos e benefícios, que possam garantir o nível de vida digno aos atores diretos do processo.

Entre os elementos favoráveis ao desenvolvimento de pesquisas na área de plantas medicinais no Brasil, a riqueza de sua biodiversidade é predominante, particularmente na Mata Atlântica e na Amazônia. Estima-se que cerca de 30% das florestas tropicais sejam atualmente áreas de floresta em regeneração secundária (BROWN e LUGO, 1990). Além do potencial de exploração comercial dessas áreas, como madeira de construção, espécies de importância farmacêutica, madeira para fogo e outros usos, as florestas secundárias são de importância fundamental na recuperação da fertilidade do solo, regularização do regime hidrológico, manutenção da diversidade animal e vegetal e, ainda, na captura de dióxido de carbono da atmosfera, a qual deve ser considerada nos estudos de mudanças e ciclagem global de nutrientes.

As florestas secundárias são o resultado da maior atividade humana e em sua maioria são muito acessíveis, por estarem localizadas geralmente muito próximas a assentamentos humanos.

Segundo KAGEYAMA e CASTRO (1989), a sucessão secundária é o mecanismo pelo qual as florestas tropicais se auto-renovam, por meio da “cicatrização” de locais “perturbados” que ocorrem a cada momento em diferentes pontos da mata, e esse parece ser o conceito mais apropriado a ser utilizado na regeneração artificial de florestas. O entendimento de como as condições da floresta, desde as clareiras até a mata fechada, são ocupadas por grupos de espécies pode orientar a forma em que as espécies podem ser associadas nas plantações mistas.

A investigação sobre a utilização dos bens e serviços da floresta secundária deve englobar até o desenvolvimento de técnicas eficientes e a

determinação de produtos novos, de boa qualidade, que pode prover esse tipo de ambiente, aceitáveis à exploração racional. Espera-se que por meio de estudos possam ser utilizadas outras espécies tradicionalmente não-comerciais, mas abundantes na floresta secundária (FLÓREZ, 1998).

O grande obstáculo ao aproveitamento do potencial associado à biodiversidade brasileira está na destruição do meio ambiente em ritmo acelerado, o que equivale a 10.000 km<sup>2</sup> por ano. Desde o descobrimento, em 1500, plantas medicinais que adquirem valor econômico tendem a ser predadas até o risco de extinção. Isso já aconteceu com ipecacuanha (*Cephaelis ipecacuanha*), sassafrás (*Ocotea pretiosa*), pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), jaborandi (*Pilocarpus jaborandi*) e, atualmente, com espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia*), pfaffia (*Pfaffia paniculata*) e muitas outras plantas silvestres comercializadas (FERREIRA et al., 1998; MONTANARI JUNIOR, 2001).

O extrativismo é a atividade cultural e econômica marcante, desde a época pré-histórica, estando associado a estratégias de sobrevivência e de uso da terra (MUKERJI, 1997). Nos dias atuais, com a crescente importância da biodiversidade para a humanidade como valor econômico, ambiental e cultural, o extrativismo vegetal está sendo reavaliado em novas bases socioeconômicas e conservacionistas (PETERS, 1996). Esse novo paradigma abrange, além de novas formas de relações comerciais (cooperativas), a inclusão de técnicas agroflorestais de cultivo e de manejo e uso sustentado de recursos. O ordenamento e melhoramento das atividades de extração são o primeiro passo para o manejo sustentável dos produtos florestais não madeiros (TEWARI e CAMPBELL, 1996).

No Brasil, único país que tem legalizado as reservas extrativistas, existem mais de 3 milhões de hectares sob esse tipo de administração. Segundo FEARNSIDE (1992), as reservas extrativistas constituem a oportunidade de sustar o desmatamento, solucionar problemas sociais e, ao mesmo tempo, na ótica do lucro, viabilizar a exploração de produtos vegetais de grande interesse dos mercados nacional e internacional.

As Reservas Extrativistas (RESEX), categoria incluída no Sistema de Unidades de Conservação do Brasil, podem ser definidas como área de domínio público, ocupada por grupos sociais que dependem dos produtos da floresta para sua sobrevivência e que realizam, sob concessão de uso da terra, manejo sustentado dos recursos naturais, de acordo com o preestabelecido Plano de Manejo. Os Planos de Manejo e Conservação devem ser facilmente

aplicáveis, compatibilizando melhoria de qualidade de vida, sustentabilidade e proteção do patrimônio biológico. Cada dia é mais evidente a importância dos produtos florestais não-madeireiros para as comunidades rurais; diversos estudos recentes indicam que, com o tempo, o valor dos produtos extraídos de certas zonas florestais pode chegar a ser superior ao que se obtém com a agropecuária (MAY, 1991). Em termos de conservação da diversidade biológica, espécies pouco densas mas com utilização intensa e aquelas cujas partes utilizadas são frutos, sementes e raízes devem merecer maior atenção em estudos futuros no que se refere a técnicas específicas de manejo, visando produtividade e rendimento sustentável a longo prazo (ALMEIDA et al., 1995).

Os inventários são utilizados como o principal mecanismo para se avaliar o potencial de aproveitamento de recursos genéticos vegetais; no entanto, o conhecimento da biologia reprodutiva, do crescimento de cada espécie a ser explorada e da ecologia em geral é indispensável à determinação de estratégias de manejo sustentável (VILLALOBOS e OCAMPO, 1997).

Por meio dos inventários podem-se obter importantes informações sobre a estrutura da floresta, sendo a densidade e a estrutura diamétrica consideradas os parâmetros fundamentais aos critérios de manejo. Os inventários também são ferramentas que podem monitorar o impacto das colheitas na população de espécies medicinais. Por outro lado, também permitem reconhecer a distribuição das espécies de interesse, em várias regiões, a fenologia, o habitat e outras particularidades (PETERS, 1996).

O inventário de plantas medicinais em florestas naturais é uma ferramenta de desenvolvimento socioeconômico, desde que possibilite a exploração cíclica e a perpetuação do processo. Nesse aspecto, REIS (1996) considera a importância dessas espécies não apenas como recurso terapêutico, mas também como fonte de recursos econômicos, pois o sistema permite a obtenção continuada dos produtos, contribuindo com o desenvolvimento local e regional.

Segundo GOW (1992), as áreas florestais poderão ter seu espectro produtivo ampliado, à medida que sejam contempladas com o uso múltiplo de seus recursos. Existe crescente consciência e aceitação da idéia que para o sustento do uso de recursos naturais é preciso proceder de maneira produtiva, beneficiando a população local. O respeito aos recursos naturais deve associar-se ao respeito às necessidades dos seres humanos. Por outro lado, a simplicidade da tecnologia usada na extração de plantas medicinais constitui

vantagem adicional ao se explorarem os recursos vegetais. Existem centenas de pequenos fabricantes e extratores de plantas medicinais (FERREIRA et al., 1998).

Em Registro, sul do Estado de São Paulo, a Associação dos Extratores e Produtores de Plantas Aromáticas e Medicinais do Vale do Ribeira (AEPPAM), fundada em 1993, reúne 17 extratores/produtores, sendo estes produtores rurais que possuem cultivos tradicionais e procuram na exploração das plantas medicinais nova fonte de renda, seja por meio do extrativismo, manejo ou cultivo. Com o apoio institucional, a questão ambiental tem sido tratada com distinção nesse caso; contudo, falta conhecimento no que diz respeito a complexidade da cadeia produtiva, suas implicações legais e ecológicas, seu mercado e tecnologias apropriadas, de modo que possam produzir com eficiência e qualidade (MONTANARI JUNIOR, 2001).

As técnicas de manejo de plantas medicinais ou aromáticas, em florestas naturais, devem ser adaptadas de acordo com o conhecimento que se tem de como os recursos se renovam, a dinâmica dos processos de regeneração natural e seu potencial qualitativo e quantitativo (MARMILLOD e VILLALOBOS, 1997).

De acordo com JESUS et al. (1992), os regimes de manejo deverão respeitar as características inerentes a cada local e as condições edafoclimáticas, topográficas, tipológicas, sucessionais, ecológicas, econômicas e sociais.

Conforme SOUZA (1996), o manejo da floresta natural engloba os sistemas de colheita, de monitoramento e silvicultural, devendo estes contribuir, no caso das plantas medicinais, para manutenção das propriedades terapêuticas, refletido no teor de princípios ativos, e para perpetuação da produção onde resulte factível e rentável. As plantas medicinais, como PFNM, representam espécies que formam um conjunto diverso de hábitos de crescimento e produtos, diferente das espécies madeireiras. Assim, generalizar a sustentabilidade da colheita de produtos não-madeireiros é muito difícil, considerando que cada órgão coletado, de cada hábito de crescimento, constitui caso particular. Logo, o seguimento das primeiras e subseqüentes práticas de aproveitamento e tratamentos culturais deverá prover informação à correção da colheita permissível.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Caracterização Ambiental

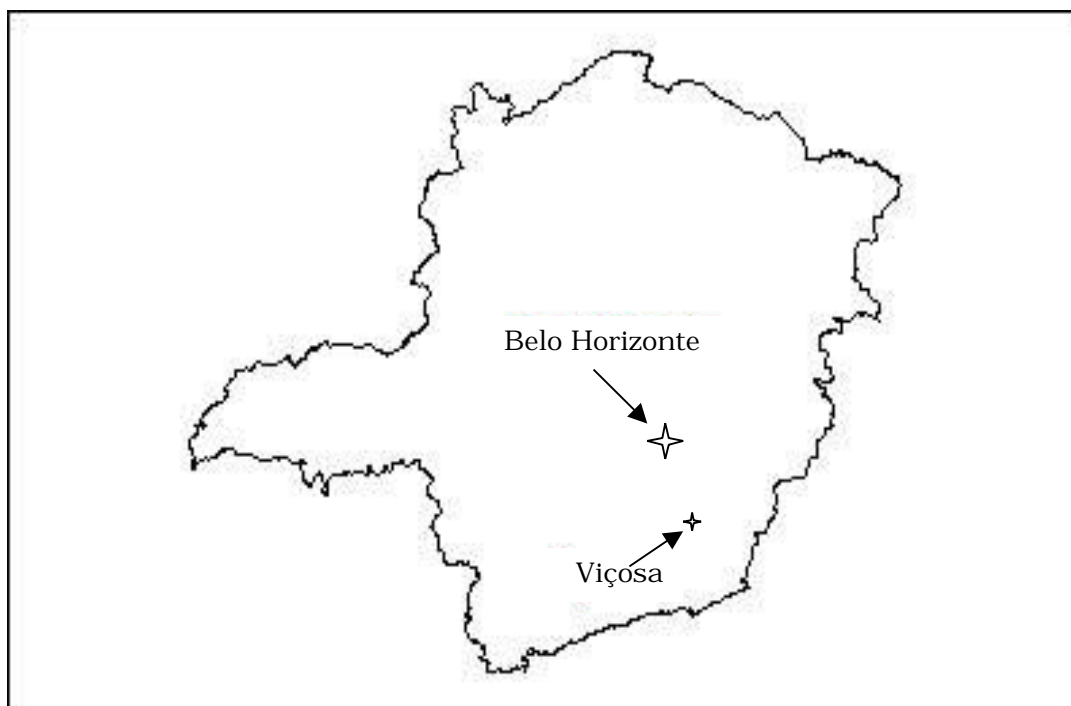
A área de estudo, conhecida como Mata da Silvicultura, pertence à Universidade Federal de Viçosa-MG desde 1936; a partir deste período, a mata que foi anteriormente substituída pelos cafezais voltou a regenerar-se e atualmente encontra-se em adiantado estágio de sucessão secundária, com espécies típicas dos primeiros estádios sucessionais, como as do gênero *Cecropia*, mas também espécies dos estádios sucessionais mais avançados, como *Cedrela fissilis* e *Ocotea odorifera* (MARISCAL FLORES, 1993).

A Mata da Silvicultura localiza-se no município de Viçosa-MG (Figura 5) e possui área aproximada de 17 hectares e limites adjacentes a outros talhões silviculturais e a assentamentos humanos (Figura 6). O município de Viçosa localiza-se na Zona da Mata mineira, nas coordenadas 20°45' de latitude Sul e 42°55' de longitude Oeste, com altitude de 650 m; nos topos de morros são encontradas altitudes maiores que 800 m (GOLFARI, 1975).

A cobertura vegetal, na Zona da Mata de Minas Gerais, pertence ao Domínio Mata Atlântica e destaca-se, dentre as outras regiões do Estado, por suas características florestais marcantes, uma vez que possui 27% de sua área com fragmentos florestais nativos, relevo acidentado, predominância de minifúndios rurais e alta concentração da população nos centros urbanos (RESENDE e RESENDE, 1996).

A região do município de Viçosa, quanto aos solos, pertence ao Domínio Morfoclimático chamado Mar de Morros, é embasada em rochas gnáissicas do pré-cambriano, com relevo predominantemente forte ondulado e montanhoso, com encostas de perfil convexo-côncavo embutido em vales de fundo chato, formados por terraços e leitos maiores, onde meandram cursos d'água pouco expressivos (CORRÊA, 1984).

Nos solos da região há predominância de duas classes. Nos topos e nas encostas das elevações predominam os Latossolos (principalmente Latossolo vermelho álico) e, nos terraços, predomina o Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico (RESENDE et al., 1972). O sistema hidrográfico é formado, principalmente, pelo rios Piranga, Muriaé, Pomba e Paraibuna. Os córregos e riachos existentes, embora com menor volume de água, são perenes (SOUZA, 1989).



**Figura 5** - Localização geográfica do município de Viçosa, no Estado de Minas Gerais.

O clima de Viçosa-MG é tropical de altitude, com verões chuvosos e invernos frios e secos, classificado como Cwb pelo sistema de Köppen. A temperatura média anual oscila de 20 a 21 °C. A precipitação média anual é de 1.221,4 mm, e o balanço hídrico mostra a existência do período com excedente hídrico a partir de novembro, perdurando até abril. De abril a setembro a precipitação cai abaixo da evapotranspiração potencial, causando deficiência hídrica e retirada de água do solo. De setembro a novembro há reposição de água no solo com o aumento de precipitação. Assim, fica caracterizada a estação chuvosa de setembro a abril e a estação seca de abril a setembro (CORRÊA, 1984).

### ***Situação Socioeconômica***

O nome Zona da Mata foi derivado da fitofisionomia natural dessa região. Hoje, pode-se afirmar que uma das características mais marcantes de sua paisagem é a carência de cobertura florestal, sendo esta substituída, na sua maioria, por pastagens e café (Figura 7). A mata se restringe a alguns topos e áreas de reserva, como o Parque Nacional do Caparaó, o Parque Estadual do Rio Doce e o Parque Estadual da Serra do Brigadeiro.



**Figura 6** - Foto aérea da Mata da Silvicultura, município de Viçosa, Minas Gerais, 1998 (NEPUT/UFV - Escala 1: 10.000).

O clima, aliado à topografia, interfere no solo, permitindo que chuvas rápidas e fortes sejam transformadas em enxurradas, que facilitam o transporte de material fértil acumulado nos horizontes superiores, de áreas mais elevadas, depositando-os nas baixadas. A presença de restrições edáficas às culturas, em quase toda superfície implica na necessidade de práticas de alto nível tecnológico, com aplicação intensiva de capital, associadas a projetos de larga escala que estão, normalmente, além das possibilidades individuais dos agricultores (RESENDE e RESENDE, 1996).

A região da Zona da Mata Mineira está localizada no sudeste de Minas Gerais, na divisa com o Estado do Rio de Janeiro. É constituída por 129 municípios, com superfície regional aproximada de 38 mil Km<sup>2</sup>, o que corresponde a cerca de 7% da superfície do Estado (Figura 8). A população é 1,72 milhão de pessoas, equivalendo a 11% da população estadual, sendo que a população rural corresponde a 30,6% da população regional (SECMG, 1995).

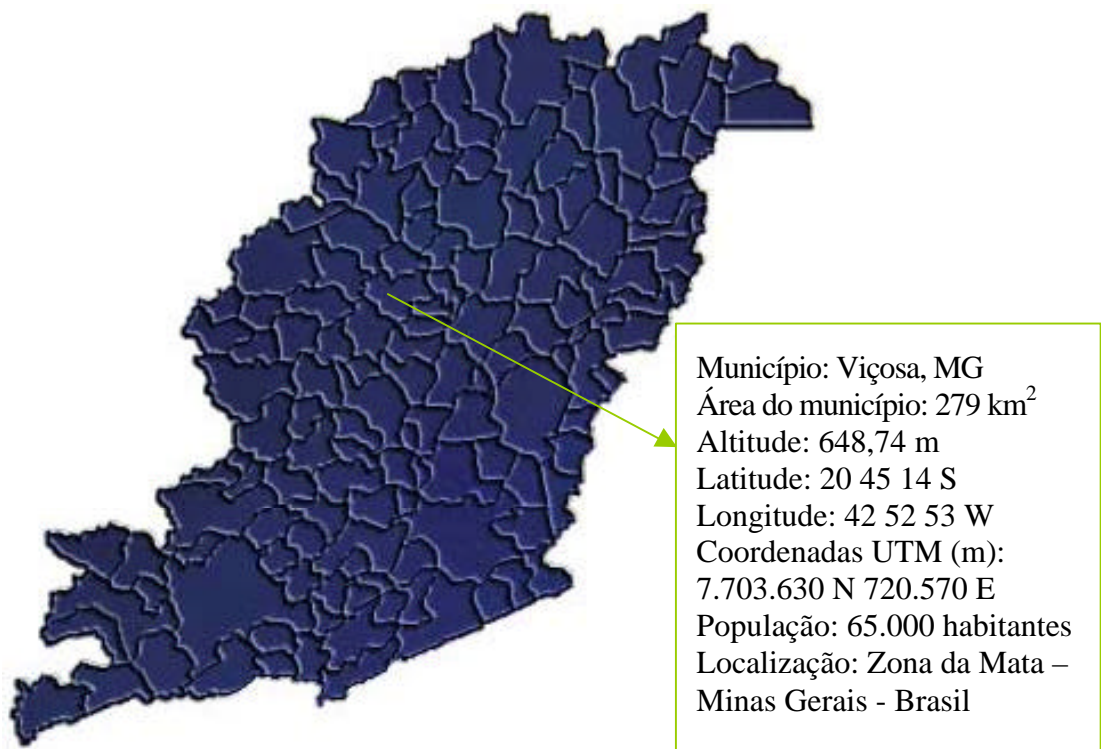
O Mar de Morros que sustentou muitas pessoas ao longo dos séculos está num processo de crise pronunciada em várias regiões. Os principais produtos agrícolas que sustentavam a economia têm agora outras áreas mais favoráveis. O café, durante muitos anos o principal suporte às pequenas e médias propriedades, vem em crise desestabilizando o meio rural; e, não se tem encontrado, no quadro das limitações ambientais, alguma atividade que possa substituir a cultura do café, em todos os aspectos positivos que esta cultura tem. Os minifúndios, decorrentes de processos de herança, também dificultam em muitos casos, a implantação de outras alternativas, como a pecuária.

#### *Caracterização da Agropecuária*

A Zona da Mata mineira possui três parâmetros que caracterizam seu setor rural: ocupação agrícola antiga, agricultura tradicional e preponderância da pequena produção. A agropecuária participa com apenas 12,5% na formação do PIB regional, que é a terceira menor participação do Estado. Quantitativamente, a agricultura da Zona da Mata é de importância intermediária, detendo 11,4% da área colhida do Estado, 10,5% do valor bruto da produção agrícola e 9,7% da produção de grãos. Qualitativamente, alguns indicadores revelam atraso na agricultura regional. A produtividade agrícola está abaixo da média estadual (SOUZA, 1989).



**Figura 7** - Fisionomia típica das áreas agrícolas na Zona da Mata, com as setas indicando os fragmentos florestais em topos de morro.



**Figura 8** – Zona da Mata mineira e seus municípios.

O maior maciço de cafeicultura de montanha - 70% - compreende regiões vizinhas da Zona da Mata de Minas, Espírito Santo e Rio de Janeiro. Na Zona Montanhosa, o café funciona como moeda, impulsionando as atividades dos meios rural e urbano. O café representa 60% da renda das propriedades rurais e 17% de ocupação do espaço das propriedades rurais (GUIMARÃES, 1996).

Na pecuária, a bovinocultura, a suinocultura e a avicultura mostram oscilações na produção. Na Zona da Mata mineira a criação de gado, principalmente leiteira, se constitui na estratégia fundamental de resistência dos pequenos agricultores. Todos os pequenos produtos combinam, de alguma forma, cultivos anuais e/ou perenes com a criação de animais; variam a quantidade e as espécies de animais de acordo com a disponibilidade de terra e mão-de-obra, com sua herança cultural, com sua inserção no mercado, entre outras coisas (MARQUES et al., 1992).

Assim, de acordo com RESENDE e RESENDE (1996), os Mares de Morros começam a demonstrar algumas de suas fragilidades competitivas: têm topografia desfavorável à mecanização, seus solos são na maior parte dos casos pobres em nutrientes e as propriedades freqüentemente têm área muito pequena.

## **Amostragem e Coleta de Dados**

### ***Inventário de Plantas Medicinais na Mata da Silvicultura***

A coleta de dados do estudo de parâmetros fitossociológicos foi realizada utilizando-se 12 parcelas de área fixa retangulares de 20 x 50 m (0,1 ha), distribuídas sistematicamente de modo que abrangessem os diferentes locais da área. Dez parcelas que foram utilizadas neste experimento fizeram parte de trabalhos realizados por MARISCAL FLORES (1993) e MEIRA NETO (1997) na mesma área de estudo. As parcelas foram delimitadas com piquetes e barbanete, sendo subdivididas em subparcelas a fim de facilitar a análise demográfica.

Na seleção das espécies foram considerados o valor medicinal, o potencial econômico e a distribuição regional (Quadro 3). Com exceção da japecanga (*Smilax* sp.), que é liana, as outras espécies são fanerófitas (têm sua parte perene a pelos menos 25 cm acima do solo) (O'BRIEN e O'BRIEN, 1995).

**Quadro 3** – Espécies medicinais selecionadas no experimento na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

Espécies medicinais e família	Classe DAP (cm)	Aspectos ecológicos		
		Grupo ecológico	Exigência em luz	Mudança foliar
<b>Angico</b> Mimosaceae <i>Anadenanthera colubrina</i> var <i>cebil</i> Griseb	26,5 ≤DAP≤ 38,2	Pioneira	Heliófita	Decídua
<b>Açóita-cavalo</b> Tiliaceae <i>Luehea grandiflora</i> Mart.&Zucc.	7,96 ≤DAP≤ 14,4	Pioneira	Heliófita	Decídua
<b>Canela-sassafrás</b> Lauraceae <i>Ocotea odorifera</i> (Vell.) Rohwer	6,00 ≤DAP≤ 7,35	Secundária	Esciófita	Perenifolia
<b>Carobão</b> Bignoniaceae <i>Jacaranda macrantha</i> Cham.	7, 68 ≤DAP≤ 12,4	Pioneira	Heliófita	Decídua
<b>Guaçatonga</b> Flaucortiaceae <i>Casearia sylvestris</i> Sw.	7,64 ≤DAP≤ 18,0	Pioneira	Heliófita	Perenifolia
<b>Catuaba</b> Meliaceae <i>Trichilia catigua</i> A. Juss.	4,62 ≤DAP≤ 7,10	Secundária	Esciófita	Perenifolia
<b>Espinheira</b> Celastraceae <i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	3,18 ≤DAP≤ 5,00	Secundária	Esciófita	Perenifolia
<b>Espinheira-santa</b> Celastraceae <i>Maytenus robusta</i> Reiss.	3,18 ≤DAP≤ 12,0	Secundária	Heliófita	Perenifolia
<b>Negramina</b> Siparunaceae <i>Siparuna guianensis</i> Aubl.	5,28 ≤DAP≤ 7,40	Secundária	Esciófita	Perenifolia
<b>Cana-de-macaco</b> Costaceae <i>Costus spiralis</i> (Jacq.) Rosc.	Herbácea	Secundária	Esciófita	Perenifolia
<b>Japecanga</b> Smilacaceae <i>Smilax</i> sp.	Liana	Secundária	Esciófita	Perenifolia

Os dados de campos, das espécies arbustivas e arbóreas, foram obtidos em dois níveis de abordagens: o primeiro contempla indivíduos com DAP (diâmetro à altura do peito, medido a 1,30 m do solo)  $\geq 3,18$  cm e, o segundo, indivíduos com altura maior que 1,30 m e DAP  $< 3,18$  cm. As avaliações foram feitas em todos os indivíduos das espécies selecionadas, sendo tomados os dados de: DAP (cm) e altura total (em metros).

Na medição do diâmetro utilizou-se o paquímetro (Winterthur) e, em alguns casos, a fita métrica na tomada do CAP (circunferência à altura do peito). A altura total foi medida com o auxílio de uma vara de comprimento conhecido (2,60 m), sendo definida como o comprimento entre a base do indivíduo ao nível do solo e o ápice. Quanto às espécies herbáceas – cana-de-macaco (Figura 9) e japecanga (Figura 10) – foram tomadas as seguintes medidas: altura total (em metros) e número de folhas.

Durante o período de um ano (set./1999 – set./2000), em cada parcela inventariada na Mata da Silvicultura foram realizadas medições de parâmetros climáticos, como: temperatura, umidade, radiação, velocidade do vento e

pluviosidade. As medidas foram realizadas quinzenalmente, com exceção da pluviosidade. Utilizou-se uma estação meteorológica portátil Weather Monitor II (Davis Instruments Corporation). Foram também obtidos os parâmetros meteorológicos médios registrados no Distrito Meteorológico de Viçosa-MG, referentes ao período experimental.

Também foram retiradas amostras compostas de solo, em cada parcela, nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm da superfície, mediante o uso de um trado de solo. As análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos do Departamento de Fitotecnia, na Universidade Federal de Viçosa.



**Figura 9** – Detalhes da japecanga (*Smilax* sp.).



**Figura 10** – Detalhes da cana-de-macaco (*Costus spiralis*).

## **Análise quantitativa do inventário**

As estimativas dos parâmetros da estrutura horizontal, obtidas por meio dos dados do inventário, incluíram a densidade, a frequência e a dominância absolutas. Esses parâmetros foram calculados por meio das seguintes expressões:

### *A. Densidade Absoluta*

$$DA_i = \frac{n_i}{A}$$

em que

$n_i$  = número de indivíduos amostrados da  $i$ -ésima espécie; e  
 $A$  = área amostrada, em hectares.

### *B. Frequência Absoluta*

$$FA_i = \frac{u_i}{u_T} \times 100$$

em que

$u_i$  = número de unidades amostrais com a ocorrência da  $i$ -ésima espécie; e  
 $u_T$  = número total de unidades amostrais.

### *C. Dominância Absoluta*

$$DoA_i = \frac{AB_i}{A}$$

sendo  $AB_i$  a área basal da  $i$ -ésima espécie, expressa em  $m^2/ha$ , obtida da soma das áreas individuais a partir da fórmula do círculo =  $\Sigma \pi d^2/4$ , em que  $d$  é o DAP (diâmetro a altura do peito).

O padrão de distribuição espacial dos indivíduos das espécies foi estudado por meio do Índice de Agregação de MacGuinnes ( $IGA_i$ ). Este índice, que é um parâmetro florístico, estima o grau de agregação das espécies, em termos de densidades observadas ( $D_i$ ) e esperada ( $d_i$ ), expresso pela seguinte fórmula (SOUZA et al., 2001):

$$IGA_i = \frac{D_i}{d_i}, \quad \text{sendo: } D_i = \frac{n_i}{u_t}; \quad d_i = -Ln(1 - f_i); \quad f_i = \frac{u_i}{u_t}$$

em que

$IGA_i$  = índice de MacGuinness da  $i$ -ésima espécie;  
 $D_i$  = densidade observada da  $i$ -ésima espécie;  
 $d_i$  = densidade esperada da  $i$ -ésima espécie;  
 $f_i$  = frequência absoluta da  $i$ -ésima espécie;  
 $n_i$  = número de indivíduos da  $i$ -ésima espécie;  
 $u_i$  = número de unidades amostrais em que a  $i$ -ésima espécie ocorre;  
 $u_t$  = número total de unidades amostrais.

A classificação do padrão de distribuição dos indivíduos das espécies obedece à seguinte escala:

$IGA_i < 1$ : distribuição uniforme;  
 $IGA_i = 1$ : distribuição aleatória;  
 $1 < IGA_i \leq 2$ : tendência ao agrupamento; e  
 $IGA_i > 2$ : distribuição agregada ou agrupada.

As estimativas dos parâmetros fitossociológicos da estrutura vertical contemplam as estimativas de densidade absoluta da regeneração natural (segundo nível de abordagem) e a posição sociológica, determinada pela estratificação do povoamento em três classes de altura.

#### D. Posição Sociológica

$$VF_{ij} = VF_j \cdot n_{ij} ; VF_j = \frac{N_j}{N} \times 100$$

$$PSA_i = \sum_{j=1}^m VF_j \cdot n_{ij} \text{ e } PSR_i = \frac{PSA_i}{\sum_{i=1}^s PSA_i} \times 100$$

em que

$VF_{ij}$  = valor fitossociológico da  $i$ -ésima espécie no  $j$ -ésimo estrato;  
 $VF_j$  = valor fitossociológico simplificado do estrato  $j$ ;  
 $n_{ij}$  = número de indivíduos da  $i$ -ésima espécie no estrato  $j$ ;  
 $N_j$  = número de indivíduos do  $j$ -ésimo estrato;  
 $N$  = número total de indivíduos de todas as espécies em todos os estratos;  
 $PSA_i$  = posição sociológica absoluta da  $i$ -ésima espécie;  
 $PSR_i$  = POS (%) = posição sociológica relativa (%) da  $i$ -ésima espécie;  
 $S$  = número de espécies (neste caso, 11 espécies); e  
 $m$  = número de estratos amostrados.

### E. Distribuição Diamétrica e Volumétrica

A distribuição diamétrica foi determinada mediante o cômputo dos indivíduos amostrados de cada espécie arbórea dentro das classes diamétricas, com amplitude de 3,18 cm. As estimativas de volume individual (m<sup>3</sup>) das espécies medicinais estudadas foram obtidas por meio das equações volumétricas aplicáveis ao manejo sustentado de florestas nativas de Minas Gerais, recomendadas pelo Centro Tecnológico de Minas Gerias (CETEC) para formações de mata secundária, sendo selecionadas as seguintes equações:

$$VTCC = 0,000074230DAP^{1,707348}.Ht^{1,16873} \quad (R^2 = 0,973)$$

$$VFCC = 0,000038857DAP^{1,70764}.Ht^{1,32032} \quad (R^2 = 0,989)$$

$$VFSC = 0,000023996DAP^{1,575082}.Ht^{1,582642} \quad (R^2 = 0,986)$$

em que

VTCC = volume total com casca, em m<sup>3</sup>;

VFCC = volume de fuste com casca, em m<sup>3</sup>;

VFSC = volume de fuste sem casca, em m<sup>3</sup>;

DAP = diâmetro à altura do peito, medido a 1,30 m do solo, em cm; e Ht = altura total.

Utilizando as equações anteriores foram obtidas as estimativas de volume das seguintes partes, sendo entendido como volume de copa o equivalente ao volume de madeira nesse compartimento:

Volume de Casca = (VFCC - VFSC) x 17 ha (área do fragmento), em m<sup>3</sup>.

Volume de Copa = (VTCC - VFCC) x 17 ha, em m<sup>3</sup>.

### **Análise qualitativa do inventário**

Nesta análise, todos os indivíduos amostrados foram classificados de acordo com o grau de herbivoria: 0 - ausência do fenômeno; 1 - 1 a 9% de herbivoria; 2 - 10 a 29% de herbivoria; 3 - 30 a 49% de herbivoria; 4 - 50 a 79% de herbivoria; 5 - 80 a 100% de herbivoria.

A incidência de cipós foi avaliada em todos os indivíduos amostrados, com exceção da espécie *Smilax* sp., sendo utilizada a seguinte classificação:

0 - ausência de cipós; 1 - presença de cipós.

No cálculo dos referidos parâmetros, das análises quantitativas e qualitativas, utilizou-se o *software* Mata Nativa/CIENTEC (SOUZA et al., 2001).

O material botânico das espécies arbóreas selecionadas neste estudo foram numerados e identificados pelo Prof. Dr. João Augusto Alves Meira Neto, do Departamento de Biologia Vegetal/UFV, que também realizou estudos fitossociológicos na mesma área de estudo. As espécies *Maytenus robusta* e *M. aquifolia* foram identificadas pela Dra. Rita Carvalho Okano, do Herbário da Universidade Federal de Viçosa. Amostras da espécie do gênero *Smilax* foram enviadas à Prof. Dra. Regina Andreatta, da Universidade Santa Úrsula, no Rio de Janeiro-RJ, porém não há confirmação da espécie.

### ***Aspectos ecológicos***

Foram realizadas observações fenológicas, com auxílio de um binóculo, em seis indivíduos selecionados por espécie arbórea. Os critérios foram estabelecidos de acordo com metodologia citada por ALENCAR (1979) e constam do Quadro 4. Por meio de investigações bibliográficas e consulta ao Herbário da Universidade Federal de Viçosa, foram reunidas informações sobre a ocorrência das espécies medicinais estudadas.

**Quadro 4** – Critérios utilizados na progressão das fenofases

Fenofases	Código	Progressão das fenofases
Floração	1	Botões florais ou inflorescências presente.
	2	Floração adiantada/árvore totalmente florida.
	3	Floração terminando ou terminada.
Frutificação	4	Frutos novos aparecendo.
	5	Frutos maduros presentes.
	6	Frutos maduros caindo e sementes dispersas.
Mudança foliar	7	Árvore com pouca folha ou desfolhada.
	8	Folhas novas aparecendo.
	9	Maioria das folhas novas ou totalmente novas.
	10	Copa completa com folhas velhas.

## **Modelos Matemáticos da Estimativa de Biomassa**

Os parâmetros alométricos foram obtidos de amostras de partes vegetais de dez espécies medicinais estudadas na Mata da Silvicultura e foram mensurados de acordo com o órgão de interesse. A busca de modelos de estimativa de biomassa foi baseada na possível existência de correlação entre variáveis de mensuração direta e a biomassa útil, sendo a metodologia baseada na Teoria do Holograma, na Geometria dos Fractais e na Seqüência de Fibonacci.

A teoria do Holograma demonstra o notável princípio da natureza; por esta teoria cada parte de qualquer “imagem” contém a informação possuída pelo todo (GERBER, 1988; UNTERSEHER et al., 1987). No universo holográfico a natureza do todo está em cada parte, extrapolando até as árvores; cada galho tem o mesmo padrão de biomassa da árvore inteira. O fractal, por sua vez, é a imagem obtida por repetições de padrões geométricos em escalas cada vez menores (NETO, 2001). Dentro da Geometria dos Fractais, o método de Barnsley, baseado no princípio de autosemelhança pode ser apreciado em muitas plantas. Nesse caso, é possível encontrar alguma parte da figura que guarda relação de semelhança com a figura completa. A natureza fractal é incorporada em folhas e ramos como réplica exata da figura completa (JÜRGENS et al., 1900).

Os números de Fibonacci são aplicados no crescimento e desenvolvimento de muitos vegetais, estando presentes no arranjo de folhas (filotaxia), na disposição de pétalas e flores e também na ramificação de galhos. Dá-se o nome de sucessão de Fibonacci à seqüência em que cada termo, a partir do terceiro, é obtido a partir da soma dos dois anteriores, podendo ser escrita na forma:  $u(n+2) = u(n+1) + u(n)$  para  $n=1,2,3,\dots$ . Assim, os galhos de qualquer árvore podem crescer em sucessão Fibonacciana. Isso significa que o tronco principal desdobra-se em dois, desses dois surgem três, esses três formam cinco, dos cinco saem oito galhos, e assim sucessivamente (ROCHA, 1990; KATZ, 1993; AMADO e ROCHA, 1990).

As variáveis de mensuração direta utilizadas foram as seguintes:

- Espécies arbóreas ou arbustivas: peso fresco e seco de folhas, galhos; número de folhas; comprimento dos galhos; número de ramificações; diâmetro primário (1ª bifurcação), secundário (2ª bifurcação) e terciário (3ª bifurcação).

- Espécies herbáceas: número de folhas, número de galhos, comprimento de galhos, diâmetro à altura da base (DAB) e peso de raiz (na cana-de-macaco).

A secagem das partes vegetais foi realizada em sala de secagem com desumificador, sendo a temperatura média de 30 °C. A espécie *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* não foi incluída nos estudos de biomassa por meio das análises de regressão.

O número de repetições considerado nas análises de biomassa variou nas plantas estudadas, sendo superior a 30 repetições, com exceção das espécies *Maytenus robusta* (22), *Maytenus aquifolia* (16 e 27) e *Ocotea odorifera* (25). A escolha dos melhores modelos, após as análises de regressão, foi feita em função, respectivamente, dos maiores valores dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e menores valores dos erros-padrões residuais (Syx), sendo testados mais de 30 modelos por espécie. A análise gráfica de resíduos também foi utilizada na obtenção dos melhores modelos.

### ***Análise e Avaliação de Impactos Ambientais***

A análise dos impactos ambientais causados pelas atividades de exploração e manejo de plantas medicinais e aromáticas, provenientes de florestas naturais, foi feita com base na avaliação das atividades realizadas na Mata da Silvicultura durante a condução da pesquisa e por meio de bibliografia especializada, seguindo a metodologia preconizada por SILVA (1994). As principais atividades impactantes foram listadas e avaliadas em relação aos fatores dos meios físico, biótico e antrópico, a fim de reconhecer a sua importância ambiental.

### ***Situação do manejo de plantas medicinais***

De acordo com a Portaria Normativa nº 113 (25/09/1997), do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), as pessoas físicas ou jurídicas são obrigadas a ter registro no Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais. O Instituto Estadual de Florestas (IEF) também mantém o registro e cadastro de pessoas físicas e jurídicas que exploram os produtos e subprodutos da flora. Nesse aspecto, foram feitas visitas e contatos, com os

referidos órgãos, visando descrever a situação atual do Cadastro e Registro das atividades relacionadas à flora medicinal silvestre do Estado de Minas Gerais. Na Coordenadoria de Cadastro e Registro do IEF, em Belo Horizonte, foram levantados os cadastros e registros nas categorias relacionadas no Quadro 5.

**Quadro 5** – Relação das categorias de atividades, do Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais, selecionadas para o levantamento de cadastros e registros referentes a flora medicinal

Código	Descrição das atividades
02.00	Extrator, fornecedor de produtos e subprodutos da flora
02.07	Óleos essenciais
02.09	Plantas medicinais, aromáticas, raízes e bulbos, xaxim
03.00	Produtor de produtos e subprodutos da flora
03.04	Plantas medicinais, aromáticas, raízes e bulbos
06.00	Fábrica/indústria de produtos e subprodutos da flora
06.12	Beneficiamento de plantas medicinais aromáticas e assemelhante
07.00	Comerciante de produtos e subprodutos da flora
07.09	Plantas medicinais, aromáticas, raízes, bulbos e similares
09.01	Exportador de produtos e subprodutos da flora
10.01	Depósito de produto e subproduto da flora
11.02	Vendedor ambulante de raízes, cascas, folhas da flora silvestre

### ***Valoração pelos Preços de Mercado das Espécies Medicinais***

As informações referentes aos preços de mercado das 11 espécies estudadas foram obtidas em oito lojas de ervas medicinais, localizadas no Mercado Central de Belo Horizonte (Quadro 6), em uma empresa atacadista do Estado de São Paulo e um Laboratório de Fitoterápicos do Paraná.

Os dados coletados, por meio de questionário, incluíram as seguintes informações:

1. Nome popular.
2. Procedência da matéria-prima.
3. Parte usada.

4. Indicações terapêuticas.
5. Modo de usar.
6. Valor (R\$).
7. Procura por consumidores.
8. Relações comerciais com os fornecedores e/ou extratores.

**Quadro 6** – Estabelecimentos comerciais que forneceram informação sobre a comercialização, das 11 espécies medicinais estudadas

Código	Nome do Estabelecimento Comercial	Informante	Função
1	Horizonte – Ervas e Raízes Funcionamento: 3 anos	Antonio Carlos Dias	Coletor/ Proprietário
2	Consuelo e Jorge Plantas Mediciniais Funcionamento: 19 anos	Consuelo Campos de Souza	Proprietária
3	A Floresta – Erva e Raízes Mediciniais Funcionamento: (2 Lojas)	Mary das Graças D. Costa	Proprietária
4	Raizervas Mediciniais Funcionamento: 20 anos	Joaquim Aguiar	Proprietário
5	A Natureza Funcionamento: 19 anos	Terezinha Soares	Proprietária
6	Rei das 7 Ervas; Ipê – Ervas e Raízes Funcionamento: 3 anos	Ronaldo Souza	Proprietário
7	Central Ervas Funcionamento: 3 anos	Maria Aparecida Dias	Proprietária
8	Casa das Ervas e Raízes Funcionamento: 3 anos	Wemerson R. Evangelista	Proprietário
9	Ambrosifarma Com. Exp. Imp. Ltda.	Carlos Ambr	Diretor/ Proprietário
10	Herbarium Laboratório Botânico Ltda.	Laerte D'Angol	Supervisora do Controle de Qualidade

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Inventário de Plantas Medicinais

Com os dados do inventário, obtiveram-se as estimativas de parâmetros que permitem reconhecer a estrutura populacional das 11 espécies medicinais e identificar as espécies com maior potencial de manejo, considerando que a abundância reflete a capacidade de regenerar-se, assegurando a colheita sustentável. Entretanto, as técnicas de manejo com ênfase nos cultivos *in situ* favorecem a exploração comercial e a conservação dos recursos naturais.

Os resultados relacionados com a análise demográfica, em função da amostragem total (1,2 ha), encontram-se no Quadro 7.

Nas espécies negramina (*Siparuna guianensis*) e japecanga (*Smilax* sp.) houve maior distribuição, estando presentes em todas as parcelas amostradas, seguidas pela catuaba (*Trichilia catigua*) e pela caroba (*Jacaranda macrantha*).

No total foram computados 3.361 indivíduos das 11 espécies estudadas; que na parcela 12 havia maior densidade populacional e na parcela 1 maior riqueza, isto é, todas as espécies selecionadas foram amostradas nesta parcela (Quadro 8). A distribuição das espécies dentro das parcelas implica que ocorrem preferências por determinados sítios, havendo também restrições, como observado na cana-de-macaco (*Costus spiralis*), que não esteve presente nas parcelas 2, 3 e 4, que localizavam-se na mesma “microrregião” da Mata da Silvicultura.

A Figura 11 mostra a densidade absoluta, por hectare, das espécies estudadas, destacando a superioridade do número de indivíduos de negramina em relação às outras espécies, formando quase “monocultura” no sub-bosque.

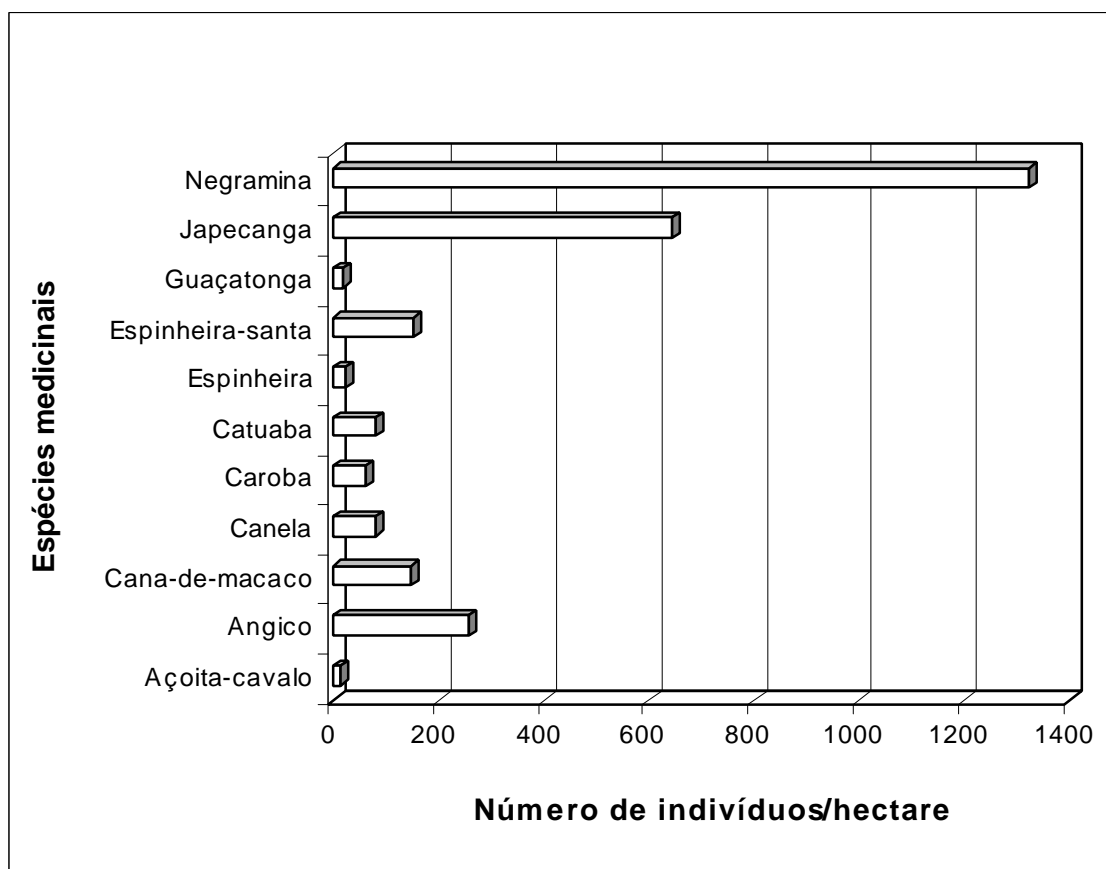
Nos Quadros 9 e 10 estão os dados correspondentes aos parâmetros meteorológicos obtidos no Distrito Meteorológico de Viçosa, Departamento de Engenharia Agrícola e as análises de solo das parcelas inventariadas na Mata da Silvicultura.

Os parâmetros climáticos mensurados, mensalmente, nas 12 parcelas inventariadas na Mata da Silvicultura constam das Figuras 12 a 15. Observa-se que os parâmetros climáticos recebem influências dos distintos microclimas existentes dentro das parcelas, e debaixo do dossel predomina a ausência de corrente forte de ar. Os gráficos também mostram as variações ocorridas em função das estações do ano.



**Quadro 8** – Números de indivíduos e de espécies nas parcelas inventariadas na Mata da Silvicultura em Viçosa-MG

Parcelas	Número total de indivíduos amostrados	Número de espécies amostradas	Observações de campo	
			Posição topográfica	Declividade
1	308	11	baixada - meia encosta	Média
2	255	6	meia encosta	Baixa
3	267	6	meia encosta - topo	Média
4	194	5	topo	Alta
5	144	9	baixada - meia encosta	Baixa
6	58	6	meia encosta - topo	Alta
7	78	7	baixada - meia encosta	Média
8	397	8	meia encosta - topo	Média
9	248	8	meia encosta - topo	Alta
10	228	9	baixada	-
11	469	9	baixada - meia encosta	Baixa
12	715	10	baixada	-
Total	3.361	11	-	-



**Figura 11** – Densidade absoluta total, por hectare, das espécies medicinais estudadas na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG.

**Quadro 9** - Parâmetros meteorológicos médios obtidos no Distrito Meteorológico de Viçosa-MG, referentes ao período experimental de 1999 a 2000

Ano	Meses	Evaporação (mm)	Insolação (horas)	Temperatura do Ar (°C)	Umidade Relativa (%)	Pressão Média (mb)
1999	Set.	5,19	6,66	19,31	67,04	937,22
	Out.	3,80	2,80	19,16	74,59	937,35
	Nov.	2,69	3,61	20,05	78,73	934,42
	Dez.	3,02	4,51	22,35	81,14	933,98
2000	Jan.	2,67	5,19	22,60	83,88	932,84
	Fev.	2,95	5,97	22,57	82,93	934,90
	Mar.	2,10	4,97	21,70	86,14	935,13
	Abr.	2,53	7,18	19,99	84,40	937,31
	Mai	2,59	6,50	17,74	84,26	937,47
	Jun.	2,63	7,82	16,18	87,20	939,11
	Jul.	2,50	5,43	15,71	87,05	938,88
	Ago.	4,07	6,59	17,56	84,79	938,62
	Set.	2,75	4,37	18,94	87,58	938,38

Segundo POTTER et al. (2001), as mudanças climáticas em pequenas áreas da floresta, sejam elas diárias ou interanuais, têm efeitos consideráveis na estrutura da floresta. Dessa forma, o desenvolvimento de sistemas silviculturais requer conhecimento dos efeitos no microclima, que em troca determinam a habilidade da floresta em alcançar a condição futura desejada. Esses efeitos são imediatos e a duração depende da magnitude da perturbação na estrutura de floresta. DIDHAM e LAWTON (1999) sugerem que os microclimas determinam a magnitude de ocorrência de algumas espécies em detrimento de outras.

**Quadro 10** – Análise de solos das parcelas inventariadas na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

Parcela	pH	Al	H+Al	Ca	Mg	Na	K	P	SB	CTC(t)	CTC(T)	V	m	Fe	Zn	Mn	Cu	U	
	E	H <sub>2</sub> O	(cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )			(mg/dm <sup>3</sup> )			(cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )			(%)		(mg/dm <sup>3</sup> )				(%)	
1	1	4,10	1,50	9,50	0,10	0,10	4,00	60,00	2,50	0,40	1,90	9,90	4,30	77,90	23,90	0,70	2,30	1,40	18,90
1	2	4,20	1,40	7,80	0,10	0,10	4,00	46,00	1,30	0,40	1,80	8,10	4,40	80,10	21,80	1,00	1,90	1,40	19,28
2	1	3,80	2,20	12,10	0,00	0,10	8,00	28,00	1,40	0,20	2,30	12,20	1,20	93,40	37,00	0,80	1,80	1,90	23,86
2	2	3,80	2,10	9,70	0,00	0,00	8,00	16,00	0,70	0,10	2,20	9,80	1,00	95,70	35,20	0,70	1,90	1,70	23,58
3	1	3,80	2,90	12,20	0,00	0,10	2,00	24,00	2,30	0,10	3,10	12,30	1,10	95,70	38,60	0,40	2,20	1,90	23,17
3	2	3,90	3,00	10,70	0,00	0,10	6,00	16,00	1,20	0,10	3,10	10,80	1,00	96,40	39,90	0,60	2,50	1,90	23,00
4	1	3,70	2,30	12,40	0,00	0,10	6,00	28,00	2,10	0,10	2,50	12,50	1,10	94,20	33,60	0,50	1,60	0,70	28,01
4	2	3,80	4,40	11,10	0,00	0,00	8,00	20,00	1,50	0,10	4,50	11,20	1,10	97,30	37,50	0,70	1,80	0,70	27,24
5	1	4,20	1,00	7,80	0,40	0,40	4,00	64,00	2,10	1,00	2,00	8,80	11,70	48,20	23,20	1,00	8,50	1,80	21,42
5	2	4,20	0,00	6,70	0,40	0,40	2,00	56,00	1,30	1,00	1,00	7,70	13,00	2,90	18,40	1,00	6,50	1,60	21,51
6	1	3,90	1,90	10,10	0,10	0,20	8,00	42,00	3,20	0,40	2,20	10,50	3,70	82,70	33,70	0,70	7,40	1,50	24,01
6	2	4,00	1,50	8,50	0,10	0,10	6,00	28,00	2,30	0,30	1,80	8,80	3,10	84,60	31,40	1,00	8,30	1,30	24,15
7	1	4,10	1,00	6,60	0,40	0,40	4,00	46,00	3,30	0,90	1,90	7,50	12,10	51,50	26,40	0,40	3,80	1,30	22,24
7	2	4,10	0,80	5,80	0,30	0,30	6,00	40,00	1,50	0,80	1,60	6,60	12,00	51,40	24,30	0,50	28,50	1,30	21,92
8	1	4,60	1,20	8,40	0,20	0,20	6,00	58,00	3,90	0,60	1,80	9,00	6,70	66,70	21,20	0,50	7,40	2,20	23,60
8	2	4,20	1,10	6,90	0,20	0,20	0,00	42,00	2,20	0,50	1,50	7,30	6,20	70,30	17,80	0,40	5,20	2,00	23,14
9	1	4,10	1,60	9,10	0,20	0,20	10,00	44,00	2,70	0,50	2,00	9,60	4,80	77,30	40,60	0,40	7,50	1,60	26,00
9	2	4,20	1,30	7,50	0,20	0,10	8,00	30,00	2,40	0,40	1,70	7,90	4,90	77,30	40,80	0,30	7,90	1,50	26,50
10	1	5,40	0,00	4,00	2,50	0,90	6,00	96,00	2,30	3,60	3,60	7,60	47,70	0,00	10,80	1,70	18,30	1,20	16,62
10	2	5,50	0,10	4,00	2,60	1,00	10,00	94,00	1,70	3,90	3,90	7,90	49,20	1,50	9,80	2,20	19,00	1,30	17,98
11	1	4,00	1,40	8,80	0,00	0,10	2,00	38,00	2,90	0,20	1,70	9,10	2,60	85,70	304,00	0,50	10,50	2,10	22,82
11	2	4,10	1,40	7,80	0,10	0,10	0,00	26,00	1,50	0,20	1,60	7,90	2,30	88,90	264,00	0,80	9,00	2,10	22,73
12	1	4,80	0,20	6,00	1,10	0,70	2,00	90,00	3,30	2,10	2,30	8,10	25,80	10,30	148,00	2,00	151,00	1,50	19,13
12	2	4,80	0,20	5,10	0,90	0,60	2,00	74,00	1,20	1,60	1,80	6,70	24,50	9,90	154,00	1,50	124,00	1,80	18,90

pH em água ou KCl – relação 1: 2m5

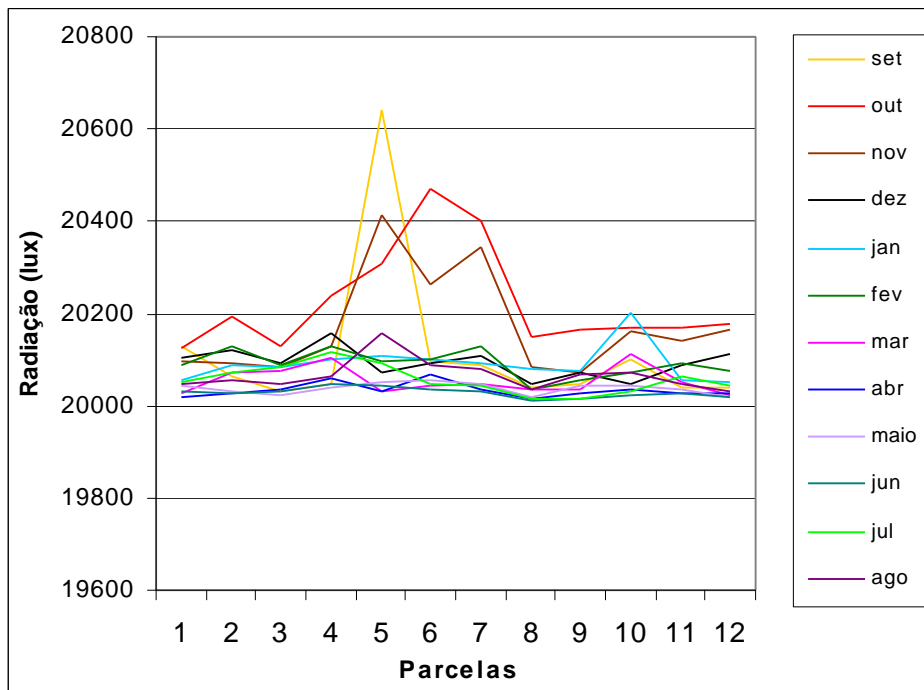
Ca – Mg – Al: extrator KCl mol/L

P – Na – K – Fe – Zn – Mn – Cu: extrator Mehlich 1

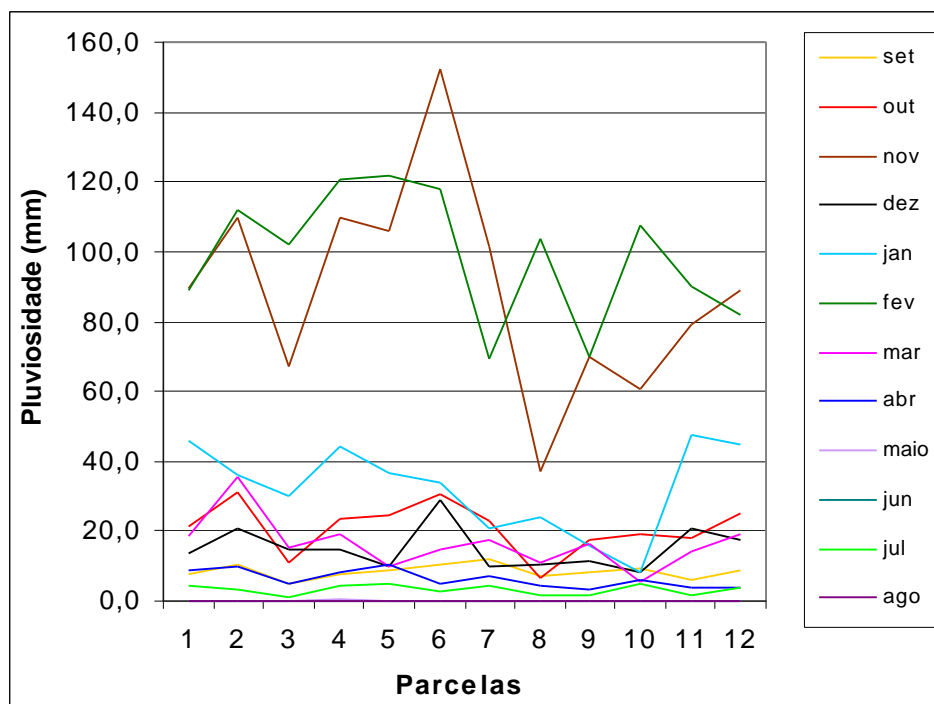
H + Al: extrator Ca(OAc)<sub>2</sub> 0,5 mol/L - pH 7,0

CTC (t) – Capacidade de Troca Catiônica Efetiva

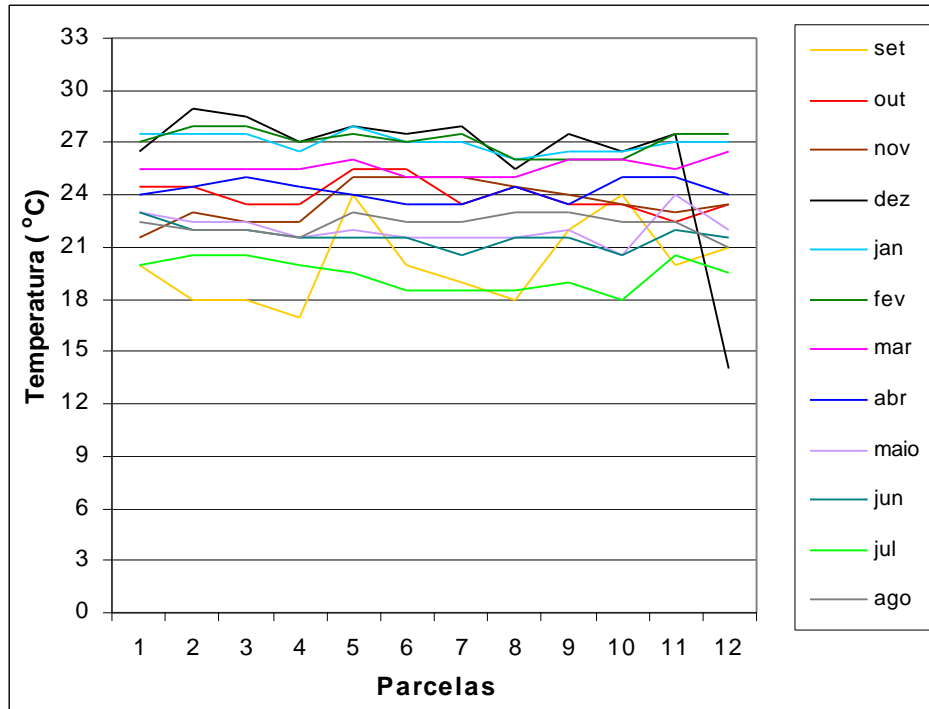
CTC (T) – Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0



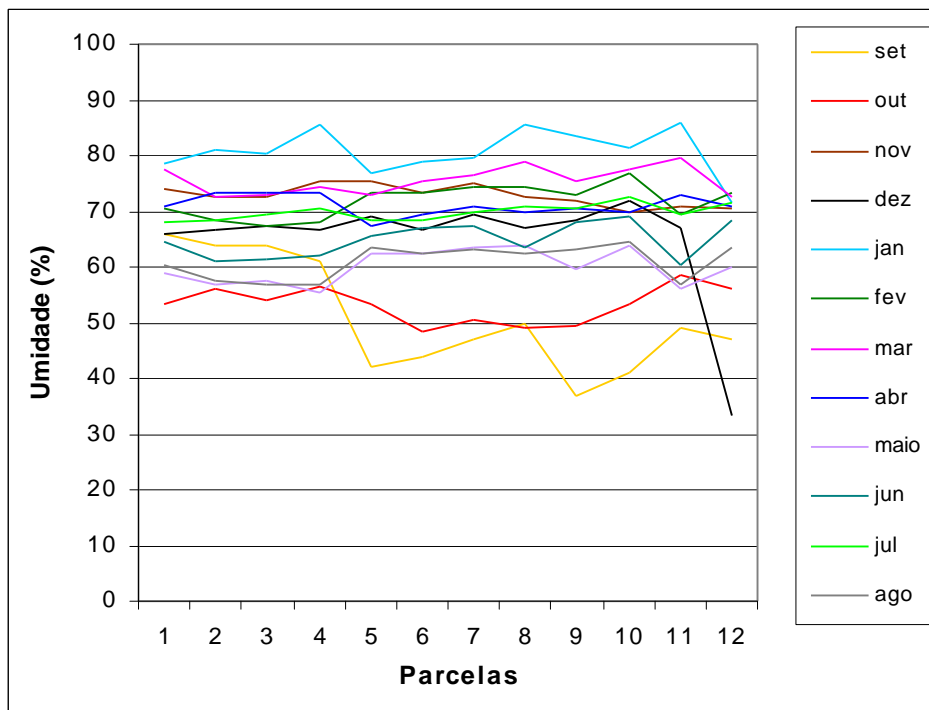
**Figura 12** – Variação anual da pluviosidade (mm) nas parcelas estudadas na Mata da Silvicultura, no período de 1999 a 2000, em Viçosa-MG.



**Figura 13** – Variação anual da radiação (lux) nas parcelas estudadas na Mata da Silvicultura, no período de 1999 a 2000, em Viçosa-MG.



**Figura 14** - Variação anual da temperatura (°C) nas parcelas estudadas na Mata da Silvicultura, no período de 1999 a 2000, em Viçosa-MG.



**Figura 15** - Variação anual da umidade (%) nas parcelas estudadas na Mata da Silvicultura, no período de 1999 a 2000, em Viçosa-MG.

## **Análise Quantitativa da Estrutura Populacional**

### **Estrutura horizontal**

A estrutura horizontal diz respeito à distribuição espacial de todas as espécies vegetais que compõem a população. A densidade absoluta, ou o número de indivíduos por hectare, é provavelmente o parâmetro ecológico de maior interesse no manejo de plantas medicinais silvestres. Esse parâmetro populacional possibilita saber quanto de qualquer recurso vegetal existe e onde se situa o local de maior abundância do material desejado, visando futuras colheitas (PETERS, 1996). De acordo com REIS (1996), os estudos demográficos permitem definir o número de indivíduos a serem explorados e as técnicas de manejo necessárias à futura exploração.

A densidade absoluta, no primeiro nível de abordagem (indivíduos com DAP  $\geq 3,18$  cm), incluiu 676 indivíduos das referidas espécies, com exceção das espécies japecanga (*Smilax* sp.) e cana-de-macaco (*Costus spiralis*). Os dados da densidade absoluta, por hectare, mostraram que a negramina (*Siparuna guianensis*), o angico (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*) e a Caroba (*Jacaranda macrantha*) foram as espécies com maior densidade, porém as outras espécies estudadas também possuíam indivíduos neste nível de abordagem, também denominado estoque adulto (Figura 16).

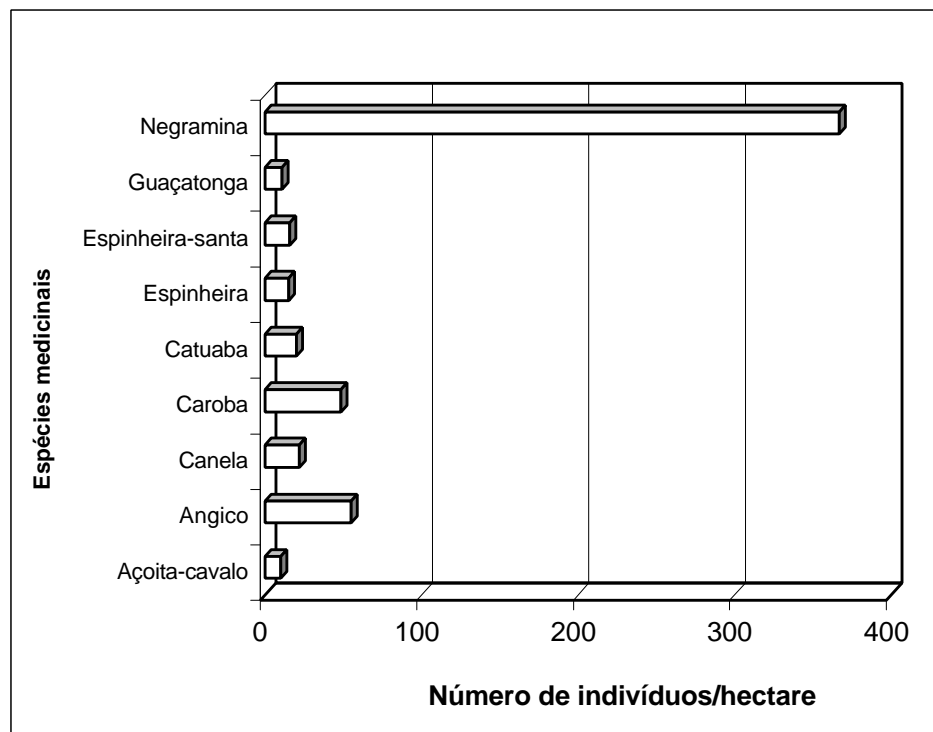
Verifica-se que nas espécies açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*), guaçatonga (*Casearia sylvestris*), espinheira (*Maytenus aquifolia*) e espinheira-santa (*Maytenus robusta*) a população estava em torno de 10 a 15 indivíduos, por hectare. No entanto, na espécie *Maytenus aquifolia* houve predomínio de arvo-retas e neste caso, não seria lógico afirmar que a população é pequena.

ALMEIDA (1996) menciona que, em pequenos fragmentos, a população reduzida de muitas espécies de plantas, geralmente inferior a 15 indivíduos, constitui problema de auto-sustentabilidade, mas, em alguns casos, a redução na população é muitas vezes um mecanismo de defesa das espécies, de modo a se livrar de predadores. No entanto, as exigências ambientais determinam o estabelecimento de qualquer comunidade em determinado local.

O manejo deve considerar a necessidade de manutenção das características demográficas e genéticas das populações naturais de cada espécie. Assim, além de tomar-se em conta a exploração em níveis que possam ser repostos pelo próprio comportamento demográfico da espécie, há que se

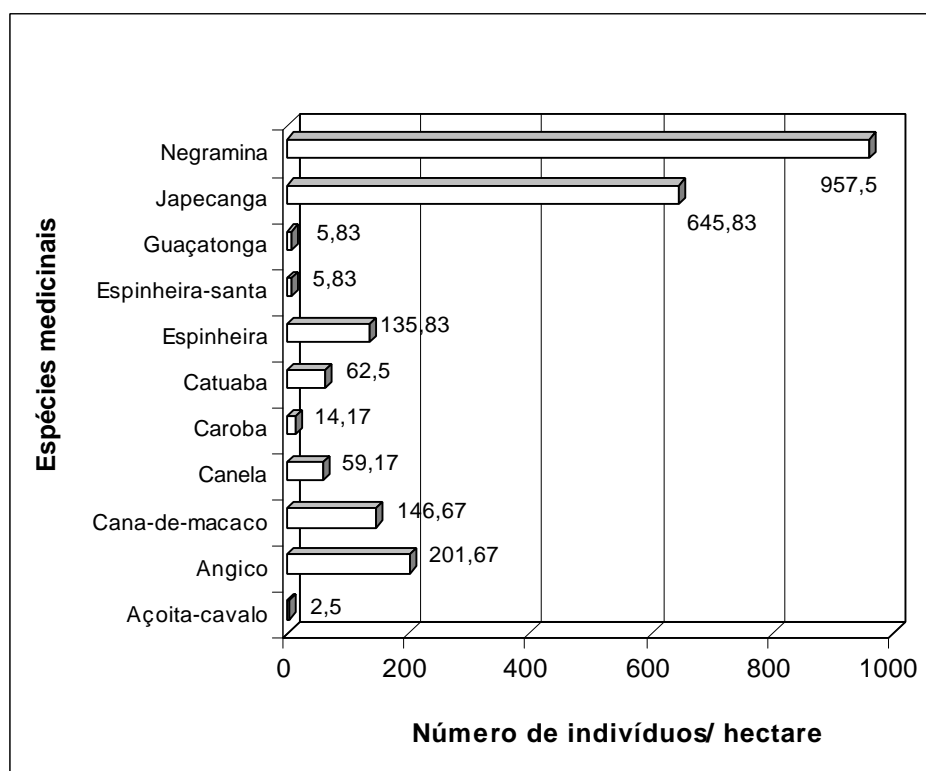
manter indivíduos reprodutivos que possam repor os estoques (regeneração natural) não só quantitativamente (número de propágulos) como também qualitativamente (características genéticas das sementes). Com o objetivo de manter os níveis elevados de heterozigidade e o grande número de alelos por loco, possibilitando a perpetuação do processo exploratório, torna-se necessária a manutenção de indivíduos reprodutivos na área (REIS e GUERRA, 2000).

De acordo com o Índice de Agregação de MacGuinnes, a negramina estava uniformemente dispersa na Mata da Silvicultura, enquanto no angico e na espinheira a distribuição estava agregada. Estas espécies também tinham alta densidade no segundo nível de abordagem (indivíduos com altura maior que 1,30 m e DAP < 3,18 cm), que pode ser chamado também de estoque em crescimento das espécies arbóreas. Entende-se também por regeneração natural considerando que pertencem a uma classe de DAP imediatamente inferior à do primeiro nível de abordagem, sendo, então, uma classe de tamanho de regeneração natural (CTRN).



**Figura 16** – Densidade absoluta das espécies medicinais no primeiro nível de abordagem (DAP  $\geq$  3,18 cm).

Os dados referentes às estimativas de densidade absoluta dos estoques em crescimento e em regeneração natural (Figura 17) mostram que em *Siparuna guianensis*, *Anadenanthera colubrina* var. *cebil*, *Maytenus aquifolia*, *Trichilia catigua* e *Ocotea odorifera* os valores de regeneração natural foram maiores. Estas cinco espécies perfizeram 98% da “regeneração natural” observada entre as espécies selecionadas.



**Figura 17** – Densidade Absoluta das espécies medicinais, no segundo nível de abordagem (DAP < 3,18 cm e Ht > 1,30 m).

As outras espécies sem regeneração natural satisfatória são tipicamente heliófitas. Por outro lado, a propagação natural pode estar sendo afetada, provavelmente, por causa da área do fragmento, do isolamento e da ausência de polinizadores e dispersores, determinando a necessidade de estudar técnicas de manejo destinadas ao enriquecimento e à futura produção econômica.

De acordo com o Índice de MacGuinnes, com exceção do açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*) com tendência ao agrupamento, nas espécies canela (*Ocotea odorifera*), caroba (*Jacaranda macrantha*), catuaba (*Trichilia catigua*), espinheira-santa (*Maytenus robusta*) e guaçatonga (*Casearia sylvestris*) o padrão de distribuição foi do tipo agregado.

ALMEIDA JÚNIOR (1999), em estudo realizado em um fragmento florestal em Viçosa-MG, observou que a canela possui estrutura populacional caracterizada pela presença de grande número de indivíduos, a maioria ainda jovens, ocupantes do sub-bosque da floresta; sua dispersão é irregular e descontínua, formando, em determinadas áreas, densos povoamentos, e, em outras áreas, chega a ser rara e até inexistente. FERNANDES (1998) constatou baixíssima ocorrência dessa espécie em um grande fragmento adjacente à área citada por ALMEIDA JÚNIOR (1999).

A japecanga (*Smilax* sp.) esteve entre as espécies mais densas, juntamente com a cana-de-macaco; segundo o Índice de MacGuinnes, elas têm distribuição do tipo uniforme e agregada, respectivamente. Em trabalho realizado em uma floresta na Indonésia, CANIAGO e SIEBERT (1998) encontraram 250 espécies medicinais, com 165 gêneros e 75 famílias, utilizadas pela população local. Entre elas estavam a *Smilax zeylanica* L., presente em ambientes com diferentes estágios de regeneração, sendo encontrados 429 indivíduos por hectare em áreas próximas ao rio; contudo, 400 ind./ha foram computados nas áreas em estágio inicial de regeneração. *Costus speciosus* Oen. também teve maior densidade em áreas próximas ao rio, com cerca de 112 ind./ha, porém foram encontrados 100 ind./ha em locais onde foram realizados cortes de madeira, em 1994.

Em qualquer comunidade florestal, as espécies podem estar distribuídas no espaço de diferentes formas. Os padrões de distribuição podem ser (ODUM, 1985): aleatório, uniforme e agrupado. As espécies com distribuição de forma agrupada na floresta provavelmente têm também dispersão de sementes a curta distância e predação de sementes e plântulas não associada à distância da matriz. Já as espécies cujas árvores distribuem-se de forma dispersa e distantes uma das outras na mata devem ter, por coerência, dispersão de sementes a longa distância e maior probabilidade de predação próximo à árvore matriz (ALMEIDA, 1996).

A variabilidade, no meio ambiente e na estrutura populacional, tem fundamental importância na dinâmica de população, e o manejo deve ser entendido como o manejo dessa variabilidade. Assim, o manejo do habitat não deve estar apoiado apenas na densidade da população, mas na habilidade consistente em sustentar essas populações (SHEA, 1998), isto é, manter o crescimento contínuo do povoamento e conservar a sua capacidade de produção sustentável.

A densidade absoluta informa sobre a participação das espécies dentro de qualquer associação vegetal. É considerada medida precisa, que permite comparações diretas de diferentes áreas e espécies (FERNANDES, 1998). A densidade também reflete o potencial ecológico das espécies vegetais que compõem determinada área, identificando seu nicho ecológico.

O nicho, definido como o conjunto de condições ambientais que permitem a existência permanente de alguma espécie, sumariza o complexo de atributos ecológicos, incluindo suas tolerâncias abióticas, sua taxa mínima de crescimento relativo, sua fenologia, sua suscetibilidade a inimigos e sua capacidade relativa de competir com outras espécies. Algumas espécies possuem amplitude de nicho grande, e outras o contrário (O'BRIEN e O'BRIEN, 1995).

Avaliações quantitativas da densidade absoluta de espécies também podem ser a base do monitoramento ecológico, provendo medidas da sustentabilidade a longo prazo, na exploração do recurso vegetal (HALL e BAWA, 1993). No Quadro 11 constam os dados das densidades absolutas das espécies medicinais, nos dois níveis de abordagem: 1) indivíduos com DAP (diâmetro à altura do peito, medido a 1,30 m do solo)  $\geq 3,18$  cm e 2) indivíduos com altura maior que 1,30 m e DAP  $< 3,18$  cm.

Cada espécie de planta pode tolerar até determinado conjunto de condições favoráveis. A frequência com que esse conjunto de condições favoráveis ocorre determina se a espécie teria ocorrência comum ou rara (um indivíduo por hectare). Algumas espécies possuem ampla tolerância e outras possuem limite de tolerância mais estreito (O'BRIEN e O'BRIEN, 1995).

**Quadro 11** - Densidade absoluta (DA) das espécies medicinais estudadas, nos dois níveis de abordagem: 1) indivíduos com DAP (diâmetro à altura do peito, medido a 1,30 m do solo)  $\geq 3,18$  cm e 2) indivíduos com altura maior que 1,30 m e DAP  $< 3,18$  cm, na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

Nome popular/ Nome científico	Nível 1 de abordagem												Nível 2 de abordagem											
	Parcelas												Parcelas											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Açoita-cavalo <i>Luehea grandiflora</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1	2	-	1	-	2	-	1	-	5	-	1	-
Angico <i>A. colubrina</i> var. <i>cebil</i>	3	-	-	-	8	-	2	15	-	92	2	120	12	-	-	-	3	5	8	15	-	12	2	9
Canela <i>Ocotea odorifera</i>	1	38	6	9	1	-	1	7	6	2	-	-	1	1	2	3	1	2	3	10	3	-	-	-
Caroba <i>Jacaranda macrantha</i>	1	-	2	3	1	-	-	-	-	3	6	1	18	2	10	7	-	-	-	2	8	3	8	-
Catuaba <i>Trichilia catigua</i>	3	10	2	18	4	-	5	4	6	3	7	13	4	4	-	-	1	-	2	1	1	4	3	4
Espinheira <i>Maytenus aquifolia</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	9	-	153	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	16
Espinheira-santa <i>Maytenus robusta</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	6	-	2	2	-	-	4	1	-	-	3	-	5	2
Guaçatonga <i>Casearia sylvestris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	7
Negramina <i>Siparuna guianensis</i>	102	73	61	54	49	18	29	202	120	44	212	185	66	14	8	7	32	16	17	66	60	32	34	88

As altas freqüências mostram que as espécies encontram-se bem distribuídas no espaço. A população de espinheira (*Maytenus aquifolia*) era como uma mancha no fragmento, formando um grupo denso, que pode ser explicado provavelmente pela emissão de brotações pelas raízes dos indivíduos maiores. É visível que de determinada planta saem inúmeros rebentos ao longo das raízes mais superficiais. Todavia, também foi possível observar o ciclo reprodutivo da espécie, com pico de floração em setembro e frutificação nos meses de novembro a janeiro. Nesse caso, os frutos, antes de caírem ao chão, são predados por alguma espécie de animal, pois muitas vezes foram observados apenas os tegumentos dos frutos ou parcialmente consumidos. O mesmo comportamento não foi observado na outra espécie de *Maytenus*, neste trabalho denominada espinheira-santa (*M. robusta*), que permaneceu na fase vegetativa e não emitiu rebentos.

Na guaçatonga, por sua vez, houve baixa freqüência no segundo nível de abordagem. De acordo com LORENZI (1992), esta espécie produz anualmente grande quantidade de sementes, amplamente disseminada por pássaros, mas com taxa de germinação geralmente baixa. Foi possível observar que ocorrem muitos indivíduos jovens nas trilhas da Mata da Silvicultura, onde a luminosidade é maior. As espécies pioneiras têm mecanismos envolvidos na longevidade das sementes no solo por meio da dormência e/ou na dispersão das sementes a longas distâncias das matrizes (VIANA, 1990). Outra observação referente a esta espécie diz respeito à sua fase reprodutiva desuniforme, com a presença de inflorescências nos meses de junho a agosto, porém não foi observada a presença de frutos e sementes, talvez pelo alto índice de predação.

Os padrões de distribuição de espécies vegetais na área podem ajudar a indicar os fatores ambientais predominantes que determinam a estrutura da comunidade de plantas. As florestas tropicais são compostas por muitas espécies; poucas são muito abundantes e coexistem com grande número de espécies raras. A distribuição espacial das espécies indica a sua habilidade em explorar as condições do habitat, o que certamente constitui importante elemento da coexistência das espécies. Dessa forma, espécies com exigências similares possivelmente possuem padrões similares de distribuição espacial, dando origem às associações (O'BRIEN e O'BRIEN, 1995).

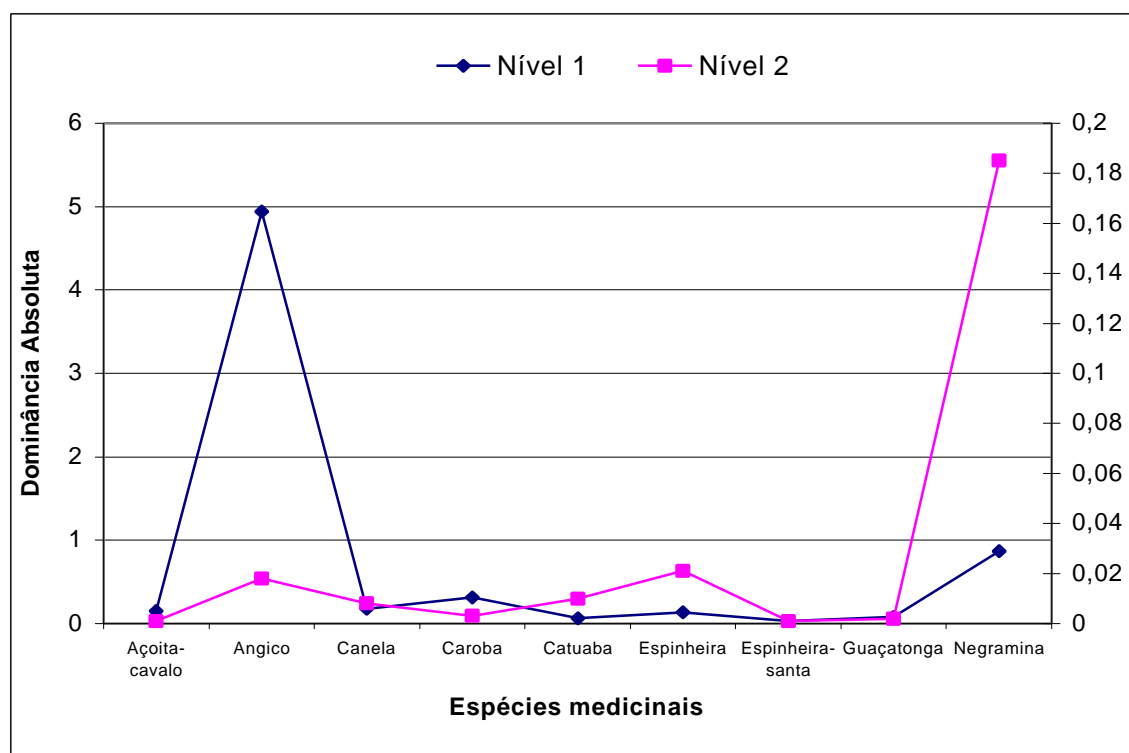
A Mata da Silvicultura é como a grande maioria dos remanescentes florestais da Zona da Mata mineira: embora possua dimensões pequenas em

área, tem composição florística rica em espécies. De acordo com MEIRA NETO (1997), na Mata da Silvicultura foram identificadas 154 espécies arbóreas (DAP  $\geq$  3,18 cm) pertencentes a 105 gêneros de 47 famílias botânicas, sendo o índice de diversidade de Shannon Weaver (H') de 4,02 nats/espécie, caracterizando alta diversidade de espécies na área e mostrando coerência com o estágio de desenvolvimento da floresta.

A dominância absoluta (DoA) também informa a densidade da espécie, porém em termos de área basal, identificando sua dominância sob esse aspecto. A Figura 18 mostra que a dominância absoluta foi maior nas espécies negramina (*Siparuna guianensis*) e angico (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*). Nesse caso, a comparação entre densidade e dominância mostra que o angico, mesmo com número de indivíduos menor que a negramina, atingiu maior dominância total, pois nos indivíduos amostrados os diâmetros eram maiores, enquanto a população de negramina se encontra nas classes menores de diâmetro. No segundo nível de abordagem, a negramina teve valores superiores aos de outras espécies, sendo considerada espécie dominante na Mata da Silvicultura. A ocorrência natural de “monoculturas” de espécies medicinais implica a oportunidade de integrar a utilização com a conservação da Mata Atlântica, assim como a ocorrência abundante de árvores frutíferas na Floresta Amazônica (PETERS, 1990).

A dominância permite medir a potencialidade produtiva das espécies, constituindo-se em parâmetro útil na determinação da qualidade do sítio. O grau de dominância fornece a idéia da influência que cada espécie exerce sobre as demais, uma vez que grupos com dominância relativamente alta, possivelmente, representam as espécies mais bem adaptadas aos fatores físicos do habitat. Embora definida originalmente como a projeção total da copa por espécie e por unidade de área, atualmente é mais comumente utilizada a área basal, por haver estreita relação entre ambas, em virtude da maior facilidade na obtenção dos dados (FERNANDES, 1998).

De acordo com MEIRA NETO (1997), em estudo na Mata da Silvicultura, as espécies negramina, angico e caroba, estiveram entre as 10 mais importantes de acordo com o Índice de Valor de Importância, definido como somatório dos valores relativos de densidade, dominância e frequência. A importância das espécies caracteriza-se pelo número de árvores e suas dimensões (densidade e dominância), que determinam sua ocupação no ecossistema, não importando se aparecem isoladas ou em grupos (HOSOKAWA, 1995).



**Figura 18** – Dominância absoluta das espécies medicinais estudadas na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG.

### ***Estrutura Vertical***

A posição sociológica de cada espécie na comunidade é determinada pela estratificação do povoamento em classes de altura. Esse parâmetro da estrutura vertical permite reconhecer as espécies dominantes, intermediárias e dominadas (SOUZA e LEITE, 1993). Nesta análise foram consideradas apenas as espécies de interesse; dessa forma, esse valor reflete apenas a relatividade entre as espécies, e não com o povoamento, que compõem a Mata da Silvicultura.

Das 11 espécies estudadas, em nove constatou-se maior número de indivíduos representantes no estrato médio (altura maior que 0,6 m e menor que 7,2 m), e em duas espécies, caroba (*Jacaranda macrantha*) e espineira-santa (*Maytenus robusta*), constatou-se pequeno aumento no número de representantes no estrato superior (> 7,20 m) (Quadro 12). A caroba é espécie pioneira, de crescimento rápido, segundo LORENZI (1992); já a espineira-santa, espécie heliófita, pode ser considerada arvoreta, com poucos indivíduos alcançando mais de 10 metros de altura.

**Quadro 12** – Análise da estrutura vertical da população de plantas medicinais estudadas, em função da amostragem total, na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

Espécies medicinais	Estratificação em classes de alturas		Posição sociológica relativa (PSR)
	Estrato médio (0,6 m – 7,2 m)	Estrato superior ( > 7,2 m)	
	Número de indivíduos	Número de indivíduos	
Açoita-cavalo	8	7	0,27
Angico	266	42	8,59
Cana-de-macaco	176	0	5,62
Canela	82	15	2,65
Caroba	35	40	1,22
Catuaba	87	12	2,81
Espinheira	179	2	5,72
Espinheira-santa	11	15	0,39
Guaçatonga	14	6	0,46
Japacanga	775	0	24,73
Negramina	1.482	107	47,54

Quando se analisam separadamente os dois níveis de abordagens, verifica-se que na cana-de-macaco (*Costus spiralis*) cerca de 56% dos indivíduos possuem 0,70 m de altura e o restante se encontra na faixa de 0,70 a 3,5 m de altura; em poucos indivíduos a altura foi superior a esse limite. No caso da japacanga (*Smilax* sp.), de caule volúvel, os valores referem-se ao comprimento dos indivíduos e não à altura, como nas outras espécies. Observou-se que 33% dos indivíduos possuem comprimento entre 0,7 e 3,5 m e que a grande maioria possui cerca de 0,6 m de comprimento. No entanto, ocorrem indivíduos com mais de 3,5 m.

### ***Estrutura Diamétrica e Volumétrica***

A análise de distribuição diamétrica, com amplitude de 3,18 cm por classe, e as estimativas médias de volumes (m<sup>3</sup>/ha) encontram-se no Quadro 13. Esta análise mostra valores decrescentes de número de indivíduos, por hectare, nas classes de diâmetros maiores. Existe a tendência de haver maior número de indivíduos nas classes de menor diâmetro, indicando a possibilidade de reposição dos indivíduos maiores, caso estes venham a ser retirados. Esse padrão é típico dos fragmentos nativos (florestas inequidâneas), isto é, o

número de árvores por classe de diâmetro decresce exponencialmente na forma de “J” invertido (O'BRIEN e O'BRIEN, 1995). A espécie *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* possui representantes nas maiores classes de diâmetro, sendo indivíduos de grande porte, alcançando alturas maiores que 20 m. A ocorrência de espécies pioneiras grandes na floresta madura pode refletir persistência de rápido crescimento, em vez de vida longa (JARDIM et al., 1993).

A distribuição diamétrica fornece informações sobre a regeneração das espécies estudadas, uma vez que cada classe de diâmetro é regeneração natural da classe de diâmetro imediatamente superior (CARVALHO, 1984). A distribuição diamétrica das espécies pioneiras indica que nos estádios médios e avançados de sucessão florestal esse grupo tende a diminuir. No entanto, nestas espécies a estratégia de reprodução e permanência no fragmento é a presença do estoque de sementes viáveis no solo (banco de sementes), que é ativado com a queda de árvores e abertura de clareiras (VIANA, 1990).

As espécies que formam banco de sementes, como estratégia de estabelecimento, expressam a síndrome comportamental que implementaria o seguinte modelo: produção abundante de sementes, dormência, grande longevidade e eficientes mecanismos de dispersão (PINA-RODRIGUES et al., 1990).

Ainda segundo esse autor, os estudos sobre a composição do banco de sementes no solo, em florestas tropicais, mostram a alta representatividade de espécies pioneiras, enquanto as espécies dos grupos ecológicos secundária e clímax se caracterizam pela curta longevidade natural e pouca ou nenhuma dormência, germinando assim que atingem o solo, passando a compor o banco de plântulas do fragmento. A densidade das plântulas está relacionada principalmente com a disponibilidade de sementes e a frequência de microambientes adequados. A germinação e o estabelecimento de plântulas constituem fases do ciclo de vida da planta em que há altas taxas de mortalidade. Dois fatores parecem ser os mais importantes: estresse hídrico e herbivoria (SOARES et al., 1994).

A distribuição dos indivíduos por classes de diâmetro, nas diversas parcelas amostradas na Mata da Silvicultura, permite supor quantos indivíduos seria possível explorar, considerando como estratégia o sistema de colheita controlada e não a supressão dos indivíduos. Em cada espécie existem particularidades, como por exemplo o alto grau de herbivoria observado nos indivíduos de espinheira-santa (*Maytenus robusta*); contudo presumindo que o

ciclo de exploração possa ter início em função das classes de DAP selecionadas, seria possível manejar cerca de 21 indivíduos de canela (*Ocotea odorifera*)/ha, com DAP > 3,20 cm, visando a retirada de biomassa medicinal. O manejo determinado no Quadro 13 para cada espécie considera a possibilidade de exploração dos indivíduos que estariam no estoque disponível de aproveitamento sustentável, gerando produtos e conseqüentemente fontes alternativas de recursos econômicos.

A retirada de biomassa deve considerar, entre outros fatores, a fenologia de cada espécie e a melhor época de colheita – determinada pelos maiores teores de óleo essencial nessa planta. Outro fator a ser considerado é que o ciclo de corte depende da parte vegetal a ser explorada. No caso da canela, as folhas, os galhos e as cascas são os órgãos de interesse medicinal e econômico, porém o incremento de biomassa foliar é bem mais eficiente que a reposição de cascas – órgão de interesse em outras espécies, como açoite-cavalo, angico e catuaba. Com o objetivo de estabelecer o fator de produção entre o manejo e a qualidade das plantas medicinais a serem exploradas, foram analisados os princípios ativos, por espécie, em função da época de colheita e parte vegetal, estando os resultados apresentados nos capítulos seguintes.

Os volumes estimados mostram que há variações entre as espécies na mesma classe de diâmetro, sendo estas decorrentes de fatores genéticos, fisiológicos e ecológicos que afetam o crescimento individual, seja na produção de galhos, folhas e raízes (RYAN et al., 1997). No entanto, a floresta tropical é dinâmica e a abertura de clareiras é a principal responsável pela variabilidade espacial e temporal da estrutura.

A produtividade é dependente de processos bióticos e abióticos. No entanto, muitos estudos têm tratado as características bióticas dos ecossistemas como funções dependentes de fatores abióticos, isto é, características bióticas, como riqueza de espécies ou estrutura de comunidade, têm sido tratadas como variáveis dependentes de muitos fatores abióticos, como luz, temperatura, precipitação, nutrientes e solo. Todavia, os limites da produtividade são claramente determinados por fatores abióticos, como o clima e a geologia, e as características bióticas do ecossistema podem também influenciar fortemente a produtividade local (NAEEM et al., 1996).

**Quadro 13** – Distribuição diamétrica (amplitude de 3,18 cm) e volume (m<sup>3</sup>) das espécies medicinais estudadas na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

Espécies medicinais	Classe DAP (cm)	Nº ind./ha (média)	Volume total (m <sup>3</sup> )	Volume cascas (m <sup>3</sup> )	Volume copa (m <sup>3</sup> )
Açoita-cavalo	Reg. Natural	2,50	0,0057	0,0006	0,0019
	3,2 – 6,3	0,833	0,0140	0,0019	0,0042
	6,4 – 9,4	3,333	0,0549	0,0086	0,017
	9,5 – 12,6	2,50	0,1557	0,0245	0,0426
	12,7 – 15,8	1,667	0,3169	0,0179	0,0598
	15,9 – 19,0	0,833	0,1981	0,0266	0,0441
	28,6 – 31,7	0,833	0,9072	0,0669	0,1329
	Potencial de Manejo: $\cong$ 5 ind./ha (DAP>9,5 cm)				
Angico	Reg. Natural	201,667	0,0614	0,0073	0,022
	3,2 – 6,3	16,667	0,1329	0,0119	0,0383
	6,4 – 9,4	5,00	0,1211	0,0193	0,0363
	9,5 – 12,6	5,00	0,6828	0,0341	0,0997
	12,7 – 15,8	2,50	0,6465	0,0374	0,0814
	15,9 – 19,0	0,833	0,4126	0,0130	0,0506
	19,1 – 22,2	2,50	1,5402	0,0376	0,2157
	22,3 – 25,3	0,833	0,6037	0,0294	0,0884
	25,4 – 28,5	1,667	1,8462	0,0200	0,2136
	28,6 – 31,7	0,833	0,5723	0,0729	0,1075
	31,8 – 34,9	3,333	4,0063	0,3454	0,5983
	35,0 – 38,1	2,50	4,3424	0,2945	0,5628
	38,2 – 41,2	1,667	3,5838	0,2384	0,4388
	41,3 – 44,4	1,667	4,8922	0,1861	0,4867
	47,7 – 50,8	1,667	4,8686	0,4597	0,6176
	50,9 – 54,0	1,667	5,4008	0,5428	0,6844
	54,1 – 57,1	0,833	3,2011	0,3273	0,3917
	60,4 – 63,5	0,833	5,3772	0,2991	0,4474
	66,8 – 69,9	0,833	4,9727	0,5577	0,5653
	73,1 – 76,2	1,667	11,8374	1,2653	1,2479
76,3 – 79,4	0,833	7,9729	0,6503	0,6629	
82,7 – 85,8	1,667	15,3261	1,7660	1,5556	
Potencial de Manejo: $\cong$ 22 ind./ha (DAP >22,3 cm)					
Canela	Reg. Natural	59,167	0,0248	0,0034	0,0091
	3,2 – 6,3	11,667	0,1539	0,0138	0,0420
	6,4 – 9,4	4,167	0,1417	0,0164	0,0376
	9,5 – 12,6	3,333	0,2776	0,0210	0,0609
	12,7 – 15,8	0,833	0,1702	0,0151	0,0345
	19,1 – 22,2	0,833	0,2347	0,0318	0,0512
	28,6 – 31,7	0,833	0,6990	0,0798	0,1222
Potencial de Manejo: $\cong$ 22 ind./ha (DAP > 3,2 cm)					

Continua...

**Quadro 13, cont.**

Espécies medicinais	Classe DAP (cm)	Nº ind./ha (média)	Volume total (m³)	Volume cascas (m³)	Volume copa (m³)
Caroba	Reg. Natural	14,167	0,0106	0,0014	0,0037
	3,2 - 6,3	15,833	0,1258	0,0158	0,0386
	6,4 - 9,4	14,167	0,4539	0,0507	0,1199
	9,5 - 12,6	11,667	0,9072	0,0910	0,2128
	12,7 - 15,8	5,833	1,069	0,0716	0,2070
	15,9 - 19,0	0,833	0,2640	0,0224	0,0496
	Potencial de Manejo: $\cong$ 18 ind./ha (DAP > 9,5 cm)				
Catuaba	Reg. Natural	62,50	0,0410	0,0049	0,0143
	3,2 - 6,3	14,167	0,1396	0,0156	0,0409
	6,4 - 9,4	5,00	0,1464	0,0162	0,0391
	15,9 - 19,0	0,833	0,2688	0,0174	0,0477
	Potencial de Manejo: $\cong$ 6,0 ind./ha (DAP > 6,4 cm)				
Espinheira	Reg. Natural	135,833	0,0590	0,0085	0,0223
	3,2 - 6,3	13,333	0,0791	0,0119	0,0259
	6,4 - 9,4	0,833	0,0198	0,0023	0,0055
	9,5 - 12,6	0,833	0,0323	0,0052	0,0093
	Potencial de Manejo: $\cong$ 15 ind./ha (DAP > 3,2 cm)				
Espinheira- santa	Reg. Natural	5,833	0,0037	0,0005	0,0013
	3,20 - 6,3	6,667	0,0889	0,0013	0,0214
	6,4 - 9,4	4,167	0,1534	0,0141	0,0384
	9,5 - 12,6	1,667	0,1231	0,0129	0,0293
	12,7 - 15,8	0,833	0,1312	0,0118	0,0276
	15,90 - 19,00	0,833	0,1628	0,0216	0,0370
	19,10 - 22,20	1,667	0,8889	0,0419	0,1377
	Potencial de Manejo: $\cong$ 16 ind./ha (DAP > 3,2 cm)				
Guaçatonga	Reg. Natural	5,00	0,0044	0,0005	0,0015
	3,2 - 6,3	6,667	0,0484	0,0059	0,015
	6,4 - 9,4	1,667	0,0368	0,0049	0,0106
	9,5 - 12,6	0,833	0,0475	0,0063	0,0124
	12,7 - 15,8	0,833	0,1312	0,0138	0,0287
	15,9 - 19,0	1,667	0,3934	0,0400	0,0805
	Potencial de Manejo: $\cong$ 5 ind./ha (DAP > 6,4 cm)				
Negramina	Reg. Natural	957,50	0,6826	0,0839	0,2404
	3,2 - 6,3	290,00	2,3455	0,2980	0,7209
	6,4 - 9,4	72,50	1,7427	0,2414	0,5003
	9,5 - 12,6	3,33	0,1614	0,0198	0,0419
	25,4 - 28,5	0,833	0,5975	0,0630	0,1045
Potencial de Manejo: $\cong$ 367 ind./ha (DAP > 3,2 cm)					

Regeneração Natural (DAP &lt; 3,18cm e Ht &gt; 1,30 m).

Segundo Phillips, citado por JESUS et al. (1992), com exceção das espécies pioneiras, as taxas de incremento em volume das árvores tropicais são baixas, podendo-se considerar normais valores entre 1 e 3 m<sup>3</sup>/ha.ano. O crescimento em diâmetro varia entre espécies, entre classes diamétricas e segundo o grau de tolerância à luz. Em média, as espécies pioneiras crescem em torno de 1 cm/ano, enquanto em algumas espécies clímax o incremento periódico é de 0,10 cm/ano (JESUS et al., 1992).

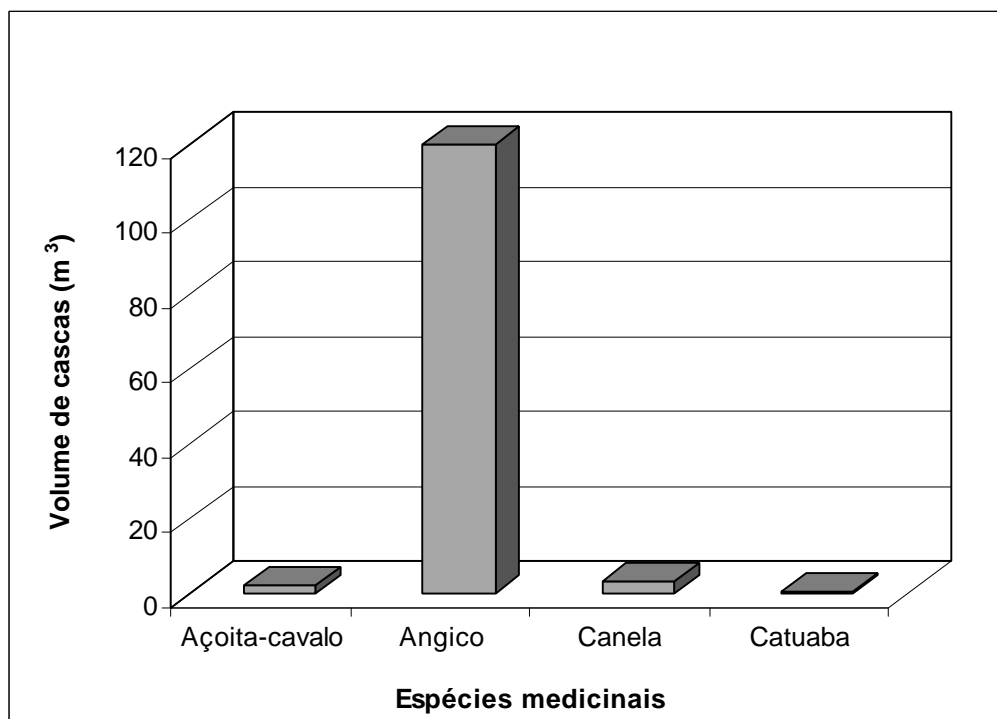
Na Figura 19 estão as estimativas médias dos volumes de casca (m<sup>3</sup>) das espécies angico, canela, catuaba e açoita-cavalo, obtidas pelo emprego de equações volumétricas recomendadas pelo Centro Tecnológico de Minas Gérias (CETEC).

Na Figura 20 têm-se as estimativas médias do volume de copa (m<sup>3</sup>) de oito espécies medicinais: negramina, caroba, canela, catuaba, açoita-cavalo, espinheira-santa, espinheira e guaçatonga.

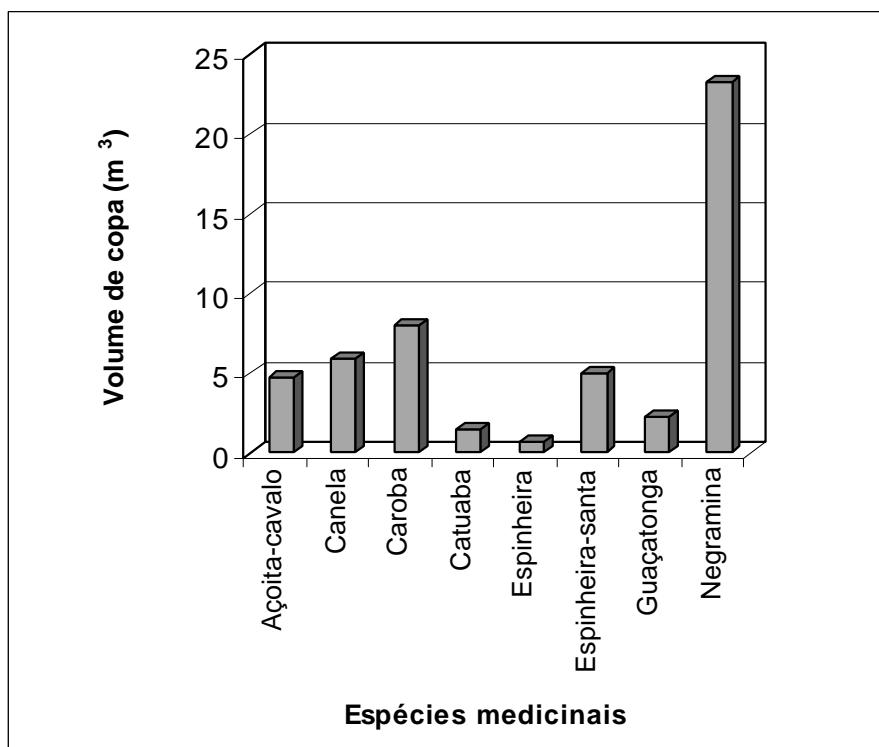
Os inventários convencionais, que determinam a existência de madeira em pé, raramente incluem dados suficientes sobre suas possibilidades econômicas integrais, como a exploração de plantas medicinais, aromáticas, ornamentais e outras (MAINI, 1992). Assim, o processo de estimativa volumétrica é definido em função do volume de madeira, e as variáveis, geralmente, incluem a mensuração do diâmetro à altura do peito (DAP) e a altura (total e comercial) de cada indivíduo amostrado. No caso das plantas medicinais, as dificuldades se iniciam nas bases, ou seja, na própria adequação das metodologias de mensuração dessas espécies, com o objetivo de determinar a biomassa útil (PAVAN-FRUEHAUF, 2000).

Em trabalho realizado por PÉREZ (2001) foi verificado que existe tendência de o maior percentual de óleo acompanhar o aumento das classes diamétricas quando o óleo é extraído do fuste ou de galhos finos de candeia (*Eremanthus erythropappus*). Contudo, quando o óleo é extraído das folhas observa-se o contrário: na classe de 10–15 cm de diâmetro observam-se os maiores valores, seguida pela classe anterior, com diâmetro de 5–10 cm.

A colheita de cascas pode ser realizada em indivíduos jovens e espécies com larga fase reprodutiva, desde que sejam espécies arbustivas ou árvores de pequeno porte. As folhas podem ser colhidas de indivíduos jovens de espécies arbóreas de grande porte e também de indivíduos jovens e reprodutivos de espécies arbustivas e arbóreas de pequeno porte. Contudo, deve haver monitoramento dos indivíduos e da população (HALL e BAWA, 1993).



**Figura 19** – Estimativas médias de volume de cascas (m<sup>3</sup>) de quatro espécies medicinais estudadas na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG.



**Figura 20** – Volume de copa (m<sup>3</sup>) de oito espécies medicinais estudadas na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG.

GRIMES et al. (1994) descrevem que em Quijos Quichua, no Equador, a retirada de cascas é realizada anualmente, removendo-se verticalmente 1 a 4 m de comprimento e 1/8 do perímetro na largura, sem causar danos críticos ou mortalidade nos indivíduos. Segundo esses autores, a colheita de cascas em outras regiões tem sido feito de maneira similar, porém a pesquisa ecológica quanto à sustentabilidade desta prática é fundamental.

De acordo com MARMILLOD e VILLALOBOS (1997), deve-se identificar a variável “ideal” de cada hábito de crescimento e produto, de modo que permita definir o estado de maturidade ou desenvolvimento do indivíduo produtivo. Diferenciar a subpopulação produtiva dentro da população total é essencial, mas não suficiente para fixar a colheita permissível.

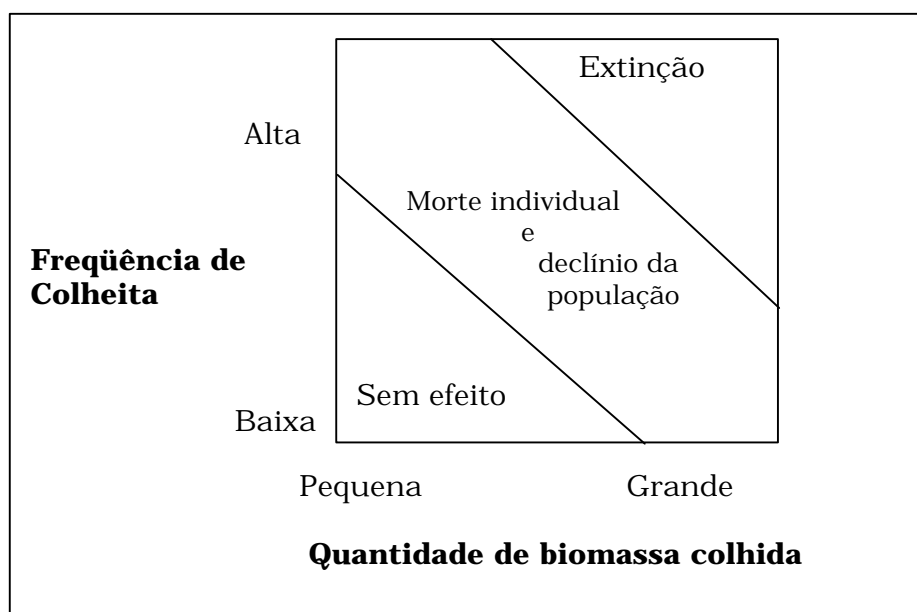
As colheitas periódicas mensais, das espécies medicinais arbóreas, objetivando trabalhos fitoquímicos (no período de um ano – 1999/2000), ajudaram a conceber a idéia da produção da biomassa medicinal, bem como inferir o ciclo de corte. Pode-se predizer que, considerando a colheita de folhas e galhos, o ciclo de corte é em torno de um ano, porém, considerando a retirada periódica de cascas, o ciclo de corte seria de aproximadamente dois anos ou mais, nas espécies medicinais estudadas na Mata da Silvicultura. A recomposição da copa original foi observada no decorrer desse período, mas as retiradas foram mensais (5 a 10%), e estas podem ter favorecido a brotação ou o aparecimento de novas folhas. Nesse caso, a colheita anual pode ter impacto maior na reposição da biomassa.

De qualquer forma, a colheita permissível deve ser submetida a adequados ajustes periódicos, possibilitando a continuidade do processo exploratório, conforme as condições e necessidades de mudança. Desse modo, os recursos da área poderão ser total ou parcialmente usados, de forma coordenada e harmônica, sem prejuízo da produtividade da área, considerando os valores quantitativos e qualitativos dos vários recursos e não necessariamente a produção maior por unidade de área (MARMILLOD e VILLALOBOS, 1997).

No Quadro 14 encontram-se a porcentagem de retirada mensal de biomassa (folhas, galhos e cascas), realizada nos indivíduos destinados à análise fitoquímica, e a média de produção anual, em gramas (após as partes vegetais serem submetidas à secagem).

**Quadro 14** – Estimativas de produção anual das espécies medicinais estudadas na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

Espécies medicinais	Retirada de biomassa (%)			Produção anual (g)/indivíduo		
	Folhas	Galhos	Cascas	Folhas	Galhos	Cascas
Açoita-cavalo	5	5	20	473,46	578,01	401,24
Angico	-	-	5	-	-	1.823,76
Canela	5	5	20	636,12	688,15	164,51
Caroba	20	20	-	413,45	258,45	-
Catuaba	5	5	-	495,53	519,15	-
Espinheira	20	20	-	296,77	339,37	-
Espinheira-santa	5	5	-	371,54	612,53	-
Guaçatonga	5	5	-	616,88	641,27	-
Negramina	5	5	-	353,54	612,53	-



**Figura 21** – Efeito do manejo humano sobre indivíduos vegetais úteis, espécies, ou populações, mostrando a interação entre frequência de colheita e quantidade de material colhido (adaptado de BENNET, 1992).

Nesse sentido, a Figura 21 mostra que a exploração das florestas centrada na produção de produtos florestais não-madeireiros, em que se incluem as plantas medicinais, pode ser ecológica e economicamente sustentável sempre que as taxas de extração não excedam o rendimento máximo sustentável (BENNET, 1992).

A sustentabilidade das colheitas depende da quantidade removida e a capacidade de renovação do estoque de colheita depende das medidas que visam minimizar os impactos negativos provocados pela colheita e pela aplicação de tratamentos silviculturais (SOUZA, 1996).

O potencial de enriquecimento de formações florestais secundárias por meio das técnicas de manejo pode reverter o quadro de baixa produtividade encontrado nas florestas tropicais, principalmente na exploração dos produtos florestais não-madeireiros. Por outro lado, cada espécie de planta medicinal pode ofertar vários produtos, considerando as utilidades de cada parte vegetal. Entre as partes medicinais utilizadas, observa-se que são as folhas e as cascas que proporcionam o maior número de “produtos” (TOLEDO et al., 1995).

Em trabalho realizado por ALMEIDA et al. (1995), na Amazônia, em torno de 25% das espécies levantadas no inventário florístico são utilizadas na medicina popular, sendo algumas tradicionalmente exploradas.

ANDERSON e POSEY (1985) encontraram 120 espécies no inventário realizado num campo cerrado, e as principais categorias de uso incluíram remédios (de febre, sangramento, diarreia, dores do corpo, tontura, dores de cabeça e dente, abortivos e anticoncepcionais) e alimentos humanos (tubérculos, raízes e frutos).

### **Análise Qualitativa**

O herbivorismo foi diferenciado entre os indivíduos amostrados, sendo o açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*), a espinheira-santa (*Maytenus robusta*) e a caroba (*Jacaranda macrantha*) as espécies com maiores danos foliares; por sua vez, a herbivoria foi maior no segundo nível de abordagem (Quadro 15).

As características foliares, na maioria das espécies, são responsáveis pela variação entre as preferências por herbívoros. Com a finalidade de escapar da pressão de pastejo, as plantas utilizam estruturas anatômicas - pêlos e espinhos - como proteção mecânica e as defesas químicas - formação de complexos polímeros, cristais inorgânicos e toxinas - que resultam do metabolismo secundário (HOWE e WESTLEY, 1988). Os metabólitos secundários, princípios ativos, são nas plantas medicinais a matéria-prima que confere as propriedades terapêuticas.

**Quadro 15** – Grau de herbivoria observado nos indivíduos das espécies medicinais amostradas na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

Espécies medicinais	1º Nível de abordagem					2º Nível de abordagem				
	Grau de herbivoria (nº ind./ha)					Grau de herbivoria (nº ind./ha)				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Açoita-cavalo	-	1	1	1	-	-	5	5	1	-
Angico	6	-	-	-	-	2	-	-	-	-
Cana-de-macaco	76	19	3	1	1	-	-	-	-	-
Canela	49	6	2	-	-	14	5	-	-	-
Caroba	6	7	-	-	-	22	7	2	1	2
Catuaba	23	-	-	-	-	1	1	-	-	-
Espinheira	-	-	-	-	-	7	6	1	-	-
Espinheira-santa	3	1	2	-	-	3	4	6	2	2
Guaçatonga	1	-	-	-	-	1	5	2	2	-
Japacanga	146	5	2	-	-	-	-	-	-	-
Negramina	628	29	2	2		195	7	1	-	-

De acordo com COLEY (1987), as espécies com poucas defesas químicas e anatômicas não escapam de ser descobertas por herbívoros, com valores altos de herbivorismo. Outra alternativa é que as espécies diferem em suas defesas devido às variações nas taxas intrínsecas de crescimento; e essa taxa tem evoluído em resposta ao grau de limitação de recursos em seu ambiente. Nesse caso, a limitação de recursos seleciona as plantas com taxa de crescimento lento, e isso favorece grandes inversões em defesas contra herbívoros. Assim, a maior pressão de seleção na evolução de defesas pela planta se deve ao consumo por insetos.

Por outro lado, plantas e animais evoluíram juntos durante centenas de milhões de anos e entre eles existem intrincadas interações e interdependências. A variação em populações naturais de plantas e animais é a base da sua resistência perante as pressões ambientais. As substâncias químicas produzidas pelas plantas e percebidas por outras espécies são resultantes da seleção natural, e, no caso das substâncias químicas usadas na comunicação, a unidade adaptativa não se restringe somente às micromoléculas, mas a toda a trajetória biossintética necessária à sua produção (O'BRIEN e O'BRIEN, 1995).

Estudos de variação química que enfocam as defesas facultativas de plantas revelaram que é possível estimular a superprodução de substâncias

defensivas (Quadro 16), eventualmente medicinais, por meio de pressões de inimigos (microrganismos) ou predadores (insetos fitófagos) (BROWN, 1988).

De acordo com a linguagem química desenvolvida, a forma adaptativa das Angiospermas aumentou com respeito ao sucesso reprodutivo, à competição com outras plantas e à predação por herbívoros. Os óleos essenciais, por exemplo, constituem a feição primitiva desse grupo de plantas e estão envolvidos em todos os aspectos da interação planta-inseto. No entanto, existe tendência evolutiva de as plantas substituírem o óleo essencial por outros metabólitos, devendo esse fato residir na necessidade evolutiva de produzir metabólitos ecologicamente cada vez mais eficientes (GOTTLIEB e SALATINO, 1987).

Em outro enfoque, a intensificação do estudo biológico dos constituintes de princípios ativos “repelentes” pode resultar na descoberta de substâncias medicinais, como também de controladores de microrganismos, de insetos e pragas, sendo substitutos potenciais de agrotóxicos, dos quais mundialmente o Brasil é um dos principais consumidores.

**Quadro 16** – Respostas quimiossintéticas de plantas a estímulos ocasionados pela interação inseto-planta (adaptado de BROWN, 1988)

Compostos secundários	Gênero	Estímulo inseto-planta	Resposta química dos compostos
<b>Fenólicos</b> -Totais	<i>Pinus</i>	ataque de hemíptero	Aumentam
Resinas	<i>Pinus</i>	ataque de himenóptero	Aumentam
Ácidos Fenólicos	<i>Sorghum</i>	ataque por insetos	Aumentam
<b>Terpenóides</b> Monoterpenos	<i>Pinus</i>	ataque por besouro	Aumentam
Sesquiterpenos	<i>Encelia</i>	ataque por insetos	Aumentam
Hormônio juvenil	<i>Abies</i>	ataque por pulgão	Aumentam
<b>Glicosídeos</b>	<i>Trifolium</i>	ataque por insetos	Aumentam

No Quadro 17 estão os resultados obtidos em função da observação de presença de cipó nas espécies amostradas. Pode-se verificar que os cipós, na maioria dos casos, eram frágeis, com caules muito finos e poucas folhas, estando presente principalmente nos troncos das árvores e caules, na cana-de-macaco; contudo, em alguns indivíduos, estrangulavam a árvore, causando deformação no tronco ou fuste. Entretanto, a qualidade do fuste é mais

importante na exploração de madeira. De acordo com MEIRA NETO (1997), algumas espécies da Mata da Silvicultura, onde se inclui a caroba (*Jacaranda macrantha*), não têm valor comercial em razão desse fato.

Quadro 17 – Ocorrência de cipós nas espécies medicinais estudadas, na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

Espécies medicinais	Nível 1 de abordagem		Nível 2 de abordagem	
	Ausência	Presença	Ausência	Presença
Açoita-cavalo	8	4	3	0
Angico	45	21	190	52
Cana-de-macaco	-	-	131	32
Canela	20	6	58	13
Caroba	41	17	15	2
Catuaba	19	5	63	12
Espinheira	11	7	6	1
Espinheira-santa	12	7	176	0
Guaçatonga	5	8	6	1
Japecanga	-	-	-	0
Negramina	275	165	880	269
Total	436	240	1528	382

Segundo MARISCAL FLORES (1993), a grande dominância de cipós está associada à baixa densidade de regeneração natural das espécies arbóreas. Apesar desse efeito negativo, os cipós são muito importantes na ciclagem de nutrientes. De acordo com O'BRIEN e O'BRIEN (1995), na dinâmica da floresta tropical, 30 a 35% da produção de folhas é proveniente de cipós ou lianas, sendo também importantes fontes de abrigo e alimentação de animais; cerca de 20% das espécies vegetais utilizadas pelos primatas em florestas tropicais são lianas, ressaltando a sua importância como fonte de recursos dos polinizadores e dispersores.

### ***Aspectos Ecológicos***

No Quadro 18 tem-se a ocorrência das espécies medicinais, estudadas na Mata da Silvicultura, em outras zonas florestais do Estado de Minas Gerais e do Brasil. Os números correspondem às matas a seguir relacionadas; os asteriscos, à presença das espécies em questão; e o xadrez, às espécies do mesmo gênero.

No Herbário do Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa, foram observadas exsiccatas das espécies a seguir relacionadas. Os números correspondem ao registro de entrada do espécime botânico.

Açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*)

- Barragem do São Bartolomeu “Barra” do Córrego Taboquinha (transição entre mata e cerrado), Brasília – DF (Nº 8221)

Angico (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*)

- Centro de Agricultura Alternativa, Montes Claros – MG (Nº 13325)
- Mata Ciliar do Córrego Roncador, Brasília – DF (Nº 11395)
- Mata do Morro do Redentor, Juiz de Fora-MG (Nº 14359)
- “Godinhos”, Piracicaba – SP (fragmento de cerrado) (Nº 20319)
- Campus ESALQ, Piracicaba – SP (Nº 20320)

Canela (*Ocotea odorifera*)

- FLONA Rio Preto – BA (Nº 17975)
- Mata do Morro do Redentor, Juiz de Fora-MG (Nº 14435)

Catuaba (*Trichilia catigua*)

- Flora da Reserva Floresta da Boa Vista, São José dos Campos – SP (Nº10956)
- Flora do Vale do Rio Araguari, Usina Hidroelétrica de Miranda, Uberlândia – MG (Nº 13581)
- Mata do Córrego Volta Grande (Nº 13627)
- Mata de Furnas, Furnas – MG (Nº 14601)
- Fazenda Caeté, Itaperuna – RJ (Nº25505)

Espinheira (*Maytenus aquifolia*)

- Visconde do Rio Branco – MG (Nº 429)
- Reserva Biológica, UNICAMP, Campinas – SP (Nº 11537)
- Fazenda Grota Funda, Atibaia – SP (Nº
- Arapoti – PR (alt. 700 m) (Nº 16712)
- Itirapina – SP (mata ciliar – cerrado) (Nº 17316)
- Sete Lagoas – MG (área da Embrapa)

- Marialva – PR (área de cultivo) (Nº 23556)
- Sapopema (Salto das Orquídeas) – PR (Nº 24099)

*Espinheira-santa (Maytenus robusta)*

- Serra do Japi, Jundiá – SP (Nº 11485)
- Bertioga – SP (mata de restinga) (Nº 11489)
- Reserva Volta Velha, Itapõa – SC (beira do rio/beira da trilha) (Nº 12521);  
Estrada do Pinheiro, Itapõa – SC (local sujeito à alagamento freqüente).
- Reserva Biológica Estadual da Praia do Sul, Ilha Grande (restinga arbustiva heliófita – Angra dos Reis – RJ (Nº 12574)
- Ubatuba (Planície do Núcleo Picinguaba) Mata de planície (Nº 15992)
- Capão Bonito – SP (Nº 12536)
- Paraty – RJ (Nº 12679)
- Reserva de Macaé de Cima, Nova Friburgo – RJ (Nº12787)
- Serra do Cipó (BH - Conceição do Mato Dentro) interior da mata ciliar (Nº 12891)
- Lima Duarte – MG (interior da mata) (Nº 15518)
- Lençóis – BA (mata de encosta adjacente à mata ciliar do Rio Lençóis) (Nº 15325)
- Pariquera-Açu – SP (Estação Experimental do IAC) (Nº 15578)
- São Roque de Minas-MG (Nº 15661)
- Estação Biológica de Caratinga – MG (Nº 16843)
- Caeté – MG (campo rupestre - transição para mata arbórea) (Nº 16844)
- Reserva Biológica Mata do Jambreiro, Nova Lima – MG (beira d'água) (Nº 16845)
- Tibagi – PR (Margem do Rio Iapó) (Nº 18294)
- Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Cananéia – SP (beira do rio) (Nº 21159)

*Guaçatonga (Casearia sylvestris)*

- Instituto de Defesa do Patrimônio Natural, Curitiba – PR (Nº 4783)
- Estação Experimental Cerrado Sujo, Goiânia – GO (Nº 3581) (alt. 830 – 900 m)
- Reserva Florestal da Boa Vista, São José dos Campos – SP (Nº 11081)
- Mata de Galeria, Ituaçu – BA (Nº 11448) (alt. = 600 m)
- Estação Experimental de Coronel Pacheco – MG (Nº 12820)
- Muriaé – MG (mata ciliar) (Nº 24406)
- Londrina, Universidade Estadual de Londrina – PR (Nº 24102)

Ocorrência das espécies medicinais, estudadas na Mata da Silvicultura, em outras zonas florestais do Ede Minas Gerais e do Brasil. Os números correspondem às matas relacionadas a seguir; os asteriscos, à presença das espécies em questão; e o xadrez, às espécies do mesmo gênero.

- 1 - Eunápolis - BA - ELIAS JÚNIOR (1998)
- 2 - Belo Oriente - MG - CALEGÁRIO (1993)
- 3 - Parque Estadual do Rola-Moça, Belo Horizonte - MG - RIBEIRO (1993)
- 4 - Mata Atlântica, Rio de Janeiro - RJ - GUEDES-BRUNI (1998)
- 5 - Mata Ciliar, São Paulo - SP - CESP (1987)
- 6 - Reserva Estadual de Porto Ferreira - SP - BERTONI (1984)
- 7 - Mata do Paraíso, Viçosa - MG - SARAIVA (1988)
- 8 - Belo Horizonte - MG - RIBEIRO (1998)
- 9 - Vale do Rio Piranga - MG - NETO e SILVA (1997)
- 10 - Mata da Biologia, Viçosa - MG - PAULA (1999)
- 11 - Margem do Rio Grande - MG - OLIVEIRA-FILHO et al (1995)
- 12 - Mata da Fazenda Santa Genebra, Campinas - SP - MATTES (1980)
- 13 - Reserva Biol. do Poço Bonito, Lavras - MG - OLIVEIRA-FILHO et al. (1994)
- 14 - Mata da Figueira, Mogi-Guaçu - SP - GIBBS e LEITÃO FILHO (1978)
- 15 - Mata Capetinga, Santa Rita do Passa Quatro - SP - MARTINS (1979)
- 16 - Mata Atlântica, Ubatuba - SP - SILVA (1980)
- 17 - Mata Atlântica, Paraná - RS - VALLS (1975)
- 18 - Estação Experimental de Mogi-Mirim - SP - TOLEDO FILHO et al. (1989)
- 19 - Mata de terra firme, Amazônia - AM - PRANCE et al. (1976)
- 20 - Margens da Microbacia do Rio Novo, Orleans - SC - ZANETTE (1995)
- 21 - Serra do Japi, Jundiá - SP - RODRIGUES (1986)
- 22 - Fazenda Registro, Indianópolis - MG - CEMIG (1996)
- 23 - Fazenda Água Limpa, Brasília - DF - SERVILHA (1999)
- 24 - Rio Vermelho e Serra Azul de Minas - MG - FERREIRA (1997)
- 25 - Reserva Volta Velha, Itapoã - SC - NEGRELLE (1995)
- 26 - Jardim Botânico da UFV, Viçosa - MG - ABREU (1997)
- 27 - Reserva Estadual de Bauru - SP - CAVASSAN (1982)
- 28 - Mata Atlântica, Linhares - ES - LÓPEZ (1996)
- 29 - Áreas de influência da Usina Hidrelétrica de Miranda-MG - SIF/UFV (1994)
- 30 - Fazenda Bela Bista, Aiuruoca - MG - PÉREZ (2001)
- 31 - São Carlos - SP - SILVA (2000)
- 32 - Viçosa - MG - JÚNIOR (2000)

- 33 – Fazenda Rancho Fundo, Zona da Mata – MG – SENRA (2000)
- 34 – Mata Litorânea, Búzios – RJ – FARAG (1999)
- 35 – Piracicaba – SP – CATHARINO (1989)
- 36 – Parque Estadual do Rio Doce – MG – LOPES (1998)
- 37 – Estação Ecológica de Angatuba – SP – TORRES (1989)
- 38 – Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu – RJ – RODRIGUES (1996)
- 39 – Parque Nac. da Serra do Itapety, Mogi das Cruzes – SP – TOMASULO (1995)
- 40 – Mata de Galeria da Est. Ecológica do Panga, Uberlândia-MG – SCHIAVINI (1992)
- 41 – Mata de Galeria da Res. Ecológica do IBGE, Distrito Federal – DF – JÚNIOR (1995)
- 42 – Mata da Garagem, Viçosa – MG – SANTOS (1999)
- 43 – Parque Ecológico Municipal de Bauru – SP – CAVASSAN (1990)
- 44 – Floresta Atlântica, Juiz de Fora – MG – ALMEIDA (1996)
- 45 – Estação Ecol. de Santa Bárbara, Águas de Santa Bárbara – SP – NETO (1991)
- 46 – Área de Caatinga, Pernambuco – PB – RODAL (1992)
- 47 – Mata do Paraíso, Viçosa – MG – FERNANDES (1998)
- 48 – Parque Estadual do Marumbi, Morretes – PR – SILVA (1994)
- 49 – Mata do Campus da Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras – MG
- 50 – Parque Est. da Serra do Brigadeiro, Araponga – MG – COELHO (2000)

**Quadro 18** – Ocorrência das espécies medicinais, estudadas na Mata da Silvicultura, em outras zonas florestais do Estado de Minas Gerais e do Brasil

Referência	<i>Anadenanthera colubina</i> var. <i>cebil</i>	<i>Casearia sylvestris</i>	<i>Costus spiralis</i>	<i>Jacaranda macrantha</i>	<i>Luehea grandiflora</i>	<i>Maytenus aquifolia</i>	<i>Maytenus robusta</i>	<i>Ocotea odorifera</i>	<i>Siparuna guianensis</i>	<i>Smilax</i> sp.	<i>Trichilia catigua</i>
1				*	*				*		
2	*	*							*		
3		*			*						
4		*						*	*		*
5	#	*			* #	#	#	#			#
6		*		#	#						*
7	*	*		#	#			*	#		
8	#	*			#						
9	*	*	*	#	*			*	*		#
10	*				*	*		*	*		
11		*						*	*		*
12		*		*	#	*		*			*
13		*		*	* # #	# #	-	*	*		#
14		*			#						
15								*			*
16								*			
17		*			#			*			
18	#	#			#			# #	*		
19		*									
20		*						*			
21		*				*					
22	*	*									
23								#	*		
24		*		*	*				*		
25				#			*	*		* #	

Continua...

**Quadro 18, Cont.**

Referência	<i>Anadenanthera colubrina</i> var. <i>cebil</i>	<i>Casearia sylvestris</i>	<i>Costus spiralis</i>	<i>Jacaranda macrantha</i>	<i>Luehea grandiflora</i>	<i>Maytenus aquifolia</i>	<i>Maytenus robusta</i>	<i>Ocotea odorifera</i>	<i>Siparuna guianensis</i>	<i>Smilax</i> sp.	<i>Trichilia catigua</i>
26	*	*			*	*		*			*
27		*			*						*
28		#				#	#	*	#		
29	*	*				*			*		*
30		*		*	*				*		
31	*	*				#	* #	#			*
32				*				*	*		
33	*	*		*				*	*		
34		*									
35	*	*									*
36	*	#		#					*		
37		*		#		*		#		# #	
38		*									
39		*									
40	*	*							*		*
41		*							*		
42	*	#		#	*			*	*		
43									*		
44		*		#				*			
45		*							*		
46	*										
47	*	* #		#	*	#	#	*	*		
48		*									# #
49		*						* #	*		#
50	*	*	*	*	*			*	*	*	

\* presença da espécie relacionada / # presença de espécie do mesmo gênero.

## Modelos de Estimativa de Biomassa Medicinal

Com base nas variáveis utilizadas, foram indicados os melhores modelos de estimativa da biomassa de dez espécies medicinais, estando os resultados nos Quadros 19 a 28, destacando os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e os erros-padrões residuais ( $S_{yx}$ ).

**Quadro 19** – Equações para estimar peso de folhas (Pfol) e galhos (Pgal) de açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*). Mata da Silvicultura, Viçosa-MG, 2002

Equações para estimar a biomassa da parte aérea	$R^2$ Ajustado	Erro-padrão
$\text{LnPfol}^* = 1,062 + 0,686\text{LnPgal}$	0,74083	0,24445
$\text{LnPgal}^{**} = 0,515 + 1,23\text{LnD}_1 + 0,447\text{LnD}_2 + (-0,504)\text{LnD}_3$	0,76815	0,19204
$\text{LnPgal}^{**} = 0,915 + 1,109\text{LnD}_1 + 0,103\text{LnD}_2$	0,60976	0,24914
$\text{Pgal}^{**} = (-2,009) + 5,162\text{D}_1 + 1,936\text{D}_2 + (-7,438)\text{D}_3$	0,71836	8,31346

Pfol = peso seco de folhas; Pgal = peso seco de galhos;  $D_1$ ,  $D_2$  e  $D_3$  = diâmetros primário, secundário e terciário dos galhos; Ln = Logaritmo neperiano;  $\beta_0, \beta_1, \beta_2$  = parâmetros do modelo; \* número de observações igual a 50; \*\* número de observações igual a 31.

**Quadro 20** – Equações para estimar peso de folhas (Pfol) e galhos (Pgal) de caroba (*Jacaranda macrantha*). Mata da Silvicultura, Viçosa-MG, 2002

Equações para estimar a biomassa da parte aérea	$R^2$ Ajustado	Erro-padrão
$\text{LnPfol} = 1,501 + 0,656\text{LnPgal}$	0,80381	0,2590
$\text{LnPgal} = (-0,640) + 1,342\text{LnD}_1 + 0,482\text{LnD}_2$	0,80191	0,35681
$\text{LnPgal} = (-0,964) + 1,825\text{LnD}_1$	0,77863	0,37719
$\text{Pgal} = (-9,549) + 1,945\text{D}_1 + 3,302\text{D}_2$	0,62222	9,36675

- Número de observações igual a 38.

**Quadro 21** - Equações para estimar peso de folhas (Pfol) e galhos (Pgal) de canela (*Ocotea odorifera*). Mata da Silvicultura, Viçosa-MG, 2002

Equações para estimar a biomassa da parte aérea	$R^2$ Ajustado	Erro-padrão
$\text{LnPfol} = (-3,595) + (-1,201)\text{vCpgal} + 7,253\text{LnD}_1 + 1,899\text{LnD}_2 + (-3,310)\text{LnD}_3$	0,91519	0,09129
$\text{Pgal} = (-1,187) + (-0,015)\text{LnD}_1 + 0,054\text{LnD}_2 + 3,592\text{LnD}_3$	0,99537	0,03435

Cpgal = comprimento do galhos; número de observações igual a 25.

**Quadro 22** – Equações para estimar peso de folhas (Pfol) e galhos (Pgal) de catuaba (*Trichilia catigua*). Mata da Silvicultura, Viçosa-MG, 2002

Equações para estimar a biomassa da parte aérea	R <sup>2</sup> Ajustado	Erro-padrão
$\text{LnPfol} = 1,473 + 0,630\text{Ln Pgal}$	0,83524	0,163
$\text{Pfol} = 17,810 + 0,654 \text{ Pgal}$	0,7410	8,270
$\text{LnPgal} = (-0,0291) + 1,473\text{Ln D}_1 + 0,681\text{Ln D}_2 + (-0,163)\text{LnD}_3$	0,81533	0,25181
$\text{LnPgal} = (-0,225) + 1,508\text{Ln D}_1 + 0,513\text{Ln D}_2$	0,81305	0,25336
$\text{LnPgal} = (-0,791) + 2,131\text{LnD}_1$	0,770	0,280

- Número de observações igual a 37.

**Quadro 23** – Equações para estimar peso de folhas (Pfol) e galhos (Pgal) de espinheira-santa (*Maytenus robusta*). Mata da Silvicultura, Viçosa-MG, 2002

Equações para estimar a biomassa da parte aérea	R <sup>2</sup> Ajustado	Erro-padrão
$\text{LnPfol} = 1,541 + 0,552\text{Ln Pgal}$	0,64025	0,18871
$\text{LnPgal} = 1,441 + 0,418\text{Ln D}_1 + 1,406\text{Ln D}_2 + -1,0,36\text{Ln D}_3$	0,79665	0,20876

- Número de observações igual a 19.

**Quadro 24** – Equações para estimar peso de folhas (Pfol) e galhos (Pgal) de espinheira (*Maytenus aquifolia*). Mata da Silvicultura, Viçosa-MG, 2002

Equações para estimar a biomassa da parte aérea	R <sup>2</sup> Ajustado	Erro-padrão
$\text{LnPfol}^* = 2,201 + 0,388\text{Ln Pgal}$	0,78440	0,11370
$\text{LnPgal}^{**} = (-0,149) + 1,701\text{Ln D}_1 + (-0,129)\text{Ln D}_2$	0,76962	0,29429

\* Número de observações igual a 16; \*\* número de observações igual a 27.

**Quadro 25** – Equações para estimar peso de folhas (Pfol) e galhos (Pgal) de guaçatonga (*Casearia sylvestris*). Mata da Silvicultura, Viçosa-MG, 2002

Equações para estimar a biomassa da parte aérea	R <sup>2</sup> Ajustado	Erro-padrão
$\text{LnPfol} = (-0,668) + 0,397\text{v Cpgal} + (-0,079)\text{Ln (D}_1^3) + 0,053\text{Ln D}_2 + 0,119\text{Ln D}_3$	0,74733	0,19824
$\text{LnPgal} = (-2,692) + 0,479\text{v Cpgal} + 0,100\text{Ln (D}_1^3)$	0,94152	0,11313

- Número de observações igual a 37.

**Quadro 26** – Equações para estimar peso de folhas (Pfol) e galhos (Pgal) de negramina (*Siparuna guianensis*). Mata da Silvicultura, Viçosa-MG, 2002

Equações para estimar a biomassa da parte aérea	R <sup>2</sup> Ajustado	Erro-padrão
$\text{LnPfol} = 1,919 + 0,386\text{Ln Pgal}$	0,78588	0,11529
$\text{LnPgal} = (-11,03) + 2,982\text{Ln CpGal} + 0,051\text{Ln D}_1 + 0,083\text{Ln D}_2$	0,95162	0,12614

- Número de observações igual a 34.

**Quadro 27** – Equações para estimar peso da parte aérea (Pa) e peso de folhas (Pfol) de japecanga (*Smilax* sp.). Mata da Silvicultura, Viçosa-MG, 2002

Equações para estimar a biomassa da parte aérea	R <sup>2</sup> Ajustado	Erro-padrão
$\text{LnPa} = 0,783 + 0,683\text{Ln Nf} + 0,301\text{Ln CpGal}$	0,987907	0,089336
$\text{LnPa} = 0,207 + 0,441\text{Ln Nf}^2 * \text{Ngal}$	0,88962	0,269907
$\text{LnPa} = 2,403 + 0,823\text{Ln CpGal}$	0,77349	0,386654
$\text{LnPa} = 2,203 + 0,802\text{Ln CpGal} * \text{Ngal}$	0,72565	0,425529
$\text{Paérea} = 3,229 + 0,911\text{Nf} + (-1,345)\text{Ngal}$	0,96743	1,937594
Equações para estimar a biomassa foliar	R <sup>2</sup> Ajustado	Erro-padrão
$\text{LnPfol} = (-0,295) + 0,497\text{Ln Nf}^2$	0,99038	0,084123
$\text{LnPfol} = 0,327 + 1,183\text{Ln Nf} + (-0,731)\text{Ngal}$	0,81480	0,510078

Nfol = número de folhas; Ngal = número de galhos; número de observações igual a 32.

Os modelos selecionados da estimativa de biomassa foliar, nas espécies medicinais arbóreas, foram os que incluíram os diâmetros dos galhos (1ª, 2ª e 3ª), o comprimento dos galhos e os pesos da matéria seca de folhas e galhos. Entretanto, em alguns casos apenas as medidas de dois diâmetros forneceram bons resultados, como por exemplo em catuaba (*Trichilia catigua*); contudo, em espinheira-santa (*Maytenus robusta*), as medidas dos três diâmetros foram necessárias para estimar um modelo melhor de biomassa do peso de galhos. Os baixos índices de correlação nessa espécie, principalmente para peso de folhas, deve-se provavelmente ao fato de ter sua biomassa foliar sob intensa herbivoria, interferindo assim na correlação dos pesos de folhas e galhos. Por outro lado, a produção de biomassa foliar depende em parte dos recursos disponíveis no sítio, como água e nutrientes, que influenciam intensamente o ciclo do carbono, controlando a capacidade fotossintética e a respiração, determinantes na produção de matéria seca (RYAN et al., 1997).

**Quadro 28** – Equações para estimar peso total (Pt), peso de parte aérea (Pa) e peso de raiz (Praiz) de cana-de-macaco (*Costus spiralis*). Mata da Silvicultura, Viçosa-MG, em 2002

Equações para estimar a biomassa total	R <sup>2</sup> Ajustado	Erro-padrão
$\text{LnPt} = 1,993 + 0,558\text{Ln Nf} + 0,405\text{Ln Ht}$	0,98327	0,059644
$\text{LnPt} = 1,610 + (-0,281)\text{Ln DAP} + 0,979\text{Ln Ht}$	0,93128	0,120909
$\text{LnPt} = 1,515 + 0,878\text{Ln Ht}$	0,92687	0,124733
$\text{LnPt} = 2,019 + 0,350\text{Ln Nf} * \text{Hm}^2$	0,84617	0,180905
$\text{LnPt} = 1,428 + 0,751\text{Ln Ngal} + 0,884\text{Ln Hm}$	0,82598	0,192413
$\text{LnPt} = 1,561 + 0,683\text{Ln DAP} + 0,722\text{Ln Hm}$	0,73816	0,236021
Equações para estimar a biomassa da parte aérea	R <sup>2</sup> Ajustado	Erro-padrão
$\text{LnPa} = 1,137 + 0,908\text{Ln Ht}$	0,94785	0,107797
$\text{LnPa} = 2,019 + 0,533\text{Ln Nf} * \text{Hm}$	0,87223	0,168739
$\text{LnPa} = 1,082 + 0,774\text{Ln Hm} + 0,908\text{Ln Ngal}$	0,83471	0,191925
$\text{LnPa} = 1,088 + 0,488\text{Ln Hm}^2 * \text{Ngal}$	0,81608	0,202452
$\text{LnPa} = 1,227 + 0,714\text{Ln DAP} * \text{Hm}$	0,75237	0,234915
$\text{LnPa} = 1,780 + 0,960\text{Ln Hm}$	0,67665	0,268438
$\text{Paérea} = 418,375 + 0,013\text{Ln DAP}^2 * \text{Hm}$	0,83547	191,1271
Equações para estimar a biomassa de raízes	R <sup>2</sup> Ajustado	Erro-padrão
$\text{LnPraiz} = 1,44 + 0,863\text{Ln Nf} + 0,045\text{Ln Hm} * \text{Ngal}$	0,87382	0,168969
$\text{LnPraiz} = 1,586 + 0,048\text{Ln Ht} + 0,886\text{Ln Nf}$	0,87178	0,170332
$\text{LnPraiz} = 1,609 + 0,041\text{Ln Nf} + 0,902\text{Ln Hm}$	0,87152	0,170502
$\text{LnPraiz} = 0,541 + 0,747\text{Ln Ht}$	0,62056	0,293016

Pt = peso fresco total; Paérea = peso fresco da parte aérea; Praiz = peso fresco de raiz; Ht = altura total; Hm = altura do maior galho; DAB = diâmetro na altura da base; número de observações igual a 32.

Nas espécies herbáceas, as melhores correlações foram obtidas com as variáveis número de folhas, número de galhos, comprimentos dos galhos e diâmetro na altura da base. As variáveis selecionadas possibilitaram gerar modelos de predição de biomassa das dez espécies medicinais, e a incorporação das teorias de Holograma, Fractais e Sucessão de Fibonacci contribuiu para o aumento da precisão dos modelos.

Apesar da complexidade dessas teorias, com utilização ainda muito pequena, a tendência futura no processo de modelagem será a de incluir princípios baseados na inteligência artificial, considerando o grande potencial preditivo e a aplicabilidade dessas tecnologias.

O fato de que cada célula contém as informações necessárias à criação da duplicata do corpo todo reflete o princípio holográfico, segundo com o qual cada pedaço contém as informações relativas ao todo (GERBER, 1988).

De acordo com DAILBERT (2002), a energia interage por meio de interferências construtivas e destrutivas, visando formar hologramas que são percebidos como matéria. Exatamente como os hologramas óticos, que dão a aparência de imagens tridimensionais não-existentes, a energia, operando no nível mais básico de, talvez, densidade muito mais alta, forma hologramas, que são percebidos como “objetos” verdadeiros. À medida que essa tecnologia se desenvolve, muitas aplicações têm sido descobertas, como: memórias holográficas com altíssima capacidade, processamento ótico de informação, etc.

A geometria dos fractais permitiu reconhecer que o padrão de biomassa dos galhos mais grossos tem relação direta com o padrão dos galhos mais finos, e estes com a biomassa foliar, sendo os diâmetros as variáveis mais importantes nesse aspecto. A Figura 22 mostra o fractal de Barnsley apreciado em uma folha, sendo este baseado no princípio de auto-semelhança. A dependência das variáveis está relacionada com o fator de forma natural da planta (NETTO, 1982). Sob outro ponto de vista, até mesmo na determinação do volume de árvores, por meio da cubagem rigorosa, assume-se que as partes da árvore assemelham-se a determinados sólidos geométricos, sendo utilizadas várias fórmulas geométricas ao estimar o volume de biomassa (BELCHIOR, 1995).

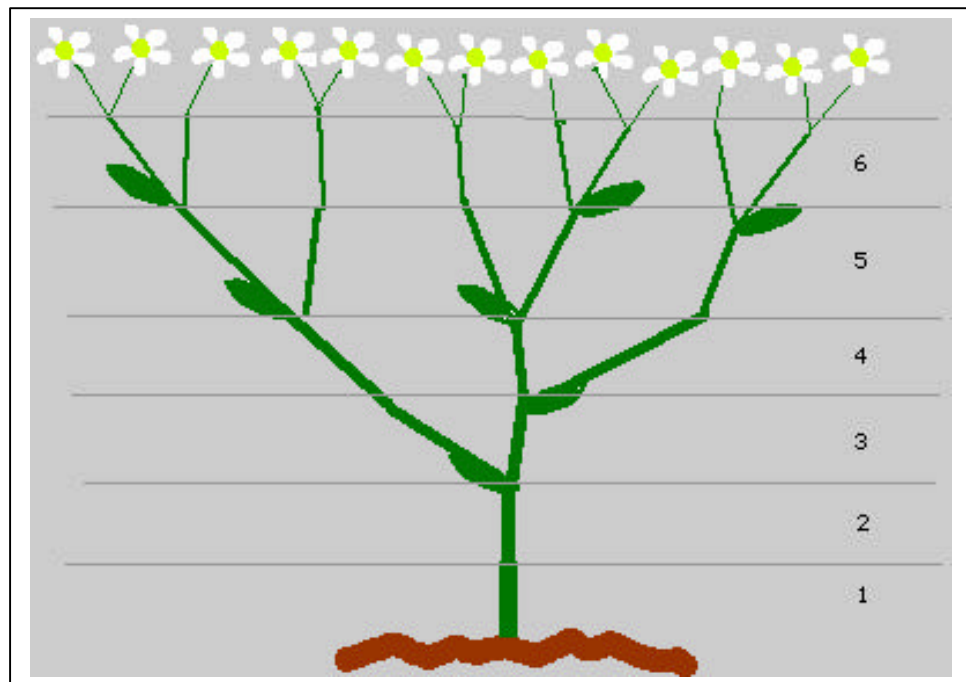


Fonte: [www.arrakis.es/~sysifus/tipo.htm](http://www.arrakis.es/~sysifus/tipo.htm)

**Figura 22** – Fractal de Barnsley.

A geometria fractal é linguagem nova E pode ser usada para tornar muito mais precisas as mensurações da natureza; é utilizada para descrever a forma do rio, a fronteira de algum país, os órgãos do corpo humano, etc. (NETO, 2001).

Várias espécies vegetais, entre elas couve-flor (*Brassica oleracea*), girassol (*Helianthus annuus*) e a echinacea (*Echinacea purpurea*), têm sido utilizadas com o objetivo de classificar as plantas quanto à presença dos números de Fibonacci nos respectivos modelos de desenvolvimento. O banco de dados do Departamento de Agricultura da Rússia (US) contém mais de 1.000 imagens e informações de plantas onde ocorrem os números de Fibonacci (KNOTT, 2002). Nas dez espécies arbóreas, considerando os dados tomados em relação à ramificação, sugere-se a ocorrência da sucessão de Fibonacci; o diâmetro primário assume o número 1, o diâmetro secundário o número 2 e o diâmetro terciário o número 3, e a soma dos dois primeiros termos é igual ao terceiro. A Figura 23 mostra os números de Fibonacci na ramificação das plantas. Outras observações podem apresentar os números de Fibonacci, como acontece com *Euphorbia* sp., que têm duas sépalas grandes, três sépalas pequenas, cinco pétalas e oito estames (AMADO e ROCHA, 1990).



**Figura 23** – A sucessão de Fibonacci na ramificação das plantas.

A variabilidade na forma da árvore ou o modelo de arquitetura depende da espécie, da idade, da densidade, das práticas culturais (ex.: poda), de danos causados por herbivoria e do sítio ou formação vegetal. Os padrões de crescimento e interferência têm sido usados na elaboração de modelos virtuais de planta e modelos de biomassa (ROOM et al., 1994).

A facilidade na aquisição dos dados, em função das variáveis selecionadas, é fato importante a ser considerado, pois deve ter alta relação benefício/custo no desenvolvimento de modelos. Nesse sentido, o fato de se tomar apenas três ou quatro dados na estimação de biomassa é muito favorável na predição de modelos. Por outro lado, a calibração na diminuição de erros é essencial ao aprimoramento dos modelos.

De acordo com PÉREZ (2001), na análise de modelos, o coeficiente de determinação e o erro-padrão residual devem ser utilizados juntos; a avaliação deve ser complementada com a análise gráfica de resíduos.

## **Análise e Avaliação dos Impactos Ambientais da Exploração e Manejo de Plantas Medicinais em Florestas Naturais**

### ***Atividades impactantes relacionadas***

#### **I. Etapa de Implantação – Fase pré-exploratória**

1. Identificação dos recursos vegetais medicinais na floresta (diagnóstico)
2. Abertura de trilhas de acesso e manejo
3. Mapeamento dos recursos vegetais medicinais
4. Instalação da estrutura de apoio

#### **II. Etapa de Exploração e Manejo – Fase exploratória**

5. Extração das partes vegetais medicinais
6. Coleta de sementes e mudas de regeneração para promover a regeneração artificial (enriquecimento da floresta)
7. Enriquecimento da floresta com as espécies de interesse
8. Monitoramento da regeneração natural (implantação de parcelas)

#### **III. Etapa de Comercialização – Fase pós-exploratória**

9. Beneficiamento das plantas medicinais
10. Comercialização dos produtos oriundos da floresta

## **Análise dos impactos ambientais decorrentes da atividade de manejo de plantas medicinais em florestas naturais**

### **I. Etapa de Implantação**

#### **1. A identificação dos recursos vegetais medicinais na floresta**

A identificação de espécies medicinais com potencial econômico e a avaliação das populações naturais com possibilidades de manejo são os primeiros passos na exploração e no manejo desses recursos genéticos de valor real ou potencial.

#### **Meio Físico**

##### *Recurso edáfico: compactação*

- Negativo: o pisoteio causado pelo trânsito de pessoas provoca alteração na camada superficial do solo, com a compactação de partículas, tornando-a impermeável à água e favorecendo a ocorrência de processos de escoamento superficial. O efeito é maior em áreas com declividade acentuada.
- Direto: representa relação de causa e efeito.
- Local: ocorre especificamente nos locais de pisoteio.
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de identificação.
- Temporário: permanece por tempo determinado, durante a etapa de identificação dos recursos.
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

##### *Recurso edáfico: microbiota*

- Negativo: o pisoteio contribui com a remoção da serrapilheira (matéria orgânica), interferindo nas micropopulações (microfauna e microflora) do solo que mantêm interações complexas com as plantas superiores.
- Indireto: a ação ocorre sobre o solo, sendo parte da cadeia de reações.
- Local: ocorre especificamente nos locais de remoção da matéria orgânica.
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de identificação e/ou reconhecimento.
- Temporário: permanece por tempo determinado, durante a etapa de identificação dos recursos.
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

## **Meio Biótico**

### *Flora terrestre: regeneração natural*

- Negativo: o pisoteio causado pelo trânsito de pessoas causa a supressão de muitos indivíduos que se encontram na fase de muda (plântulas).
- Direto: representa relação de causa e efeito.
- Local: ocorre nos locais onde houve o pisoteio.
- Curto prazo: surge na etapa de identificação dos recursos.
- Permanente: os efeitos sobre a vegetação mostram-se persistentes ao longo do tempo.
- Irreversível: considerando que o impacto é permanente.

### *Fauna terrestre*

- Negativo: a presença de pessoas perturba o equilíbrio do habitat silvestre.
- Direto: representa relação de causa e efeito.
- Local: o efeito se limita à área do sítio (floresta) destinada ao manejo.
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de identificação.
- Temporário: após o trânsito de pessoas, os efeitos param de se manifestar, retornando a estabilidade do ambiente.
- Reversível: pelo fato de ser temporário.

## **Meio Antrópico**

### *Fixação do trabalhador rural no campo*

- Positivo: o trabalho é a forma de fixar o trabalhador rural à terra e a alternativa de ocupação da mão-de-obra rural contribui com a melhoria da qualidade de vida.
- Indireto: é relação secundária da ação.
- Local: a utilização da mão-de-obra local tende a facilitar o reconhecimento dos recursos, nos ambientes a serem explorados (por exemplo, raizeiros da região).
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de identificação.
- Temporário: ocorre até a identificação dos recursos.
- Reversível: pelo fato de ser temporário.

### *Geração de empregos (considerando os técnicos envolvidos no inventário)*

- Positivo: propicia o aproveitamento da mão-de-obra qualificada, com geração de empregos indiretos e diretos na região do empreendimento.

- Direto: representa relação de causa e efeito.
- Regional: a contratação de mão-de-obra é feita em nível regional.
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de identificação e manejo.
- Cíclico: a necessidade de técnicos será suprida em determinados ciclos, que são compatíveis com o monitoramento do processo exploratório.
- Reversível: considerando que o impacto é cíclico, porém não constante.

#### *Desenvolvimento rural*

- Positivo: a contratação de mão-de-obra gera recursos econômicos no setor rural.
- Indireto: é relação secundária à ação.
- Local: a contratação de mão-de-obra é feita, preferencialmente, em nível local.
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de identificação dos recursos.
- Temporário: a duração é estabelecida em função da identificação dos recursos locais.
- Reversível: pelo fato de ser temporário.

As seguintes etapas foram analisadas simultaneamente, em razão da semelhança dos impactos causados durante a execução dessas atividades.

## **2. Abertura de trilhas de acesso e manejo.**

## **3. Mapeamento dos recursos vegetais medicinais**

### **Meio Físico**

#### *Recursos edáficos: compactação*

- Negativo: com a abertura de trilhas e o trânsito de pessoas ocorre a compactação do solo; sendo locais de declividade acentuada o impacto tende a ser maior, favorecendo em alguns pontos a lixiviação.
- Indireto: é relação secundária à ação.
- Local: ocorre especificamente nos locais de maior pisoteio.
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de exploração e manejo.
- Cíclico: não é constante ao longo do tempo.
- Reversível: pode voltar às suas condições originais.

#### *Recursos edáficos: microbiota do solo*

- Negativo: a retirada de matéria orgânica provocada pela movimentação de pedestres influencia a microfauna e microflora do solo, perturbando o equilíbrio biológico do solo.
- Indireto: a ação ocorre sobre o solo.
- Local: ocorre especificamente nos locais de remoção da matéria orgânica.
- Curto prazo: o impacto surge durante a abertura das trilhas.
- Temporário: permanece por tempo determinado, durante a utilização das trilhas.
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

### **Meio Biótico**

#### *Flora Terrestre: Cobertura vegetal e Regeneração natural*

- Negativo: implica a erradicação de parte da cobertura vegetal, facilitando o trânsito, e a remoção do banco de propágulos no solo onde existirão as trilhas, usadas para marcação dos indivíduos a serem explorados.
- Direto: representa relação de causa e efeito
- Local: ocorre nos locais onde houve decapeamento do solo e corte da vegetação.
- Curto prazo: surge na etapa de abertura das trilhas.
- Permanente: a remoção do banco de propágulos ocorre de forma definitiva.
- Irreversível: considerando que o impacto é permanente.

#### *Fauna terrestre*

- Negativo: a presença de pessoas perturba o hábitat silvestre, considerando que a vegetação funciona como refúgio natural de animais.
- Direto: representa relação de causa e efeito.
- Local: ocorre nas áreas onde foram realizados os trabalhos de abertura das trilhas.
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de abertura e marcação das trilhas.
- Temporário: após o trânsito de pessoas, os efeitos param de se manifestar, retornando a estabilidade do ambiente.
- Reversível: pelo fato de ser temporário.

## **Meio Antrópico**

### *Fixação do trabalhador rural no campo*

- Positivo: a alternativa de ocupação da mão-de-obra rural contribui com a fixação do trabalhador no campo.
- Indireto: é relação secundária da ação.
- Local: a mão-de-obra local é beneficiada.
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de abertura de trilhas e marcação dos recursos vegetais que serão explorados.
- Temporário: ocorre até a execução das atividades.
- Reversível: pelo fato de ser temporário.

### *Desenvolvimento rural*

- Positivo: a contratação da mão-de-obra rural restringe o êxodo rural, além de gerar recursos econômicos.
- Indireto: é relação secundária da ação.
- Local: a geração de empregos diretos ou indiretos é feita em nível local e/ou regional.
- Curto prazo: o impacto surge na etapa de abertura de trilhas e no mapeamento (marcação) dos recursos.
- Temporário: a duração é estabelecida em função da execução das atividades descritas.
- Reversível: pelo fato de ser temporário.

## **4. Instalação da Estrutura de Apoio**

A instalação de um galpão destinado a secagem e armazenamento das plantas desidratadas é parte do processo de manejo das plantas medicinais e aromáticas. A construção do viveiro de mudas torna-se necessária à produção de matrizes utilizadas no enriquecimento da floresta, seja por meio da regeneração artificial ou do aproveitamento de plântulas provenientes da regeneração natural. Nesse sentido, a participação de instituições de pesquisa e órgão públicos, como o Instituto Estadual de Florestal (IEF) e a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater), serão fundamentais para a transferência de tecnologias.

## **Meio Antrópico**

### *Fixação do trabalhador rural no campo*

- Positivo: a oportunidade de geração de recursos através de novos empreendimentos contribui com a fixação de contingentes humanos na área rural.
- Indireto: é reação secundária em relação à ação.
- Regional: há diminuição dos problemas sociais nos aglomerados humanos.
- Médio prazo: o impacto surge após a identificação e quantificação dos recursos a serem explorados.
- Permanente: independentemente da redução de pessoal ao longo do tempo, haverá sempre a necessidade de pessoas trabalhando e, portanto, fixando a terra.
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

### *Desenvolvimento regional*

- Positivo: promove a criação de empregos na área rural, aumentando a população economicamente ativa, e favorece o comércio regional.
- Indireto: é reação secundária em relação à ação.
- Regional: ocorre dinamização do desenvolvimento regional.
- Curto prazo: o impacto surge com a comercialização de insumos e com o surgimento de novos empreendimentos.
- Permanente: sempre haverá necessidade de insumos agrícolas (sacolas de mudas, ferramentas, etc.).
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

## **II. Etapa de Exploração e Manejo**

As etapas que se seguem devem ser definidas em função das práticas tradicionais e dos resultados obtidos após a realização do inventário (etapa de implantação).

### **5. Extração das partes vegetais medicinais**

#### **Meio Físico**

##### *Recurso edáfico: exportação de nutrientes*

- Negativo: a retirada de biomassa florestal promove a exportação de nutrientes presentes nos órgãos vegetais colhidos.
- Indireto: o impacto é sobre a flora.

- Local: limita-se a área delimitada ao manejo.
- Curto prazo: o efeito surge com a retirada de nutrientes presentes nas partes medicinais colhidas.
- Permanente: após a retirada de biomassa os efeitos persistem.
- Irreversível: considerando que o impacto é permanente.

### **Meio Biótico**

#### *Flora terrestre: biomassa florestal*

- Positivo: desde que a frequência de colheita seja pequena e a quantidade de biomassa retirada seja coerente com a capacidade de suporte.
- Direto: a colheita controlada, em épocas adequadas, estimula o aparecimento de novas folhas. Por outro lado, a regeneração natural será beneficiada quando a retirada de biomassa favorecer a entrada de luz no ambiente.
- Local: o efeito é decorrente da ação local e de suas imediações.
- Médio prazo: o efeito vai se manifestar de maneira particular em cada espécie, porém é um prazo médio.
- Cíclico: o efeito surge com o estabelecimento do ciclo de corte.
- Reversível: considerando que a biomassa é repostada.

#### *Fauna terrestre: Redução do habitat silvestre*

- Negativo: a retirada de biomassa implica a redução do habitat silvestre principalmente de animais vertebrados e insetos. O impacto é maior quando alguma das plantas medicinais exploradas faz parte da dieta alimentar animal.
- Indireto: a ação ocorre sobre a flora.
- Local: o impacto se dá apenas nas espécies exploradas.
- Longo prazo: principalmente se houver competição por espaço ou alimento.
- Temporário: considerando que o manejo permite a reposição da cobertura original.
- Reversível: pelo fato de o impacto ser temporário.

## **Meio Antrópico**

### *Fixação do trabalhador rural no campo*

- Positivo: com a ampliação de ofertas de serviços, o trabalhador rural tem oportunidade de melhorar as condições de vida e, assim, se fixar no campo.
- Indireto: a reação é secundária em relação à ação.
- Local: a mão-de-obra de familiares e de pessoas locais é privilegiada.
- Curto prazo: o impacto surge com a execução das atividades.
- Permanente: sempre haverá a necessidade de contratação de serviços, embora possa haver redução de trabalho em algumas épocas do ano.
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

### *Desenvolvimento regional*

- Positivo: a criação de empregos remunerados contribui com o desenvolvimento regional.
- Indireto: a reação é secundária em relação à ação.
- Regional: ocorre capitalização da região.
- Médio prazo: o efeito vai se manifestar com o aumento da demanda de mão-de-obra.
- Permanente: aumenta o poder de compra dos trabalhadores rurais.
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

## **6. Recrutamento de propágulos (sementes e mudas de regeneração) que promovem a regeneração artificial (enriquecimento da floresta)**

## **Meio Biótico**

### *Flora terrestre: regeneração*

- Positivo: a coleta de sementes e propágulos vai beneficiar as produções futuras por meio da regeneração artificial.
- Direto: representa uma relação de causa e efeito.
- Local: a ação circunscreve-se ao próprio sítio (floresta).
- Médio prazo: o efeito se manifesta após o estabelecimento das mudas (proveniente da coleta de propágulos) remanejadas.
- Permanente: os efeitos se manifestam permanentemente.
- Irreversível: considerando que o impacto é permanente.

#### *Fauna terrestre: Redução de alimentos*

- Negativo: a coleta de sementes implica a redução de alimentos quando as espécies coletadas fazem parte de uma cadeia alimentar.
- Indireto: é reação secundária à ação.
- Local: limita-se ao sítio e suas imediações.
- Curto prazo: o efeito surge com a coleta das sementes e propágulos utilizados como alimentos.
- Temporário: considerando que ocorre contínua produção de sementes.
- Reversível: considerando que o efeito é temporário.

#### **Meio Antrópico**

##### *Fixação do trabalhador rural no campo*

- Positivo: a criação de empregos na área rural contribui com a fixação do trabalhador rural no campo.
- Indireto: é reação secundária à ação.
- Local: os efeitos se manifestam sobre a comunidade rural local.
- Curto prazo: o efeito surge com o trabalho a ser realizado.
- Permanente: embora possa haver redução de mão-de-obra, sempre haverá necessidade de mão-de-obra.
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

##### *Desenvolvimento regional*

- Positivo: a mudança no paisagismo causada pela revegetação causa alterações benéficas ao ecossistema.
- Indireto: é reação secundária à ação.
- Regional: os efeitos se manifestam regionalmente, pois o aumento de cobertura vegetal ocorre nesse âmbito.
- Longo prazo: o impacto surge com o crescimento vegetal.
- Permanente: os efeitos se mostram permanentes com o aumento de áreas verdes.
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

## **7. Enriquecimento da floresta com as espécies de interesse**

A definição das espécies a serem usadas no enriquecimento da floresta deve estar pautada nas características da paisagem regional. O sucesso desse processo depende do conhecimento da ecologia das espécies, de modo a garantir sua maturidade reprodutiva.

### **Meio Físico**

#### *Recurso edáfico*

- Positivo: a cobertura vegetal do solo, implantada por meio da revegetação, contribui para o controle de processos erosivos e a ciclagem de nutrientes (aumento da produção de serrapilheira)
- Indireto: é reação secundária à ação.
- Local: os reflexos básicos limitam-se ao sítio e suas imediações.
- Médio prazo: o efeito surge com as formações naturais de vegetação.
- Permanente: os efeitos ocorrem de forma definitiva.
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

#### *Recurso hídrico*

- Positivo: o controle do processo erosivo, por meio da cobertura vegetal, reduz as possibilidades de assoreamento dos cursos d'água e promove o aumento da vazão causado pela maior infiltração da água no solo.
- Indireto: o impacto é sobre a flora.
- Regional: o efeito se propaga pela região.
- Longo prazo: o efeito se manifesta a longo prazo.
- Permanente: os efeitos se manifestam definitivamente.
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

#### *Ar*

- Positivo: ocorre troca de gases com o ambiente ( $\text{CO}_2/\text{O}_2$ ) e promove a captura de carbono, atuando no controle da poluição atmosférica e na ciclagem de nutrientes.
- Indireto: é reação secundária à ação.
- Regional: ocorrem mudanças na paisagem regional.
- Longo prazo: o efeito se manifesta com as formações naturais de vegetação.
- Permanente: os efeitos têm caráter definitivo.
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

## **Meio Biótico**

### *Flora terrestre*

- Positivo: o enriquecimento da floresta contribui com a conservação de germoplasma de espécies autóctones.
- Direto: resulta de relação de causa e efeito.
- Regional: o efeito se manifesta em nível regional, considerando todas as funções ecológicas da floresta.
- Médio prazo: o efeito surge com o estabelecimento de novas formações vegetais.
- Permanente: os efeitos perduram no tempo.
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

### *Fauna terrestre*

- Positivo: o enriquecimento da floresta contribui com a proteção e preservação da fauna silvestre.
- Indireto: é reação secundária em relação à ação.
- Regional: o efeito se manifesta por uma área além das imediações do sítio (floresta) onde se dá a reação.
- Médio prazo: o efeito surge com o restabelecimento de fluxos animais e com o aumento do habitat silvestre.
- Permanente: o aumento espacial da vegetação ocorre de forma definitiva.
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

## **Meio Antrópico**

### *Paisagismo*

- Positivo: remanescentes maiores apresentam melhores condições de conservar a composição florística e a conseqüente beleza cênica.
- Indireto: é reação secundária em relação à ação.
- Regional: o efeito se dá em nível regional.
- Longo prazo: os efeitos se manifestam a longo prazo.
- Permanente: os efeitos visuais não param de se manifestar.
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

### *Desenvolvimento regional*

- Positivo: o enriquecimento da floresta com espécies de interesse econômico propicia a valorização de propriedades rurais, além de gerar empregos. Por

outro lado, contribui com a proteção de mananciais hídricos e fomenta o uso múltiplo de florestas.

- Indireto: é reação secundária em relação à ação.
- Regional: o efeito se propaga por área além das imediações da floresta.
- Curto prazo: a geração de empregos se dá a curto prazo.
- Permanente: os efeitos são definitivos.
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

## **8. Monitoramento da regeneração natural (implantação de parcelas)**

### **Meio Biótico**

#### *Flora terrestre: regeneração natural*

Positivo: o monitoramento da regeneração, por meio do inventário, permite reconhecer a capacidade de renovar da floresta.

Direto: fornece a garantia do processo exploratório.

Local: ocorre nas áreas delimitadas para o manejo.

Curto prazo: o impacto surge com a execução do inventário.

Permanente: o efeito tem caráter definitivo.

Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

### **Meio Antrópico**

#### *Geração de empregos (considerando os técnicos envolvidos no inventário)*

- Positivo: contribui com aproveitamento da mão-de-obra qualificada e geração de empregos indiretos e diretos na região do empreendimento.
- Indireto: representa relação secundária em relação à ação.
- Regional: a contratação de mão-de-obra é feita em nível regional.
- Médio prazo: o impacto surge na etapa de manejo.
- Cíclico: a necessidade de técnicos será suprida em determinados ciclos, que são compatíveis com o monitoramento do processo exploratório.
- Reversível: considerando que o impacto é cíclico, porém não constante.

#### *Desenvolvimento rural*

- Positivo: a contratação de mão-de-obra remunerada promove o desenvolvimento rural, diminuindo o êxodo rural.
- Indireto: é reação secundária em relação à ação.

- Local: a contratação de mão-de-obra é feita, preferencialmente, em nível local.
- Longo prazo: o impacto surge na etapa de monitoramento do manejo de plantas medicinais.
- Temporário: a duração é estabelecida em função das tarefas executadas.
- Reversível: pelo fato de ser temporário.

### **III. Etapa de Comercialização**

#### **9. Beneficiamento das plantas medicinais**

Após a retirada da biomassa útil, que na maioria das vezes são folhas e cascas, o material é submetido ao processo de beneficiamento. O primeiro passo do beneficiamento de plantas medicinais é a seleção da matéria-prima: retirada de partes vegetais danificadas ou sujas e separação de folhas e ramos (neste caso, deve-se entender que são os ramos mais finos). O segundo passo refere-se à secagem do material vegetal, que pode ser artificial ou natural.

#### **Meio Antrópico**

##### *Geração de empregos*

- Positivo: a geração de empregos, nesse tipo de atividade, deve privilegiar a mão-de-obra feminina e/ou juvenil.
- Direto: resulta de relação de causa e efeito.
- Local: privilegia a mão-de-obra familiar e/ou local.
- Curto prazo: o efeito se manifesta na etapa de beneficiamento.
- Permanente: o efeito se mostra persistente, embora possa haver redução da mão-de-obra utilizada.
- Irreversível: pelo fato de ser permanente.

##### *Desenvolvimento regional*

- Positivo: a produção de plantas medicinais é vista como alternativa na geração de recursos econômicos e no desenvolvimento regional (Ex.: AEPLAM – Associação de Extratores e Produtores de Plantas Aromáticas e Medicinais do Vale do Ribeira.)
- Indireto: resulta de reação secundária em relação à ação.
- Regional: o efeito se manifesta por toda a região.

- Longo prazo: o efeito é de longo prazo, considerando o potencial de mercado.
- Permanente: os efeitos são de caráter definitivo pelo menos num horizonte temporal conhecido.
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

#### *Valor Cultural*

- Positivo: a população rural é detentora de vasto conhecimento sobre plantas medicinais, principalmente as mulheres, e estas fazem parte da mão-de-obra marginalizada no meio rural.
- Indireto: é reação secundária em relação à ação.
- Regional: propaga-se por área além das imediações das propriedades rurais.
- Longo prazo: o efeito a longo prazo revela a existência de complexo de conhecimentos adquiridos pela tradição herdada.
- Permanente: os efeitos se manifestam num caráter definitivo.
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

### **10. Comercialização de plantas medicinais e aromáticas provenientes do manejo de populações naturais**

#### **Meio Físico**

##### *Recurso edáfico: manejo do solo*

- Positivo: a comercialização de plantas medicinais tem relação com a gestão do solo, considerando que os sistemas adotados na produção devem ser sustentáveis do ponto de vista agroecológico e rentáveis do ponto de vista econômico.
- Indireto: é reação secundária em relação à ação.
- Regional: o efeito se propaga além das imediações das propriedades rurais, pois os benefícios de sistema agroecológico contribuem com a conservação dos recursos naturais.
- Longo prazo: os processos de uso e manejo do solo são capazes, a longo prazo, de aumentar a sustentabilidade do sistema de produção.
- Permanente: o efeito tem caráter definitivo.
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

## **Meio Biótico**

*Flora terrestre: preservação de remanescentes florestais*

- Positivo: a geração de recursos econômicos faz com que a preservação da floresta tenha vantagem econômica e seja aceita do ponto de vista sociocultural.
- Indireto: é reação secundária em relação à ação.
- Regional: são várias pequenas propriedades rurais que podem manter a cobertura florestal nas propriedades rurais, com a finalidade de comercialização.
- Longo prazo: o efeito se manifesta por um prazo indefinido.
- Permanente: o efeito tem caráter permanente.
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

## **Meio Antrópico**

*Desenvolvimento local e regional*

- Positivo: a comercialização de plantas medicinais e aromáticas, a identificação de novos produtos e a demonstração da viabilidade do manejo sustentado contribuem com o desenvolvimento local e regional. O sistema permite a obtenção continuada dos produtos, trazendo benefícios ao trabalhador rural e ao setor comercial.
- Indireto: é reação secundária em relação à ação.
- Regional: ocorre ampliação da oferta de bens e serviços na região.
- Curto prazo: desde que os produtos sejam capazes de se estabelecer nos segmentos consumidores.
- Permanente: o efeito é definitivo, considerando a diminuição do êxodo rural e o aumento do poder aquisitivo.
- Irreversível: pelo fato de o impacto ser permanente.

O manejo de rendimento sustentado de plantas medicinais e aromáticas, em florestas naturais, deve ser compatível com modelos de exploração que considerem as limitações do meio ambiente – vegetação, solo e clima, a concretização desse propósito exige ação participativa, fundamentada na integração de esforços e no intercâmbio de experiências entre técnicos e produtores rurais e respaldada por decisões e ações que promovam baixo impacto no ecossistema e proporcione bens e serviços à sociedade de forma sustentável. As medidas mitigadoras e potencializadoras têm de atender às

particularidades do ecossistema, das espécies a serem exploradas e das propriedades rurais envolvidas nas práticas de manejo de uso múltiplo. Contudo, todas as atividades devem ter impacto positivo a longo prazo, melhorando a administração da floresta com obtenção de benefícios econômicos e sociais e respeitando os mecanismos de sustentação do ecossistema. Este é objetivo do manejo florestal de uso múltiplo (ZACHOW, 2001) .

A maior parte dos fragmentos de mata atlântica está situada em propriedades particulares (87,5%), em áreas que não oferecem boas condições ao cultivo convencional (terrenos íngremes, encharcados ou de difícil acesso). O restante - 12,5% - é de propriedade pública e está sendo preservado na forma de unidades de conservação. Esses dados mostram que alternativas de manejo na conservação da biodiversidade devem ser realizadas em parceria com os proprietários desses remanescentes (VIANA, 1990). Orientação, estímulo e tecnologias devem ser colocados à disposição destes trabalhadores rurais, a fim de que possam contribuir para a conservação desses recursos, lembrando que essas áreas são repositórios muito valiosos da flora e da fauna.

Outro aspecto que deve ser considerado é a implementação do comércio solidário e a busca do “selo social”, de modo que sejam fortificados os objetivos comuns e o valor dos produtos tenham embutido os custos ambientais e sociais na sua produção. De acordo com GUIMARÃES (1996), ninguém tem dúvida do grave choque cultural e econômico que recebe o migrante do meio rural, despreparado, ao deixar o campo em direção às cidades de médio e grande porte. A análise da viabilidade social se concentra em averiguar se as práticas implantadas respondem as necessidades, condições, potencialidades e capacidades locais. O projeto é socialmente viável quando ele se adapta tão bem às condições locais que as pessoas podem dar conta das vantagens e modificam seus métodos visando obter maiores benefícios (GOW, 1992).

De acordo com RAFI (1997), a forma mais segura e de menor custo de manter a diversidade genética é mantê-la cultivada nas propriedades rurais. A conservação *on farm* é reconhecida como elemento importante na conservação e no manejo sustentado de plantas medicinais e aromáticas.

### ***Situação do Manejo de Plantas Medicinais Nativas***

De acordo com o Departamento de Recursos Florestais do IBAMA, não existem registros de planos de manejo de exploração de plantas medicinais e

aromáticas. Essa mesma instituição, após vários contatos, disponibilizou a minuta da instrução normativa que regulamentará a exploração de plantas medicinais e aromáticas na Amazônia (em anexo), servindo de orientação aos futuros trabalhos (DEREF, 2001). No entanto, a empresa Klabin S.A., localizada em Telêmaco Borba (PR), adquiriu a Certificação de Produtos Florestais Não Madeireiros, da Forest Stewardship Council (FSC), emitida pelo Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (Imaflora), em 2001 (AZEVEDO, 2001). A certificação demonstrou a viabilidade do manejo de 130 espécies medicinais, sendo incluídas nesse montante cinco das espécies estudadas neste trabalho (JOAHNSSON, 2001).

No Estado de São Paulo, o Departamento Estadual de Proteção aos Recursos Naturais (DEPRN) é o responsável pela autorização da atividade de manejo de recursos naturais, sendo orientado pelo Decreto Federal nº 750/93 e pela Portaria nº 52/98, que dispõem sobre regras de manejo de plantas úteis (ornamentais e medicinais). Os requisitos básicos de elaboração do Plano de Manejo incluem:

- elaboração do projeto de manejo das espécies de interesse;
- elaboração de uma planta altimétrica da área;
- descrição das estratégias de manutenção e regeneração das espécies;
- relatório anual dos dados sobre manejo dessas espécies; e
- quantidade de matéria verde que será manejada.

Após a autorização do DEPRN, o projeto deve ser submetido ao IBAMA, com a finalidade de obtenção da guia de comercialização e transporte.

O levantamento efetuado no Cadastro do Instituto Estadual de Florestal (IEF), em Belo Horizonte, bem como nas 14 regionais dessa instituição, resultou num quadro que mostra diversos registros nas referidas categorias (02.00; 03.00; 06.00; 07.00; 10.01), porém a matéria-prima oriunda da flora inclui apenas lenha, carvão, plantas ornamentais, xaxim, bulbo, toretes, tora e madeira serrada. Não foram observados registros referentes a matéria-prima plantas medicinais, aromáticas, óleos essenciais e outros derivados da flora medicinal, embora, na busca de informações comerciais tenham sido feitos contatos com mais de dez estabelecimentos comerciais, que fazem uso direto da flora medicinal nativa.

A situação do mercado regional é crítica sob o ponto de vista de que não se conhece o volume de comercialização das espécies medicinais nativas, os locais que estão submetidos à maior pressão antrópica e os danos causados

às populações naturais de plantas medicinais e muito menos às pessoas envolvidas nessas atividades. Contudo, as legislações existem, sejam elas com intuito de proteger os remanescentes florestais ou controlar a exploração de espécies nativas. Segundo HALL e BAWA (1993), há evidências de que em muitos casos os produtos florestais não-madeireiros, como as plantas medicinais, não são explorados com base sustentável, colocando a população em declínio e, portanto, reduzindo a área total de colheita. Este é o perfil em nível mundial, considerando a notável falta de dados científicos seguros sobre a gestão econômica das plantas medicinais, seu comércio e seu mercado, segundo os diversos tipos de ecossistemas; as funções biológicas produtivas da maioria das espécies; a coleta tradicional; e as formas de utilização (TEWARI e CAMPBELL, 1996).

*Estratégias para conservação e manejo de recursos genéticos de plantas medicinais e aromáticas: resultado da 1ª Reunião Técnica.*

Das 11 espécies estudadas, nove delas foram recentemente incluídas na lista de espécies medicinais e aromáticas com maior prioridade de conservação, ações de pesquisa e manejo sustentado (VIEIRA et al., 2002), de acordo com os seguintes biomas brasileiros:

- Mata Atlântica: *Casearia sylvestris*, *Costus spiralis*, *Ocotea odorifera*, *Maytenus aquifolia*, *Maytenus robusta* e *Trichilia catigua*.
- Caatinga: *Anadenanthera colubrina* var. *cebil*
- Cerrado e Pantanal: *Siparuna guianensis*; *Smilax* spp.

### **Valoração pelos Preços de Mercado das Espécies Medicinas**

Os resultados referentes à comercialização das espécies medicinais estudadas se encontram nos Quadros 29 a 38. Segundo as informações obtidas no comércio de Belo Horizonte-MG, as plantas não têm época de colheita; sempre que o comerciante faz o pedido aos extratores, estes, após alguns dias, trazem a encomenda. Com exceção da empresa 3, a matéria-prima é adquirida fresca, sendo a secagem (natural) realizada no próprio estabelecimento comercial ou em propriedades rurais.

Algumas empresas de Belo Horizonte se negaram a informar o valor de compra da matéria-prima e o volume de comercialização. O informante da empresa 1 foi mais preciso nos dados, sendo ele o próprio coletor de plantas.

De acordo com alguns informantes, o preço comercializado pelos extratores pode variar de R\$ 8,00 a R\$ 12,00 por saco (saco de linhagem/tipo café), dependendo da planta. As empresas 5, 7 e 8 comercializam algumas plantas que são provenientes de propriedades rurais da família. Esse fato contribui com a falta de informações sobre o volume comercializado e o valor da matéria-prima.

O volume de comercialização é muito variado entre essas empresas, as quais também variam quanto à sua estrutura física. De maneira geral, entre as plantas estudadas, a mais comercializada é a espinheira-santa, sendo toda a matéria-prima obtida de extrativismo. Segundo os comerciantes de Belo Horizonte, os fornecedores e/ou extratores coletam as plantas medicinais nos municípios de Esmeralda, Itabirito, Santa Luzia, Sabará, Sete Lagoas, Pirapora e Montes Claros. A empresa 10 não autorizou o fornecimento do valor de compra da matéria-prima.

Segundo dados da Associação Brasileira de Indústrias de Fitoterápicos (ABIFITO), o mercado de plantas medicinais no Brasil movimenta US\$ 260 milhões por ano, sendo o crescimento de mercado de 15% ao ano. Contudo, vários problemas são identificados neste setor, entre eles o extrativismo destrutivo, que pode provocar colapso no setor, considerando que 98% da matéria-prima é obtida desse processo (D'ALL AGNOL, 2001).

Vários autores, segundo BROWN (1994), descrevem o problema do acesso ao valor de mercado na complexa cadeia produtiva de plantas medicinais. A análise dessa cadeia mostra quanto valor é adicionado em cada parte da cadeia, que é composta por: coletor, distribuidor, mercado regional, atacadista, varejista e consumidor. Essa situação pode ser ilustrada com o exemplo da cancerina (*Hemiangium excelsum*), espécie medicinal da floresta tropical mexicana em que a casca da raiz é comercializada:

	Segmentos	US\$/kg planta seca (1989)
1	Coletor	0,81 - 1,22
2	Mercado regional	2,44-3,25
3	Varejista	4,07-6,10
4	Consumidor	8,14

Por outro lado, na valoração de plantas medicinais têm-se duas diferenças primordiais: o valor intrínseco dessas espécies e o valor econômico; este último pode ser medido, enquanto o valor intrínseco faz parte da

diversidade cultural e dificilmente pode ser medido (BROWN, 1994). O uso direto (subsistência) dos produtos florestais não-madeireiros contribui significativamente com o bem-estar das comunidades rurais. No entanto, ambos – pequenos proprietários e economistas – raramente estão de acordo com o valor econômico do uso direto de PFNM, pois são difíceis de serem mensuradas (SHANLEY, 2001).

Na América Central e no Caribe, onde existe amplo uso de produtos florestais não-madeireiros pelas comunidades rurais, que também participam do aproveitamento de outros bens e serviços da floresta, verifica-se que elas geralmente recebem a menor parte do valor monetário obtida na venda desses produtos, além de estarem submetidas ao saque de seus recursos por pessoas de outras localidades (VILLALOBOS e OCAMPO, 1997).

Atribuir o valor de mercado ao bem ou ao serviço é a maneira mais simples de valorá-lo. A idéia básica é saber quanto custaria a aquisição, no mercado, desse bem ou serviço. Essa forma de valoração é muito útil, especialmente no planejamento econômico de curto prazo, mas tem limitação concreta nos termos da economia ecológica, já que se propõe à construção de novos fundamentos e novas regras no funcionamento dos mercados. A limitação de natureza econômica refere-se à dificuldade de atribuir valor de mercado a alguns produtos que efetivamente não são comercializados, o que acontece nas sociedades onde as relações não se estabelecem via mercado (GODOY et al., 1993). No entanto, em termos ambientais, questiona-se a viabilidade econômica da extração de plantas medicinais nativas para a garantia da sustentabilidade da oferta desses produtos.

**Quadro 29** – Informações comerciais obtidas sobre o açoita-cavalo (*Luehea* spp.) em dez estabelecimentos comerciais

Empresa	Local de coleta	Parte usada	Principais Indicações Terapêuticas	Modo de usar	Valor de venda (R\$)	Valor de Compra (R\$)	Procura de consumidores	Vendas (kg/mês)
1	Esmeralda/MG	casca	Tratamento capilar	Banho (chá)	0,90/ 20 g		Médio	-
2	Extratores/MG	casca	Queda de cabelo	Banho (chá)	1,00/ 40 g	-	Médio	-
3	Extratores/MG	Casca	Queda de cabelo; antiinflamatório	Banho (chá)	0,90/20 g	-	Médio	4,0
4	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Extratores/MG	Lenho	Diarréia; artrite; reumatismo	Chá	1,00/35 g	-	Pouco	-
6	Atacadista/SP	Casca	Tratamento capilar	Banho	0,90/20 g	-	Médio	-
7	Esmeralda/MG	Casca	Tratamento capilar	Banho	0,90/ 20 g	-	Pouco	-
8	Esmeralda/MG	Casca	Tratamento capilar; lavagem de feridas	Banho	0,90/ 20 g	-	Médio	-
9	Extratores/ SP	Casca	-	-	-	1,20/kg	-	33
10	-	-	-	-	-	-	-	-

**Quadro 30** – Informações comerciais obtidas sobre o angico (*Anadenanthera* spp.; *Piptadenia colubrina*) em dez estabelecimentos comerciais

Empresa	Local de coleta	Parte usada	Principais Indicações Terapêuticas	Modo de usar	Valor de venda (R\$)	Valor de Compra (R\$)	Procura de consumidores	Vendas (kg/mês)
1	Esmeralda/MG	Casca	Depurativo; diurético; antiinflamatório	Chá (decocção)	0,90/ 20 g	1,00/kg (Planta fresca)	Médio	6,0
2	Extratores/MG	Casca	Expectorante	Chá (decocção)	1,00/ 45 g	8,00/saco* (Planta fresca)	Pouco	-
3	Esmeralda/MG	Casca	Expectorante; antiinflamatório	Chá (decocção)	0,90/ 20 g	-	Médio	4,0
4	Montes Claros/MG	Resina "choro da árvore"	Bronquite	Chá (decocção)	3,00/ 50 g	-	Pouco	-
5	Extratores/MG	Casca	Bronquite; gripe; imunoestimulante	Chá (decocção)	1,00/ 50 g	-	Pouco	-
6	Atacadistas/SP	Casca e resina	Cicatrizante	Chá (banho)	0,90/ 25 g	-	Médio	-
7	Esmeralda	Casca de galhos	Tosse; bronquite	Chá (decocção)	0,90/ 20 g	-	Médio	-
8	Santa Luzia/MG; atacadistas/SP	Casca	Antiinflamatório; expectorante; bronquite	Chá (decocção)	1,00/ 20 g	-	Médio	-
9	Nordeste (BA)	Casca	-	-	-	0,70 - 0,80/ kg	-	160
10	-	-	-	-	-	-	-	-

**Quadro 31** – Informações comerciais obtidas sobre a cana-de-macaco (*Costus spiralis*; *C. spicatus*) em dez estabelecimentos comerciais

Empresa	Local de coleta	Parte usada	Principais Indicações Terapêuticas	Modo de usar	Valor de venda (R\$)	Valor de Compra (R\$)	Procura de consumidores	Vendas (kg/mês)
1	Esmeralda/MG	Parte aérea	Diurética	Chá	0,90/ 20 g	-	Médio	2,0
2	Extratores/MG	Parte aérea	Diurética	Chá	1,00/ 35 g	8,00-10,00/saco	Pouco	-
3	Esmeralda/MG	Parte aérea	Problemas de rins; diurética	Chá	0,90/ 10 g	-	Médio	4,0
4	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Extratores/MG	Parte aérea	Problemas de rins; diurética	Chá	1,00/ 20 g	-	Muito	-
6	Extratores/MG	Parte aérea	Infecção renal; diurética	Chá	0,9/ 20 g	-	Muito	-
7	Esmeralda/MG “cultivo”	Parte aérea	Infecção renal; problemas na bexiga urinária	Chá	0,9/ 20 g	-	Médio	-
8	Esmeralda/MG “cultivo”	Parte aérea	Problemas de rins (cálculos renais, infecções)	Chá	0,90/10 g	-	Médio	-
9	Extratores/SP/PR	Parte aérea		-	-	1,50	-	200
10	Extratores/PR	Parte aérea	-	-	-	-	-	-



**Quadro 33** – Informações comerciais obtidas sobre a caroba (*Jacaranda* spp.) em dez estabelecimentos comerciais

Empresa	Local de coleta	Parte usada	Principais Indicações Terapêuticas	Modo de usar	Valor de venda (R\$)	Valor de Compra (R\$)	Procura de consumidores	Vendas (kg/mês)
1	Esmeralda/MG	Raiz	Depurativo	Chá (decocção)	0,90/ 20 g	-	Muito	10
2	Extratores/MG	Raiz; folha	Depurativo, diurético, contra alergias	Chá	1,00/ 40 g	8,00/saco	Muito	-
3	Esmeralda/MG	Raiz; folha	Depurativo	Chá	0,90/10 gF 0,90/20 gR	-	Muito	4,0 F
4	Extratores/MG	Raiz; folha	Depurativo	Chá, banho, garrafada	0,80/20 gF 0,90/30 gR	-	Muito	-
5	Extratores/MG	Raiz; folha	Depurativo	Chá	1,00/ 20 g	-	Muito	-
6	Extratores/MG	Raiz; folha	Depurativo	Chá	0,90/ 20 g	-	muito	-
7	Extratores/MG	Raiz; folha	Depurativo; contra alergias	Chá	0,90/ 20 g	-	Médio	-
8	Sete Lagoas/MG	Raiz; folha	Depurativo	Chá	0,90/10 gF 0,90/20 gR	-	Muito	-
9	Extratores/BA; Norte do PR	Folha	-	-	-	1,20/kg	-	150
10	-	-	-	-	-	-	-	-

Obs.: Segundo os comerciantes de Belo Horizonte, as folhas são as partes vegetais mais procuradas e comercializadas. A planta durante o inverno perde as folhas.

**Quadro 34** - Informações comerciais sobre a espinheira-santa (*Maytenus* spp.) em dez estabelecimentos comerciais

Empresa	Local de coleta	Parte usada	Principais Indicações Terapêuticas	Modo de usar	Valor de venda (R\$)	Valor de Compra (R\$)	Procura de consumidores	Vendas (kg/mês)
1	Santa Luzia/MG	Folha	Gástrica; diurética	Chá	0,90/ 20 g	-	Muito	20
2	Santa Luzia/MG; Sabará/MG	Folha	Úlcera; gastrite; azia	Chá	1,00/ 35 g	8,00-12,00/saco	Muito	-
3	Esmeralda/MG	Folha	Dor de estômago (úlceras; gastrite; má digestão)	Chá	0,90/20 g	-	Muito	12
4	Santa Luzia/MG	Folha	Estômago	Chá	1,00/15 g	-	Muito	-
5	Extratores/MG	Folha	Dor de estômago; contra gases	Chá	1,00/ 20 g	-	Muito	-
6	Extratores/MG	Folha	Gastrite	Chá	0,90/20 g	-	Muito	5
7	Extratores/MG	Folha	Gastrite; gases; má digestão	Chá	0,90/20 g	-	Muito	-
8	Santa Luzia/MG; Sabará/MG	Folha	Úlcera; gastrite; digestiva; analgésica	Chá	0,90 /20 g	-	Muito	1,6
9	Extratores/PR e SC	Folha	-	-	-	5,00/kg	-	500
10	Produtores e Extratores/PR	Folha	-	-	-	-	-	270

**Quadro 35** - Informações comerciais sobre a guaçatonga (*Casearia sylvestris*) em dez estabelecimentos comerciais

Empresa	Local de coleta	Parte usada	Principais Indicações Terapêuticas	Modo de usar	Valor de venda (R\$)	Valor de Compra (R\$)	Procura de consumidores	Vendas (kg/mês)
1	Esmeralda/MG	Folha	Infecção do útero e ovário	Chá	0,90/ 20 g		Médio	6,0
2	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Extratores/MG	Folha	Problemas de estômago, útero e ovário (infecção e miomas)	Chá	0,90/10 g	-	Médio	2,0
4	Extratores/MG	Folha	Rins; dor no coração; pressão alta	Chá	0,80/ 10 g	-	Muito	-
5	Extratores/MG	Folha	Circulação	Chá	1,00/20 g	-	Pouco	-
6	Extratores/MG	Folha	Circulação; diurético; pressão alta	Chá	0,90/20 g	-	Muito	-
7	Extratores/MG	Folha	Diurética; depurativo; queimar gordura	Chá	0,90/ 20 g	-	Muito	-
8	Esmeralda/MG	Folha	Gastrite; úlcera	Chá	0,90/ 10 g	-	Médio	-
9	Extratores/ SP/ SC/PR	Folha	-	-	-	1,20-1,50/kg	-	100
10	Extratores/PR	Folha	-	-	-	-	-	11

**Quadro 36** – Informações comerciais obtidas sobre a japecanga (*Smilax* spp.) em dez estabelecimentos comerciais

Empresa	Local de coleta	Parte usada	Principais Indicações Terapêuticas	Modo de usar	Valor de venda (R\$)	Valor de Compra (R\$)	Procura de consumidores	Vendas (kg/mês)
1	Extratores/MG	Raiz	Antiinflamatório; artrite; artrose; reumatismo	Chá (decocção)	0,90/ 20 g	-	Médio	4,0
2	Extratores/MG	Raiz	Depurativo	Chá (decocção)	1,00/ 40 g	-	Pouco	-
3	Extratores/MG "cerrado"	Raiz	Reumatismo; artrite; artrose	Chá (decocção)	0,90/ 20 g	-	Pouco	1,2
4	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Extratores/MG	Raiz	Reumatismo; depurativo	Chá (decocção)	1,00/ 35 g	-	Pouco	-
6	Extratores/MG "interior"	Raiz	Depurativo	Chá (decocção)	0,90/ 20 g	-	Pouco	-
7	Extratores/MG "interior"	Raiz	Reumatismo; depurativo	Chá (decocção)	0,90/ 20 g	-	Pouco	-
8	Esmeralda/MG	Raiz	Depurativo; problemas de coluna	Chá; vinho	1,00/ 20 g	-	Pouco	-
9	Extratores/ SP/PR	Raiz	-	-	-	2,20-2,50	-	150
10	Extratores/PR	Raiz	-	-	-	-	-	9

**Quadro 37** – Informações comerciais obtidas sobre a negramina (*Siparuna guianensis*) em dez estabelecimentos comerciais

Empresa	Local de coleta	Parte usada	Principais Indicações Terapêuticas	Modo de usar	Valor de venda (R\$)	Valor de Compra (R\$)	Procura de consumidores	Vendas (kg/mês)
6	Extratores/MG	Folha	“Banho protetor”	Banho	0,90/ 15 g	-	Médio	-
7	Extratores/MG	Folha	“Banho de descarrego”	Banho	0,90/ 10 g	-	Médio	-
8	Extratores/MG	Folha	Limpeza de ferida; contra inchaço; “Banho de descarrego”	Banho	0,90/ 10 g	-	Médio	-
9	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-

Obs.: As empresas 1,2, 3, 4 e 5 de Belo Horizonte não comercializam esta planta.

**Quadro 38** – Informações comerciais obtidas sobre a catuaba (*Trichilia catigua*) em dez estabelecimentos comerciais

Empresa	Local de coleta	Parte usada	Principais Indicações Terapêuticas	Modo de usar	Valor de venda (R\$)	Valor de Compra (R\$)	Procura de consumidores	Vendas (kg/mês)
8	Esmeralda/MG	Folha	Fortificante; estimulante; afrodisíaco	Chá	1,00 / 10 g	-	Médio	-
9	Extratores/BA	Casca	Afrodisíaca	-	-	0,70	-	30 000 – 50 000
10	Atacadista/SP	casca	-	-	-	-	-	10

Obs: As empresas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 comercializam a Catuaba do Norte.

## **CAPÍTULO 2**

### **VARIAÇÃO SAZONAL DE ÓLEOS ESSENCIAIS EM CANELA (*Ocotea odorifera*), CATUABA (*Trichilia catigua*), GUAÇATONGA (*Casearia sylvestris*) E NEGRAMINA (*Siparuna guianensis*)**

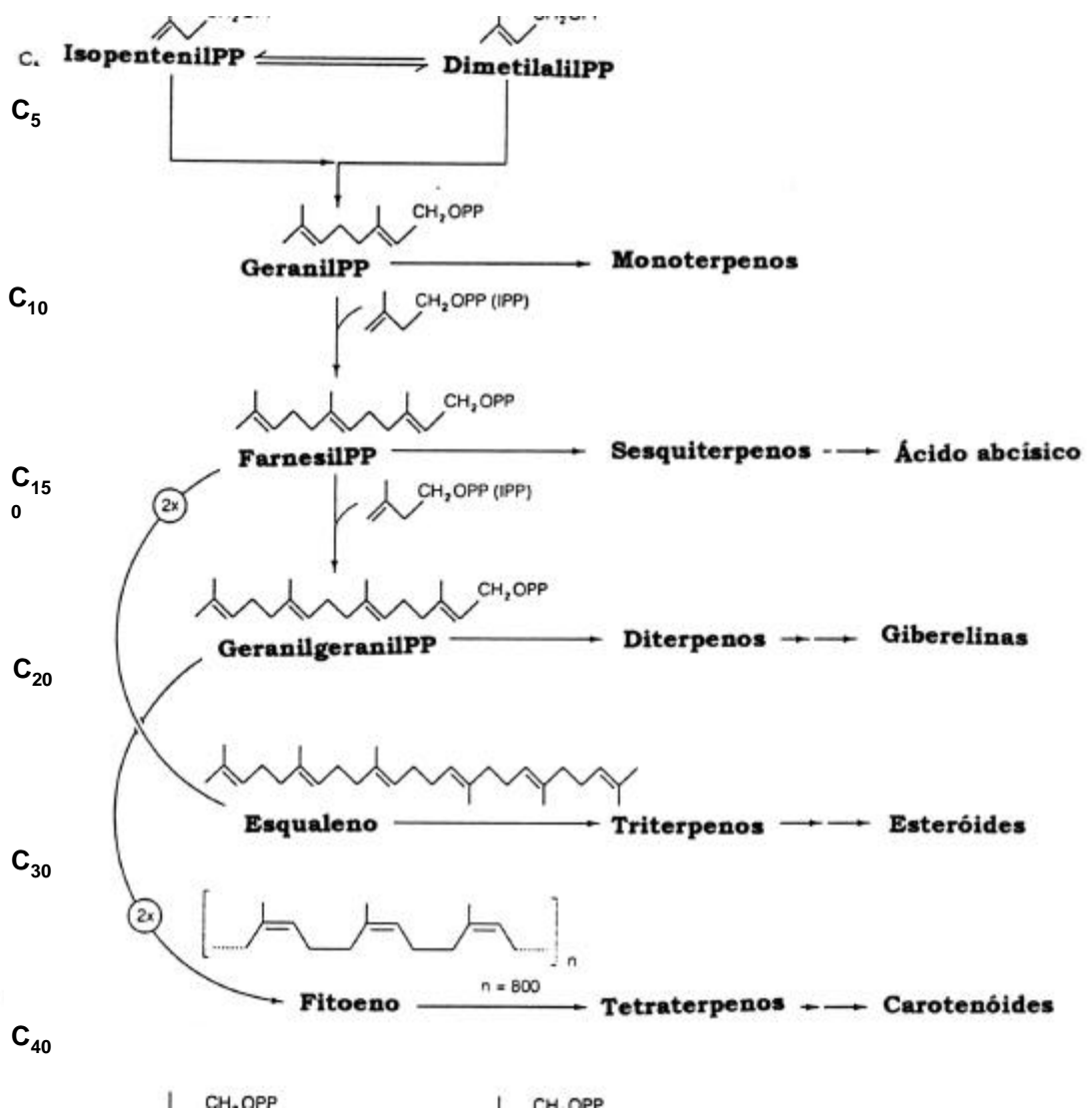
## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os óleos essenciais, quimicamente, são mescla complexa, muitas vezes composta por mais de 100 substâncias distintas, que se caracterizam por sua volatilidade, causando efeitos agradáveis ao sentido do olfato e do paladar. A grande maioria dos óleos voláteis é constituída de derivados fenilpropanóides ou de terpenóides, com esses últimos sendo preponderantes na natureza (SIMÕES e SPITZER, 1999; WATERMAN, 1993).

Alguns terpenos são conhecidos dos povos desde a Antigüidade como constituintes de aromas, sabonetes, perfumes, drogas, conservantes e pigmentos presentes em óleos ou em extratos (COTTON, 1996).

Os terpenos, ou terpenóides, são abundantes na natureza, sendo tipicamente encontrados em plantas superiores, musgos, algas e líquens. O número de compostos terpênicos ultrapassa 8.000; estima-se que 1.000 monoterpenos, 3.000 sesquiterpenos, 2.000 diterpenos e mais de 4.000 triterpenos tenham sido isolados até agora, e a cada dia novas substâncias são identificadas. Em contraste, o número de fenilpropanóides é pequeno, com provavelmente menos de 50 substâncias conhecidas (SIMÕES e SPITZER, 1999; COTTON, 1996; WATERMAN, 1993; CORDEIRO, 1996).

Os terpenos foram o assunto de estudo do despertar da química moderna; em 1887, Wallach, citado por CORDEIRO (1996), propôs a regra conhecida como “regra do isopreno”. A regra do isopreno e sua versão atualizada, “a regra biogenética do isopreno”, formulada em 1953 por Ruzicka, citado por WEST (1990), demonstraram ter conseqüências fundamentais no desenvolvimento da química dos terpenos. Conforme essa regra, as estruturas dos terpenos podem ser racionalizadas ou preliminarmente deduzidas, admitindo-se reações a partir de precursores acíclicos hipotéticos, como geraniol, farnesol, geranilgeraniol, etc. As investigações biossintéticas têm confirmado inteiramente a regra biogenética do isopreno, além de proporcionarem informações detalhadas sobre vários passos fundamentais da biossíntese dos terpenos e na relação com o crescimento e desenvolvimento de plantas (Figura 1) (TAIZ e ZEIGER, 1991).



Fonte: TAIZ e ZEIGER (1991)

**Figura 1** - Biossíntese de terpenos após a conversão do ácido mevalônico em isopentenil - pirofosfato.

Os terpenos são classificados de acordo com o número de átomos de carbono, subdivididos em unidades de cinco carbonos (C<sub>5</sub>), como no Quadro 1. As subdivisões ocorrem devido à adição (oxidação) ou remoção (redução) de ligações duplas e à adição de oxigênio na forma de álcool (-OH), cetonas (=O), aldeídos (-CHO) e ésteres (-O-CO-). A fonte de variação no arranjo espacial (estereoquímica) pode fazer com que formas isômeras tenham diferenças significativas nas propriedades organolépticas (WATERMAN, 1993).

**Quadro 1** – Classificação dos terpenos

Classificação	Nº de átomos de carbono	Nº de unidades de isopreno	Subdivisões
Isopreno	5	1	a,m
Monoterpenos	10	2	a,m,b
Sesquiterpenos	15	3	a,m,b,t
Diterpenos	20	4	a,m,b,t
Sesterpenos	25	5	a,m,b,t
Triterpenos	30	6	a,t,p
Tetraterpenos	40	8	-
Politerpenos	> 40	> 8	-

a = acíclico, b = bicíclico, m = monocíclico, p = pentaacíclico, t = tricíclico

Fonte: CORDEIRO (1992).

Os monoterpenos freqüentemente são os compostos majoritários dos óleos essenciais, sendo alguns deles compostos conhecidos há muito tempo, como o linalol presente nos paus-rosa (*Aniba duckei* e *Aniba roseadora*), que são aproveitados na indústria da essência (HOMA, 1993). Outros monoterpenóides têm seus efeitos farmacológicos reconhecidos, como carvacrol e *p*-cimeno presentes em *Lippia sidoides*, com efeito miorelaxante e cardioestimulante, respectivamente (LEAL-CARDOSO e FONTELES, 1999). Muitos outros metabólitos dessa subclasse possuem várias atividades farmacológicas e usos distintos na indústria farmacêutica, de cosmético e de alimentos (LAWRENCE, 1993).

Os sesquiterpenos têm grande potencial de diversidade estrutural e estereoquímica, porque, aumentando-se o número de carbonos, ocorre aumento do número de ciclizações e modificações nas moléculas (DI STASI, 1996). Os sesquiterpenos são menos voláteis e têm propriedade organoléptica menos

acentuada do que os monoterpenóides. Os sesquiterpenos acíclicos são pouco conhecidos em comparação com os cíclicos, entre os quais se encontram o germacrene presente em espécies de *Siparuna* (LEITÃO et al., 1999) e o cariofileno presente em várias Piperáceas da Amazônia (SANTOS et al., 1998).

Os diterpenos também se caracterizam como um grupo de compostos em que as cadeias acíclicas são raras. Dentre os diterpenos cíclicos destacam-se as casearinas, princípios ativos antitumorais encontrados nas folhas de *Casearia sylvestris* (CARVALHO et al., 1998).

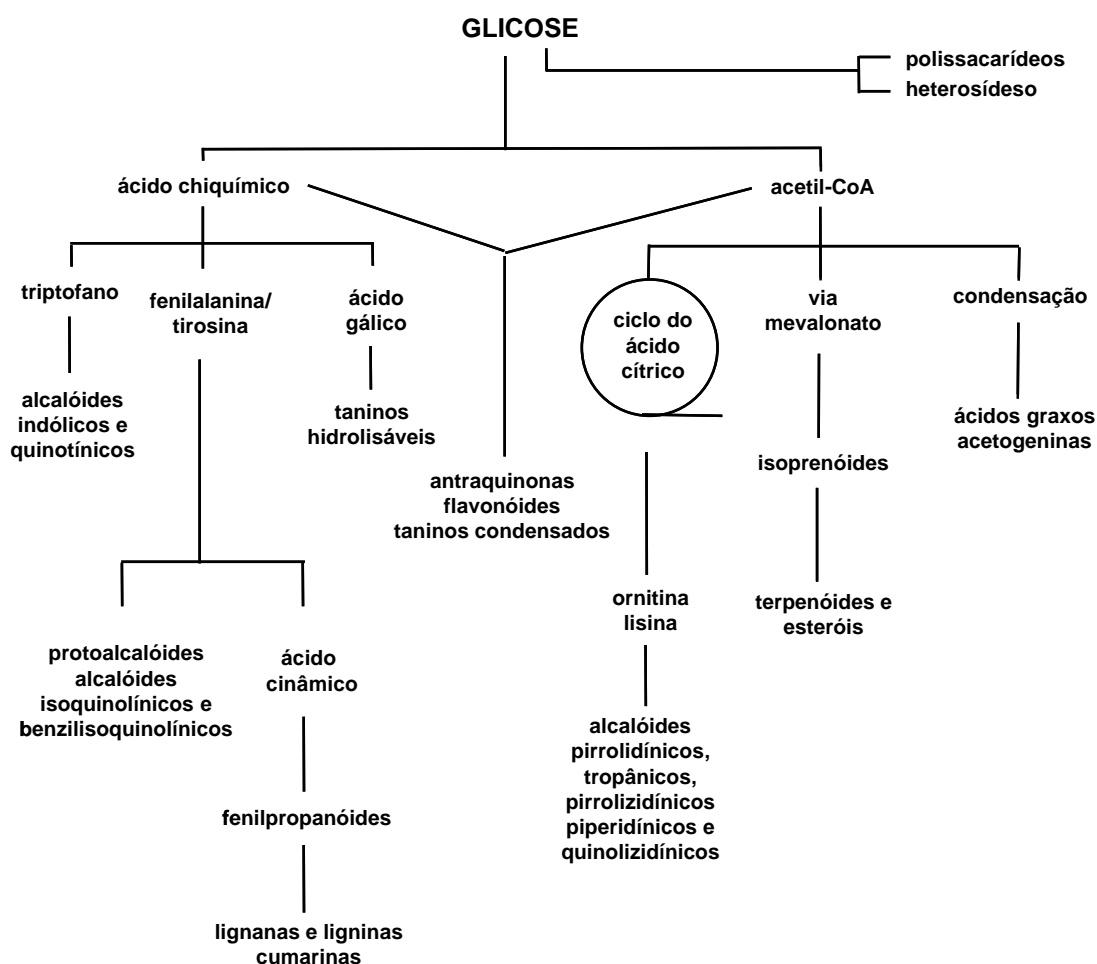
De todos os terpenos, os triterpenos são os mais distribuídos na natureza, constituindo a subclasse muito diversificada de produtos naturais derivados do esqualeno, tendo também atividade antitumoral e imunoestimulante (DI STASI, 1996). Nessa subclasse estão incluídos metabólitos de grande importância, como os limonóides (tetranortriterpenóides) encontrados em inúmeras espécies de *Trichilia*, sendo estes potentes inseticidas (ISMAN et al., 1997; TAIZ e ZEIGER, 1991) e anticancerígenos (GUNATILAKA et al., 1998). A rota biossintética dos limonóides em plantas prevê como precursor algum triterpeno, que, ao final, dá origem aos tetranortriterpenóides através da perda de quatro átomos de carbono do precursor original (SIMÕES et al., 1999).

Os esteróides, embora possuam esqueleto com 27 a 29 carbonos e não 30, como a regra dos triterpenos, estão incluídos nessa subclasse, pois derivam do mesmo precursor, o esqualeno. As saponinas, por sua vez, são esteróides (sapogeninas) e triterpenos glicosídeos (saponinas triterpenos), recebendo esse nome em razão das suas propriedades detergentes (WAGNER e BLADT, 1995). Entretanto, apesar de os terpenos e esteróides estarem geneticamente relacionados, a química das duas classes é usualmente tratada separadamente (CORDEIRO, 1992).

Os esteróides, os tetraterpenos e os politerpenos não ocorrem em óleos essenciais, sendo substâncias de alta massa molecular e pouco voláteis. Os tetraterpenos incluem a maioria dos carotenóides e também a vitamina A; entre os politerpenos, as borrachas são os mais conhecidos, sendo polímero com 1.500 a 15.000 unidades de isopreno (COTTON, 1996; TAIZ e ZEIGER, 1991).

Os fenilpropanóides são compostos fenólicos que também estão presentes em alguns óleos voláteis, sendo originados via ácido chiquímico. Os fenilpropanóides têm como precursor a fenilalanina, que se converte em ácido

*trans*-cinâmico pela ação da enzima fenilalanina amônia liase (PAL). Os fenilpropanóides invariavelmente consistem de 6 carbonos do anel aromático ligados a uma cadeia lateral com 3 carbonos. O anel aromático pode ser substituído com até quatro oxigênios, que podem ser modificados, posteriormente, pela adição de um grupo metil, formando algum metil éter, ou pela formação de um adicional anel de metilenodioxi como no safrol (HAY e WATERMAN, 1993) presente em muitas espécies aromáticas, entre elas *Ocotea odorifera* e *Piper hispidinervum* (LOPES, 2001). A Figura 2 contempla a rota biossintética dos metabólitos secundários (SIMÕES e SPITZER, 1999).



**Figura 2** – Ciclo biossintético dos metabólitos secundários.

Os óleos essenciais existem nas plantas em estruturas especiais de secreção, como estruturas celulares, cavidades e canais esquizógenos ou lisígenos (originados por separação ou lise de células) e pêlos glandulares, podendo ainda ser depositados no lenho das árvores. A volatilidade com vapor d'água e a existência em estruturas anatômicas definidas são mais importantes na classificação como óleo essencial do que o odor. Segundo GOTTLIEB e SALATINO (1987), os constituintes de óleos essenciais são características primitivas dos organismos, assim como as feições anatômicas das linhagens evolutivas de plantas superiores.

O papel que desempenham os óleos essenciais nas plantas é muito discutido. De acordo com VATTIMO (1980), as estruturas secretoras são formadas devido à necessidade de excreção de substâncias, que são subprodutos finais do metabolismo e que, ao serem eliminadas, acabam atuando nas células epidérmicas, alterando suas estruturas e funções. Atualmente, considera-se a existência de funções ecológicas, sendo que os óleos essenciais estão envolvidos em todos os aspectos da interação planta-microorganismos (fitoalexinas), planta-planta (efeitos alelopáticos), planta-animal (ação inseticida), funcionando como sinais de comunicação química com o reino vegetal e como armas de defesa e atração química com o reino animal. Diversas teorias estabelecem que os óleos essenciais atuam na proteção contra a perda de água e o aumento de temperatura na planta e que funcionam como substâncias de reserva, intervindo como doadores de hidrogênio nos processos de oxirredução, e outras vezes como fonte de energia, quando por algum motivo se interrompe a assimilação de carbono (SIMÕES e SPITZER, 1999; PRENSA AROMÁTICA, 1997).

### **Importância Econômica dos Óleos Essenciais**

Os óleos essenciais encontram ampla aplicação industrial, empregando-se puros, na forma de substâncias isoladas (refinados) ou a parte vegetal que os contém. Os usos mais correntes são em perfumaria, como cosméticos, pastas dentífricas, bebidas, produtos medicinais, condimentos e conservantes de alimentos e aromatizantes em geral (COTTON, 1996; LAWRENCE, 1993). Recentes investigações confirmam que os óleos essenciais podem ser usados como bioinseticidas, mostrando eficiência contra importantes pragas e patógenos (ISMAN, 2000).

Por outro lado, em inúmeras espécies medicinais e aromáticas comercializadas, o padrão de aceitação do produto é função do teor de óleos essenciais, sendo parâmetro no controle de qualidade que garanta a ação biológica ou qualidade sensorial pretendida.

A produção mundial de óleos voláteis é estimada em cerca de 45.000 toneladas por ano, e 65% da produção total no mundo é derivada de espécies perenes (árvores e arbustos), fato que exerce influência na oscilação de suprimento. A produção proveniente dessas espécies depende essencialmente da disponibilidade desses recursos e do custo de colheita (VERLET, 1993). A queda na exportação de óleo de canela (*Ocotea odorifera*), por exemplo, pode ser atribuída em parte à gradativa colheita indiscriminada desses recursos naturais, principalmente por parte das madeireiras (ROCHA e MING, 1999; <http://www.bdt.org.br/~marinez/padct.bio/cap10/elopla.html>,2000).

O Brasil está entre os principais importadores de óleo essencial, sendo também grande exportador (VERLET, 1993) de óleo de laranja (*Citrus spp.*) e eucalipto (*Eucalyptus spp.*); até 1980 foi um dos maiores produtores de óleo de sassafrás (*Ocotea odorifera*), estando estes três entre os 10 óleos essenciais mais comercializados no mundo (LAWRENCE, 1993). O consumo de óleo de eucalipto é pequeno no âmbito medicinal, sendo destinado principalmente aos desinfetantes domésticos.

No Sul do Brasil, várias espécies de *Eucalyptus* estão sendo utilizadas para extração de óleo essencial. A Universidade de Caxias do Sul, por meio de um projeto piloto de extração de óleo essencial, em parceria com produtores rurais, tem estudado a viabilidade comercial, as relações custo-benefício de todo o processo, visando criar alternativa econômica de desenvolvimento regional (RECH et al., 1998). Na região Norte (Jari), também seria interessante avaliar a produção de óleo de *Eucalyptus*, especialmente pelo fato de que o plantio ao redor de assentamentos agrícolas amazonenses contribuiria na proteção dos mosquitos transmissores de malária e, ao mesmo tempo, forneceria matéria-prima para a indústria comunitária, que demonstrou ser economicamente viável na Bolívia em condições comparáveis. (<http://www.bdt.org.br/~marinez/padct.bio/cap10/elopla.html>,2000). Diversas espécies silvestres têm sido estudadas quanto à sua ação inseticida, podendo incorporar programas de controle de vetores e também contribuir com o desenvolvimento rural sustentável, apoiado na possibilidade de aproveitamento racional de espécies produtoras de óleos essenciais.

## ESPÉCIES MEDICINAIS

### **Canela-sassafrás (*Ocotea odorifera* (Vell.) J.G. Rohwer)**

Sinonímias taxonômicas: *Ocotea pretiosa* (Nees) Mez; *Laurus odorifera* Vell.; *Mespilodaphne pretiosa* Nees; *Mespilodaphne indecora* var. *intermedia* Meissn; *Ay dendron suaveolens* Nees (LORENZI, 1992).

O gênero *Ocotea* Aublet tem aproximadamente 250 espécies, distribuídas principalmente na América tropical e subtropical. Encontram-se árvores de pequeno a grande porte, sendo as folhas e as cascas usualmente aromáticas. No Brasil, a família Lauraceae é representada por 19 gêneros e mais ou menos 390 espécies (SCHULTES e RAFFAUF, 1992).

A maioria das espécies possui importância econômica, tanto na construção civil e naval quanto na indústria cosmética, alimentícia e de perfumaria. A medicina popular indica o uso de várias espécies de Lauraceae, entre elas a *Ocotea odorifera* (Figura 3) que fornece o óleo de sassafrás brasileiro. A raiz, a casca, o caule e as folhas são usados como sudoríferos, anti-reumáticos e diuréticos; o lenho é um diurético muito eficaz (FUTURO e FIGUEIREDO, 1998). É conhecida popularmente como canela-sassafrás, sassafrás, sassafrás-amarelo, canela-funcho, canela-cheirosa, louro-cheiroso (LORENZI, 1992).

Novos compostos têm sido sintetizados a partir do safrol, principal constituinte químico do óleo de canela-sassafrás, e os resultados confirmam a atividade antiinflamatória, analgésica e antitrombótica desses análogos (BARREIRO e FRAGA, 1999; PEREIRA et al., 1989). Outros estudos mostram que moléculas derivadas do safrol têm atividade citotóxica contra carcinomas da pele (SILVA et al., 1998). O safrol derivado do sassafrás brasileiro (*Ocotea odorifera*) é usado em formulações e produtos comerciais, em substituição ao sassafrás (*Sassafras albidum*), nativo da América do Norte (CARLSON e THOMPSON, 1997).

De acordo com o IBAMA, Portaria N° 006/92-N, de 15 de janeiro de 1992, na lista de espécies ameaçadas de extinção encontra-se a canela-sassafrás (Categoria: perigo). Contudo, em trabalho realizado por SALOMÃO et al. (1992) foram encontrados 122 pontos de ocorrência, em herbário, tendo distribuição geográfica bem representada. Segundo LORENZI (1992), esta espécie ocorre da Bahia ao Rio Grande do Sul, na floresta pluvial atlântica e, com relativa frequência, nos campos de altitude da Serra da Mantiqueira em

Minas Gerais e São Paulo e nas matas de pinhais do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. De acordo com CORRÊA (1984), esta espécie é comum no litoral de São Paulo e Rio de Janeiro. No entanto, a expansão da fronteira agrícola e o abate de indivíduos adultos com diversos fins têm levado ao extermínio de populações de várias espécies em todo o país. Estima-se que não restem nem 20% de plantas de canela do que existia há 100 anos no Brasil, já que o safrol foi retirado em massa, a partir de 1960, por madeiras de Santa Catarina, sendo principalmente destinado à exportação. A Reserva Biológica Estadual do Sassafrás, com 5.043 ha, criada em fevereiro de 1977 pelo Decreto Estadual N° 2.221, visa garantir a sua preservação (JOURNAL A NOTÍCIA, 1998).

#### *Descrição Botânica*

Árvore de ramos compridos, folhas alternas, curto-grosso pecioladas, estreitas, inteiras, oblongo-lanceoladas, acuminadas ou agudas no ápice e arredondadas ou obtusas na base, reticulado-nervadas, coriáceas; flores brancas, muito aromáticas, dispostas em racimos eretos, 2-9 flores, hermafroditas, tépalas geralmente trímeras, em 2 verticilos, anteras dos estames férteis abrindo-se caracteristicamente por valvas; ovários súpero, tricarpelar e unilocular contendo um único óvulo de placentação quase apical; fruto baga elipsóide, amarelo-avermelhado, do tamanho de azeitona e com cúpula verde-escura (JOLY, 1993; CORRÊA, 1984).

#### **Catuaba (*Trichilia catigua* A. Juss)**

Sinonímias taxonômicas: *Moschoxylum catigua* A. Juss.; *Trichilia affinis* A. Juss.; *Trichilia flaviflora* C. DC.

*Trichilia catigua* foi descrita na *Flora Brasiliae Meridionalis* em 1919 (PIRANI, 1992) e pertence à família Meliaceae, que compreende 50 gêneros e mais de 1.000 espécies de ervas, arbustos e árvores. Cerca de 300 espécies de *Trichilia* estão distribuídas no México, América do Sul, Índia Ocidental e África Tropical (SCHULTES e RAFFAUF, 1992). Segundo PUENTES, et al. (1991), foram identificadas 50 espécies da América Tropical.

O gênero *Trichilia* está composto por arvoretas e árvores com características ornamentais, sendo indicadas no paisagismo em geral (LORENZI, 1992). A *T. catigua* (Figura 4) é conhecida popularmente pelos nomes de catuaba, catiguá, catiguá-miúdo, catiguá-amarelo, catiguá-vermelho, pau-ervi-

lha, carrapateira-vermelha, maria-preta, lagarteira, bago-de-morcego, cedrinho, mangalô-catigá e angelim-rosa (ESALQ, 2001; MING e CORRÊA JÚNIOR, 2000).

Preparações utilizando folhas, sementes, cascas e raízes de muitas plantas da família Meliaceae têm sido amplamente utilizadas na medicina tradicional. Entre outras atividades, a antiviral, anti-helmíntica, antitumoral, antiinflamatória e anti-reumática têm sido descritas por diversos autores (BENENCIA e COULOMBIÉ, 1998; NORES et al., 1997; WACHSMAN e COUTO, 1988).

As comunidades indígenas utilizam das plantas do gênero *Trichilia* no tratamento de malária, afecções pulmonares e como febrífuga. O gênero é descrito pela presença de catequinas, saponinas, triterpenos, alcalóides e limonóides presentes na química da família (GARCEZ et al., 1997). Muitos dos limonóides típicos de espécies de *Trichilia* (havavensina, heudelotina, hirtina, trichilina, gedunina) são considerados inseticidas naturais (SCHULTES e RAFFAUF, 1992) e podem ser os responsáveis pela atividade antimalárica exibida em estudos realizados por MacKINNON et al. (1997).

A catuaba (*T. catigua*) participa com outras plantas da preparação do Catuama, fitoterápico usado no tratamento de várias doenças crônicas, como fadiga mental e física, fraqueza e astenia neuromuscular (CALIXTO e CABRINI, 1997). Por causa de suas propriedades estimulantes, existem inúmeros produtos comerciais à base de catuaba (*T. catigua*) e muitas empresas que comercializam essa matéria-prima, sendo uma das espécies de interesse das indústrias associadas ao SINDUSFARM-SP (MORETTO et al., 1999). No entanto, mais de dez espécies são conhecidas com esse nome, entre elas a *Anemopaegma mirandum*, cujos estudos farmacológicos estão mais adiantados.

A *T. catigua* tem distribuição pelo Sudeste e Sul do Brasil, penetrando também em Goiás e alcançando o nordeste da Argentina, o Paraguai, até a Bolívia (PENNINGTON, 1998). Ocorre mais frequentemente em florestas úmidas, embora na Serra do Cipó só apareça nas matas semicaducifólias dos afloramentos de calcário da base da Serra (PIRANI, 1992). De acordo com GIRARDI-DEIRO (1975), no Rio Grande do Sul o gênero está representado por seis espécies, sendo a *T. catigua* a única cuja ocorrência se restringe à mata da região do Alto Uruguai. Esta espécie tem sido recomendada no refloresta-

mento próximo a fragmentos vegetais, visando a formação dos corredores de fauna (VIEIRA et al., 2000).

#### *Descrição Botânica*

Arvoreta com folhas alternas, imparipinadas ou paripinadas com um dos folíolos do par distal orientado em posição terminal, 9,0 – 18,0 cm comprimento. Folíolos 3 –15, alternos ou subopostos de aproximadamente 5 cm de comprimento por 1,6 cm de largura, ápice cuto-acuminado, face abaxial denso-pubescente (tricomias ascendentes) principalmente nas nervuras. Inflorescências axilares em tirso monotélicos, piramidais. Flores em número de 5, curto-pediceladas, sépalas triangulares, unidas na base; pétalas unidas até a metade ou além, suberetas na antese, lanceoladas; 10 estames com filetes unidos completamente, formando um tubo urceolado piloso, com anteras oblongas glabras. Cápsula elipsóide a estreito-obovóide, sementes 1 a 2 (PIRANI, 1992; GIRARDI-DEIRO, 1975). *Trichilia* spp. são dióicas (GRUNDY e CAMPBELL, 1993).

Quanto ao aspecto anatômico, a epiderme inferior e superior tem apenas uma camada de células. São encontrados estômatos somente na epiderme inferior, sendo do tipo ranunculáceo ou anomocítico. São encontrados dois tipos de pêlos: os simples unicelulares, que se distribuem preferencialmente entre as nervuras, e os glandulares pluricelulares, em ambas as epidermes. Cavidades glandulares são encontradas em ambas as epidermes e têm um conteúdo de coloração castanha. A folha tem estrutura dorsiventral; no tecido paliçádico há uma única camada de células, sendo comum a presença de idioblastos com drusas. Células glandulares são características da lâmina foliar de Meliaceae. Em *Trichilia*, estas células são maiores que as demais células da folha com tamanho variado e possuem resina clara e transparente no seu interior (GIRARDI-DEIRO, 1975).

## GUAÇATONGA

Sinonímias taxonômicas: *Casearia affinis* Gardner; *C. capitata* (Ruiz et Pavon) Sprengel; *Samyda sylvestris* (Swartz) Poiret; *Chaetocrater capitatum* Ruiz e Pavon; *Crateria capitata* (Ruiz e Pavon) Person.; *Casearia parviflora* Willd.; *Samyda sylvestris* (Sw.) Poir.; *Samyda parviflora* Poir.

*Casearia sylvestris* foi descrita originalmente por Swartz, em 1797, na “Flora Indiae Occidentalis”. Também está incluída na “Flora Brasiliensis” de Martius (1871). *Casearia* Jacq. é um dos maiores gêneros da família Flacourtiaceae, com cerca de 180 espécies distribuídas pela região neotropical, África, Malásia, Austrália e ilhas do Pacífico. Nas regiões tropical e subtropical das Américas encontra-se a maior diversidade do gênero, com aproximadamente 62 espécies (TORRES e YAMAMOTO, 1986).

As espécies de *Casearia* têm sido encontradas com frequência em levantamentos florísticos, podendo ocupar vários ambientes, com grande variação morfológica, o que dificulta sua identificação. A espécie *Casearia sylvestris* (Figura 5) é conhecida popularmente por vários nomes: língua-de-teiú, erva-de-lagarto, fruta-de-pomba, vassatonga, guaçatunga, erva-de-bugre, chá-de-bugre, café-do-mato e café-bravo.

As propriedades medicinais da guaçatonga são citadas e reconhecidas, estando ela inscrita na Farmacopéia Brasileira I, onde consta, como parte usada, a folha. É principalmente empregada como cicatrizante, hemostático e anestesiante de lesões da pele e mucosa. Na medicina popular, também é indicada como antiveneno de cobra. De acordo com RUPPELT et al. (1991), várias plantas usadas popularmente como antiofídicas mostram atividade antiinflamatória. Entre as espécies vegetais estudadas encontra-se a guaçatonga, com atividade analgésica e antiinflamatória.

CAMARGO et al. (1996) relatam a ação do extrato alcoólico como agente cicatrizante quando aplicado na intimidade tissular, tendo propriedade antiinflamatória. Em casos de afecções oro-faringeanas, como nas aftas, a aplicação tópica da tintura da folha tem sido recomendada por SCAVONE et al. (1979).

Embora seja também chamada de café-bravo ou café-do-diabo, induzindo a crer que é tóxica, já em 1939 foram feitas observações que não confirmaram sua toxicidade aos animais. Segundo SILVA et al. (1988), o extrato aquoso das folhas de guaçatonga, em estudos preliminares, mostraram ser

capazes de modificar a atividade uterina “in vitro”, podendo essa propriedade explicar o uso popular como abortivo.

BASILE et al. (1990) mostraram a baixa toxicidade do extrato etanólico das folhas de guaçatonga e confirmaram que ele inibe a secreção gástrica mais efetivamente que as drogas antiúlcera comercializadas. A atividade antiúlcera pode ser devido à presença de óleos voláteis, taninos e compostos relacionados aos triterpenos (SERTIE et al., 2000). As folhas de *Casearia sylvestris* são descritas como fonte de casearinas, diterpenos, tendo atividade antitumoral (CARVALHO et al., 1998).

A guaçatonga também é uma das espécies de interesse da indústria farmacêutica (MORETTO et al., 1999), sendo utilizada em vários produtos fitoterápicos comercializados por grandes empresas. Também faz parte de inúmeros catálogos de distribuidores e fornecedores de matérias-primas (“in natura”, tintura, pó, extrato seco) de plantas medicinais no Brasil. Conforme BOLZANI e YOUNG (2001), o Japão solicitou a patente das casearinas em 1998, assegurando os direitos do inventor sobre as aplicações industriais e criando obstáculos ao desenvolvimento de pesquisas futuras.

A *C. sylvestris* é originária da América Tropical, sendo o Brasil o seu maior centro de dispersão. Vai do México às Antilhas, estendendo-se ao Sul, vegetando-se no Paraguai, Uruguai e também ocorrendo na Argentina. No Brasil encontra-se em várias regiões, sendo comum nos Estados de São Paulo e Minas Gerais. De acordo com CORRÊA (1984), esta espécie prefere solos calcários. A ampla distribuição na América Tropical, especialmente no Brasil, justifica, de certo modo, a existência de muitos nomes populares.

#### *Descrição Botânica*

Subarbusto a árvore, ramos com extremidade glabra a pubescente, lenticelas esparsas a numerosas. Folhas geralmente maduras, às vezes jovens na floração; pontuações transparentes pequenas, numerosas, distribuídas por toda a lâmina; margem levemente glandular-serrada. Fascículo sésil, de 24-40 flores por inflorescência. Botão floral globóide; 5 sépalas, levemente unidas na base, oblongas, de 4,0 x 2,0 mm. Ovário ovóide, glabro a seríceo na porção superior, estilete com (raramente 2 -) 3 ramos na extremidade, 3 estigmas (raramente 2) capitados. Cápsula ovóide, de 5,0 mm de diâmetro, vermelha, cálice persistente; 1 a 7 sementes glabras, testa foveolada, arilo amarelo, pegajoso (TORRES e YAMAMOTO, 1986).

Em relação à anatomia da *Casearia sylvestris*, que a folha, em secção transversal, tem as epidermes revestindo o mesófilo heterogêneo e assimétrico. As epidermes são glabras, e apenas na epiderme inferior ocorrem estômatos. O parênquima paliçádico consta de dois estratos celulares, em que a segunda camada é formada de células mais curtas, sem a disposição de paliçada característica desse tecido. O parênquima lacunoso ocupa, proporcionalmente, mais da metade do mesófilo, sendo constituído de células irregulares na forma e no volume. No mesófilo ocorrem pequenos feixes vasculares, drusas e glândulas com secreção de óleo essencial. Na nervura principal verifica-se a presença de um feixe vascular líbero-lenhoso, destacando-se no floema glândulas de óleo essencial, drusas e raros cristais prismáticos. No parênquima fundamental também ocorrem, com freqüência, glândulas de óleo essencial (SCAVONE et al., 1979).

### **Negramina (*Siparuna guianensis* Aubl.)**

Sinonímia taxonômica: *Siparuna arianae*.

O gênero *Siparuna* possui cerca de 200 espécies de arbustos e pequenas árvores, que ocorrem na América Central e América do Sul, sendo também descrito na Índia Ocidental (RENNER e HAUSNER, 1996; SCHULTES e RAFFAUF, 1992).

Na literatura consultada, *Siparuna* pertence à família Monimiaceae, que compreende 34 gêneros; cinco deles ocorrem no Brasil, sendo *Siparuna* e *Mollinedia* os dois mais importantes e representativos (LEITÃO et al., 1999).

De acordo com OCCHIONI e LYRA (1949), a revisão da família Monimiaceae reuniu todas as espécies que formavam o gênero *Citriosma*, passando-as ao gênero *Siparuna* (criado por Aublet em 1775); o nome genérico *Citriosma* ficou reduzido à simples condição de sinônimo. Atualmente, após outra revisão, o gênero *Siparuna* foi separado da família Monimiaceae, dando origem à família Siparunaceae (RENNER et al., 1997).

A espécie *S. guianensis* (Figura 6) é denominada popularmente de folha-santa, negramina, caapitiú, negra-mena, erva-santa.

As espécies de *Siparuna* têm longa história na medicina indígena, sendo utilizadas no tratamento de picadas de cobra, febre, dores de cabeça, reumatismo, infecções, indigestões, doenças da pele (SIMAS et al., 1996).

Índios da Amazônia da tribo Jammadi usam as folhas de *S. guianensis*, na forma de chá, no tratamento de dores reumáticas (PRANCE, 1972). Os índios Yanomami a utilizam no combate a vertigens; para isso, esmagam as folhas e esfregam na cabeça e no corpo (MILLIKEN e ALBERT, 1996). Os índios Kayapó plantam a *Siparuna* nos apêtê (ilhas de vegetação) e a empregam como remédio, atrativa de caça e também na alimentação (ANDERSON e POSEY, 1985). De acordo com SIMAS et al. (2001), as sementes são ricas em proteínas, carboidratos e lipídios.

A espécie *Siparuna apiosyce*, conhecida popularmente como limão bravo, está descrita na 1ª Farmacopéia Brasileira (DIAS da SILVA, 1926). Na forma de xarope, é comercializada por várias empresas farmacêuticas.

As plantas da família Monimiaceae são aromáticas, exalam odor característico e ativo, em decorrência do óleo essencial, presente em várias partes da planta, composto por terpenóides e fenilpropanóides (LEITÃO et al., 1999; OCCHIONI e LYRA, 1949).

Monoterpenóides têm sido descritos em várias espécies de *Siparuna*, destacando-se a *S. guianensis*, *S. erythrocarpa* e *S. nicaraguensis* (ANTONIO et al., 1984).

A presença de alcalóides do tipo benzilisoquinolínico, morfínicos e aporfina também tem sido verificada em inúmeras espécies (EL-SEEDI et al., 1994). Da *S. guianensis* foram isolados, dos receptáculos do frutos, alcalóides do tipo cassamedine e liriodenine (um sedativo do sistema nervoso central) (GERARD et al., 1986). Vários flavonóides também têm sido isolados de espécies de *Siparuna* (LEITÃO et al., 1999).

As espécies de *Siparuna* são usualmente utilizadas pela população local no tratamento de distúrbios gastrointestinais, doenças de pele, resfriados, picadas de cobra, febre, dor de cabeça e reumatismo. Também são consideradas como tônico, estimulante, digestivo e carminativo (CORRÊA, 1978; SCHULTES e RAFFAUF, 1992).

No Brasil, a ocorrência de neogramina é descrita em vários Estados: Pará, Acre, Bahia, Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso, Espírito Santo e Rio de Janeiro (SIMAS et al., 2001; LEITÃO et al., 1999; ZOGHBI et al., 1998; SOUZA et al., 1996; ANDERSON e POSEY, 1985; CORRÊA, 1984).

### *Descrição Botânica*

Árvore pequena, de folhas opostas, grossas, pecioladas, ovado-oblongas ou elípticas, curto-acuminadas, obtusas na base, inteiras, glabras na lado superior e pubescentes no lado inferior; inflorescência em cimeiras axilares unissexuadas, podendo ser monóicas ou dióicas, multifloras; fruto múltiplo, com a forma de pequena maçã, contendo os verdadeiros frutos, que são drupas com endocarpo duríssimo e muito espesso; sementes contendo arilo (RENNER e HAUSNER; 1996; JOLY, 1993; CORRÊA, 1984).

A anatomia da espécie *S. arianae* (*S. guianensis*) é pouco conhecida. Os registros anatômicos referem-se a *S. apiosyce*.



3A. Flores



3B. Sementes

Fonte: LORENZI (1992)

**Figura 3** – Canela sassafrás (*Ocotea odorifera*).



4A. Flores



4B. Folha

Fonte: ESALQ (2001)

**Figura 4** – Catuaba (*Trichilia catigua*).



5A. Flores



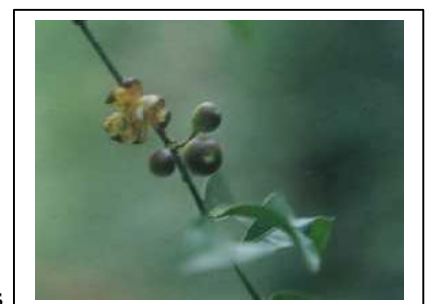
5B. Frutos

Fonte: LORENZI (1992)

**Figura 5** – Guaçatonga (*Casearia sylvestris* Swartz).



6A. Frutos



6B. Frutíolos

**Figura 6** – Negramina (*Siparuna guianensis*).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Coleta e Preparo das Amostras

As plantas foram coletadas na Mata da Silvicultura, um fragmento de Mata Atlântica secundária onde se encontram os espécimens selecionados para a realização deste experimento. As colheitas foram realizadas entre os dias 22 e 26 de cada mês, no período da tarde, das 14 às 17 horas. Foram tomadas medidas de temperatura, umidade, radiação, vento e temperatura do vegetal. Utilizou-se uma Estação Meteorológica Portátil Weather Monitor II (Davis Instruments Corporation) na medição dos parâmetros climáticos, enquanto a temperatura da planta foi mensurada com termômetro infravermelho modelo Raynger ST2™ (Spectrum Technologies).

Da canela (*Ocotea odorifera*) foram coletados folhas, galhos e cascas; da catuaba (*Trichilia catigua*), da guaçatonga (*Casearia sylvestris*) e da negramina (*Siparuna guianensis*) foram coletados apenas as folhas e os galhos. As partes vegetais foram colocadas, separadamente, em sacos de papel. As plantas foram submetidas a secagem, em sala com desumidificador, na Horta Velha da UFV. Posteriormente, as amostras foram moídas e acondicionadas em frascos de vidro identificados, com tampa de rosca, que foram colocados em caixas de papelão (protegido da luz).

### Extração do Óleo Essencial

As amostras foram analisadas pelo método de Arraste a vapor, sendo realizadas as extrações em aparelho de “Clevenger”, adaptado a um balão de fundo redondo com capacidade de 1.000 mL. As análises foram conduzidas no Laboratório de Melhoramento de Hortaliças do Departamento de Fitotecnia, na Universidade Federal de Viçosa.

As amostras de plantas secas foram obtidas pela homogeneização das partes vegetais em função dos meses que compõem as estações do ano, ficando assim representadas:

Primavera – outubro, novembro, dezembro

Verão – janeiro, fevereiro, março

Outono – abril, maio, junho

Inverno – julho, agosto, setembro

Os testes preliminares permitiram ajustar a metodologia às espécies selecionadas, obtendo-se os seguintes dados:

**Canela**

- tempo de destilação: 45 minutos após o início da fervura
- massa das amostras: folhas - 7,5 g; galho - 3,0 g; casca - 3,0 g

**Catuaba**

- tempo de destilação: 1 hora e 45 minutos após o início da fervura
- massa das amostras: folhas e galhos - 24,0 g

**Guaçatonga**

- tempo de destilação: 75 minutos após o início da fervura
- massa das amostras: folhas e galhos - 15,0 g

**Negramina**

- tempo de destilação: 60 minutos após o início da fervura
- massa das amostras: folhas e galhos - 24,0 g

As plantas, previamente moídas, foram pesadas e colocadas no balão, sendo adicionados 500 mL de água destilada, em cada extração.

Os procedimentos utilizados na separação e quantificação do óleo essencial foram os seguintes:

1. Coleta do hidrolato (mistura de água + óleo).
2. Identificação da fase aquosa e da fase orgânica através do funil de separação, empregando-se 90 mL de pentano (3 x 30 ml).
3. Adição de sulfato de magnésio na fração orgânica onde se encontra o óleo solubilizado.
4. Filtragem da solução com bomba a vácuo.
5. Concentração do óleo em rotavapor (temperatura de 40°C).
6. As amostras de óleo concentradas foram transferidas aos frascos de vidro, que foram identificados e previamente pesados, onde permaneceram até completa evaporação do solvente.
7. Os frascos foram novamente pesados, sendo feito o cálculo do rendimento de óleo essencial.

Os frascos contendo as amostras de óleos essenciais foram mantidos sob refrigeração (4°C) até a análise cromatográfica.

Após a determinação do rendimento de óleo por amostra, foi calculada a porcentagem correspondente de óleo em relação à massa de plantas utilizadas na extração.

## **Análise do Teor de Óleo Essencial**

Na análise dos dados considerou-se o esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas as épocas e nas subparcelas as partes vegetais, no delineamento em blocos casualizados com seis repetições. Realizou-se a análise de variância dos dados. As médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey e adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

## **Análise Qualitativa da Composição do Óleo Essencial**

As análises cromatográficas dos óleos essenciais foram feitas no Laboratório de Análise e Síntese de Agroquímicos do Departamento de Química, na Universidade Federal de Viçosa.

A análise qualitativa do óleo essencial de canela, catuaba, guaçatonga e negramina foi realizada por cromatografia gasosa, utilizando o aparelho Shimadzu GC - 17A. A coluna cromatográfica utilizada foi do tipo capilar SBP5 de sílica fundida, com 30 m de comprimento e diâmetro interno de 0,25 mm. Utilizou-se nitrogênio como gás carreador, na vazão de 1 ml/minuto. As temperaturas foram de 220 °C no injetor e 240 °C no detector FID. A programação da temperatura da coluna durante a análise foi de 60 °C a 240 °C, sendo acrescentados 3 °C por minuto. O diclorometano foi utilizado como solvente das amostras, que foram diluídas a 10.000 ppm imediatamente antes da injeção. Foram injetadas amostras de 1 µL na análise cromatográfica. Por meio dos cromatogramas foram realizadas comparações entre as amostras, visando fornecer informações básicas sobre a composição química dos óleos essenciais e a variabilidade sazonal das espécies.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análise do Teor de Óleo Essencial

Os resultados da análise de variância dos dados de rendimento de óleo essencial da canela (*Ocotea odorifera*) encontram-se no Quadro 2. Após a análise de variância do teor de óleo essencial de canela, em que se mostrou haver interação entre épocas e partes vegetais, procedeu-se ao desdobramento e às comparações pelo teste de Tukey (Quadro 3).

**Quadro 2** – Resumo da análise de variância do teor de óleo essencial extraído de folhas, galhos e cascas da canela (*Ocotea odorifera*), coletados em quatro épocas, em Viçosa-MG

FV	GL	QM
Rep (R)	5	0,052677
Época (E)	3	1,459801
Resíduo (a)	15	0,075932
Partes (P)	2	2,408240**
P x E	6	0,218966*
Resíduo (b)	40	0,080160
CV Par (%)		33,96
CV Subp (%)		34,90

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

**Quadro 3** – Valores médios da produção de óleo essencial de canela (*Ocotea odorifera*) para as combinações de épocas e partes vegetais

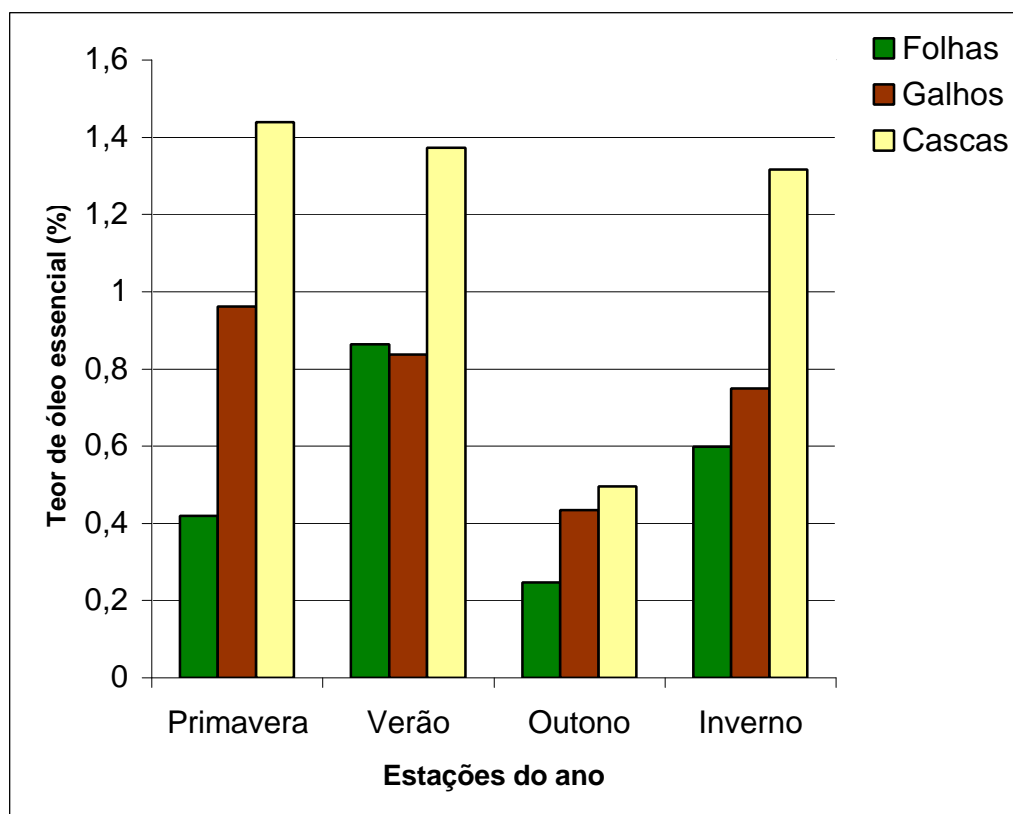
Época	Folhas (% óleo)	Galhos (% óleo)	Cascas (% óleo)
Primavera	0,4200 B c	0,9611 A b	1,4389 A a
Verão	0,8644 A b	0,8367 A b	1,3722 A a
Outono	0,2472 B a	0,4350 B a	0,4952 B a
Inverno	0,5978 AB b	0,7500 AB b	1,3163 A a

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Pode-se observar que houve diferenças entre as épocas de colheita da canela (*Ocotea odorifera*), bem como entre as partes vegetais, levando em

consideração a máxima produção de óleo essencial como parâmetro de qualidade (Figura 7).

O manejo visando a produção comercial de plantas medicinais e aromáticas, produtoras de óleo essencial, depende da inter-relação de três aspectos ontogênicos: a produção de biomassa; a produção de óleo/unidade de biomassa; e a composição do óleo. Os dois primeiros determinaram a quantidade de óleo presente, e o terceiro, a qualidade. Esses aspectos podem ser influenciados, independentemente, pelas mudanças no manejo ou pelos fatores ambientais (HAY e WATERMAN, 1993).



**Figura 7** – Análise do teor de óleo essencial em canela (*Ocotea odorifera*) em função das partes vegetais e da estação do ano, em Viçosa-MG.

A variabilidade na produção de metabólitos secundários tem sido estudada em função de vários fatores, sendo esse conhecimento fundamental na produção de plantas medicinais. A variabilidade química envolve três principais fatores: 1. a variabilidade genética; 2. a variabilidade morfológica e

ontogênica; e 3. as modificações do meio ambiente. A variabilidade pode ser alternativa, isto é, descontínua, envolvendo a presença ou ausência dos compostos, ou quantitativa, quando os componentes estão presentes em concentrações diferentes (FRANZ, 1993).

Na canela, verificou-se que as cascas são as partes vegetais mais ricas em óleo essencial e que no outono houve queda significativa na produção deste metabólito secundário. Essa estação se caracterizou por apresentar menores valores de radiação e pluviosidade, de acordo com o Quadro 4, podendo estes fatores ter causado desvio na biossíntese de terpenóides, considerando que em todas as partes vegetais, nesta época, houve menores valores na produção de óleo essencial. De maneira geral, menores taxas de luminosidade estão associadas à redução no conteúdo de óleo essencial, podendo influenciar também sua composição química (LI et al., 1996).

A radiação atua de maneira indireta no metabolismo de substâncias terpenóides, considerando que estes podem ser regulados em nível enzimático. Por exemplo, a enzima fenilalanina amonilase (PAL), que participa na formação do ácido cinâmico – precursor dos fenilpropanóides –, está sob controle de vários fatores internos e externos, entre eles a radiação (WEST, 1990).

De acordo com MARTINS et al. (1994), as cascas de plantas medicinais devem ser colhidas quando a planta atinge a plenitude de seu crescimento; nas espécies perenes, de maneira geral, recomenda-se colher antes da floração. Nas espécies arbóreas, a colheita de cascas deve ser realizada na época da primavera. Na canela, as colheitas realizadas na primavera propiciaram maiores valores na produção de óleo essencial nas cascas e nos galhos; entretanto, não houve diferenças significativas na colheita de casca no verão e no inverno, ao passo que a produção de óleo nos galhos também não diferiu no verão, sendo esta a melhor época de colheita de folhas.

Visando o manejo e o menor impacto nas atividades de extração, bem como a maximização do óleo essencial, seria aconselhável a colheita de folhas e galhos no verão e de cascas na primavera. Por meio da cromatografia gasosa, verificou-se que existe variabilidade química, em relação às estações do ano, na composição química do óleo essencial, porém o composto majoritário é o mesmo no verão para folhas e os galhos e na primavera para as cascas. As folhas e galhos, por serem mais fáceis de repor a biomassa retirada, são mais indicados para o manejo de canela, quando o produto é a planta *in natura*, na extração de óleo essencial, rendem juntos cerca de 1,7% de óleo essencial.

**Quadro 4** – Valores médios das condições meteorológicas em locais de ocorrência dos indivíduos de canela (*Ocotea odorifera*), durante as estações do ano (setembro de 1999 a agosto de 2000), em Viçosa-MG

Dados médios dos parâmetros climáticos	Estações do ano			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Umidade (%)	64,14	77,00	66,39	59,42
Temperatura (°C)	25,14	26,11	22,28	20,58
Temp. vegetal (°C)	22,56	23,89	19,33	18,15
Pluviosidade (mm)	39,47	45,45	2,16	3,81
Radiação (Lux)	20.148,92	20.075,47	20.030,64	20.056,47

A produção de metabólitos secundários é o resultado de complexas interações entre biossíntese, transporte, estocagem e degradação. A maioria dos mecanismos que regulam esses processos, governados por genes, permanecem desconhecidos. Em alguns casos, a produção pode estar restrita a algum estágio específico do desenvolvimento vegetal, a determinadas condições ecológicas ou a épocas de colheita (SANTOS, 1999; MARTINS et al., 1994).

Os fatores climáticos são responsáveis por parte da variabilidade encontrada na produção de terpenóides (WEST, 1990). Em nível microclimático, a temperatura, a radiação e a pluviosidade mostraram valores mais elevados nas estações da primavera e verão. Quanto à fenofase, nas plantas de canela houve a emissão de folhas novas principalmente nestas épocas. Nesse sentido, a maior produção de óleo essencial nos referidos períodos pode também ter relação com a proteção contra herbívoros, considerando que as folhas jovens, em razão de sua fragilidade e reduzida reserva de carbono, proporcionam maior palatabilidade aos herbívoros (HJÄLTÉN et al., 1994). Por outro lado, de acordo com COLEY (1987), existe grande variação na quantidade de danos causados por herbivorismo entre a estação seca e a chuvosa, e o aumento de umidade torna as folhas mais suscetíveis.

No caso dos óleos essenciais, o efeito se relaciona com a sua volatilidade. Injúrias abertas por insetos em folhas possibilitam a liberação ao ar de pequenas quantidades de substâncias voláteis, as quais têm dois destinos: plantas e animais. Penetrando em outras folhas via ceras cuticulares, constituem-se no arsenal químico que induz à intensificação da síntese de defensivos. Em conseqüência, diminui gradativamente a intensidade do ataque às folhas tanto do próprio espécime emissor da mensagem como de espécimes

vizinhos. Assim, substâncias transportadas pelo ar podem estimular modificações bioquímicas em plantas (GOTTLIEB e SALATINO, 1987).

Segundo RIZZINI (1981), a espécie *Ocotea odorifera* é variável em seu quimismo, conforme a localidade geográfica e o tipo de ambiente. O óleo essencial obtido de amostras coletadas em Santa Catarina é rico em safrol, ao passo que a amostra obtida em Minas Gerais produz substância diversa, como o metil-eugenol, conferindo odor distinto. O safrol ( $C_{10}H_{10}O^2$ ) é importante substância na indústria química, por causa de dois derivados: heliotropina, muito usado em fragâncias e como agente flavorizante; e piperonil butóxido (PBO), ingrediente fundamental nos inseticidas piretróides ([www.fao.org/docrep/V5350e/V5350e05.htm](http://www.fao.org/docrep/V5350e/V5350e05.htm)). No entanto, de acordo com BARATA (2001), as indústrias têm certa precaução no uso do safrol por causa da atividade carcinogênica. Entretanto, a demanda de safrol é alta – cerca de 2.000 toneladas anualmente; o Brasil teve declínio na sua exportação: 1984 – 2.154 t; 1986 – 1.582 t; 1987 – 1.302 t; 1988 – 970 t; 1989 – 394 t; e 1990 – 280 t ([www.fao.org/docrep/V5350e/V5350e05.htm](http://www.fao.org/docrep/V5350e/V5350e05.htm); A Notícia, 1998). Em vista do quadro de depleção deste recurso natural na Mata Atlântica (região sul) e pela proibição da sua exploração em 1990, atualmente, têm sido estudadas outras alternativas de produção do safrol. A espécie *Piper hispidinervum*, encontrada em áreas degradadas da região Amazônica, é promissora fonte de safrol por produzir altos níveis (83%-93%) e pela facilidade de manejo e obtenção da matéria-prima. O preço de mercado deste produto varia entre US\$4,0 a US\$ 6,0 e quilo (ROCHA e MING, 1999).

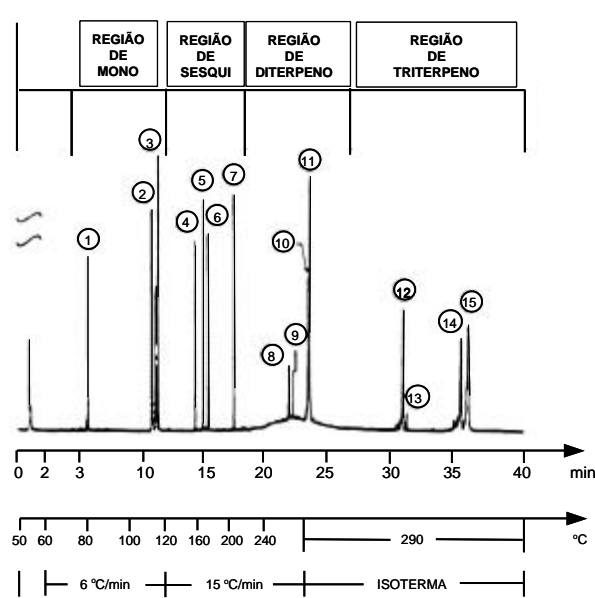
O óleo essencial obtido de folhas, galhos e cascas tem coloração amarela. Os cromatogramas permitiram constatar que houve diferenças qualitativas e quantitativas na composição química do óleo, em função da época de colheita e das partes vegetais analisadas (Quadro 5).

De acordo com PATITUCCI et al. (1995), ao estudar a separação de compostos de extrato vegetal, é possível identificar as subclasses terpênicas, conforme o tempo de retenção dos mono, sesqui, di e triterpenos presentes no extrato. A injeção de padrões monofuncionalizados dessas classes de terpenos permitiu reconhecer os tempos de retenção de cada uma, que foram: monoterpenos – 4 a 12 minutos; sesquiterpenos – 12 a 19 minutos; diterpenos – 19 a 27 minutos; e triterpenos – 27 a 42 minutos (Figura 8).

**Quadro 5** – Relação do número de substâncias terpenóicas e tempo de retenção do composto majoritário, observados nos cromatogramas da análise de óleo essencial de seis espécimens de canela (*Ocotea odorifera*)

Estações		Espécimens de <i>Ocotea odorifera</i>					
Partes Vegetais		1	2	3	4	5	6
Primavera	NP	6	19	19	28	45	30
Folhas	TR	30,816	30,598	29,621	29,635	30,619	30,596
Primavera	NP	3	11	7	4	6	21
Galhos	TR	37,735	37,788	37,731	29,558	37,729	30,818
Primavera	NP	7	11	7	7	23	24
Cascas	TR	37,719	37,781	37,718	37,679	37,745	37,683
Verão	NP	17	27	27	18	37	23
Folhas	TR	37,717	37,703	29,707	29,636	29,080	30,575
Verão	NP	55	30	2	9	9	24
Galhos	TR	37,751	37,913	29,558	29,590	37,718	37,713
Verão	NP	16	12	9	14	34	55
Cascas	TR	37,711	37,775	29,589	37,705	37,881	27,940
Outono	NP	20	55	27	47	52	69
Folhas	TR	29,557	30,672	29,689	29,763	37,748	27,999
Outono	NP	62	7	3	21	18	22
Galhos	TR	37,273	37,772	29,529	29,692	37,749	27,911
Outono	NP	39	32	10	23	32	30
Cascas	TR	37,725	37,942	37,708	23,474	37,847	37,726
Inverno	NP	11	19	18	31	27	32
Folhas	TR	37,659	30,607	29,627	29,664	37,708	27,907
Inverno	NP	11	17	8	5	5	26
Galhos	TR	37,734	37,817	29,597	29,553	37,695	27,890
Inverno	NP	5	9	8	13	20	27
Cascas	TR	37,721	37,868	37,688	37,728	37,857	27,920

- NP: número de picos; TR: tempo de retenção do composto majoritário em minutos.



Fonte: PATITTUCCI et al. (1995)

**Figura 8** – Cromatograma (CGAR) da mistura de padrões terpênicos (fase estacionária SE-54).

LORDELLO (1992), estudando três espécimens de *Ocotea odorifera* coletadas no Vale do Itajaí, identificou 13 substâncias nos extratos: oito fenilpropanóides, quatro esteróides e um sesquiterpeno inédito, sendo também observadas diferenças quantitativas entre os constituintes químicos.

O óleo obtido das folhas de canela (*Ocotea odorifera*) é formado pela mistura complexa de substâncias (Figura 9A), em comparação com o óleo dos galhos (Figura 9B) e das cascas (Figura 9C), devendo estas substâncias ser terpenóides e fenilpropanóides.

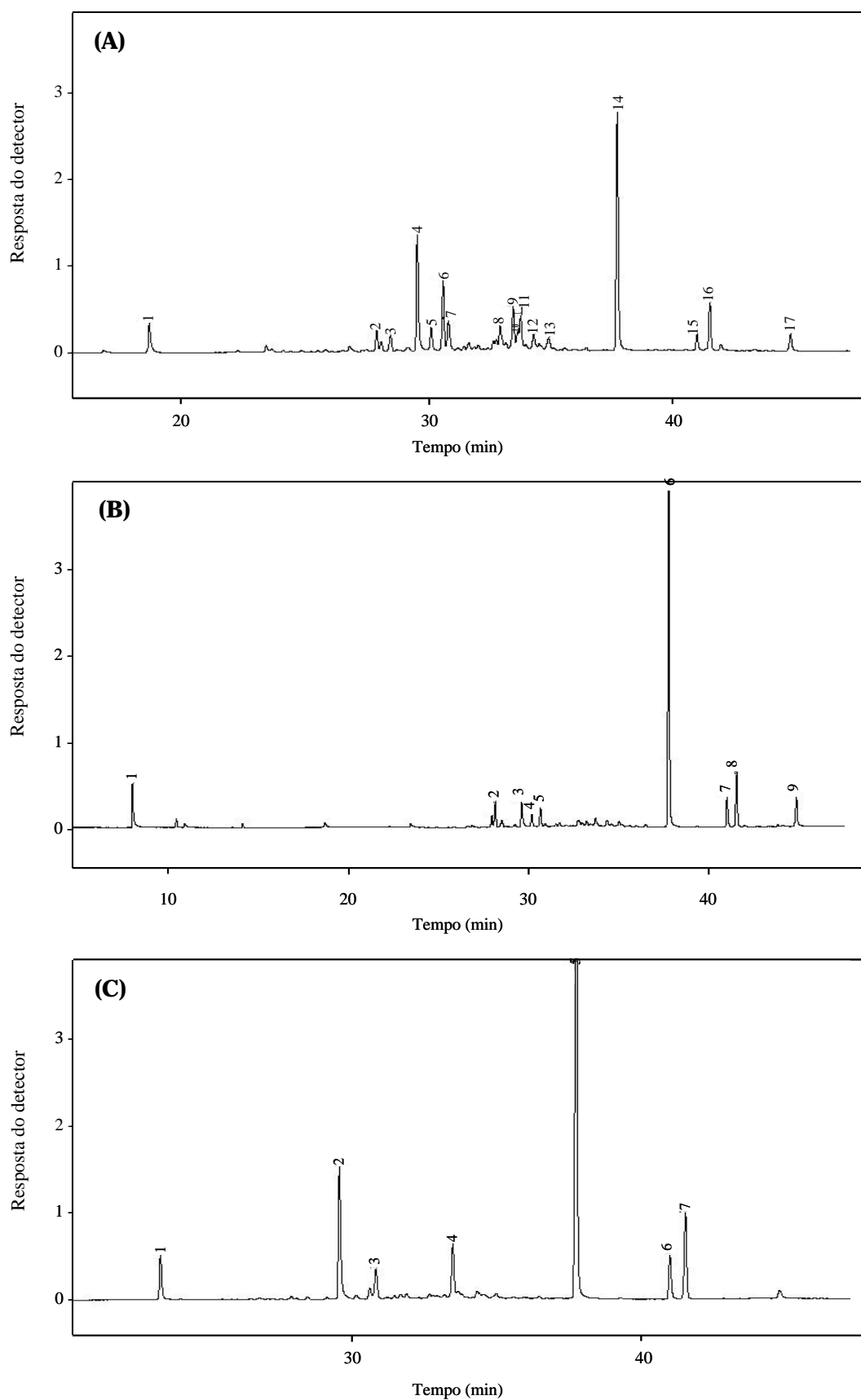
Os resultados da análise de variância dos dados de rendimento de óleo essencial da catuaba (*Trichilia catigua*) encontram-se no Quadro 6.

A análise de variância do teor de óleo essencial de catuaba mostrou não haver interação entre épocas e partes vegetais, porém optou-se por realizar o desdobramento e as comparações pelo teste de Tukey (Quadro 3), em face da melhor visualização dos resultados.

Na primavera observou-se pequeno aumento na produção de óleo essencial, obtido das folhas; nos galhos esse comportamento foi inverso. Entre os fatores climáticos estudados (Quadro 8), a radiação foi maior nesse período nos indivíduos monitorados, podendo ter contribuído com esse resultado. De acordo com a época de colheita, a maior produção de óleo essencial nos galhos ocorre no inverno (Figura 10), período em que a temperatura e pluviosidade são menores, sendo esse comportamento evidenciado em níveis macroclimático e microclimático.

De acordo com o exposto - que a maior produção de óleo nas folhas ocorre na primavera enquanto nos galhos encontram-se baixos teores nesse período - pode-se sugerir que ocorre translocação do compartimento galho para as folhas, que poderiam estar mais bem defendidas nesse período, caracterizados pela intensa emissão de folhas novas.

No manejo desta espécie, ou seja, na colheita das partes medicinais, seria mais recomendada a colheita de folhas e galhos no período de inverno, com rendimento aproximado de 0,38% de óleo essencial e com possibilidade de repor a biomassa retirada mais rapidamente, pois em observações de campo constatou-se que nos períodos da primavera e do verão nos indivíduos monitorados há maior quantidade de folhas novas, podendo as temperaturas mais elevadas e os índices pluviométricos beneficiar a brotação.



**Figura 9** – Cromatograma do óleo essencial obtido das folhas (A) e dos galhos (B), no verão, e das cascas (C), na primavera, de canela (*Ocotea odorifera*).

**Quadro 6** – Resumo da análise de variância da análise do teor de óleo essencial extraído da matéria seca de folhas e galhos da catuaba (*Trichilia catigua*), em Viçosa-MG

FV	GL	QM
Rep (R)	5	0,006597
Época (E)	3	0,003141 <sup>n.s.</sup>
Resíduo (a)	15	0,006640
Partes (P)	1	0,108656**
P x E	3	0,006711 <sup>n.s.</sup>
Resíduo (b)	20	0,003586
CV Par (%)		46,67
CV Subp (%)		34,30

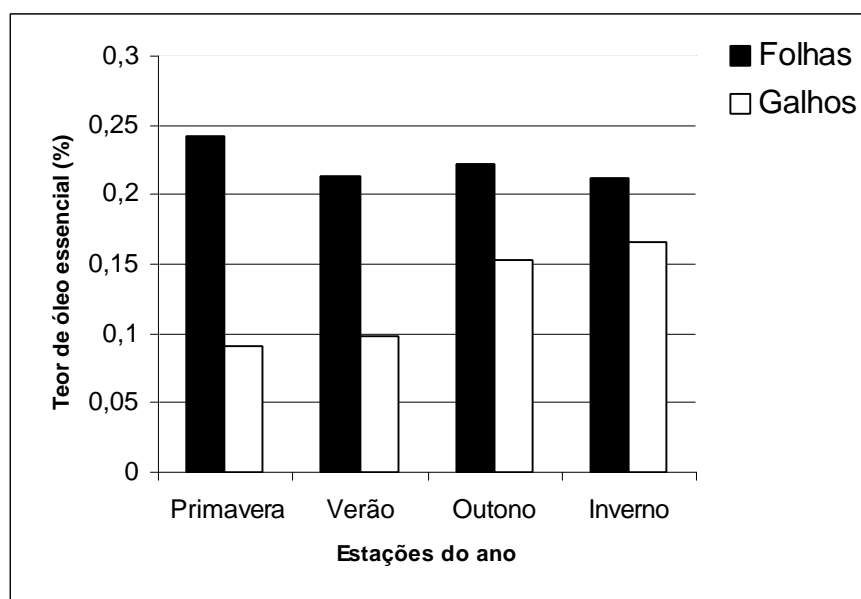
\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

n.s. - F não-significativo a 5 % de probabilidade.

**Quadro 7** – Valores médios da produção de óleo essencial de catuaba (*Trichilia catigua*) das combinações de épocas e partes vegetais

Época	Folhas (% óleo)	Galhos (% óleo)
Primavera	0,2421 A a	0,0906 A b
Verão	0,2132 A a	0,0985 A b
Outono	0,2215 A a	0,1528 A a
Inverno	0,2118 A a	0,1662 A a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.



**Figura 10** – Teor de óleo essencial em catuaba (*Trichilia catigua*) em função da época e das partes vegetais, em Viçosa-MG.

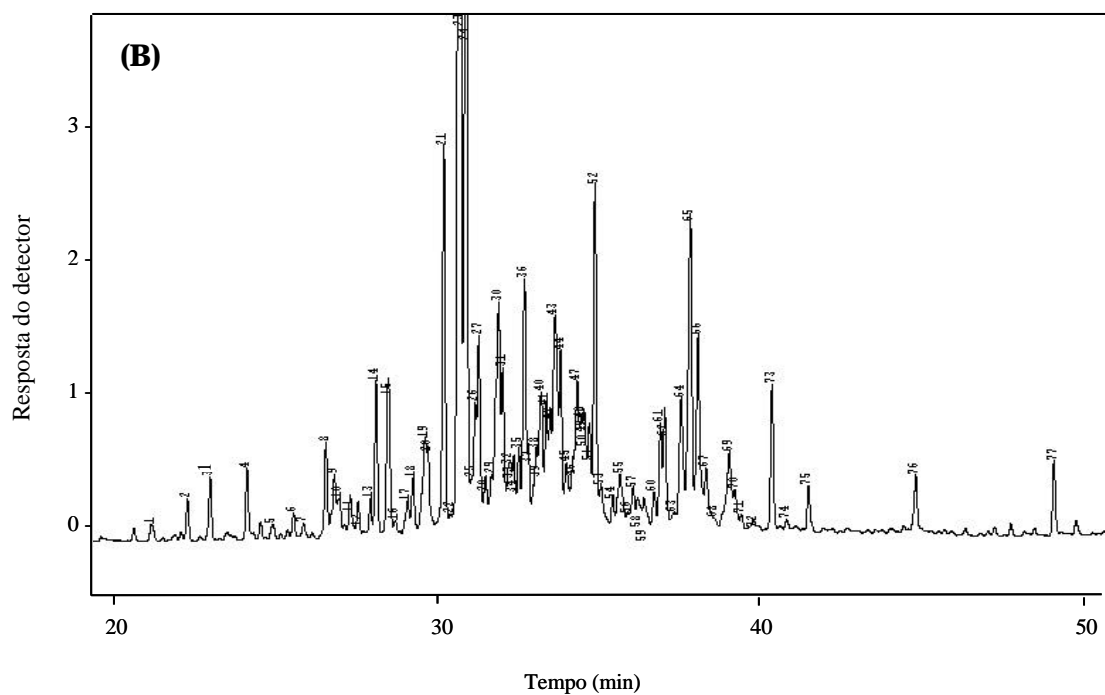
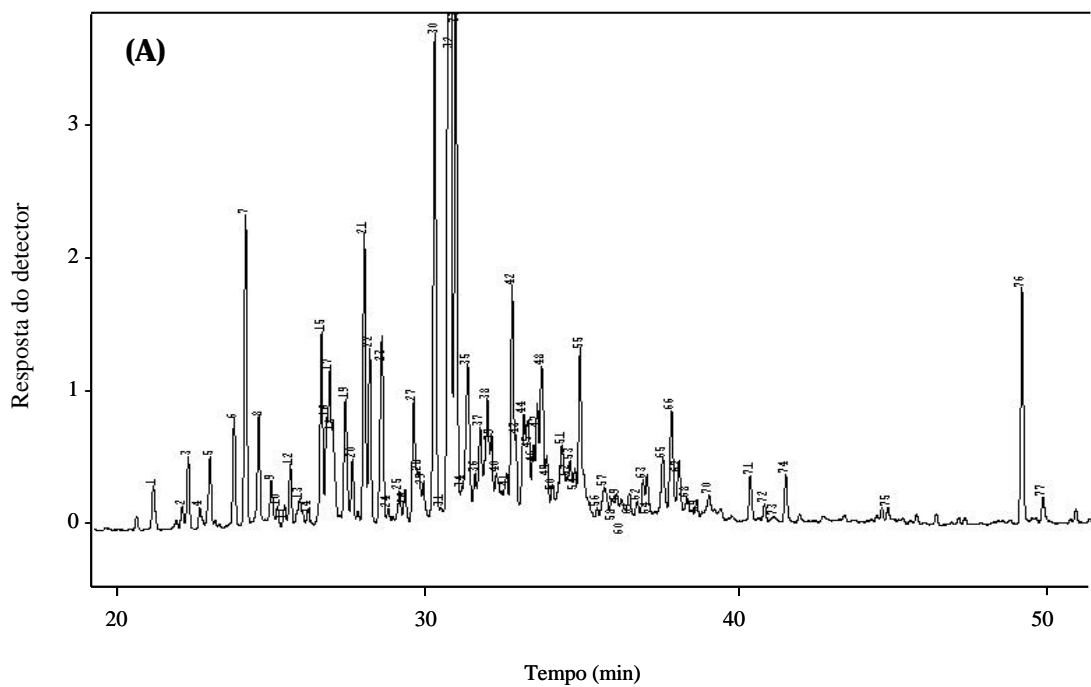
**Quadro 8** – Valores médios das condições meteorológicas obtidas em locais de ocorrência dos indivíduos de catuaba (*Trichilia catigua*), durante as estações do ano (setembro de 1999 a agosto de 2000), em Viçosa-MG

Dados médios dos parâmetros climáticos	Estações do ano			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Umidade (%)	64,972	77,00	65,833	59,833
Temperatura (°C)	24,833	26,639	22,556	20,972
Temperatura vegetal (°C)	22,231	24,344	19,719	18,653
Pluviosidade (mm)	37,361	43,111	1,756	3,222
Radiação (Lux)	2.0164,44	2.0070,69	2.0030,75	2.0062,31

Quanto à qualidade do óleo essencial, pode-se verificar que existe variabilidade na composição química, em função das partes vegetais e da época de colheita (Quadro 9). O óleo essencial de catuaba é formado pela mistura complexa de compostos, que varia quantitativa e qualitativamente em função dos fatores estudados. O composto majoritário do óleo essencial é o mesmo em todas as amostras, tanto nas folhas como nos galhos (Figura 11A e B). Em extratos hexânicos das folhas de *Trichilia clausenii* encontra-se, entre outras substâncias, um triterpenóide do tipo cicloartano e esqualeno (PUPO et al., 1996); em *T. connaroides* são descritos seis triterpenóides, sendo eles o melianone, melianol, lipomelianol, melianodiol, diidronilocitina e um triterpenóide do tipo tirucalano (INADA et al., 1994).

A maioria dos trabalhos sobre *Trichilia* faz referências aos limonóides; recentemente foi relatada a presença de dois sesquiterpenos (7-hidroxi-1-oxo-14-norcalameneno e 7,14-diidroxicalameneno), encontrados nos ramos de *Trichilia catigua* (GARCEZ et al., 1997).

A referida espécie é muito pouco estudada em todos os aspectos, principalmente quanto à química, mesmo sendo medicinal com grande projeção na área de fitoterápicos. Entre as espécies estudadas, a *Trichilia catigua* tem maior volume de comercialização, sendo a planta mais vendida no Brasil (ROBERG, 2001), principalmente por ser creditado a esta espécie o efeito contra impotência sexual, servindo de base a muitos produtos comerciais (DIÁRIO DO NORDESTE, 2000).



**Figura 11** – Cromatograma do óleo essencial obtido das folhas (A) e dos galhos (B) de Catuaba (*Trichilia catigua*), no inverno.

**Quadro 9** – Relação do número de substâncias terpenóicas e tempo de retenção do composto majoritário, observados nos cromatogramas da análise de óleo essencial de seis espécimens de catuaba (*Trichilia catigua*)

Estações Partes vegetais		Espécimens de <i>Trichilia catigua</i>					
		1	2	3	4	5	6
Primavera Folhas	NP	83	74	67	72	80	81
	RT	30,644	30,638	30,630	30,619	30,634	30,610
Primavera Galhos	NP	65	65	59	64	65	67
	TR	30,605	30,623	30,650	37,764	30,655	30,633
Verão Folhas	NP	78	84	72	79	74	81
	TR	30,666	30,668	30,659	30,636	30,652	30,629
Verão Galhos	NP	71	70	55	68	63	74
	TR	30,630	30,631	30,617	30,629	30,650	30,659
Outono Folhas	NP	78	76	83	82	72	73
	TR	30,654	30,651	30,648	30,634	30,648	30,607
Outono Galhos	NP	66	72	69	65	62	68
	TR	30,647	30,619	30,630	30,618	30,626	30,630
Inverno Folhas	NP	85	80	91	94	77	85
	TR	30,600	30,623	30,616	30,663	30,676	30,650
Inverno Galhos	NP	74	77	74	69	77	74
	TR	30,653	30,653	30,677	30,643	30,666	30,639

- NP: número de picos; TR: tempo de retenção do composto majoritário em minutos.

Os resultados da análise de variância dos dados de rendimento de óleo essencial da guaçatonga (*Casearia sylvestris*) encontram-se no Quadro 10. Após a análise de variância do teor de óleo essencial da guaçatonga, em que se mostrou haver interação entre épocas e partes vegetais, procedeu-se ao desdobramento e às comparações pelo teste de Tukey (Quadro 11).

**Quadro 10** – Resumo da análise de variância do rendimento de óleo essencial extraído das folhas e galhos (peso seco) da Guaçatonga (*Casearia sylvestris*), em Viçosa-MG

FV	GL	QM
Rep (R)	5	0,197543
Época (E)	3	0,203515**
Resíduo (a)	15	0,008377
Partes (P)	1	5,756669**
P x E	3	0,159718*
Resíduo (b)	20	0,053025
CV Par (%)		17,62
CV Subp (%)		44,33

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

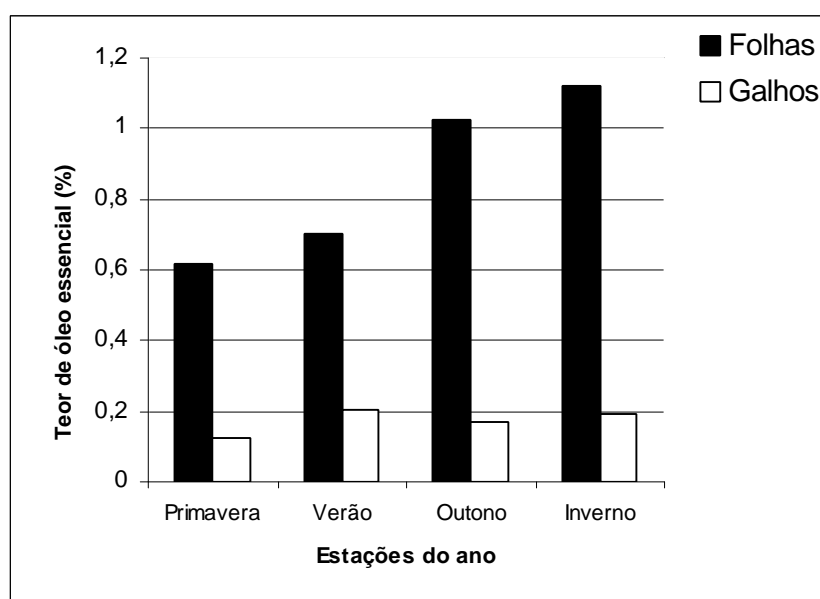
\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

**Quadro 11** – Valores médios da produção de óleo essencial de Guaçatonga (*Casearia sylvestris*), das combinações de épocas e partes vegetais

Época	Folhas (% óleo)	Galhos (% óleo)
Primavera	0,6150 B a	0,1267 A b
Verão	0,7044 B a	0,2038 A b
Outono	1,0244 A a	0,1700 A b
Inverno	1,1189 A a	0,1919 A b

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O teor de óleo essencial em guaçatonga foi muito maior quando extraído das folhas do que dos galhos, independentemente da época. A produção de terpenóides, obtidos das folhas, foi diferenciada entre as estações do outono/inverno e primavera/verão (Figura 12). Em nível microclimático, na primavera a temperatura foi menor, comparada às outras épocas (Quadro 12), sendo observado neste período a menor produção de óleo essencial nas folhas e nos galhos. Em nível macroclimático, na primavera, as temperaturas variaram entre 19 e 22,35 °C, segundo dados obtidos no Distrito Meteorológico de Viçosa. As coberturas vegetais atuam de certa forma como resfriadores do ambiente; dentro da floresta as temperaturas são atenuadas, tendo implicações importantes nos processos metabólicos, microbiológicos e de meteorização (STADTMÜLLER, 1999).



**Figura 12** – Teor de óleo essencial em guaçatonga (*Casearia sylvestris*) em função da época e das partes vegetais, em Viçosa-MG.

**Quadro 12** – Valores médios das condições meteorológicas obtidas em locais de ocorrência dos indivíduos de guaçatonga (*Casearia sylvestris*), durante estações do ano (setembro de 1999 a agosto de 2000), em Viçosa-MG

Parâmetros climáticos	Estações do ano			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Umidade (%)	53,444	76,083	66,583	59,556
Temperatura (°C)	20,139	26,778	22,250	21,056
Temperatura vegetal (°C)	17,058	23,519	23,983	18,175
Pluviosidade (mm)	52,806	60,614	3,586	4,416
Radiação (Lux)	2.0180,00	2.0102,94	2.0030,39	2.0091,86

O aumento da produção de óleo essencial em guaçatonga no período de outono/inverno está provavelmente associada à sua fenofase. Em observações de campo, constatou-se que entre os meses de junho, julho e agosto os indivíduos da referida espécie estavam floridos. Dessa forma, o aumento no teor de óleo essencial pode ter funções ecológicas seja em relação à proteção contra predadores ou na atração de polinizadores. Abelhas, besouros e borboletas são freqüentemente atraídos por aromas de diversas flores (SIMÕES e SPITZER, 1999).

O teor de óleo essencial nas folhas variou de 0,62 a 1,12%, estando acima do valor encontrado por SILVA e BAUER (1970), que variou de 0,2 a 0,4% dependendo do tipo de extração, em amostras de folhas coletadas no Rio Grande do Sul. Contudo, SCAVONE et al. (1979) encontrou valores de 2,1% de óleo essencial nas folhas obtidas na região de São Paulo.

Em decorrência dos estudos fitoquímicos realizados nas folhas e nos galhos, da identificação do período de floração e da variabilidade na produção de óleo essencial, o manejo deve privilegiar apenas a retirada de biomassa foliar, sendo mais indicada a execução da colheita em abril e maio. Essa indicação está de acordo com muitos autores, que recomendam a colheita de folhas antes da floração (MARTINS et al., 1994; VON HERTWIG, 1991).

De acordo com as observações fenológicas, as flores não atuam como fortes drenos, pois verificou-se que mesmo no período de floração ocorre a emissão de folhas. Assim, o impacto na reposição de biomassa e na produção de sementes pode ser considerado menor; os períodos seguintes são mais propícios ao crescimento vegetal, levando em consideração os parâmetros climáticos.

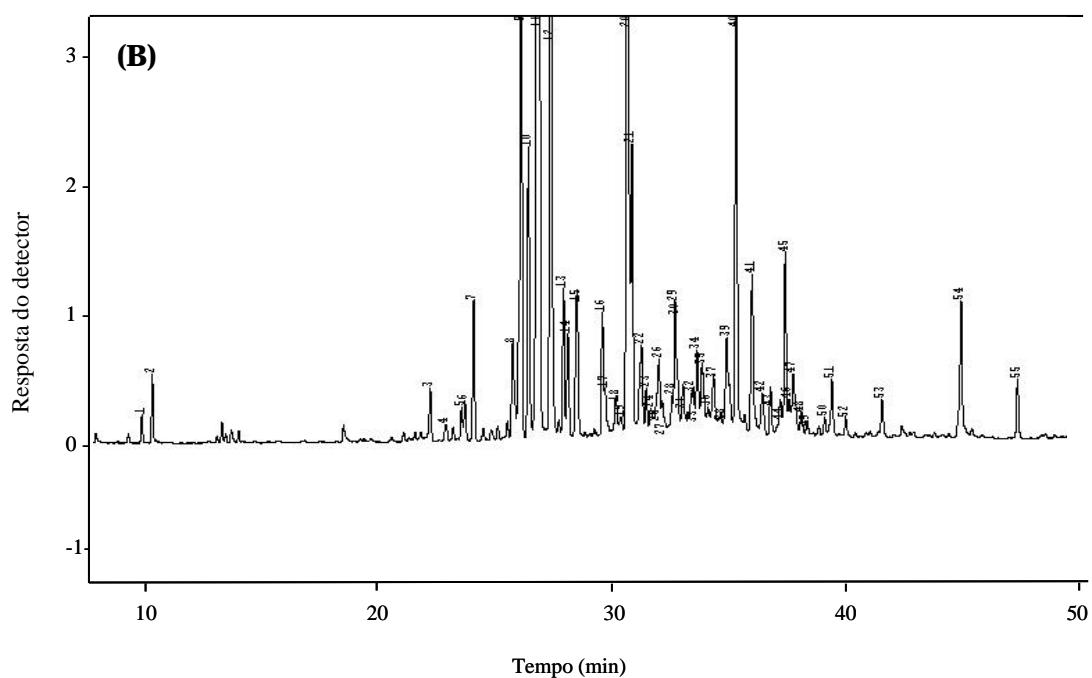
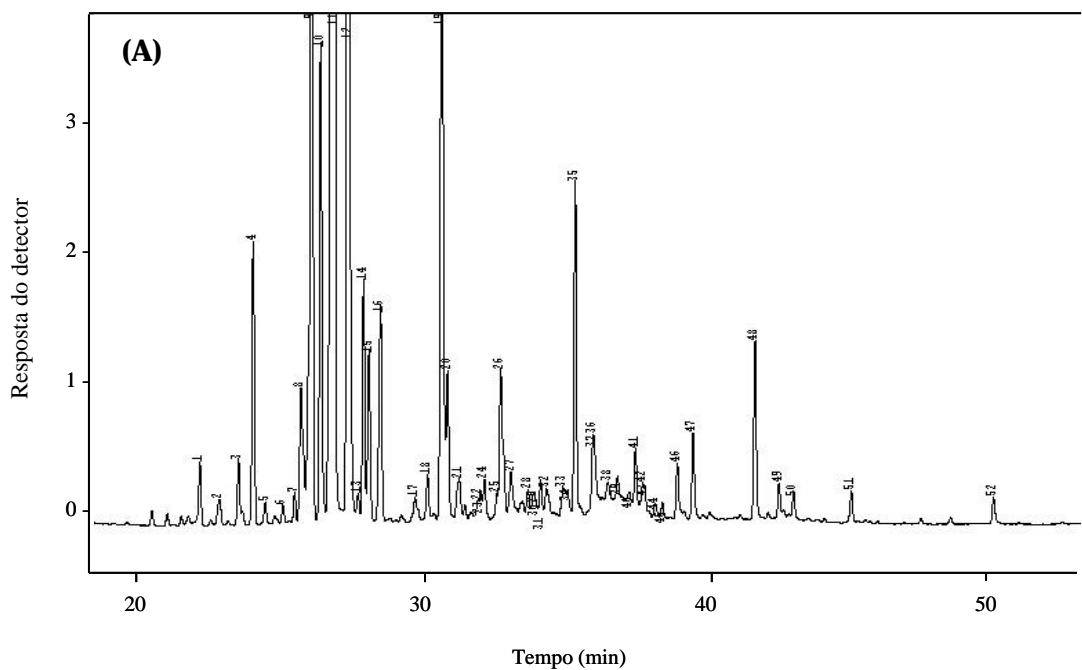
O Quadro 13 mostra que existe grande variabilidade na composição química do óleo essencial, em função da época e das partes vegetais. De acordo com a literatura consultada, os diterpenos são os compostos majoritários nesta espécie, entretanto a confiabilidade da natureza terpênica depende de análises mais detalhadas. A Figura 13A e B ilustra a complexidade da mistura de substâncias que compõem o óleo essencial de folhas e galhos de guaçatonga.

**Quadro 13** - Relação do número de substâncias terpenóicas e tempo de retenção do composto majoritário, observados nos cromatogramas da análise de óleo essencial de seis espécimens de guaçatonga (*Casearia sylvestris*)

Estações		Espécimens de <i>Casearia sylvestris</i>					
Partes vegetais		1	2	3	4	5	6
Primavera	NP	68	56	47	65	48	73
Folhas	TR	28,481	30,709	26,866	32,695	26,8487	32,691
Primavera	NP	69	58	54	66	65	67
Galhos	TR	30,660	26,777	26,792	30,633	30,648	26,778
Verão	NP	58	54	57	73	56	94
Folhas	TR	30,695	28,460	26,834	32,668	26,810	32,781
Verão	NP	73	68	63	72	62	75
Galhos	TR	30,612	30,651	26,808	30,637	26,786	30,603
Outono	NP	54	59	57	74	50	71
Folhas	TR	30,653	30,658	26,880	28,116	26,905	32,712
Outono	NP	76	69	68	77	64	71
Galhos	TR	30,680	28,450	26,833	30,827	26,813	26,774
Inverno	NP	59	51	48	87	52	74
Folhas	TR	30,699	28,517	26,892	28,089	26,865	28,069
Inverno	NP	55	43	66	47	70	72
Galhos	TR	26,834	26,782	26,813	30,790	26,771	26,762

- NP: número de picos; TR: tempo de retenção do composto majoritário em minutos.

Os diterpenos são os principais constituintes químicos da *Casearia sylvestris*, sendo as casearinas os mais importantes e estudados (CARVALHO et al., 1998; BOLZANI et al., 1999). Steinegger e Hansel (1992), citados por SIMÕES e SPITZER (1999), relatam que os diterpenos são encontrados apenas em óleos voláteis extraídos com solventes orgânicos; no entanto, de acordo com CASTRO (1998), estudando a composição química do óleo essencial de manjerição (*Ocimum basilicum*), obtido pelo arrastamento com vapor d'água, os cromatogramas das amostras forneceram forte evidência de compostos diterpênicos no óleo essencial extraído.



**Figura 13** – Cromatograma do óleo essencial obtido das folhas (A) e dos galhos (B) de guaçatonga (*Casearia sylvestris*), no inverno.

SERTIE et al. (2000) afirmam que parte da atividade antiúlcera desta espécie se deve à presença de triterpenos.

Segundo SILVA e BAUER (1970), o óleo de guaçatonga possui alta porcentagem de terpenos (77,78%), e provavelmente um deles é o isolimoneno (monoterpeno). Em alguns cromatogramas, principalmente aqueles obtidos de amostras de galhos, ocorre a presença de um pico com tempo de retenção de 10 minutos, que seguramente é algum monoterpeno. No outono e no verão algumas amostras de folhas têm esse mesmo pico na faixa dos monoterpenos. De acordo com CORRÊA (1984), todas as espécimens de guaçatonga têm na natureza diferenças bem acentuadas, sobretudo quanto à folhagem e ao grau de condensação de inflorescências, e as variações no aroma, o grau de estreiteza e dimensão das folhas, etc. são tão numerosos que seria quase necessário atribuir a cada planta alguma forma especial. Essas variações podem contribuir com a variabilidade do rendimento do óleo essencial e sua composição química.

A guaçatonga (*Casearia sylvestris*) tem grande potencial de manejo em função do seu potencial medicinal e de sua ampla distribuição no Brasil, sendo encontrada nos biomas Mata Atlântica e Cerrado. Os estudos de variabilidade química podem contribuir com a seleção de indivíduos destinados aos futuros plantios de enriquecimento, visando uniformização no rendimento de compostos desejáveis.

No Quadro 14, podem-se verificar os resultados da análise de variância realizada dos dados de rendimento de óleo essencial de negramina (*Siparuna guianensis*). A análise de variância do rendimento de óleo essencial de siparuna mostrou não haver interação entre épocas e partes vegetais, porém optou-se por realizar o desdobramento e as comparações pelo teste de Tukey (Quadro 15).

Os resultados mostraram que não há diferença significativa no rendimento de óleo essencial em função das épocas estudadas. Entretanto, entre as partes vegetais, folhas e galhos, existem diferenças significativas na produção de óleo essencial. As folhas e flores de negramina são muito aromáticas, exalando cheiro característico, embora alguns autores descrevam como forte aroma de “limão”. Segundo ANTONIO et al. (1984), esse odor pode ser muito importante na atração de insetos polinizadores.

**Quadro 14** – Resumo da análise de variância da análise do teor de óleo essencial extraído da matéria seca de folhas, galhos e cascas da negramina (*Siparuna guianensis*), em Viçosa-MG

FV	GL	QM
Rep (R)	5	0,032624
Época (E)	3	0,012766
Resíduo (a)	15	0,004661
Partes (P)	1	0,170525**
P x E	3	0,002153 <sup>n.s.</sup>
Resíduo (b)	20	0,005416
CV Par (%)		54,79
CV Subp (%)		59,06

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

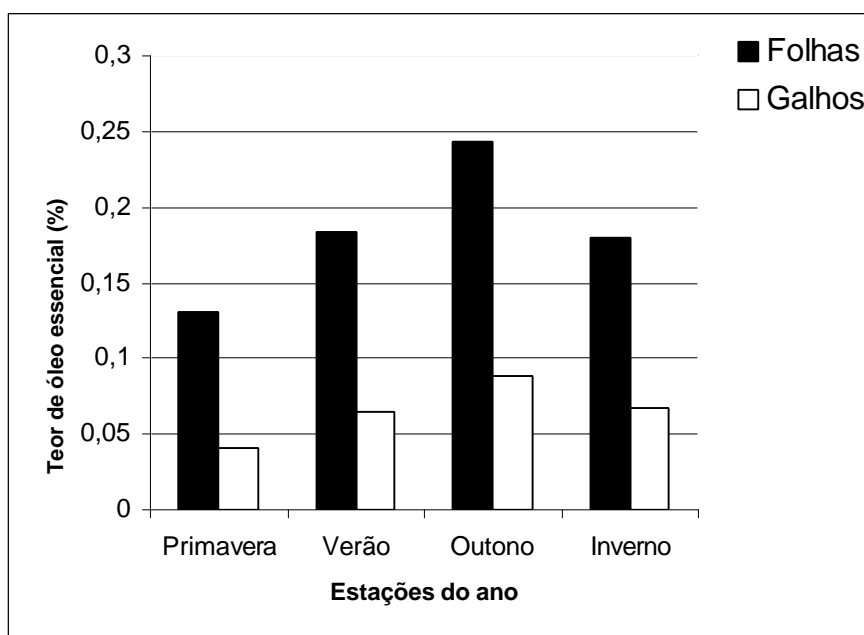
n.s. – F não-significativo a 5 % de probabilidade.

**Quadro 15** – Valores médios da produção de óleo essencial de negramina (*Siparuna guianensis*), das combinações de épocas e partes vegetais

Época	Folhas (% óleo)	Galhos (% óleo)
Primavera	0,1307 A a	0,0405 A b
Verão	0,1833 A a	0,0647 A b
Outono	0,2429 A a	0,0880 A b
Inverno	0,1799 A a	0,0668 A b

As médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na estação do outono ocorre aumento na produção de óleo essencial tanto nas folhas como nos galhos (Figura 14). Nesse período, de acordo com os parâmetros climáticos obtidos nos indivíduos monitorados, a radiação e a pluviosidade são menores, comparadas às de outras estações (Quadro 16). Em várias espécies medicinais, a produção de óleo essencial tende a diminuir quando a radiação é menor (ANDRADE e CASALI, 1999), ao passo que o estresse hídrico pode aumentar, diminuir ou não alterar a produção de metabólitos secundários (CARVALHO e CASALI, 1999).



**Figura 14** – Teor de óleo essencial em negramina (*Siparuna guianensis*) em função da época e das partes vegetais, em Viçosa-MG.

**Quadro 16** – Valores médios das condições meteorológicas obtidas em locais de ocorrência dos indivíduos de negramina (*Siparuna guianensis*), durante as estações do ano (setembro de 1999 a agosto de 2000), em Viçosa-MG

Dados médios dos parâmetros climáticos	Estações do ano			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Umidade (%)	64,167	75,639	64,972	61,444
Temperatura (°C)	25,361	26,556	22,778	20,528
Temperatura vegetal (°C)	22,308	23,994	20,103	18,431
Pluviosidade (mm)	41,807	52,309	2,356	3,506
Radiação (Lux)	2.0174,17	2.0071,75	2.0033,00	2.0064,31

De acordo com as observações de campo, a negramina, no outono, começa a emitir botões florais, sendo possivelmente esse fato responsável pelo aumento na produção de terpenóides. Os menores valores de óleo essencial, em ambas as partes vegetais, ocorreu na primavera, e nessa época observou-se que as plantas estavam na fase de frutificação e também de brotação. Assim, pode haver limitações de recursos, considerando que a produção de óleos essenciais envolve o gasto de energia e poderia competir com esses drenos, que estão relacionados com o crescimento e a sobrevivência do vegetal.

Por outro lado, os receptáculos de *Siparuna guianensis* possuem altas concentrações de alcalóides, que atuam na defesa química contra predadores. SIMAS et al. (2001) estudaram as características químicas ecológicas da referida espécie, principalmente por essa planta ser importante recurso alimentar do sagüi (*Callithrix faveiceps*), que invade áreas de grupos vizinhos, alimentando-se exclusivamente dos frutíolos. Com o amadurecimento dos frutos, abrem-se as divisões do receptáculo, expondo os frutíolos e as sementes, evitando efetivamente as defesas químicas e habilitando o consumo por parte desse primata, que arranca os frutíolos e ingere as sementes, tendo a preocupação de evitar o contato com o receptáculo. Os sagüis atuam na disseminação das sementes.

Quanto à colheita de biomassa, os meses de abril, maio e junho são os mais recomendados, visando o máximo teor de óleo essencial nas folhas e nos galhos, perfazendo aproximadamente 0,34% de óleo essencial.

No que se refere à composição química do óleo essencial de folhas e galhos, verificou-se que existe variabilidade química sazonal. O Quadro 17 mostra as diferenças químicas entre os espécimens de negramina (*Siparuna guianensis*) e as estações do ano.

**Quadro 17** – Relação do número de substâncias terpenóicas e tempo de retenção do composto majoritário, observados nos cromatogramas da análise de óleo essencial de seis espécimens de negramina (*Siparuna guianensis*)

Estações		Espécimens de <i>Siparuna guianensis</i>					
Partes vegetais		1	2	3	4	5	6
Primavera	NP	66	55	74	69	81	63
Folhas	TR	30,601	37,052	33,669	30,589	30,609	30,586
Primavera	NP	58	69	69	91	79	66
Galhos	TR	33,615	33,699	30,561	30,589	37,733	30,616
Verão	NP	62	54	80	75	67	73
Folhas	TR	28,478	33,729	30,610	30,624	33,687	30,602
Verão	NP	65	54	75	74	61	77
Galhos	TR	33,669	33,674	33,665	33,678	30,614	30,623
Outono	NP	62	67	71	77	78	60
Folhas	TR	30,603	28,161	30,591	30,583	30,636	28,043
Outono	NP	54	56	82	73	66	67
Galhos	TR	30,570	33,669	30,628	30,582	28,051	30,603
Inverno	NP	76	42	84	60	52	68
Folhas	TR	30,244	29,866	30,191	32,509	29,917	32,492
Inverno	NP	85	47	77	91	79	60
Galhos	TR	30,628	35,558	30,611	30,615	30,610	32,454

- NP: número de picos; TR: tempo de retenção do composto majoritário em minutos.

Por meio da análise cromatográfica do óleo essencial de *Siparuna guianensis*, constatou-se que este é composto pela mistura complexa de substâncias terpênicas, tanto nas folhas (Figura 15A) como nos galhos (Figura 15B).

ANTONIO et al. (1984), analisando o óleo essencial obtido das folhas de *Siparuna guianensis*, separaram aproximadamente 110 compostos e identificaram 30, e os maiores constituintes foram: curzerenone (26%), derivados de curzerenone (42%) e miristicina (8%).

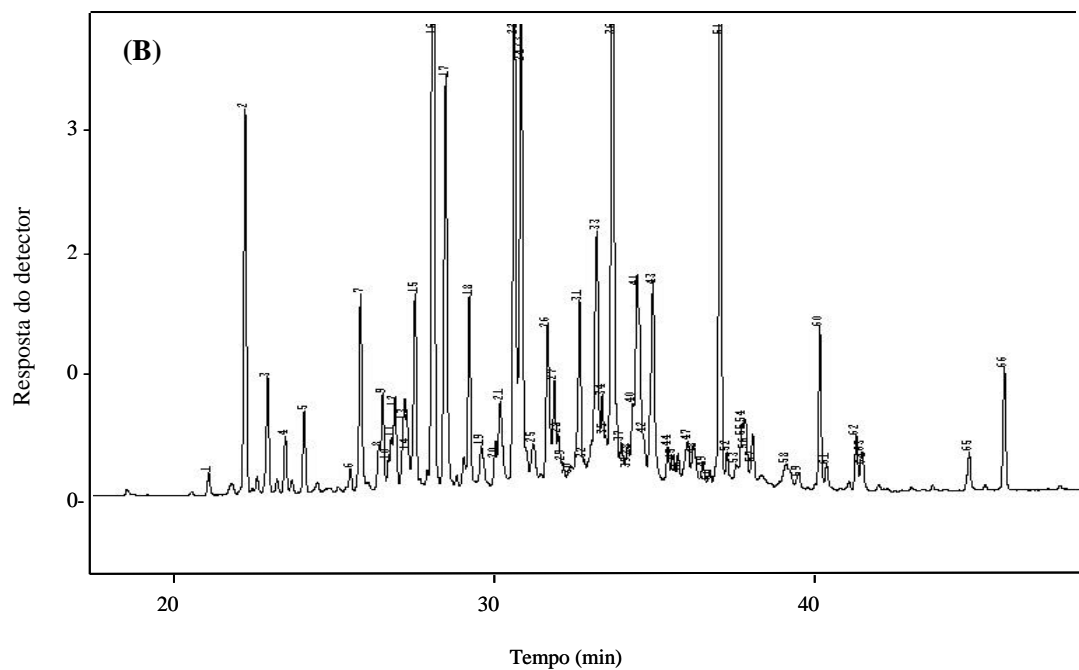
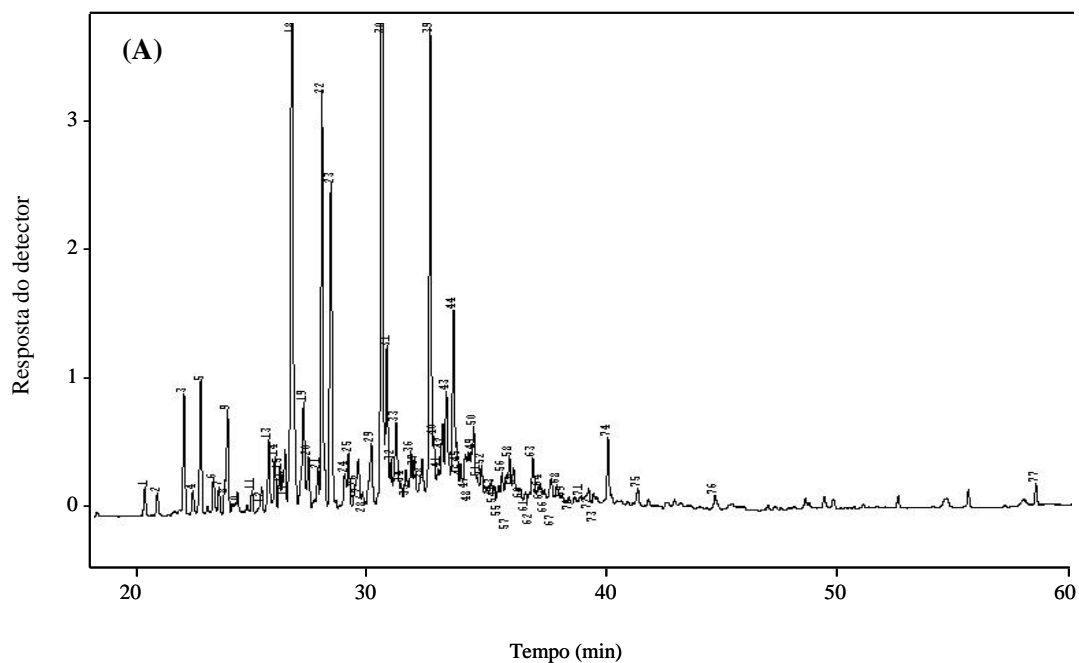
ZOGHBI et al. (1998) analisaram o óleo essencial de *S. guianensis* coletado em três localidades – Moju (PA), Rio Branco (AC) e Belém (PA) – e constataram que se trata de três quimiótipos. No óleo coletado em Rio Branco há espatulenol (22%), selin-11-en-4alfa-ol (19,4%), beta-eudesmol (10%) e elemol (10%) como compostos majoritários; a amostra coletada em Moju foi dominada pelo epi-alfa-bisabolol (25,1%) e espatulenol (22%); e na amostra de Belém foram o germacrone (23,2%), germacrene D (10,9%), biciclogermacrene (8,6%), germacrene B (8,0%) e atractilone (31,4%) os compostos majoritários.

De acordo com SIMAS e LEITÃO (1998), o óleo essencial das folhas coletadas em Caratinga-MG teve os seguintes monoterpenos: alfa-bisabolol (48,82%), alfa-cadinol (8,43%), (-)-espatulenol (5,97%), p-8-cimenol (4,97%) e cubebol (3,05%).

Nos espécimens de *Siparuna guianensis* coletados na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG, foi constatado que ocorre variabilidade química na composição do óleo, podendo essa variabilidade ser decorrente de inúmeras interações entre os diferentes microclimas e os fatores genéticos e fisiológicos.

A referida espécie mostrou alto potencial ecológico na área de estudo, sendo a de maior ocorrência, com grande possibilidade de manejo. No entanto, o manejo de *Siparuna guianensis* deve prever medidas mitigadoras, considerando que a espécie faz parte da cadeia alimentar de primatas e estes têm influência significativa na biologia reprodutiva da espécie.

A biodiversidade – diversidade genética, diversidade de espécies, diversidade de ecossistemas e diversidade de processos das florestas naturais – faz com que as espécies silvestres sejam únicas, sendo as interações responsáveis pela alta variabilidade encontrada (ISIK et al., 1997).



**Figura 15** – Cromatograma do óleo essencial das folhas (A) e dos galhos (B) de negramina (*Siparuna guianensis*), no outono.

A produção dos metabólitos secundários, como os óleos essenciais, deve fazer parte do ciclo de vida do vegetal que possui estruturas secretoras, sempre desempenhando papel na adaptação do organismo ao meio ambiente, porém as rotas biossintéticas podem ser ativadas, produzindo enorme número de substâncias biodinâmicas, cuja atividade ofereça vantagem competitiva na sobrevivência dessas espécies.

Considerando esses compostos como produtos que refletem a qualidade da planta medicinal, em razão da manutenção de suas atividades terapêuticas, é importante reconhecer a existência da variabilidade química a fim de manejar as espécies com vistas à maximização dos compostos desejáveis. Analisando as plantas medicinais como recursos econômicos, pode-se aplicar o conceito fisiológico-econômico (FONTES e FONTES, 1992), definido como o nível crítico da substância ou nutriente abaixo do qual a produção é limitada e acima do qual a produção não é econômica.

### **CAPÍTULO 3**

#### **VARIAÇÃO SAZONAL DE COMPOSTOS FENÓLICOS Em AÇOITA-CAVALO (*Luehea grandiflora*), ANGICO (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*) E CAROBA (*Jacaranda macrantha*)**

## REVISÃO DE LITERATURA

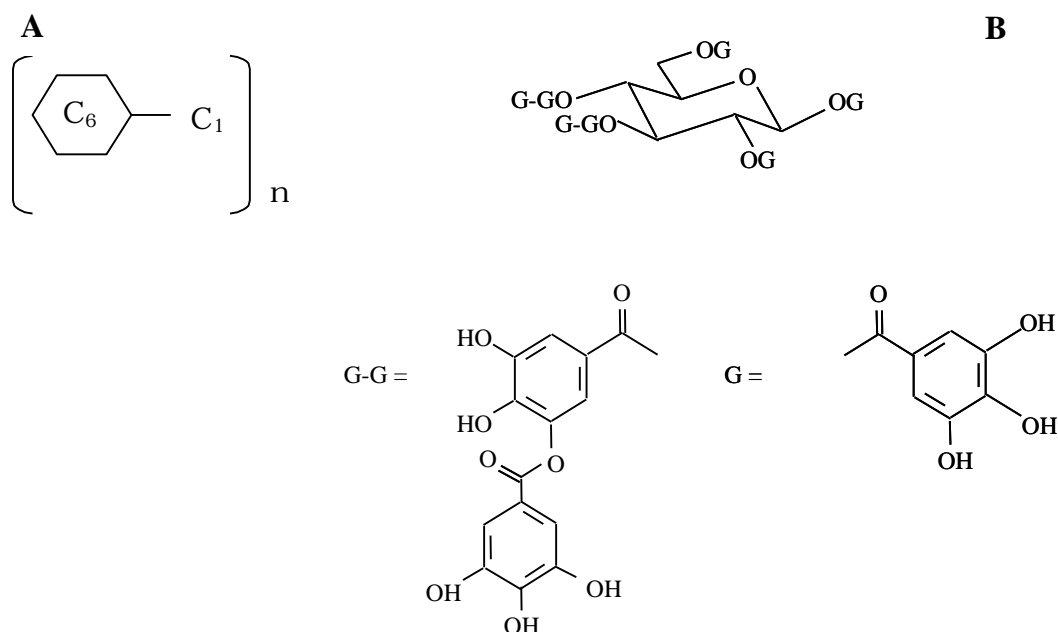
Os compostos fenólicos pertencem à classe de compostos que inclui grande diversidade de estruturas, simples e complexas, que possuem no mínimo um anel aromático no qual, pelo menos, um hidrogênio é substituído por um grupamento hidroxila. Estão amplamente distribuídos no reino vegetal e nos microrganismos, que têm a capacidade de sintetizar o anel benzênico e, a partir dele, principalmente, compostos fenólicos (CARVALHO et al., 1998). Os compostos fenólicos são biossintetizados por dois caminhos básicos: o caminho do ácido chiquímico, que participa da biossíntese de muitos fenólicos em plantas, e o caminho do ácido malônico, que é importante fonte de produtos secundários fenólicos em fungos e bactérias, sendo menos importante em plantas superiores (TAIZ e ZEIGER, 1991).

Os compostos fenólicos têm ampla variação estrutural, com substituintes em um esqueleto aromático comum. Os polifenóis formam o grande grupo de substâncias derivadas de plantas, que incluem quinonas, xantonas, flavonóides, ligninas, taninos, etc., atraindo muito interesse pelas propriedades antioxidantes, flavorizantes, aromatizantes, corantes, e pelas funções ecológicas que envolvem as interações entre planta-herbívoros, planta-fungos e planta-planta (DAWES e KEENE, 1999; CHEN e AHN, 1998; DENNIS e TURPIN, 1990).

O tanino é o termo coletivo do grupo heterogêneo de derivados orgânicos fenólicos, com massa molecular entre 600 e 3.000 dáltons, não nitrogenadas, solúveis em água, com exceção de moléculas de alta massa molecular. Possuem sabor adstringente (TAIZ e ZEIGER, 1991).

O tanino ocorre, praticamente, em todos os vegetais, mas em cada grupo de plantas existe especificidade na região de maior ocorrência (GRANJA, 1985). De acordo com ESAU (1974), os taninos estão amplamente distribuídos no corpo vegetal, e nenhum tecido está inteiramente isento de tanino, ocorrendo principalmente no vacúolo das células. Trata-se de uma substância ergástica comum nas células parenquimáticas, porém algumas o contêm com grande abundância e podem ser também muito aumentadas. Os idioblastos taniníferos ocorrem em muitas famílias botânicas (Ericaceae, Leguminosae, Myrtaceae, etc.). Algumas células secretoras têm o tanino como inclusão mais importante; estas são células tubuliformes taniníferas ou chamadas de sacos tânicos, sendo facilmente encontradas em algumas espécies.

Tradicionalmente, os taninos são divididos em duas categorias, segundo sua estrutura química: taninos hidrolisáveis e taninos condensados. Os hidrolisáveis (Figura 1A) são polímeros heterogêneos contendo um núcleo central de glucose (usualmente, mas nem sempre), que é esterificada com o ácido gálico (galotaninos) ou com o ácido hexaidroxidifenico (elagitaninos). O padrão utilizado pelo método Folin-Denis é o ácido tânico (Figura 1B), fonte comercial de um tanino hidrolisável (MAGALHÃES et al., 2000).

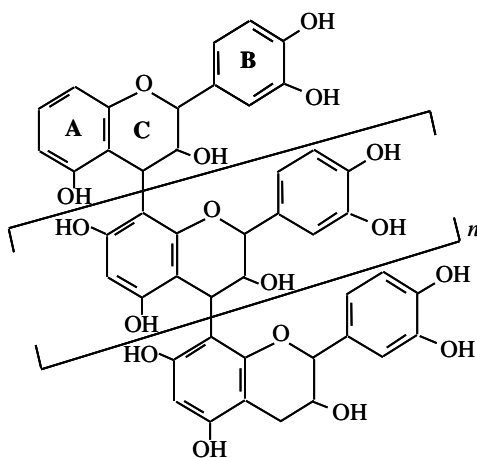


**Figura 1** – Esqueleto básico dos taninos hidrolisáveis (A); estrutura química do ácido tânico (B).

Os taninos condensados, ou mais corretamente as proantocianidinas, são compostos cujas unidades fundamentais são flavonóides, com estrutura em forma de C<sub>6</sub> - C<sub>3</sub> - C<sub>6</sub> (Figura 2) (TAIZ e ZEIGER, 1991).

Os taninos são abundantes nas folhas de várias plantas, raízes, lenho, na periderme, nos frutos verdes, nas cascas de sementes, nos tecidos vasculares e em casos de crescimento patológico, como as galhas. Certas galhas de plantas constituem-se na fonte mais rica de taninos do Reino Vegetal, podendo conter até 64% de taninos. O tecido jovem de plantas, ativamente crescente, também é muito rico em taninos. Algumas espécies podem ter 50% de tanino (peso seco) em tecidos jovens. No entanto, em geral, a concentração

mais alta de tanino em plantas saudáveis normais é encontrada nas cascas (BIANCO e SAVOLAINEN, 1997).



Fonte: TAIZ e ZEIGER (1991).

**Figura 2** - Esqueleto básico das proantocianidinas.

Os taninos vegetais ou naturais são por definição substâncias com a propriedade de se associar e de precipitar proteínas salivares e glucoproteínas bucais, explicando a ação adstringente nos tecidos vegetais antes de sua maturidade (TRUGUILHO et al., 1997; HASLAM, 1994), provocando grande influência no valor nutritivo de muitos alimentos, além de influenciar a palatabilidade e reduzir a digestibilidade dos tecidos vegetais.

Os taninos também estão envolvidos no ciclo do nitrogênio, pois atuam como importantes reguladores da decomposição de restos vegetais, prorrogando o processo de nitrificação em muitos sistemas. Por outro lado, os taninos reduzem a atividade da microfauna do solo, visto que complexa com as enzimas internas de invertebrados decompositores e com as enzimas extracelulares, dos microrganismos. Entretanto, a estabilidade dos complexos tanínicos é afetada pelo pH e pela presença de certos cátions (HORNER et al., 1988).

De acordo com COLEY (1987), existe grande polêmica referente ao modo de ação dos taninos; em geral, aceita-se que têm funções de defesa na planta. Segundo SANTOS e MELLO (1999), os taninos hidrolisáveis seriam responsáveis pela defesa das plantas contra os herbívoros e os taninos condensados atuam na defesa contra microrganismos patogênicos.

TRUGUILHO et al. (1997) relatam que os taninos podem ser potencialmente explorados, considerando-se a gama de utilizações possíveis. A espécie acácia-negra (*Acacia mearnsii*), por exemplo, é utilizada na indústria de tanino, sendo fonte da economia florestal local no Rio Grande do Sul. Nesta espécie o tanino está concentrado predominantemente na casca, e sua maior ou menor concentração está na dependência, principalmente, dos fatores idade do vegetal e tipo de solo, e os estudos mostraram que os solos originados de rochas graníticas permitem maior acúmulo de teor de tanino na casca de acácia (GRANJA, 1985).

Os flavonóides, por sua vez, também têm despertado grande interesse, em razão das suas atividades biológicas nas plantas, nos animais e principalmente nos seres humanos, que ingerem na dieta diária aproximadamente 1 g de flavonóides, encontrados em frutas, vegetais e várias bebidas como vinho, café, chá e cerveja (JUSTESEN et al., 1998).

A denominação flavonóides se atribui ao grupo importante de substâncias fenólicas que tem um esqueleto comum de difenilo-propano (C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>-C<sub>6</sub>) e que estão presentes em muitos vegetais, correspondendo principalmente aos flavonóides monoméricos (catequinas e leucoantocianidinas), proantocianidinas, antocianidinas, flavonas, flavonóis, flavononas e chalconas (PINO, 1997).

As classes de flavonóides são caracterizadas pela estrutura química relacionada ao número e à posição de grupos hidroxilas e às substituições de açúcares, e inúmeras enzimas são responsáveis por essas reações (HARBORNE, 1988). Numerosos estudos têm mostrado a relação entre a estrutura química e a atividade biológica das moléculas, e a estrutura básica pode ser modificada aumentando ou diminuindo a sua atividade biológica (IELPO et al., 2000).

Várias funções são atribuídas aos flavonóides nas plantas, entre elas:

1. Proteção contra a incidência de raios ultravioleta e visível, bem como contra insetos, fungos, vírus e bactérias (JUSTESEN et al., 1998).
2. Atração de animais com finalidade de polinização (TAIZ e ZEIGER, 1991).
3. Antioxidantes (CHEN e AHN, 1998).
4. Controle da ação de hormônios vegetais (HARBORNE, 1988).
5. Agentes alelopáticos (ALMEIDA, 1988).
6. Inibição de enzimas (TAIZ e ZEIGER, 1991).

Os flavonóides também possuem importantes propriedades farmacológicas: vasoprotetor, antiinflamatório, antialérgico, antimicrobiano, anti-hepatotóxico, antiosteoporótico e anticancerígeno (IELPO et al., 2000). JUSTESEN et al. (1998) relatam que a mortalidade causada por doenças coronárias, em homens de meia idade, é inversamente proporcional à ingestão de flavonóides, especialmente de maçãs (*Pyrus malus*) e cebola (*Allium cepa*). Também tem sido verificado decréscimo nos riscos de câncer com a ingestão de flavonóides provenientes de frutas e vegetais. As atividades imunoestimulantes dos flavonóides são complexas e ainda não estão completamente entendidas (IELPO et al., 2000).

Os flavonóides também têm utilização comercial, como os resíduos de laranja, que são aproveitados na extração de hesperidina, uma flavanona com importância terapêutica nas enfermidades capilares, sendo possível obter 4 a 5 kg do produto por tonelada de resíduo da fruta processada (PINO, 1997); a rutina, flavonol de interesse comercial, utilizado na fragilidade de vasos capilares, é obtida do extrativismo da *Dimorphandra* sp., sendo extraída 20.000 t pela Merck/Brasil, em oito estados brasileiros, suprimindo a demanda mundial (GOMES e GOMES, 1998). Como corantes naturais, as antocianidinas, que fornecem pigmentação do vermelho até o azul, têm importante aplicação na indústria de alimentos, especialmente na produção de vinhos; as chalconas e auronas fornecem pigmentação amarela (HARBORNE, 1988).

As plantas medicinais são a matéria-prima dos compostos fenólicos, sendo comercializadas a partir de populações naturais, obtidas do extrativismo, como as espécies de maracujá (*Passiflora* ssp.), ricas em flavonóides, e as espécies barbatimão (*Stryphnodendron adstringes*) e aroeira (*Myracrodruon urundeuva*), ricas em tanino. Devido à grande abundância e diversidade dos compostos fenólicos, provenientes de espécies vegetais, e à importância como fatores de crescimento vegetal, desenvolvimento e imunidade, constata-se seu grande potencial de utilização industrial.

## **ESPÉCIES MEDICINAIS**

### **ANGICO (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*)**

Sinonímias taxonômicas: *Piptadenia macrocarpa* Benth, *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan; *Acacia grata* Willd.; *P. microphylla* Bth.

*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Griseb) Altschul é arbórea com utilização muito diversificada, sendo muito representativa no Brasil. É conhecida popularmente como angico-vermelho, angico-preto, angico-rajado, angico-do-campo, arapiraca, curupai, paricá, angico-de-casca e monjoleiro (Figura 3).

As Mimosoideae constituem-se na menor subfamília das Leguminosae, com cerca de 50 a 60 gêneros e mais de 2.000 espécies distribuídas nos trópicos, subtropicos e regiões de clima temperado, sendo a América Tropical, África e Ásia-Austrália centros de grande diversidade do grupo (SILVA e BARBOSA, 2000).

Na medicina popular é utilizada no tratamento de inflamações, feridas e leucorréias. Também lhe são atribuídas propriedades adstringentes e homeostáticas, sendo os taninos as substâncias responsáveis por essas atividades farmacológicas (FREITAS e MORAIS, 1998). A goma exsudada de cortes na casca é usada como remédio no tratamento de doenças respiratórias (DELGOBO et al., 1998).

MARTINS et al. (1998) confirmaram nos estudos farmacológicos a atividade antiúlcera do extrato da casca de *A. colubrina*. A indicação popular de *A. colubrina* nas inflamações também foi confirmada, podendo o efeito analgésico periférico contribuir nessa ação (FORTES et al., 1998).

Os aborígenes da América preparavam, com as sementes de várias espécies de *Piptadenias*, uma solução alucinógena, por eles denominada Cohoba. Essa substância no Brasil tornou-se mais conhecida pelo nome de Paricá, por ser esta a denominação da planta que a fornece, em língua tupi (COSTA, 1970).

Em várias tribos indígenas, como os Maué, Mura e Caripuna, as sementes moídas de *Anadenanthera* misturadas às cinzas das sementes de embaúba são usadas como rapé e também em curare, na intoxicação dos inimigos. De acordo com SCHULTES e RAFFAUF (1992), o gênero *Anadenanthera* (= *Piptadenia*) possui alcalóides indólicos alucinógenos. Os estudos químicos realizados mostraram que as sementes contêm alcalóides do tipo bufotenina e N,N-dimetiltriptamina, sendo princípios narcóticos (SMET e RIVIER, 1987). Embora a existência da bufotenina tenha sido identificada nas glândulas da pele de algumas espécies de sapo e cogumelos, em espécie vegetal esse princípio ativo não havia sido descrito, sendo ocorrente apenas neste gênero (COSTA, 1970).

PORTER (1988) relata a ocorrência natural de taninos condensados (protoantocianidina) no lenho de *Piptadenia macrocarpa*, sendo este denominado prosopina. Essa classe de taninos condensados produz pigmentos avermelhados da classe das antocianidinas (SANTOS e MELLO, 1999).

*Anadenanthera colubrina* é nativa das florestas da América do Sul, crescendo em altitudes superiores a 400 m (DELGOBO et al., 1998). Sua distribuição é ampla, ocorrendo em matas, cerrado e caatinga do Maranhão até o Paraná e na Argentina, podendo ser encontrada também na Colômbia e Paraguai (SILVA e BARBOSA, 2000; SILVA, 1986).

#### *Descrição Botânica*

Árvore de porte mediano e alto porém, podendo atingir mais de 20 metros de altura. As flores têm simetria radial, são brancas, pequenas, reunidas em densas inflorescências capituliformes e suavemente perfumadas; as folhas são recompostas, bipinadas; a casca varia de quase lisa a rugosa, podendo ter acúleos; fruto seco, em forma de vagens (JOLY, 1993; LORENZI, 1992)

#### **AÇOITA-CAVALO (*Luehea grandiflora*)**

Sinonímias taxonômicas: *Luehea gravessi*; *Luehea platypetala* (BRANDÃO e LACA-BUENDIA, 1993). Segundo LORENZI (1992), a espécie *L. grandiflora* é sinonímia de *L. speciosa*.

A família Tiliaceae está incluída na ordem Malvales e possui cerca de 50 gêneros e 450 espécies, com distribuição principalmente tropical e subtropical. Tem como centro de dispersão o sul da África e o Brasil; neste último ocorrem aproximadamente 13 gêneros e cerca de 60 espécies (PAOLI, 1995). No Brasil são descritas dez espécies de *Luehea* Willd., e no Estado de Minas Gerais descrevem-se seis espécies: *L. candicans* var. *candicans* e var. *gracilis*, *L. grandiflora*, *L. rufescens*, *L. paniculata*, *L. divaricata* e *L. ochrophylla* (BRANDÃO e LACA-BUENDIA, 1993).

*Luehea grandiflora* é popularmente conhecida como açoita-cavalo, mutamba-preta, ivitinga, ubatinga, açoita-cavalo-graúdo, papeá-guassu (Figura 4). O nome açoita-cavalo é empregado em diversas espécies do gênero *Luehea*.

Polifenóis, flavonóides, alcalóides, cumarinas, cardenolídeos, esteróis, triterpenos e ocasionalmente compostos cianogênicos e saponinas são mostrados nessa família (SCHULTES e RAFFAUF, 1992).

Na medicina popular, o açoita-cavalo é utilizado em casos de disenteria, hemorragia, artrite, leucorréia, reumatismo e tumores (VIEIRA, 1992).

*Luehea grandiflora* Mart. & Zucc., na análise de espécimes de herbários, aproxima-se muito de *L. speciosa* Willd., por serem ambas muito polimorfas. Entretanto, os estaminódios de *L. speciosa* são profundamente fimbriados, ao passo que aqueles de *L. grandiflora* são levemente marcados. Assim, *L. grandiflora* foi considerada sinônima de *L. speciosa*, mas foi reabilitada posteriormente (BRANDÃO e LACA-BUENDIA, 1993).

De acordo com relatório da EMBRAPA (1980), que descreve a cobertura do estado de Minas Gerais, destacam-se as espécies *L. divaricata* Mart., do Cerrado, e *L. paniculata* Mart., do Cerradão. Essas duas espécies e ainda *L. grandiflora* constam da área influenciada pela represa de Três Marias-MG.

O açoita-cavalo (*Luehea* spp.) está entre as espécies mais abundantes das florestas ombrófilas e estacionais em estágios médios de regeneração ([http://www.ambiente.sp.gov.br/leis\\_internet/flora/mata\\_atlantica/resconj\\_s\\_ma\\_ibama194.htm](http://www.ambiente.sp.gov.br/leis_internet/flora/mata_atlantica/resconj_s_ma_ibama194.htm), 2001).

As espécies de *Luehea* têm grande potencial apícola. Os estudos realizados por CORRÊA et al. (1992) e HILLER e WITTMANN (1994) mostram que os ninhos de abelhas são provisionados com os pólenes de *Luehea grandiflora*, *L. divaricata* e *L. paniculata*, sendo também úteis nas chaves de identificação das espécies.

O açoita-cavalo ocorre da Amazônia até São Paulo, Minas Gerais e Goiás, Mato Grosso do Sul, no cerrado e na floresta semidecídua (LORENZI, 1992).

#### *Descrição botânica*

Folhas simples, denso-pubescentes em ambas as faces e de coloração mais clara na inferior. Inflorescências multifloras, flores grandes, cáliculo, cálice e frutos recobertos por pêlos longos castanho-dourados, com grande número de estames e glândulas nectaríferas na base das pétalas (alto potencial apícola); fruto oblongo, deiscente ao longo dos seus ângulos, observa-se a ocorrência de células mucilaginosas espalhadas pelo pericarpo; sementes de 1 cm de comprimento, um tanto comprimidas, com alas em seus ápices (BRANDÃO e LACA-BUENDIA, 1993; PAOLI, 1991).

## **CAROBA (*Jacaranda macrantha*)**

Sinonímia botânica: *Bignonia elliptica* Vell.; *Jacaranda elliptica* Steud.

O gênero *Jacaranda* Jussieu é composto por árvores e arbustos distribuídos na América Tropical, no sul da América do Norte e na Índia Ocidental. Cerca de 74 espécies são conhecidas, mas os estudos referentes a esse gênero são muito limitados (OGURA et al., 1977).

Na América Tropical encontram-se cerca de 50 espécies, sendo muitas delas cultivadas como planta ornamental, tanto pela beleza atrativa de suas folhas e flores como pela arquitetura quase colunar da sua copa (SCHULTES e RAFFAUF, 1992).

Contém vários constituintes químicos: fitoquinóides, triterpenos, flavonóides, alcalóides, saponinas e taninos (BINUTU e LAJUBUTU, 1994; SAUVAIN et al., 1993; VARANDA et al., 1992; OGURA et al., 1977). Algumas Bignoniáceas encontradas no Cerrado, de São Paulo, têm sido estudadas quanto à presença e distribuição de flavonóides nas folhas, sendo descrita em *J. decurrens* a presença de luteolina, quercetina e rutina (BLATT et al., 1998).

Em relação às atividades farmacológicas, nas espécies de *Jacaranda*, podem-se citar a ação antiúlcera (DIAS e BACCHI, 1998), a atividade leishmanicida (FOURNET et al., 1994; SAUVAIN et al., 1993), a ação antitumoral contra a leucemia (OGURA et al., 1977) e antifúngica e antibacteriana (SILVA e BAUER, 1983).

SANTOS et al. (1999) isolaram do lenho e da casca de *J. macrantha* a mistura de stigmasterol e sitosterol e o fitoquinóide jacaranona, já descrito em outras espécies deste gênero. A casca de *J. brasiliiana* contém algum princípio amargo e adstringente, sendo indicada contra as afecções dos rins e da bexiga; as folhas são usadas em afecções cutâneas e os frutos são béquicos. Em *J. cuspidifolia*, o lenho, o córtex e as folhas são comumente usados como febrífugos (VATTIMO, 1977).

*Jacaranda macrantha* é conhecida como caroba ou carobão (Figura 5); suas folhas e raízes são utilizadas como depurativo, diurético, no tratamento de alergias e desintoxicações. Segundo CORRÊA (1984), na medicina popular esta espécie é usada no tratamento de diversas doenças, sendo indicada principalmente como anti-reumática e anti-sifilítica.



A. Flor



B. Frutos e sementes



C. Folha

Fonte: LORENZI (1992)

**Figura 3** – Angico (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*).



A. Flor



B. Frutos e sementes



C. Folha

Fonte: LORENZI (1992).

**Figura 4** – Açoiça-cavalo (*Luehea grandiflora*).



A. Flores e folíolos



B. Frutos e sementes

Fonte: LORENZI (1992).

**Figura 5** – Caroba (*Jacaranda macrantha*).

De acordo com SCHEFFER (1994), várias espécies medicinais são exportadas com o nome de caroba, entre elas: *J. macrantha*, *J. brasiliana*, *J. chapadensis*, *J. hebephora*, *J. heterophila*, *J. nitida*, *J. caroba* e *M. laserpitifolia*.

PAVAN-FRUEHAUF (2000) descreve a *J. puberula* (carobinha) como espécie promissora quanto ao mercado, o que implica estar sendo intensamente extraída, na Mata Atlântica, visando a retirada de folhas.

Segundo LORENZI (1992) e CORRÊA (1984), esta espécie ocorre no Estado dos Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais na floresta latifoliada semidecídua de altitude. Na Região Sul do país ocorre a espécie *J. micrantha* Cham., de características muito semelhantes.

#### *Descrição botânica*

De porte alto, tronco ereto; ramos tetragonos, folhas compostas imparipenadas, longo-pecioladas, de disposição oposta, ráquis estreito-canaliculada e pubescente; folíolos curto-peciolados, oblongos; flores campanuladas, dispostas em panículas amplas terminais, grandes e vistosas, diclamídeas, hermafroditas, pentâmeras, de simetria zigomorfa, corola ligeiramente bilabiada, androceu formado por 4 estames didínamos e 1 estaminódio, grande, piloso-glandular, flores violáceas; fruto capsular oblongo-obtuso, seco, sempre com sementes aladas (JOLY, 1993; CORRÊA, 1984).

## MATERIAL E MÉTODOS

As análises realizadas que determinam a presença e quantificam o teor de tanino em Açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*), Angico (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*) e Caroba (*Jacaranda macrantha*) foram realizadas no Laboratório de Nutrição Mineral, do Departamento de Fitotecnia/UFV, segundo metodologia citadas por CASTRO et al. (1999). A espécie *J. macrantha* foi analisada quanto ao teor de flavonóides totais, de acordo com metodologia recomendada por PEREIRA et al. (2000). A análises foram realizadas no Laboratório de Cromatografia do Instituto de Química de São Carlos/USP.

### Coleta e Preparo das Amostras

As parte vegetais (cascas, folhas e galhos) foram coletadas na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG, onde se encontram os espécimens selecionados para a realização deste experimento. Durante as coletas mensais, entre o ano de 1999 e 2000, foram realizadas medidas de temperatura, umidade, velocidade do vento, radiação e temperatura do vegetal, por meio da Estação Meteorológica Portátil Weather Monitor II (Davis Instruments Corporation). As coletas foram feitas entre os dias 23 e 26 de cada mês, das 14 às 17 horas; fatores fisiológicos e ecológicos, como queda natural de folhas e herbivorismo, nortearam algumas ações, visando minimizar impactos ambientais e reconhecer fatores que interferem no manejo dessas espécies.

Do açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*) foram coletados folhas, galhos e cascas; da caroba (*Jacaranda macrantha*), as folhas e os galhos; e do Angico (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*), apenas as cascas.

As partes vegetais, após a colheita, foram separadas e submetidas à secagem, em sala com desumidificador, na Horta Velha da UFV. Posteriormente, foram moídas e acondicionadas em frascos de vidro identificados, com tampa de rosca, os quais foram colocados em caixas de papelão (protegido da luz). As amostras utilizadas na quantificação de tanino e flavonóides foram armazenadas sob refrigeração, após o preparo da amostras compostas, até a realização das análises.

## **Determinação de Tanino (compostos fenólicos totais)**

No angico, o delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições. Para açoita-cavalo e caroba adotou-se o esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas as épocas e nas subparcelas as partes vegetais, no delineamento em blocos casualizados com seis repetições.

A quantificação do tanino nas cascas de angico e açoita-cavalo foi feita em amostras de 50 mg de planta, ao passo que para a dos galhos e das folhas de Açoita-cavalo e Caroba utilizaram-se 100 mg de cada parte vegetal.

### *Descrição do Protocolo Utilizado na Determinação do Tanino*

#### *1. Extração de tanino*

As amostras colocadas em tubos de ensaio foram submetidas a três extrações de 10 minutos cada, a 60 °C (banho-maria), utilizando como solvente 3 mL de metanol em cada extração. Os extratos resultantes foram filtrados em algodão e colocados em balão volumétrico de 10 mL, sendo o volume completado com metanol.

#### *2. Preparo da curva-padrão*

A curva-padrão foi preparada durante a etapa de extração. Utilizou-se o balão volumétrico de 10 ml, onde foram adicionados a solução padrão de ácido tânico (7 pontos na curva) – 1 – 0 mL; 2 - 0,2 mL; 3- 0,4 mL; 5 - 0,6 mL; 6 - 0,8 mL; 7 - 1,0 mL; 7,5 mL de água destilada; 0,5 mL do reagente Folin-Denis (previamente preparado); e 1,0 mL de solução saturada de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, completando com água o volume de 10 mL. As amostras foram colocadas no agitador elétrico (um minuto) e após 30 minutos de repouso foram realizadas as leituras no espectrofotômetro de duplo feixe Hitachi U-2000.

#### *3. Leitura no espectrofotômetro*

No preparo das amostras de cascas do açoita-cavalo e angico foi colocado 0,05 mL do extrato em tubo de ensaio; nas amostras de folhas e galhos de açoita-cavalo pipetou-se 0,1 mL do extrato final; e na caroba foi colocado 0,5 mL. Nos referidos extratos foram adicionados 7,5 mL de água destilada, 0,5 mL do reagente Folin-Denis e 1 mL de solução saturada de carbonato de sódio, sendo completado o volume de 10 mL com água destilada. Após agitação

e período de repouso de 30 minutos foram realizadas as leituras de absorvância (comprimento de onda de 760 nm). De acordo com a curva-padrão, as amostras foram quantificadas em mg de ácido tânico/100 mL. Posteriormente, esses dados foram analisados, em função de suas diluições, e convertidos em porcentagem de tanino por 100 mg de amostra (peso seco), sendo os resultados utilizados na análise de variância.

### **Determinação de Flavonóides em Caroba (*Jacaranda macrantha*)**

Os flavonóides foram analisados quantitativamente, em folhas e galhos de caroba (*Jacaranda macrantha*), utilizando rutina como padrão. Os extratos foram obtidos a partir de 1,0 g de amostras da planta com 10 mL de etanol (70%), em ultra-som durante 10 minutos, à temperatura ambiente. As amostras foram analisadas em três repetições, de cada parte vegetal, em função das épocas de colheita (primavera, verão, outono e inverno).

#### *Extração de impurezas (clean-up) - Extração em fase sólida*

A extração em fase sólida foi realizada em cartucho Sep-Pak (Water), sendo a fase estacionária C18. Primeiramente efetuou-se o condicionamento do cartucho (400 mg de adsorvente) com 5 mL de metanol, seguido de 5 mL de água. O extrato concentrado foi introduzido no cartucho e eluído seqüencialmente com os seguintes solventes: 10 mL de metanol 60% (eluição de flavonóides), 5 mL de metanol 80% e 10 mL de metanol puro (limpeza do cartucho). Foi utilizado fluxo gravitacional. As frações eluídas com metanol 60% foram injetadas no sistema HPLC.

#### *Análise dos flavonóides por HPLC-UV/DAD*

As frações flavonóidicas foram filtradas utilizando-se membranas Millipore de 0,45 µm e posteriormente analisadas em cromatógrafo líquido Shimadzu LC-10AD equipado com coluna Supelco RP-18 (250 mm x 4,0 mm; 5 µm) com coluna guarda LC-18 Supelguard (2 cm x 4,0 cm x 5 µm), a 35 °C. As amostras foram injetadas usando um "loop" de 10 µl. A fase móvel consistiu do solvente A (2,0% de ácido fórmico em água) e solvente B (acetonitrila). A separação foi alcançada utilizando-se gradiente de eluição: 0-10 min 15% B em A, 10-40 min 15-30% B em A e de 40-50 min 30-15% B em A. O fluxo foi de 0,8 mL/min. Na detecção foi utilizado o detector de arranjo de diodos

Shimadzu SPD-Ma0A,  $\lambda = 337$  nm, ou varredura de espectro por “Photodiodearray” (240-400 nm). Os dados foram processados no sistema Shimadzu LC WorkStation Class LC-10. O intervalo de 10 minutos entre cada injeção foi utilizado no reequilíbrio da coluna.

#### *Análise quantitativa dos flavonóides totais*

Na análise quantitativa utilizou-se o método do padrão externo, empregando-se rutina como referência. As soluções-padrão foram preparadas em metanol com cinco pontos na curva-padrão (50; 100; 150; 200 e 250 mg/L).

O teor total de flavonóides de cada amostra foi obtido somando-se as áreas de todos os picos identificados como flavonóides (espectro UV-DAD em 254 e 337 nm). Os resultados foram expressos em  $\mu\text{g}$  de flavonóide/g de planta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância da produção de tanino em angico (*Anadenanthera colubrina* var *cebil*) encontram-se no Quadro 1. Os resultados mostram que não houve diferenças estatísticas entre as épocas de colheita de cascas de angico, de acordo com o rendimento de tanino.

Na Figura 6 observa-se a produção de tanino em função das estações do ano. Na estação do verão constatou-se que, em valores absolutos, houve aumento na produção deste metabólito secundário. Nesse período, de acordo com sua fenofase, os indivíduos estavam com a maioria das folhas novas, principalmente entre janeiro e fevereiro. A temperatura do vegetal também aumentou nessa estação, acompanhando o aumento da temperatura em escala macroclimática, assim como a alta umidade observada, em decorrência das chuvas no período (Quadro 2).

Em termos anatômicos, a maior parte do acréscimo anual do lenho foi observada no fim do verão; as condições ambientais também influenciam a formação das peridermes subseqüentes, que se iniciam pela divisão das células meristemáticas onde os taninos podem estar presentes. O termo casca inclui, além da periderme, o floema secundário e os tecidos mortos exteriores a periderme. Na família Leguminosae, os idioblastos taniníferos também estão presentes (ESAU, 1974). Certas estruturas de planta podem ser ricas em taninos, particularmente aquelas associadas ao movimento. Os tecidos jovens de plantas, ativamente crescentes, também são responsáveis por altos teores, podendo conter 50% de tanino. No entanto, em geral, a concentração mais alta de tanino em plantas saudáveis normais é encontrada apenas na casca ou, em condições patológicas, nas galhas, constituindo a fonte mais rica de taninos no Reino Vegetal (<http://sres.anu.edu.au/associated/fpt/nwfp/tannins/tannins.html>).

Os taninos se encontram amplamente distribuídos nas plantas superiores, ocorrendo em aproximadamente 30% das famílias. RIZZINI e MORS (1976) mencionam várias espécies de *Anadenanthera* que são fontes de tanino, com teor variando entre 15 e 25%. Em Viçosa-MG, o angico teve rendimento de tanino entre 33 e 38% nas cascas, que são as principais partes vegetais empregadas na medicina popular (Figura 7). Nas outras espécies medicinais nativas, como o barbatimão (*Stryphnodendron adstringes*), os teores de tanino na casca podem chegar a 50% (BRANDÃO, 1992).

**Quadro 1** – Resumo da análise de variância da produção de tanino, extraído das cascas do angico (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*), em Viçosa-MG

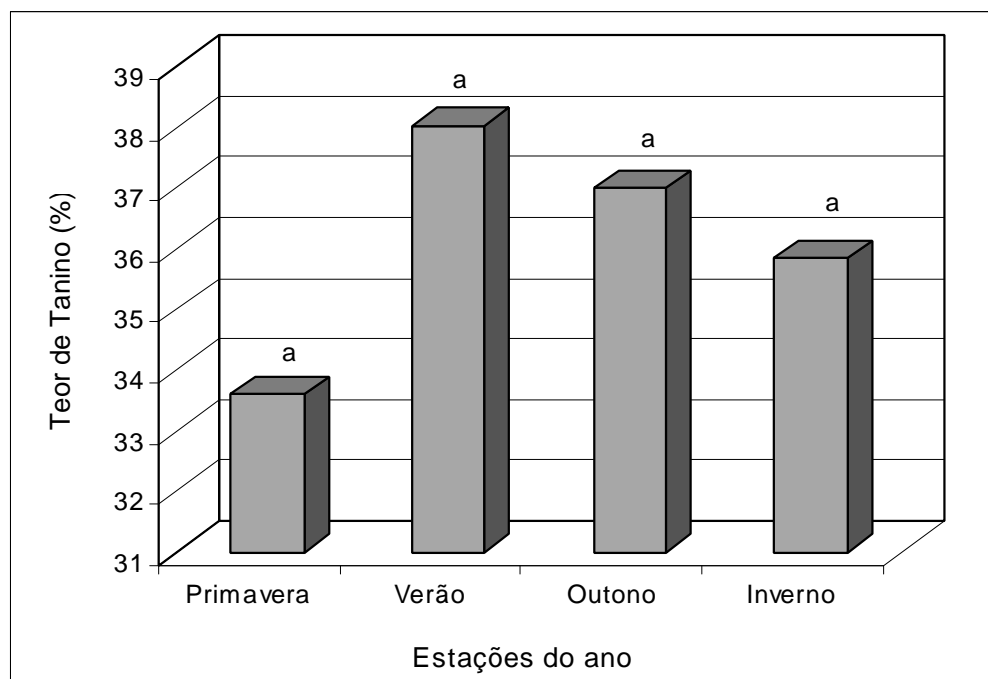
FV	GL	QM
Rep (R)	5	61,2453
Época (E)	3	21,6336 n.s.
Resíduo	15	25,0933
CV(%)		13,87

n.s. – F não-significativo a 5% de probabilidade.

**Quadro 2** – Valores médios das condições meteorológicas obtidas em locais de ocorrência dos indivíduos de angico (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*), durante as estações do ano (setembro de 1999 a agosto de 2000), em Viçosa-MG

Dados médios dos parâmetros climáticos	Estações do ano			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Umidade (%)	65,083	76,667	66,722	66,611
Temperatura (°C)	25,194	26,667	22,139	22,222
Temp. vegetal (°C)	21,222	23,200	18,272	18,922
Pluviosidade (mm)	44,741	49,418	2,267	10,223
Radiação (lux)	20.191,139	20.074,722	20.031,250	20.092,139

O método Folin-Denis se baseia nas reações de oxirredução entre os compostos fenólicos e íons metálicos, ou seja, ocorre redução em meio alcalino do fosfomolibdato-fosfotungstato pelos fenóis, a um complexo de molibdênio de coloração azul. Esse método quantifica fenóis totais, não havendo discriminação entre tanino e outros compostos fenólicos, podendo superestimar a porcentagem de tanino (MAGALHÃES et al., 2000). TRUGUILHO et al. (1997), trabalhando com a referida espécie, quantificaram o teor de taninos condensados, pelo método de Stiasny, e encontraram 18,51% destes nas cascas dos ramos.



Médias seguidas de uma mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade.

**Figura 6** – Dados médios de produção de tanino, obtido das cascas de angico (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*), em função das estações do ano, em Viçosa-MG.



**Figura 7** – Detalhe da retirada de casca em angico (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*), na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG.

A produção de metabólitos secundários, em termos energéticos, é muito custosa à planta. A massa de glicose usada por grama de tanino produzido varia entre 1,28 e 2,08 g glicose/g de produto (BRYANT e JULKUNEN-TIITTO, 1995). Neste caso, o gasto de energia não pode ser compensado pelo uso do carbono em outros processos de crescimento no futuro, isto é, o tanino, por ser defesa imóvel, com baixa taxa de translocação, não pode fornecer carbono a outras partes da planta. Em contrapartida, as defesas móveis, como os óleos essenciais, têm custo energético maior, porém o carbono alocado pode ser transferido a outras partes da planta.

COLEY (1987) relata que as espécies heliófitas têm concentração de tanino duas a três vezes maior que plantas de sombra, sendo esse comportamento também observado por outros autores que trabalharam em zonas tropicais e temperadas. Por outro lado, esse mesmo autor relata que as folhas das espécies heliófitas são consumidas seis vezes mais rapidamente que as espécies tolerantes à sombra, mostrando que o tanino não está correlacionado significativamente com o herbivorismo. BRYANT et al. (1983) sugerem que os recursos em excesso são direcionados às defesas com base em carbono, como os taninos; entretanto, os indivíduos da mesma população podem ser distinguidos nas suas defesas devido à diversidade genética e a diferenças no microambiente ou na idade.

De acordo com os trabalhos realizados na Mata da Silvicultura, a colheita de cascas de angico deve ser realizada no período de seca, entre os meses de abril, maio e junho, período em que as cascas fornecem 37% de tanino (peso seco) e a relação custo-benefício pode ser considerada maior; várias vezes os trabalhos tiveram que ser suspensos, por causa das chuvas ou do mau tempo.

Atualmente, a importância econômica do angico está relacionada principalmente à sua extração, destinada a produção de carvão. Contudo, suas propriedades medicinais conferem condição especial no manejo desse recurso, em florestas naturais, visando a exploração sustentada de suas cascas, bem como a goma exsudada (DELGOBO et al., 1998). Os taninos têm utilização diversificada em vários segmentos industriais: os farmacêuticos, os cosméticos, de curtimento de peles, de corantes naturais, de adesivo de madeiras e derivados. O angico é amplamente distribuído no Brasil e tem múltiplo uso, sendo indicado em reflorestamentos de áreas degradadas, no paisagismo e também como espécie melífera (SILVA e BARBOSA, 2000).

Os resultados da análise de variância da produção de tanino em açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*) encontram-se no Quadro 3, e os valores médios da produção de tanino em função da época e das partes vegetais estão nos Quadros 4 e 5, respectivamente.

**Quadro 3** – Resumo da análise de variância da produção de tanino na espécie açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*) em função da época (Epo) do ano e das partes vegetais (Veg)

FV	GL	QM
Rep	5	27,09880
Epo	3	9,062207**
Resíduo (a)	15	1,136427
Veg	2	2.005,354**
Veg*Epo	6	4,841053 n.s.
Resíduo	40	3,368928
CV(%) Par		11,63
CV(%) Subp		20,03

n.s.- F não-significativo a 5% de probabilidade.

\*\* - F significativa a 1% de probabilidade.

**Quadro 4** – Valores médios da produção de tanino na espécie açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*) em função das estações do ano, em Viçosa-MG

Época	Médias
Primavera	8,32 c
Verão	8,91 b c
Outono	9,45 a b
Inverno	9,97 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

**Quadro 5** – Valores médios da produção de tanino na espécie açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*) em função das partes vegetais, em Viçosa-MG

Parte Vegetal	Médias (% tanino)
Folhas	4,01 b
Galhos	3,76 b
Cascas	19,72 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os resultados mostram que não há interação entre época e partes vegetais, sendo possível constatar que no inverno houve maior produção de tanino nas partes vegetais analisadas. Nesse período, as árvores monitoradas estavam com poucas folhas, lembrando que a referida espécie é semidecídua (LORENZI, 1992). A queda foliar está associada à economia de energia principalmente na estação seca, em que existe menor disponibilidade de água. Embora ocorra gasto de energia na produção de tanino, a presença desse composto pode contribuir com os subseqüentes processos de crescimento, e freqüentemente os taninos encontram-se nas áreas ativas de crescimento das árvores, como o floema secundário, o xilema e a camada entre epiderme e córtex, podendo regular o crescimento desses tecidos (<http://www.ansci.cornell.edu/plants/toxicagents/tannin/reference.html>).

É discutido comumente que o investimento em substâncias de defesa é oneroso à planta, mas traz benefícios, compensando no crescimento vegetal, oferecendo maior aptidão (MCNAUGHTON, 1983). De acordo com BRYANT et al. (1991), o desfolhamento muitas vezes é resultado do aumento dos níveis de fenóis em folhas não está determinado como este processo ocorre.

As temperaturas mais baixas dessa época (Quadro 6) podem, em termos fisiológicos, ser responsáveis pela presença de taninos em quantidades maiores, considerando que a adstringência vem sendo estudada pelo fato de ter resposta dependente da temperatura. As temperaturas mais altas podem causar a decomposição de polifenóis (KAYS, 1991).

Em observações de campo, as folhas de açoita-cavalo demonstraram alto índice de herbivorismo, e entre a primavera e o verão os danos foliares foram maiores.

**Quadro 6** - Valores médios das condições meteorológicas obtidas em locais de ocorrência dos indivíduos de espécie açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*), em Viçosa-MG

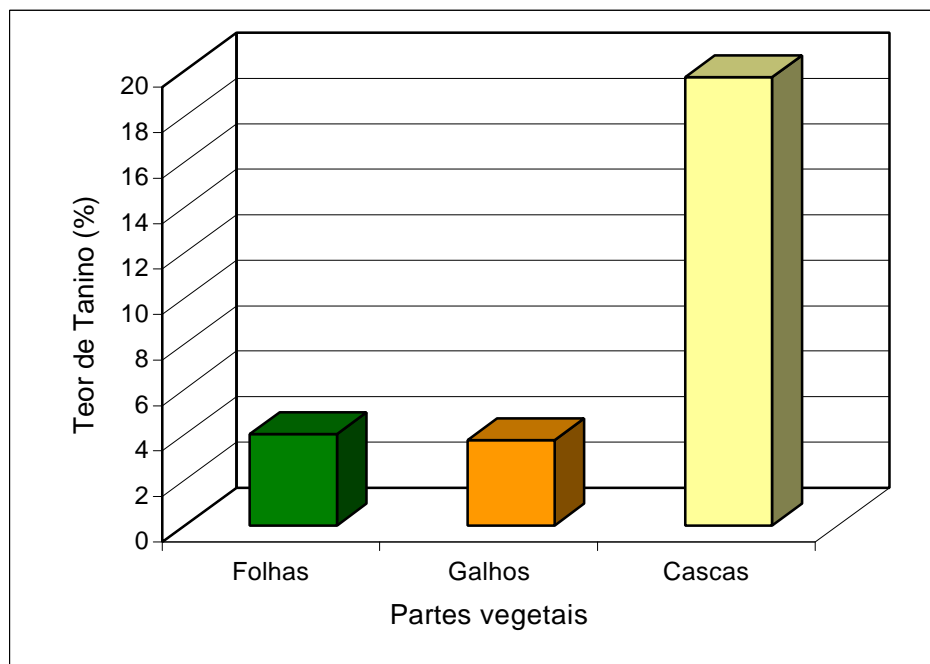
Dados médios de parâmetros climáticos	Estações do ano			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Umidade (%)	64,722	76,778	66,5	59,833
Temperatura (°C)	24,917	26,5	22,389	20,75
Temp. vegetal (°C)	21,714	23,858	18,722	18,183
Pluviosidade (mm)	48,917	34,683	0,012	4,209
Radiação (lux)	20.151,72	20.085,36	20.033,19	20.064,83

A variabilidade na produção de taninos tem sido estudada em algumas espécies medicinais. CASTRO et al. (1999a) observaram que ocorre aumento na concentração de taninos em carqueja (*Baccharis myriocephala*) na época da floração. FONSECA (2001) estudou o efeito do horário da colheita no rendimento de tanino em *Porophyllum ruderale* e constatou que na colheita realizada às 18 horas houve diferenças significativas, comparada às colheitas realizadas às 7 e 13 horas; quanto à época, os maiores valores foram também obtidos na fase de plena floração. BATISTA et al. (1999), estudando a variabilidade sazonal de taninos em *Stryphnodendron adstringes*, identificaram aumento significativo entre a época de floração e a de frutificação, tendo relacionado esse aumento com a maior necessidade de defesa da planta.

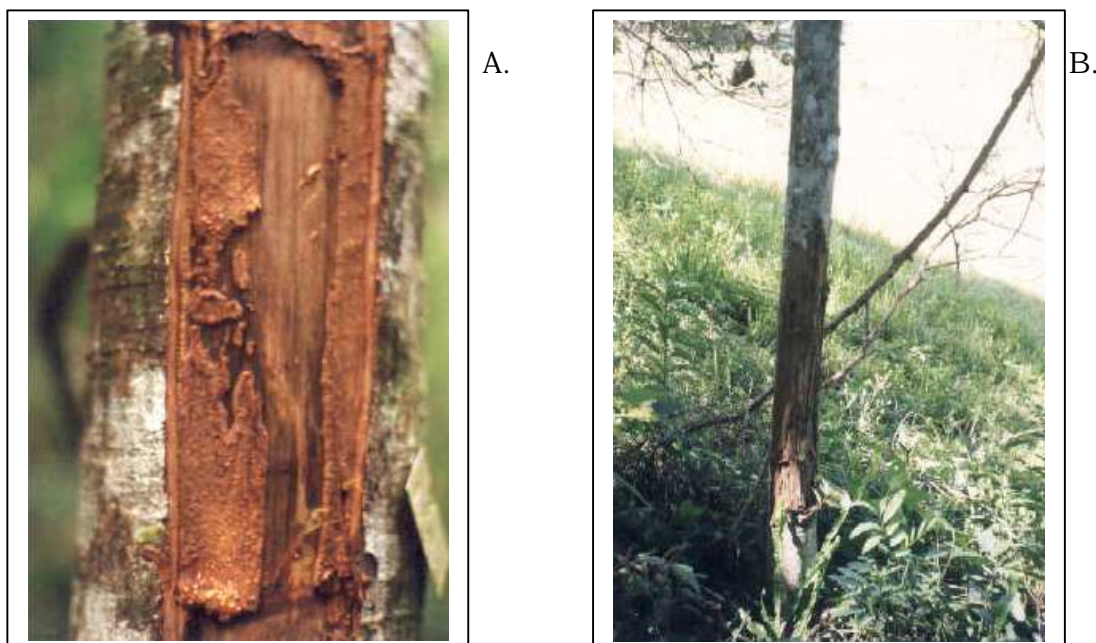
De acordo com os resultados obtidos, constata-se que as cascas de açoita-cavalo são as partes vegetais mais ricas em tanino (19, 72%); as folhas e os galhos possuem apenas 20% do valor encontrado nas cascas (Figura 8). Entretanto, comparado com outras espécies medicinais nas quais os taninos também estão presentes nas folhas, o valor encontrado em açoita-cavalo é relativamente elevado. PEREIRA et al. (1996), estudando os teores de fenóis totais em *Maytenus aquifolium*, encontraram valores considerados alto (4,4%), médio (3,4%) e baixo (2,5%) em lotes de folhas, coletadas em Ribeirão Preto-SP, de plantas com cinco anos de idade e 4 metros de altura. TRUGUILHO et al. (1997) encontraram 5,90% de taninos condensados na casca dos ramos de *Luehea candicans*, colhida em Lavras-MG.

A Figura 9 mostra alguns detalhes dos ramos e da recuperação da casca após seis meses da colheita, na Mata da Silvicultura, bem como o impacto de colheita intensa em um indivíduo de açoita-cavalo de outro fragmento florestal, em Araponga-MG.

A colheita de cascas e galhos de açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*) deve ser realizada no inverno, entre os meses de julho, agosto e setembro, de preferência no período da tarde. As folhas devem ser colhidas entre maio e junho; contudo, os altos índices de herborismo observados podem reduzir muito a área foliar e, neste caso, não seria aconselhável a colheita de folhas. A referida espécie tem múltiplos usos; seu manejo deve considerar que a maior disponibilidade desse recurso pode prover inúmeros outros produtos.



**Figura 8** – Produção de tanino na espécie açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*) em função das partes vegetais, em Viçosa-MG.



**Figura 9** – A. Detalhes das cascas de açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*), na Mata da Silvicultura; B. Retirada intensa de casca de açoita-cavalo (*Luehea* spp.) observado em um fragmento florestal em Araponga-MG.

Os resultados da análise de variância da produção de tanino na Caroba (*Jacaranda macrantha*), em função da época do ano e das partes vegetais encontram-se no Quadro 7.

**Quadro 7** - Resumo da análise de variância da produção de tanino na espécie caroba (*Jacaranda macrantha*) em função da época do ano (Epo) e das partes vegetais (Veg)

FV	GL	QM
Rep	5	0,055392
Epo	3	3,107590**
Resíduo (a)	15	0,273826
Veg	1	3,158233**
Epo*veg	3	2,939337**
Resíduo (b)	20	0,086459

\*\* F significativo a 1% de probabilidade.

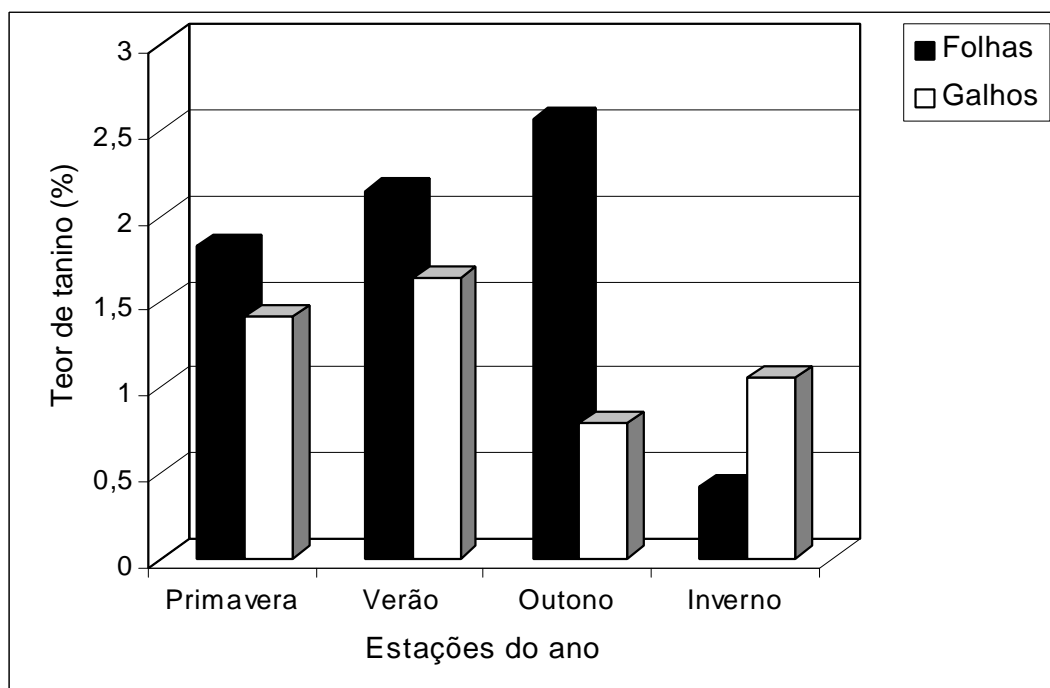
Após a análise de variância da produção de tanino, que mostrou haver interação entre épocas e partes vegetais, procedeu-se ao desdobramento e às comparações pelo teste de Tukey (Quadro 8).

**Quadro 8** - Valores médios da produção de tanino na espécie caroba (*Jacaranda macrantha*) em função das interações entre as épocas e as partes vegetais

Época	Folhas (% tanino)	Galhos (% tanino)
Primavera	1,82 B a	1,41 AB b
Verão	2,15 AB a	1,64 A b
Outono	2,57 A a	0,79 B b
Inverno	0,42 C b	1,06 AB a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os resultados mostraram que existem diferenças significativas na produção de taninos entre as épocas de colheita e as partes vegetais (Figura 10).



**Figura 10** – Produção de tanino na espécie caroba (*Jacaranda macrantha*) em função das partes vegetais e das estações do ano, em Viçosa-MG.

As folhas possuem teor de tanino maior, porém no inverno há queda acentuada na produção desse metabólito. Nessa época, os indivíduos monitorados estavam com a maioria das folhas novas; já na época do outono ocorre inversão, com maiores valores de tanino nas folhas e menores nos galhos. Nesse período, nas árvores há poucas folhas, pois a caroba também é semi-decídua e, de acordo com as observações de campo, vários indivíduos dessa espécie estão floridos, principalmente no mês de junho. No entanto, apenas um dos indivíduos monitorados teve esse comportamento, podendo-se considerar que a floração foi pouco expressiva. A produção de tanino em açoita-cavalo também aumentou na fase semidecídua, porém ocorreu no inverno.

A emissão de folhas novas ocorre durante o ano todo, podendo estar associada à constante retirada de biomassa, estimulando as brotações, bem como o herbivorismo.

O resumo das condições microclimáticas observadas nos ambientes dos indivíduos de caroba monitorados, na Mata da Silvicultura, encontram-se no Quadro 9. De acordo com esses dados, pode-se verificar que no outono a incidência de radiação foi menor comparada a outras épocas, assim como há menor disponibilidade de água, típica da estação seca.

**Quadro 9** – Valores médios das condições meteorológicas nos locais de ocorrência dos indivíduos da espécie caroba (*Jacaranda macrantha*), durante as estações do ano (setembro de 1999 a agosto de 2000), em Viçosa-MG

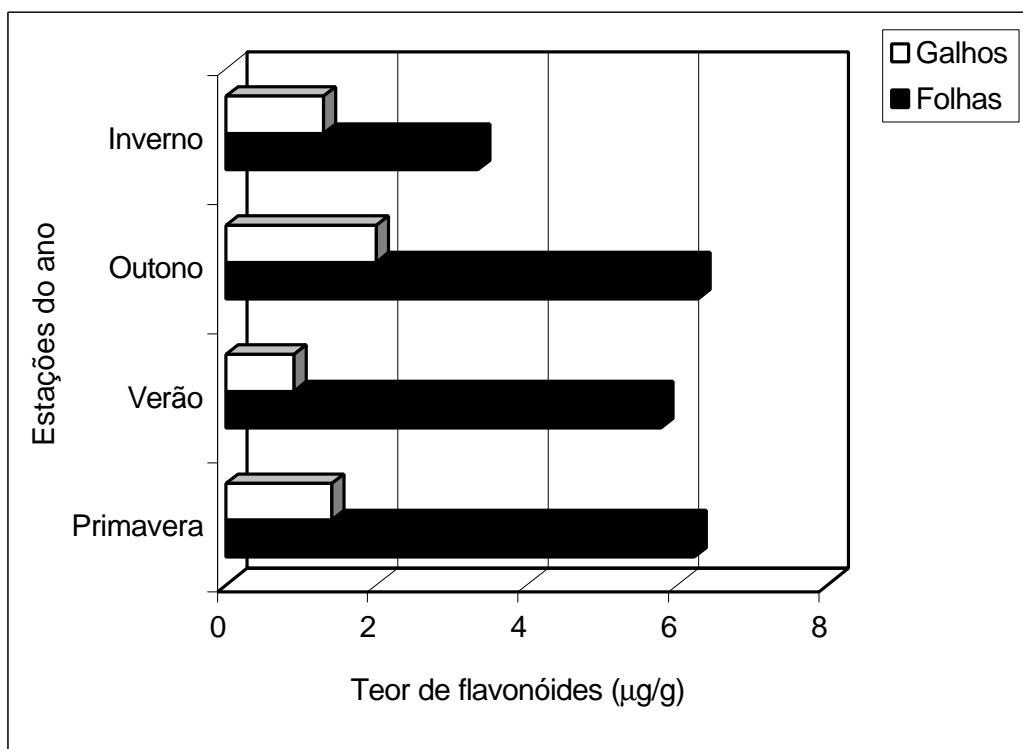
Dados médios de parâmetros climáticos	Estações do ano			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Umidade (%)	64,278	76,444	64,333	61,583
Temperatura (°C)	24,667	26,528	23,028	20,500
Temp. vegetal (°C)	22,428	24,278	19,619	19,953
Pluviosidade (mm)	39,228	49,257	2,0328	3,432
Radiação (lux)	20.149,67	20.087,61	20.037,72	20.062,81

Em *Jacaranda mimosaeifolia* (coletada na Índia), o teor de compostos fenólicos, determinado pelo método de Folin-Dennis, esteve na faixa de 11% nas folhas (DUTTA et al., 1994). Segundo BINUTU e LAJUBUTU (1994), *J. mimosaeifolia* (*J. mimosifolia*) tem atividade antimicrobial em função dos constituintes químicos, que incluem taninos, flavonóides, alcalóide, quinonas e traços de saponina. Outras espécies da família Bignoniaceae têm sido estudadas quanto à sua composição química. O *Jacaranda acutifolia*, espécie que vem sendo muito utilizada em ornamentação e arborização (MELLO e EIRA, 1995), possui nas cascas o flavonóide 3-neohesperidosideo (HARBORNE, 1988).

A produção de flavonóides também foi maior nas folhas do que nos galhos de *J. macrantha*. Quanto à época de colheita, verifica-se o mesmo comportamento da produção de tanino, isto é, no inverno ocorreram menores valores na produção desses metabólitos (Figura 11).

Os flavonóides e os taninos são substâncias fenólicas e, portanto, seria esperada a queda de flavonóides nessa época, considerando que pelo método de Folin-Denis também foi observado esse resultado, lembrando que esse método quantifica fenóis totais. Em relação às outras estações do ano, a produção de flavonóides se manteve praticamente constante, com variação máxima de 7% entre as referidas épocas.

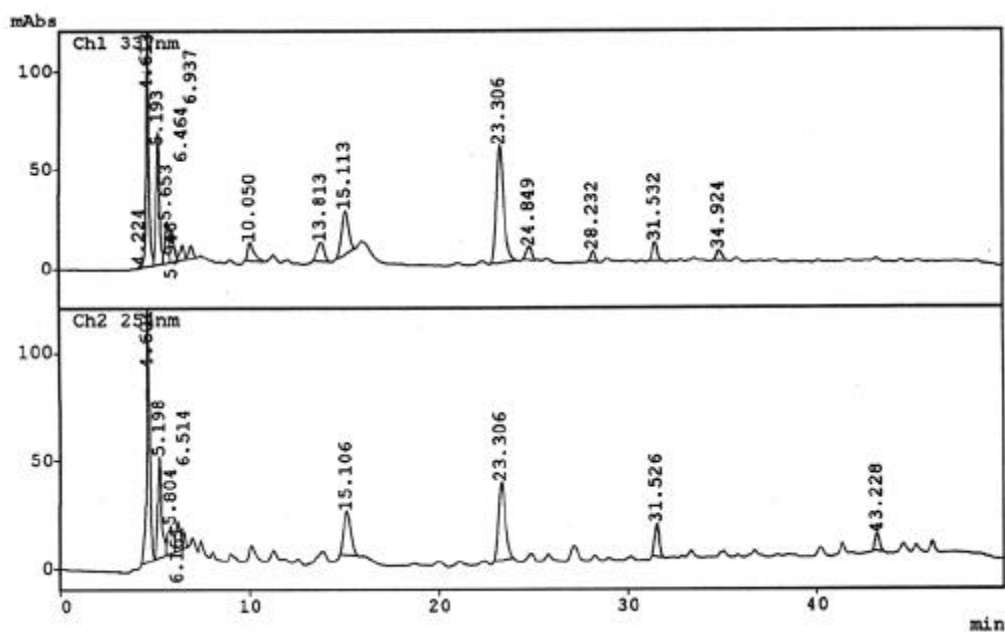
Segundo CAMPOS e BACCHI (1996), em estudos prévios realizados com algumas espécies de *Jacaranda* foi possível verificar a presença de saponinas, flavonóides e taninos em maior quantidade nas folhas do que no caule de todas as amostras. Em *Jacaranda caroba*, a porção flavonóidica é responsável pela propriedade antiúlcera (DIAS e BACCHI, 1998).



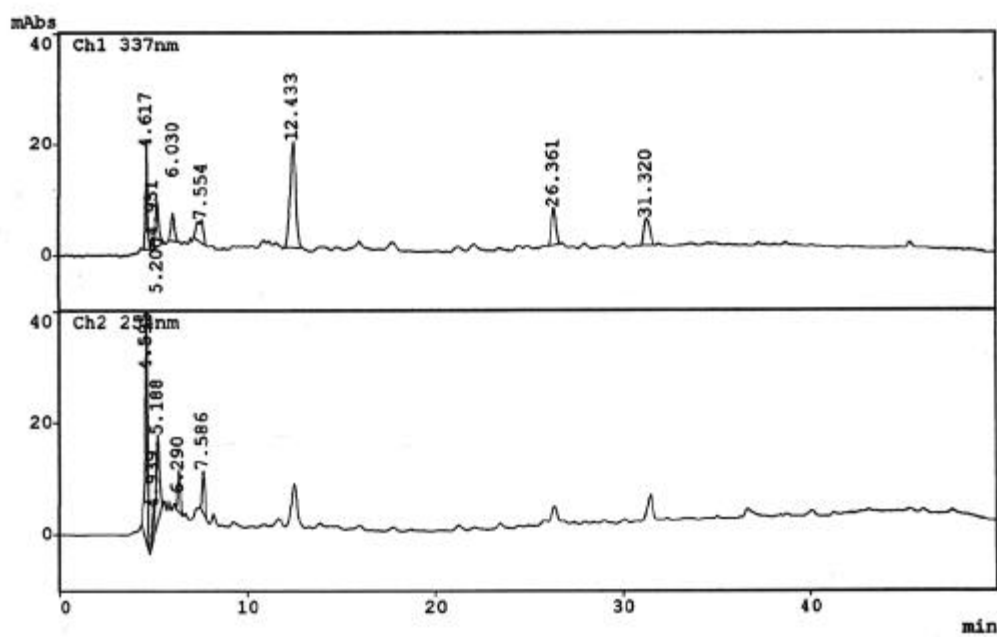
**Figura 11** – Teor de flavonóides totais em caroba (*Jacaranda macrantha*), em função das estações do ano e das partes vegetais, em Viçosa-MG.

Os cromatogramas obtidos dos extratos de folhas e galhos de caroba (Figuras 12 a 15) mostraram haver variabilidade química, qualitativa e quantitativa entre as épocas e as partes vegetais. Os extratos de folhas de caroba se compõem de maior número de flavonóides. O composto majoritário esteve presente em todas as amostras, em diferentes concentrações, com tempo de retenção de 23,65 minutos. Nos galhos, o tempo de retenção do composto majoritário foi de 12,53 minutos, estando também presente em todas as amostras das estações do ano. O composto majoritário das folhas não está presente nos extratos de galhos e vice-versa. Não foi possível a identificação dos referidos flavonóides separados, porém, com a utilização de padrões de flavonóides, foi possível constatar, em função dos tempos de retenção e dos espectros, que a rutina (14,656 min), a quercetina (33,013 min) e o kaempferol (41,419 min), apesar de serem típicos flavonóides encontrados em muitas plantas medicinais, não estavam presentes nas amostras de caroba.

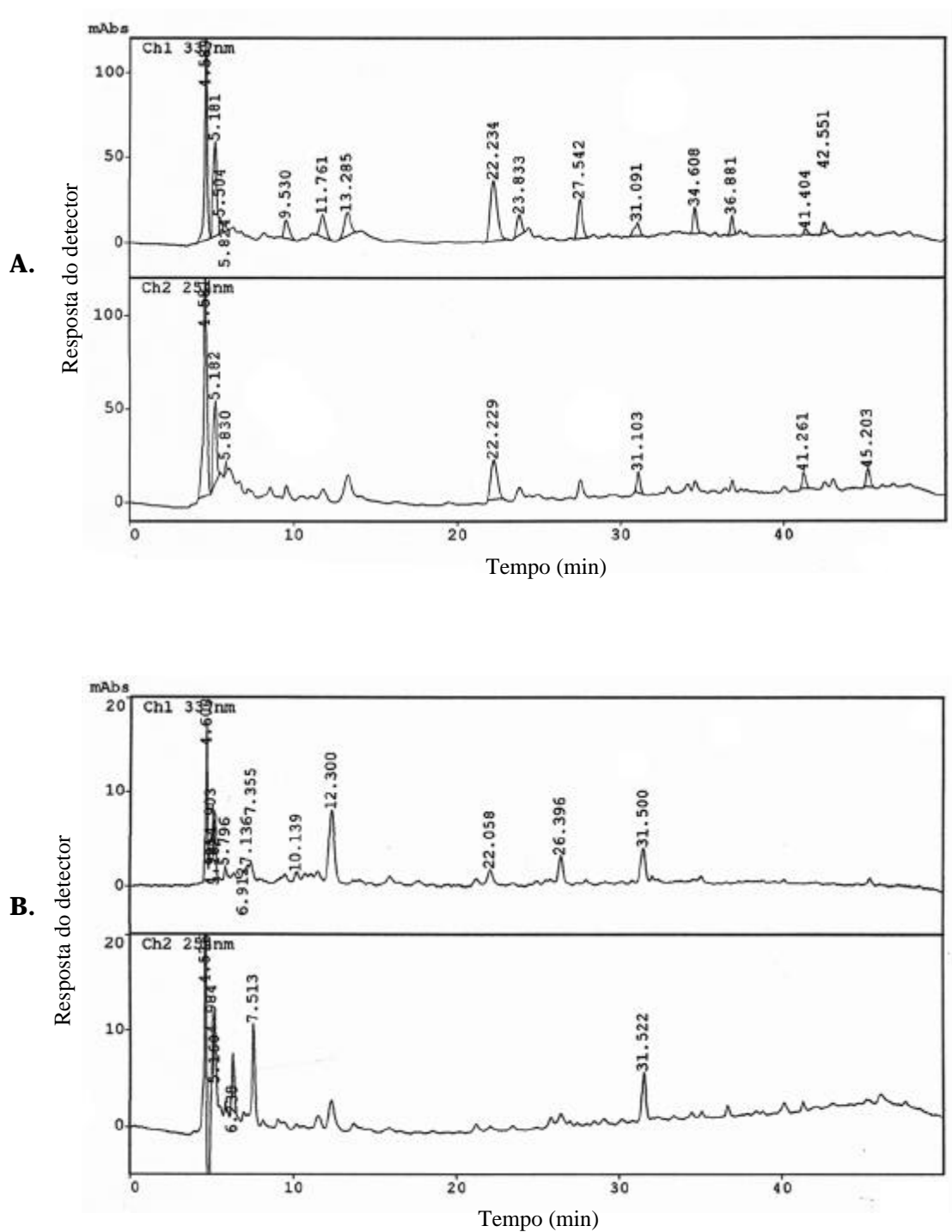
A.



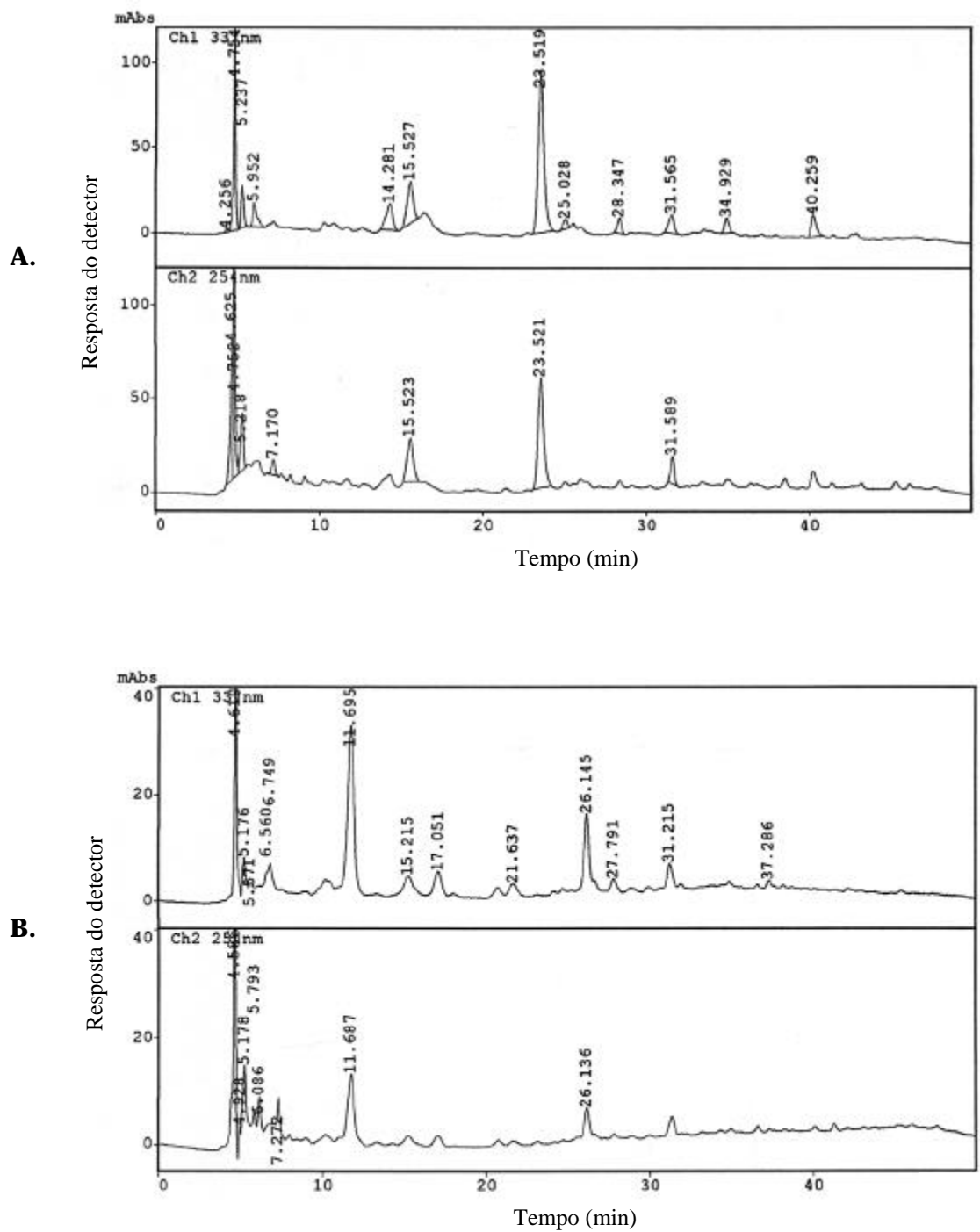
B.



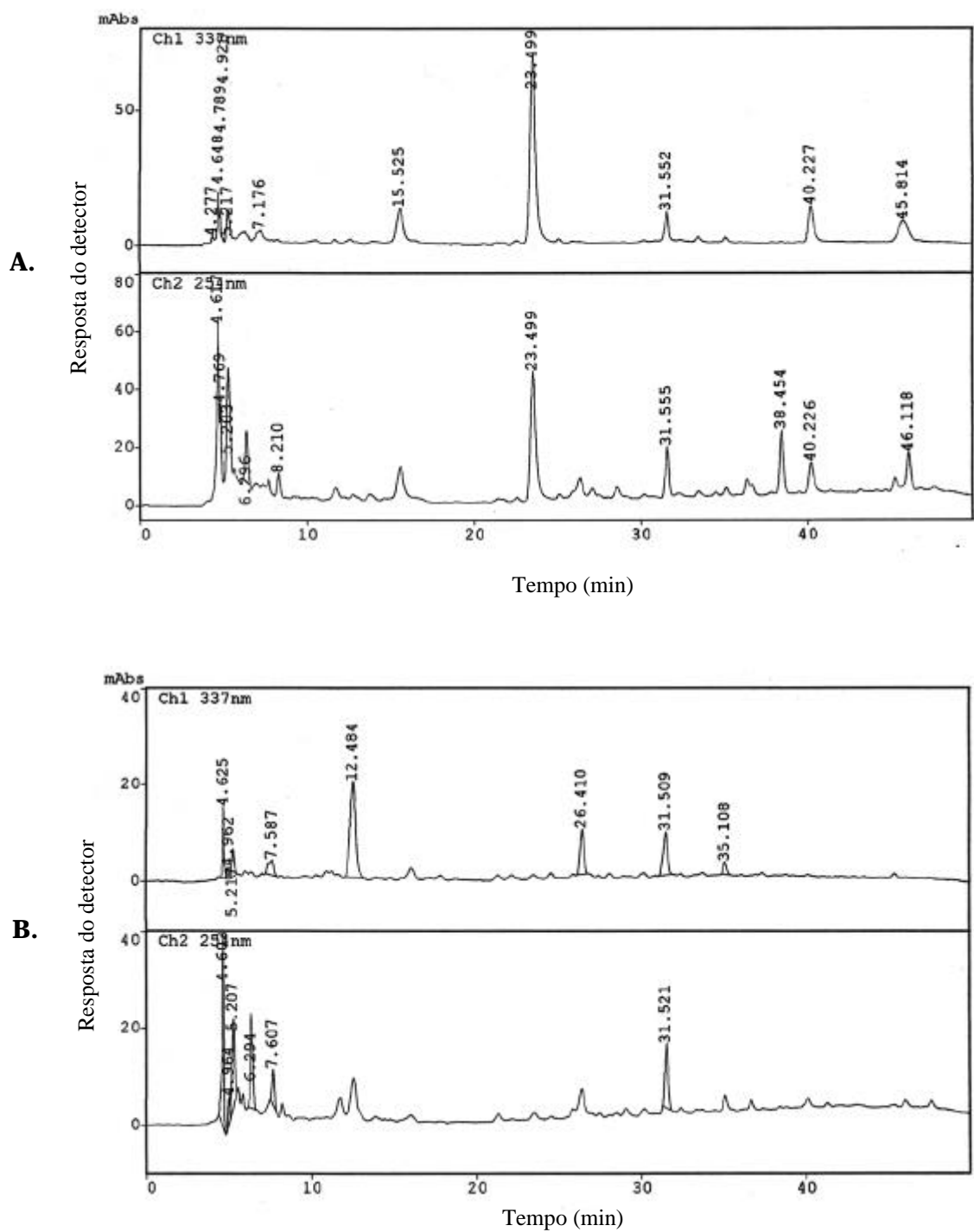
**Figura 12** – Cromatogramas de flavonóides em caroba (*Jacaranda macrantha*) na época da primavera: A. folhas; B. galhos.



**Figura 13** – Cromatogramas de flavonóides em caroba (*Jacaranda macrantha*) na época do verão: A. folhas; B. galhos.



**Figura 14** – Cromatogramas de flavonóides em caroba (*Jacaranda macrantha*) na época do outono: A. folhas; B. galhos.



**Figura 15** – Cromatogramas de flavonóides em caroba (*Jacaranda macrantha*) na época do inverno: A. folhas; B. galhos.

Os flavonóides são substâncias antioxidantes; segundo JUSTESEN et al. (1998), eles possuem algumas funções, na planta, relacionadas com a proteção contra a radiação ultravioleta e visível. Conforme TAIZ e ZEIGER (1991), plantas expostas ao aumento da luz ultravioleta tem demonstrado aumento na síntese de flavonóides. De acordo com os dados meteorológicos do distrito de Viçosa, verificou-se que ocorre maior insolação (número de horas) na época do outono, podendo esse fator ambiental ter influenciando no metabolismo secundário, aumentando a produção de compostos fenólicos (taninos e flavonóides).

PAVAN-FRUEHAUF (2000), referindo-se ao manejo da carobinha (*J. puberula*) realizado por extratores, relata que a coleta é realizada durante o ano todo, com exceção da época da floração, que acontece no inverno. Há boa brotação após a poda, com o tempo de rebrota de 45 a 60 dias, e sua vida útil não é alterada pela seqüência de cortes. Esta espécie tem sido estudada visando o seu potencial de aproveitamento em submata dos bracatingais. Os bracatingais cultivados segundo o sistema agroflorestal ocupam cerca de 60.000 ha na região metropolitana de Curitiba e têm grande diversidade de espécies vegetais na submata, que são eliminadas, usualmente, por ocasião do corte da bracatinga (*Mimosa scabrella*), e algumas espécies já são extraídas comercialmente (MAZZA et al., 1996).

De acordo com a máxima produção de tanino e flavonóides, obtidos das folhas, recomenda-se que a colheita seja realizada entre os meses de fevereiro e março (verão), período que antecede a queda foliar e provavelmente a floração, e após a reposição da biomassa, nos meses de novembro e dezembro (primavera), quando a copa se encontra novamente formada. Dessa forma, a colheita poderá ser realizada duas vezes ao ano, porém, deve-se observar a época de frutificação e a produção de sementes a fim de que sejam tomadas medidas que minimizem os impactos sobre a população.

Quanto aos galhos, seria mais prudente deixá-los na área de colheita, pois, além de produzirem pouca biomassa, possuem menor teor de princípios ativos e não são comercializados junto com as folhas. Assim, pode-se reduzir a exportação de nutrientes (retirada de biomassa) na área manejada. A caroba é heliófita, sendo possível observar, na mata, que alguns indivíduos, de menor porte, estão retorcidos, com as ramificações direcionadas aos ambientes com maior exposição à luz. Outros trabalhos devem ser conduzidos visando estudar tipos de poda que estimulem a ramificação e a brotação, reduzindo seu porte, contribuindo com a maior exposição de luz e facilitando as colheitas.

O manejo das três espécies estudadas deve ser planejado em função da inter-relação dos maiores teores de princípio ativo e das melhores épocas de execução das atividades, objetivando a sustentabilidade de biomassa, o menor custo de produção e o menor impacto ambiental.

## **CAPÍTULO 4**

### **VARIAÇÃO SAZONAL DE FRIEDELINA EM DUAS ESPÉCIES DE ESPINHEIRA-SANTA *Maytenus aquifolia* Mart. E *Maytenus robusta* Reiss.**

## REVISÃO DE LITERATURA

O gênero *Maytenus* Mol. pertence à família Celastraceae, sendo constituído por representantes arbóreos, arbustivos e subarbustivos, distribuídos nas regiões temperadas e tropicais da Índia e da América do Sul, onde se localiza o maior número de espécies (SCHULTES e RAFFAUF, 1992). No Brasil, conta com 77 espécies, de ocorrência ampla, sendo encontrada da Amazônia ao Sul do país, ocupando a grande maioria dos tipos vegetacionais: floresta amazônica, caatinga, floresta atlântica, floresta mesófila, floresta de araucária, floresta de altitude, restinga, campo rupestre e cerrado (CARVALHO-OKANO, 1992).

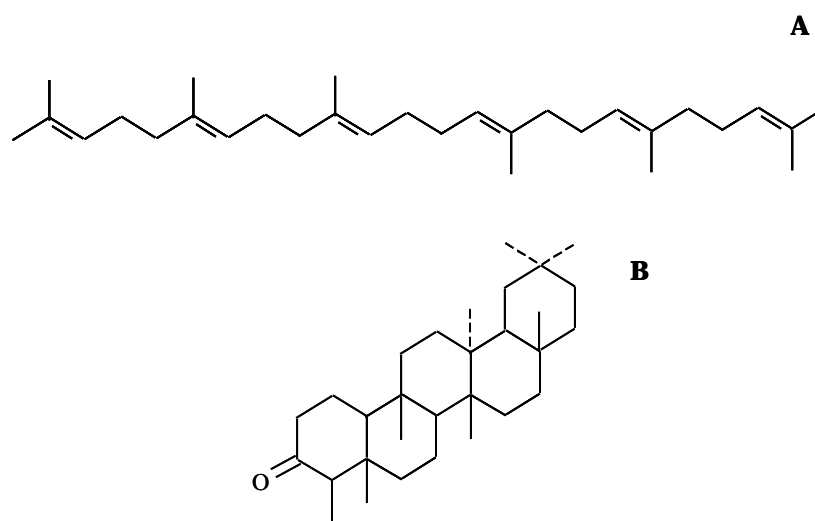
Recentes investigações sobre os metabólitos bioativos de *Maytenus* spp. têm mostrado que o gênero e/ou a família possui muitos compostos com significantes atividades biológicas, sendo promissores agentes inseticida, anticancerígeno, antiinflamatório, antiulcerogênico (CHAVEZ et al., 1999; HONDA et al., 1997; SHIROTA et al., 1994; ITOKAWA et al., 1991).

Em espécies de *Maytenus* são encontrados compostos fenólicos, alcalóides (maitensinas), esteróides (sitosterol, stigmasterol, campesterol, ergosterol e brassicasterol), sesquiterpenóides, meroterpenóides (tocoferol) e triterpenóides, com destaque para friedelina e friedalan-3-ol (CORDEIRO, 1996; ITOKAWA et al., 1994).

Na medicina popular são empregadas as folhas, ramos, cascas e raízes de espinheira-santa (*Maytenus* spp.), sendo descritas várias propriedades medicinais, entre elas as ações antiácida, antibiótica, analgésica, antitérmica, antiasmática, antibacteriana, antitumoral, anti-séptica, antiulcerogênico, cicatrizante, desinfetante, diurética, laxativa, estomáquica e tônica (RAIN-TREE, 1999). Nas regiões do Paraguai e Argentina se utiliza como anticonceptiva, emenagoga e como abortiva; neste caso, utilizam-se as cascas. Também é usada na ressaca alcoólica e recomendada contra o alcoolismo (CETAAR, 1997).

Os estudos farmacológicos comprovaram as propriedades medicinais de *M. ilicifolia* contra úlceras gástricas e gastrites (SOUZA-FORMIGONI, 1991). Essas atividades farmacológicas estão relacionadas à presença de compostos fenólicos e aos triterpenos friedelan-3-ol e friedelina (VASCONCELOS et al., 2000), tendo esta última se mostrado bom marcador da autenticidade de drogas derivadas de *Maytenus* spp. (VILEGAS et al., 1994). Por outro lado, o teor de friedelina pode ser indicador do padrão de qualidade das matérias-primas

oriundas dessas espécies. A friedelina, triterpeno pentacíclico, é formada pela ciclização do esqualeno (SANTOS, 1999) (Figura 1).



**Figura 1** – A. estrutura do esqualeno; B. friedelina.

Em decorrência da comprovação científica das propriedades antiulcerogênicas da espinheira-santa, no comércio houve brusco e significativo aumento da demanda pela planta, sem o devido planejamento que garantisse a sua produção, sendo toda a matéria-prima proveniente do extrativismo (MAGALHÃES, 1998). Dessa forma, a *M. ilicifolia* tornou-se uma das plantas medicinais nativas com maior risco de extinção, devido à colheita indiscriminada (NIERO et al., 1998) e ao fato de que suas populações estão distribuídas predominantemente na Região Sul, em ambientes naturais do Domínio Mata Atlântica. Esta espécie está incluída na lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção do Estado do Paraná (CEMA/GTZ, 1995).

Em virtude da valorização das folhas de espinheira-santa no mercado e da escassez crescente dessa matéria-prima, outras espécies têm sido exploradas com o mesmo fim, dentre as quais destacam-se *Sorocea bomplandii*, *Pachystroma longifolium* e *Zollernia ilicifolia*; a semelhança das folhas permite que sejam usadas como adulterante de produtos e matérias-primas comercializadas com o nome de espinheira-santa (FALKENBERG et al., 1998; SCHEFFER, 1994; VILEGAS et al., 1994).

Em pesquisa recente, verificou-se que 70% das amostras comercializadas como espinheira-santa não se referem às espécies do gênero *Maytenus* (PAVAN-FRUEHAUF, 2000). Além dos problemas relacionados com os perigos

à saúde (PEREIRA et al., 2000), estas espécies adulterantes também estão sob forte pressão antrópica, e o impacto negativo sobre suas populações é imprevisível.

Alguns trabalhos anatômicos com as espécies adulterantes têm mostrado diferenças que poderão auxiliar no controle de qualidade. A presença de tricomas tectores, tricomas glandulares e laticíferos só ocorre em *S. bomplandii*, ao passo que os cristais de oxalato de cálcio, no tecido epidérmico, ocorrem somente em *M. ilicifolia* e *M. aquifolia* (JACOMASSI e MACHADO, 2000). Em *Zollernia ilicifolia*, o complexo estomático é do tipo paracítico, ou seja, suas células circundantes estão dispostas de maneira paralela ao eixo de suas células-guarda; já os complexos de *S. bomplandii* e *M. ilicifolia* são do tipo anomocítico – as células circundantes não se diferenciam das demais células epidérmicas (ALBERTON et al., 1999).

Os estudos fitoquímicos mostraram que as espécies *Maytenus aquifolia* (*M. aquifolium*) e *Maytenus robusta* podem ser utilizadas em substituição a *M. ilicifolia*, sendo espécies com maior densidade e distribuição nas atuais áreas em formação secundária da Mata Atlântica (KROGH et al., 1996). BOLZANI et al. (1999) descrevem *M. aquifolia* como espécie do Cerrado.

Segundo CARVALHO-OKANO (1992), a espécie *Maytenus aquifolia* é encontrada na Região |Sudeste, nos Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo e em toda a Região Sul do Brasil, ocorrendo predominantemente no sub-bosque, em matas do interior dos estados, entre 100 e 1.000 m de altitude. *M. robusta* é descrita como espécie de amplitude ecológica, ocorrendo na vegetação de restinga dos Estados de Santa Catarina, Paraná, São Paulo e menos freqüentemente Rio de Janeiro e penetrando em regiões de mata do interior dos Estados de São Paulo, Minas Gerais e Goiás.

#### *Descrição botânica*

*Maytenus robusta* Reiss. (Figura 2)

Sinonímias: *M. alaternoides* var. *angustifolia*; *M. alaternoides* var. *latifolia*.

Árvore de porte mediano ou arbusto; ramos cilíndricos, glabros; folhas com pêlos lepidotos na face abaxial, nervura principal saliente em ambas as superfícies, forma lanceolata, elíptica, oblonga, ovada; ápice das folhas agudo, acuminado, margem crenada ou dentada; inflorescência em cimeiras subsésseis ou pedunculadas, ramificadas, multifloras; fruto cápsula bivaluar, piriforme, às vezes com estigma persistente; pericarpo maduro de cor amarela.

*Maytenus aquifolia* Mart. (Figura 3)

Sinonímias: *M. aeruifolius*; *M. oxyodonto*; *M. briquetti*.

Nome vulgar: folha-de-serra, pau-de-serra, cancorosa, cancrossa, gua-tambu-de-espinho, espinho-de-deus.

Árvore de pequeno porte ou arbusto. Ramos glabros, cilíndrico-achatados; folhas glabras, nervura primária proeminente em ambas as faces, forma peciolada, elíptica ou mais comumente oblongo-elíptica, base aguda a obtusa; ápice agudo a obtuso, margem com muitos espinhos, serrada; inflorescências em fascículos multifloros; fruto cápsula bivaluar, orbicular; pericarpo maduro de coloração castanho-amarelada.

Apesar de as folhas de *M. aquifolia* se assemelharem muito às de *M. ilicifolia* e principalmente *M. quadrangulata*, a distinção de *M. aquifolia* é facilmente assegurada pela observação de seus ramos: *M. quadrangulata* e *M. ilicifolia* possuem ramos angulosos (CARVALHO-OKANO, 1992).



Fonte: CARVALHO-OKANO (1992).

**Figura 2** – Detalhes da espécie *Maytenus robusta*.



Fonte: CARVALHO-OKANO (1992).

**Figura 3** – Detalhes da espécie *Maytenus aquifolia*.

## MATERIAL E MÉTODOS

A determinação do teor de friedelina em *Maytenus aquifolia* e *Maytenus robusta* seguiu a metodologia preconizada por VASCONCELOS et al. (2000). As análises cromatográficas foram realizadas no Laboratório de Cromatografia do Instituto de Química de São Carlos, na Universidade São Paulo.

### **Coleta e Preparo das Amostras**

As partes vegetais analisadas, de *M. aquifolia* e *M. robusta*, foram obtidas de espécimens silvestres, selecionados na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG. As colheitas incluíram as folhas e os galhos das referidas espécies, entre os anos de 1999 e 2000. Os indivíduos foram monitorados mensalmente, tomando-se as seguintes medidas microclimáticas: temperatura, umidade, velocidade do vento, radiação e temperatura do vegetal. Utilizou-se uma Estação Meteorológica Portátil. As colheitas foram realizadas entre os dias 23 e 26 de cada mês, no horário das 14 às 17 horas. Em *Maytenus aquifolia*, as colheitas foram realizadas ao término de cada estação do ano; em *Maytenus robusta* as amostras de cada estação foram compostas pelos meses correspondentes, com exceção da primavera, composta apenas pelas coletas realizadas no mês do outubro, em decorrência dos altos índices de herbivorismo, com perdas de até 80% de biomassa foliar.

As partes vegetais, após a colheita, foram separadas e submetidas à secagem, em sala com desumidificador, na Horta Velha da Universidade Federal de Viçosa. Posteriormente, foram moídas e acondicionadas em frascos de vidro identificados, com tampa de rosca, sendo colocados em caixas de papelão (protegido da luz). As amostras que foram utilizadas na quantificação de friedelina permaneceram armazenadas sob refrigeração até as análises cromatográficas.

### **Determinação do teor de friedelina em *M. aquifolia* e *M. robusta***

Nas análises de dados considerou-se o esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas as épocas e nas subparcelas as partes vegetais, no delineamento em blocos casualizados com seis repetições.

## Descrição do Protocolo para Determinação de Friedelina

### 1. Extração de Triterpenos Totais

As amostras foram analisadas em função das épocas de colheita: primavera, verão, outono e inverno. Os extratos foram obtidos a partir de 1,0 g de material vegetal (folhas e galhos) com 10 mL de hexano, em ultra-som durante 60 segundos, à temperatura ambiente. Cada extrato foi filtrado e submetido a extração de impurezas.

### 2. Extração de impurezas (clean-up) - Extração em fase sólida

A extração em fase sólida foi realizada em coluna C18, sendo primeiramente efetuado o condicionamento da coluna com 3 mL de metanol, seguido de 3 mL de hexano. Os extratos concentrados foram eluídos na coluna C18, com auxílio da bomba a vácuo; após cada amostra, eram utilizados 3 mL de metanol na limpeza da coluna, seguidos de 3 mL de hexano. O solvente foi eliminado em evaporador rotativo, e as amostras identificadas foram colocadas em frasco com tampa de rosca e armazenadas sob refrigeração até as análises cromatográficas.

### 3. Análises cromatográficas

As análises foram feitas em Cromatógrafo Gasoso Hewlett Packard modelo 5890, equipado com coluna HP-1 (25 m de comprimento x 0,2 mm diâmetro interno), fase estacionária com *cross-linked* metil silicone (espessura do filme de 0,33 µm). As amostras foram injetadas usando *split* (volume injetado, 2 µL; razão de *split*, 1:50) com temperatura de injetor e detector de 300 °C. A temperatura da coluna foi programada em 100 °C, tempo inicial de 2 min, aumentando 10 °C/minuto até temperatura final de 300 °C, durante 20 min. O gás de arraste foi o hidrogênio, com velocidade de 65 cm/s.

### 4. Curva-padrão de friedelina

No preparo da curva-padrão utilizou-se o método do padrão externo, empregando o padrão de friedelina (Aldrich) como referência. As soluções padrão foram preparadas em clorofórmio, com cinco pontos na curva. A concentração real de friedelina, de cada solução preparada, foi obtida pela divisão da área da friedelina pela área total obtida nos pontos da curva ( $Y = 114,1895 + 0,0175 x$ ;  $R^2 = 0,99$ ).

Os resultados, de cada amostra analisada em *M. aquifolia* e *M. robusta*, foram expressos em mg de friedelina/100 g de planta seca.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises cromatográficas mostraram que existem diferenças quantitativas na produção de friedelina entre as duas espécies de *Maytenus* estudadas, verificando-se também que as folhas são as partes vegetais com maiores teores desse metabólito secundário.

O resumo da análise de variância da produção de friedelina em *Maytenus aquifolia* encontra-se no Quadro 1.

Após a análise de variância da produção de friedelina em *Maytenus aquifolia*, em que se mostrou haver interação entre épocas e partes vegetais, procedeu-se ao desdobramento e às comparações pelo teste de Tukey (Quadro 2).

Os estudos da variabilidade química sazonal são de grande importância no manejo de áreas silvestres, visando o planejamento de atividades que possam oferecer melhores resultados, em termos ambientais e econômicos, bem como minimizar os impactos negativos decorrentes do processo de exploração. Há vários fatores endógenos e exógenos que podem influenciar a composição química da planta medicinal e, conseqüentemente, sua eficácia terapêutica. A padronização de fitofármacos requer o estudo da ocorrência da variabilidade química, quer seja de populações naturais ou cultivadas.

**Quadro 1** – Resumo da análise de variância da produção de friedelina em *Maytenus aquifolia*, em função da época do ano e das partes vegetais

FV	GL	QM
Rep (R)	5	40,8056
Época (E)	3	355,9021**
Resíduo (a)	15	37,9772
Partes (P)	1	543,3267**
P x E	3	345,4724**
Resíduo (b)	20	38,07398
CV(%) Par		171,96
CV(%) Subp		172,18

\*\* - F significativo a 1% de probabilidade.

Nos estudos realizados com a espécie *Maytenus aquifolium* pode-se observar que ocorre maior produção de friedelina nas colheitas realizadas na

primavera - e nas folhas há diferenças significativas na produção desse triterpeno - quando comparada às outras épocas. Nos galhos também houve maiores valores de friedelina nessa época (Quadro 2).

**Quadro 2** - Valores médios da produção de friedelina em *Maytenus aquifolia*, em função das interações entre as épocas e partes vegetais

Época	Folhas (mg de friedelina/100 g planta seca)	Galhos (mg de friedelina/100 g planta seca)
Primavera	22,943 A a	0,370 A b
Verão	4,133 B a	0,011 A a
Outono	0,315 B a	0,341 A a
Inverno	0,402 B a	0,156 A a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os parâmetros microclimáticos, tomados nos indivíduos monitorados, mostram que os valores de radiação são maiores nesse período (Quadro 3). Quanto à fenofase, os indivíduos estavam na fase de frutificação. A frutificação de espinheira-santa (*M. ilicifolia*), na Região Sul, ocorre entre os meses de novembro e janeiro, sendo observado que há necessidade de quantidade substancial de luz para frutificar, pois apenas as árvores que recebiam insolação direta, durante pelo menos parte do dia, atingiram a frutificação (SCHEFFER e ARAUJO, 1998).

**Quadro 3** - Valores médios das condições meteorológicas obtidas em locais de ocorrência dos indivíduos de *Maytenus aquifolia*, durante as estações do ano (setembro de 1999 a agosto de 2000), em Viçosa-MG

Dados médios de parâmetros climáticos	Estações do ano			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Umidade (%)	67,417	72,500	67,75	60,667
Temperatura (°C)	24,028	26,778	22,611	20,694
Temp. vegetal (°C)	21,419	22,911	19,303	18,275
Pluviosidade (mm)	20,972	41,699	3,128	2,286
Radiação (lux)	20.102,72	20.034,19	20.019,89	20.031,39

VILEGAS et al. (1998), estudando a ocorrência de variabilidade química sazonal em *Maytenus aquifolia*, cultivadas a pleno sol em Ribeirão Preto (SP), constataram que existe oscilação na produção de compostos fenólicos e triterpenos, entre as estações do ano, verificando-se a relação inversa na presença de flavonóides e triterpenos. Assim, nas amostras de folhas colhidas na primavera, nos anos de 1992 e de 1994, houve maiores concentrações de flavonóides e menores valores de triterpenos, enquanto nas amostras do inverno o resultado foi inverso. Entretanto, na região de Ribeirão Preto (SP) não ocorre distinção tão nítida das estações do ano, e no inverno é incomum haver queda de temperatura, como se observa em Viçosa-MG. Por outro lado, o cultivo a pleno sol pode estimular a produção de metabólitos secundários; em *M. ilicifolia*, os plantios conduzidos a pleno sol proporcionaram maior biomassa do que aqueles conduzidos sob floresta ombrófila, no estádio de Capoeirão, com luminosidade relativa média anual de 15%, o que corresponde a 15.340 lux (RACHWAL et al., 1998). Em condições naturais, na estação do inverno a *Maytenus aquifolia*, em Viçosa, estava na fase de floração (Figura 4A), iniciada no final do mês de junho.

De acordo com MONTANARI (2001), os extratores de espinheira-santa no Paraná realizam a colheita no início da primavera ou no final do verão, com retirada de 50% de biomassa foliar; a colheita realizada uma vez ao ano propicia melhor rebrota. No entanto, de maneira geral, a poda é realizada de seis em seis meses.

Em trabalho realizado por VASCONCELOS et al. (2000), estudando métodos de extração e “clean-up” na análise de friedelan-3-ol e friedelina em *M. aquifolia*, constatou-se que na extração com fluido supercrítico ocorreram altas taxas de triterpenos, porém o método da maceração/sonicação foi mais favorável quando se considera a taxa de triterpenos: tempo de extração. As concentrações de friedelina variaram entre 3,30 (maceração/ultra-som) e 6,10 mg/g de planta (SFE CO<sub>2</sub> modificada com 10% de metanol).

O resumo da análise de variância da produção friedelina em *Maytenus robusta* encontra-se no Quadro 4; devido à interação entre épocas e partes vegetais, procedeu-se ao desdobramento e às comparações pelo teste de Tukey (Quadro 5).

**A.**



**B.**



**C.**



**D.**



**Figura 4** - Detalhes da espinheira (*Maytenus aquifolia*); A. flor; B. folhas; C. emissão de brotação das raízes; D. plântulas.

**Quadro 4** – Resumo da Análise de variância da produção de friedelina em *Maytenus robusta*, em função da época do ano e das partes vegetais

FV	GL	QM
Rep (R)	5	608,9058
Época (E)	3	4.198,135**
Resíduo (a)	15	597,4412
Partes (P)	1	61.579,45**
P x E	3	2.990,039*
Resíduo (b)	20	733,2050
CV(%) Par		35,23
CV(%) Subp		39,03

\* - F significatibo a 1% de probabilidade

\*\* - F significativo a 1% de probabilidade.

A produção de friedelina, em *Maytenus robusta*, foi bem maior que os rendimentos encontrados em *Maytenus aquifolia*. As folhas foram os órgãos vegetais com maiores teores de friedelina; contudo, os galhos tiveram valores elevados, quando se comparam aos encontrados nas folhas de *M. aquifolia*. Em valores absolutos, as amostras de folhas da estação do verão mostraram superioridade na produção de friedelina (Quadro 5).

**Quadro 5** – Valores médios da produção de friedelina em *Maytenus robusta*, em função das interações entre época e partes vegetais

Época	Folhas (mg de friedelina/100 g planta seca)	Galhos (mg de friedelina/100 g planta seca)
Primavera	75,38 A d	14,82 B d
Verão	141,39 A a	22,72 B c
Outono	90,27 A c	38,58 B b
Inverno	113,76 A b	58,14 B a

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey.

O Quadro 6 mostra os valores médios dos parâmetros climáticos, obtidos dos indivíduos monitorados. Observa-se que a estação do verão, em nível microclimático, teve maior temperatura, umidade e pluviosidade, sendo esses

parâmetros compatíveis com a escala macroclimática. Em termos fenológicos, *M. robusta* emitiu folhas durante todo o ano, e na época do verão a maioria das folhas que compunham a copa era nova, podendo esse fato estar associado aos altos índices de herbivorismo verificados na estação anterior. Todavia, a retirada mensal de biomassa pode também ter estimulado o aparecimento das brotações observadas no decorrer do período experimental.

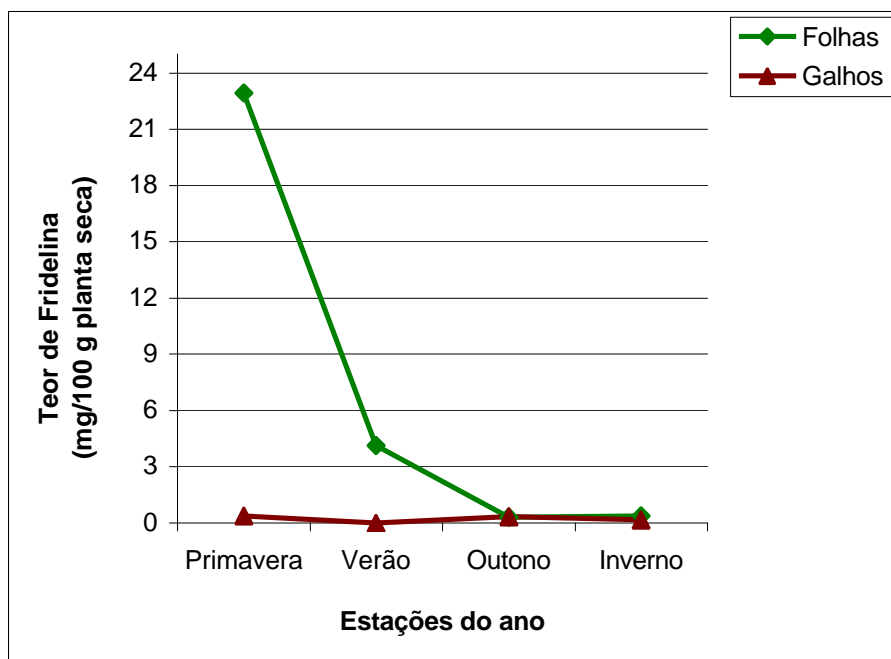
**Quadro 6** – Valores médios das condições meteorológicas obtidas em locais de ocorrência dos indivíduos de *Maytenus robusta*, em Viçosa-MG

Parâmetros climáticos	Estações do ano			
	Primavera	Verão	Outono	Inverno
Umidade (%)	64,611	75,667	65,861	59,028
Temperatura (°C)	25,333	26,583	22,306	21,25
Temp. vegetal (°C)	22,347	23,847	19,808	17,958
Pluviosidade (mm)	47,077	41,638	3,2183	3,5767
Radiação (lux)	20.165,28	20.078,42	20.034,33	20.091,03

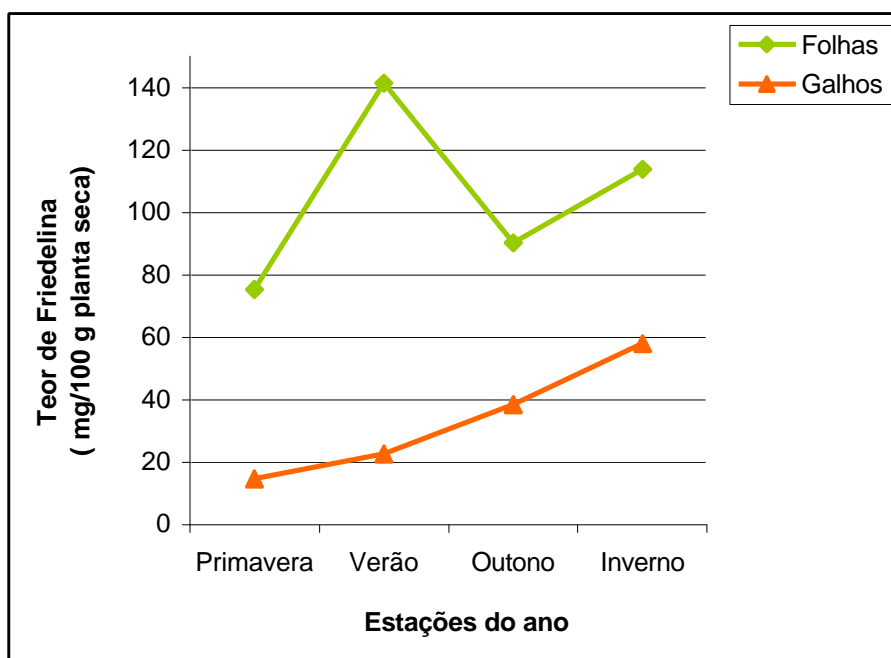
Em estudos comparativos realizados com *M. ilicifolia* e *M. robusta*, em amostras coletadas no Parque Ecológico Morro do Baú-SC, no mês de outubro, constatou-se que existem diferenças na produção de friedelina. Os resultados indicaram que a produção de friedelina é três vezes maior em *M. robusta* do que em *M. ilicifolia* (NIERO et al., 1998). MOSER et al. (1999) confirmaram esse resultado, sendo relatado que *M. robusta* produziu cerca de duas vezes mais friedelina que *M. ilicifolia*, ou seja, 0,337 e 0,110 mg/100 g de planta seca, respectivamente. MOSER et al. (1996), em outro trabalho realizado com as referidas espécies, afirmam que existe grande similaridade na composição química de ambas, principalmente no que se refere a triterpenos e esteróides, e que a friedelina está presente em baixas concentrações.

As Figura 5 e 6 mostram o comportamento das duas espécies de *Maytenus* estudadas, em função do rendimento de friedelina.

De acordo com os resultados obtidos das amostras de *Maytenus robusta*, colhidas na Mata da Silvicultura, os teores de friedelina podem ser considerados elevados mesmo nos galhos, e na época de inverno os valores foram significativamente maiores nesses órgãos. Em *Maytenus truncata*, uma espécie endêmica da Bahia, a friedelina também foi isolada dos galhos, além das folhas, desta espécie (SALAZAR et al., 2000).



**Figura 5** – Produção de friedelina em *Maytenus aquifolia*, em função das estações do ano e das partes vegetais, em Viçosa-MG.



**Figura 6** – Produção de friedelina em *Maytenus robusta*, em função das estações do ano e das partes vegetais, em Viçosa-MG.

A espinheira-santa (*M. ilicifolia*) pode ser comercializada de duas maneiras: a chamada tipo misto, em que o produto é vendido com os galhos, e a chamada pura, composta apenas de folhas. Os compradores distinguem então dois tipos de droga vegetal: a chamada espinheira-santa verdadeira (*M. ilicifolia*), cujo preço pago ao produtor está em torno de R\$ 6,00/kg e que alcança no mercado atacadista preços de até R\$ 12,00/kg (só folhas); e a falsa, que pode ser alguma das espécies anteriormente citadas como adulterantes, cujo preço oscila ao redor de R\$ 2,50/kg (MONTANARI, 2001).

Entre as duas espécies de *Maytenus* estudadas na Mata da Silvicultura, verificou-se que *M. aquifolia* tem população maior (capítulo 1), composta por indivíduos de porte médio e que ocorrem agregados (Figura 4B). Durante o período de estudo, pôde-se observar que ocorreu a emissão de folhas, sendo possível visualizar as brotações também na fase reprodutiva. *M. robusta*, por sua vez, com baixa densidade, em termos de herbivorismo, é muito suscetível, tendo boa parte da copa danificada, embora a constante reposição de biomassa tenha sido observada. Por outro lado, em observações de campo, podem-se reconhecer algumas diferenças entre os indivíduos no que diz respeito à produtividade de biomassa, que provavelmente respondem as diferenças dos microambientes. Nos indivíduos de *M. robusta*, localizados em áreas com menor exposição de luz, as copas eram maiores, com muitas folhas e menores danos causados pelo herbivorismo; já os indivíduos localizados em áreas mais abertas, com maior exposição de luz, estavam com copa rala, poucas folhas e alto índice de herbivorismo. BERKENBROCK e PAULILO (1999), estudando o efeito da luz na germinação de *M. robusta*, constataram que existe indiferença à luz na germinação, o que seria comportamento comum nas árvores de sub-bosque e plantas de sombra, porém esta espécie é referida por outros autores como heliófita e de ocorrência em vegetação mais aberta.

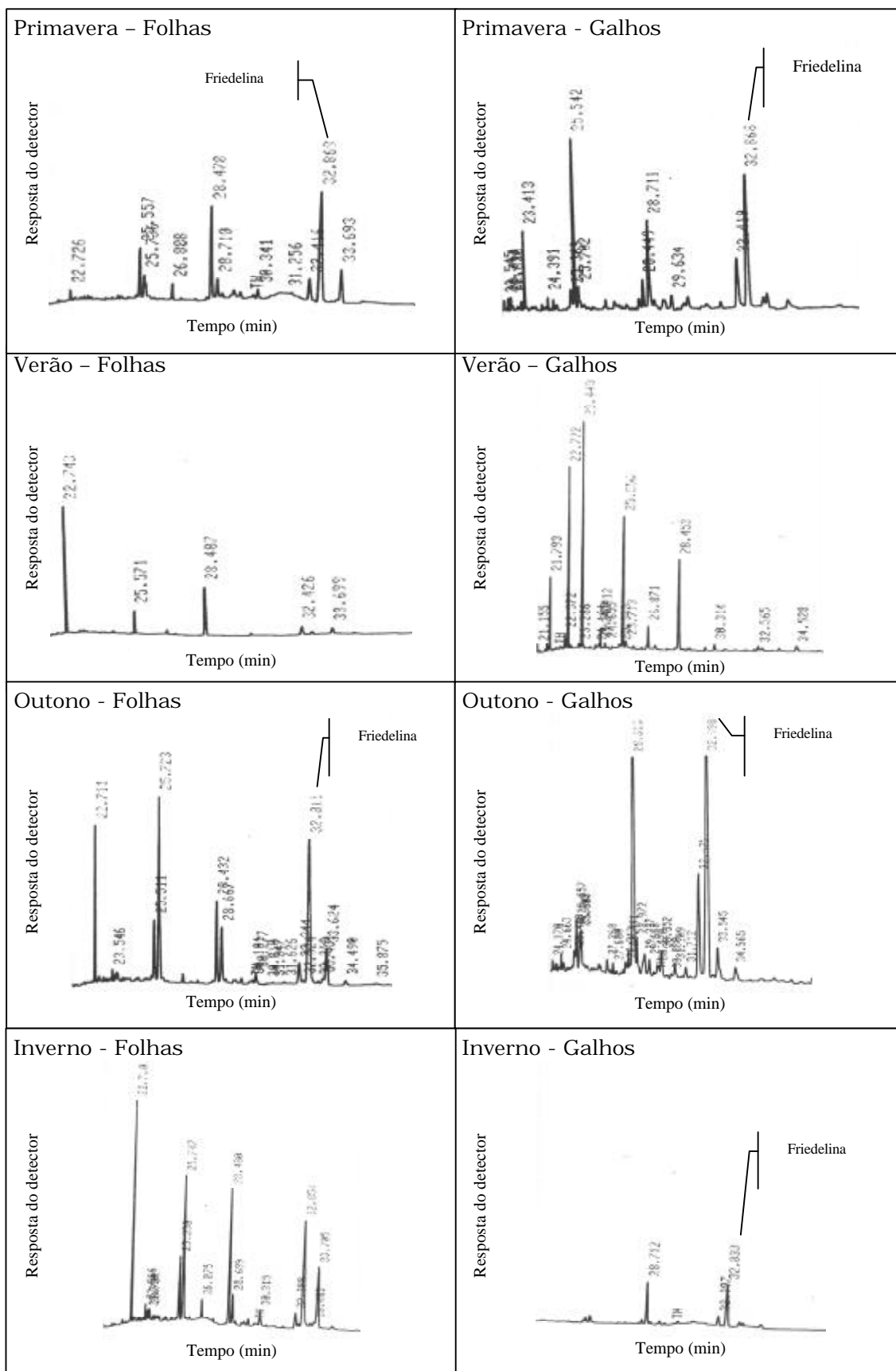
As colheitas de folhas e galhos de *Maytenus aquifolia*, visando a máxima produção de princípio ativo, deve ser realizada na primavera, porém as plantas, nessa época, estão em plena floração, o que implica no impacto negativo sobre a produção de sementes. Contudo, nem todas as plantas da população estavam floridas ou a floração foi muito pouco expressiva, podendo nesses indivíduos ser realizada a poda. Nesse sentido, outros estudos são necessários, a fim de reconhecer as melhores práticas. Por outro lado, a população da Mata da Silvicultura poderia ser utilizada como fonte de matrizes destinadas à implantação de áreas de produção, e esta espécie emite brotações de raízes (Figura 4 C e D), permitindo a propagação vegetativa.

*Maytenus robusta* é utilizada como planta ornamental e, em razão do interesse pela fauna, é também recomendada na composição de reflorestamentos heterogêneos destinados ao repovoamento de área degradadas (BERKENBROCK e PAULILO, 1999), além do grande potencial medicinal, podendo segundo vários autores substituir com sucesso a utilização de *M. ilicifolia*, diminuindo a pressão sobre esta espécie. Entretanto, sua utilização requer o aumento da produtividade e do número de indivíduos a serem explorados e também a identificação dos insetos predadores, já que isso foi considerado problema na espécie. De acordo com os trabalhos realizados, a estação do inverno seria a mais propícia à retirada de matéria-prima, pois nessa época os teores de friedelina são elevados, considerando como fontes as folhas (113,76 mg/100 g de planta seca) e os galhos (58,14 mg/100 g planta seca).

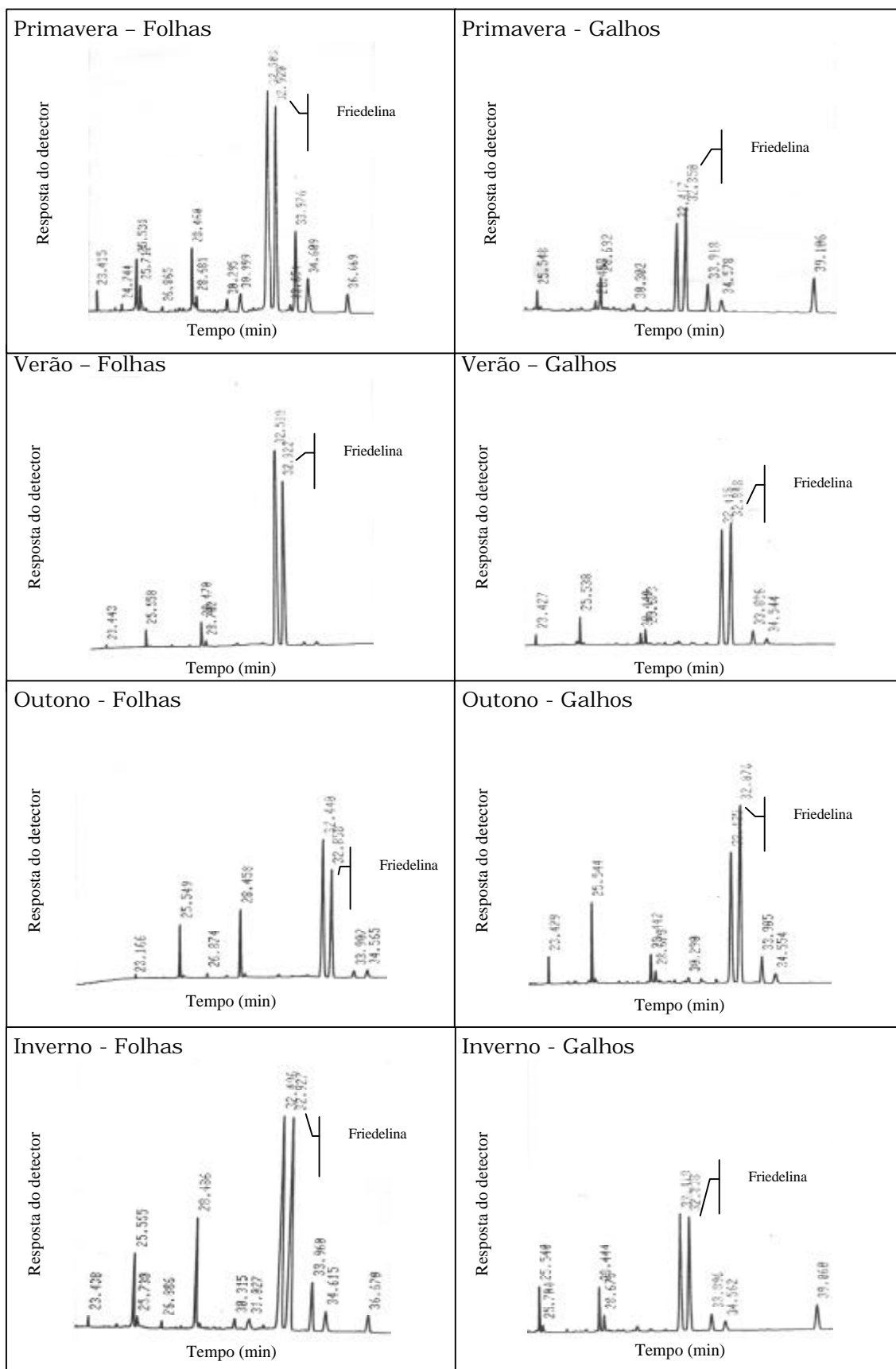
Por meio das análises cromatográficas, pode-se verificar que junto com a friedelina (tempo de retenção de aproximadamente 32,9 minutos) ocorre o friedelan-3-ol (tempo de retenção de 32,5 min), estando presente na maioria das amostras. Entre os indivíduos monitorados constatou-se que existe variabilidade qualitativa e quantitativa na produção de triterpenos, em função das partes vegetais e das estações do ano, em *M. aquifolia* (Figura 7) e *M. robusta* (Figura 8); essa variação também está presente no teor de triterpenos totais, observado no extrato bruto. Na floresta nativa, vários fatores podem estar interagindo na produção dos metabólitos secundários: os indivíduos possuem particularidades relacionadas aos microambientes, as interações inseto-planta, as idades, além dos fatores genéticos.

De acordo com PERECIN e KAGEYAMA (2000), as populações naturais de *M. aquifolia* e *M. ilicifolia* têm alta diversidade genética, indicando que pode ser necessário privilegiar a conservação do número de populações do que de indivíduos dentro das populações, de maneira que a variabilidade genética nessas espécies possa ser mantida sem prejuízo às gerações futuras.

A demanda de espinheira-santa é crescente, tornando-se necessário adotar medidas visando a produção racional, como a implantação de técnicas de manejo e cultivo. O enriquecimento de matas secundárias, em estágio médio de regeneração, e o aproveitamento de sub-bosque em florestas plantadas podem ser alternativas que promovam o aumento do fornecimento dessa matéria-prima, além de diversificar a produção das propriedades rurais. Na empresa Klabin, do Paraná, a espinheira-santa cresce espontaneamente no sub-bosque dos plantios de eucalipto, sendo preservada com vistas à fabricação de medicamentos no laboratório farmacêutico da empresa (MONTANARI, 2001).



**Figura 7** – Cromatogramas de espinheira (*Maytenus aquifolia*): A. primavera; B. verão; C. outono; D. inverno.



**Figura 8** – Cromatogramas de espinheira-santa (*Maytenus robusta*): A. primavera; B. verão; C. outono; D. inverno.

A comprovação da viabilidade técnica de aproveitamento de mudas obtidas de regeneração natural tem sido estudada em várias espécies; constatou-se que em algumas a fase de viveiro é indispensável, visando pré-adaptação das mudas e garantia do sucesso no plantio; em outras espécies o plantio direto de mudas com raiz nua, de comprimento médio (50 cm), teve ótimos resultados, podendo-se eliminar várias operações de viveiro, que oneram o custo de produção da muda. As espécies investigadas neste experimento são umbrófilas na fase juvenil, sendo recomendável o plantio de suas mudas em ambientes sombreados, semelhantes aos do local da regeneração natural, onde foram produzidas (CORVELHO, 1990). Os plantios de enriquecimento com espécies de múltiplo uso, na recuperação de áreas degradadas e capoeiras de pouco valor florestal, constituem boa maneira de uso da terra.

O enriquecimento das matas secundárias e a formação de jardins agroecológicos com as espécies de *Maytenus* (*M. aquifolia*, *M. robusta* e *M. ilicifolia*) podem ser economicamente viáveis, contribuindo com a geração de renda nas propriedades rurais, por meio do fornecimento de matéria-prima, mudas ou sementes ao mercado local e regional, além dos ambientais, que incluem a preservação dos remanescentes da Mata Atlântica.

## **CAPÍTULO 5**

### **INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS EDAFOCLIMÁTICOS NA PRODUÇÃO DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS EM ESPÉCIES MEDICINAIS SILVESTRES**

## REVISÃO DE LITERATURA

A relação entre produção de metabólitos secundários e variáveis edafoclimáticas tem sido investigada por vários autores. Entretanto, os efeitos são estudados isoladamente, em condições experimentais, em que se elimina a influência de fatores externos. Na maioria das pesquisas sobre a produção de princípios ativos, as espécies medicinais são cultivadas e conduzidas em ambientes controlados, visando obter informações específicas, como a influência da temperatura, da radiação, da fertilidade do solo, das condições hídricas, etc. Em florestas ou em áreas silvestres, existem inúmeros fatores que podem estar interagindo na biossíntese dos metabólitos secundários. Assim, algumas plantas medicinais, quando conduzidas em condições controladas de ambiente, produzem baixo teor de metabólitos secundários. Esse comportamento é verificado principalmente entre as espécies nativas e ruderais.

De acordo com GENTRY (1992), já está bem estabelecido que muitas espécies de plantas neotropicais são habitat-especialistas, enquanto outras são endêmicas. Os povos tradicionais têm revelado o complexo de conhecimentos tradicionais herdados dos mais velhos a respeito de mitos e símbolos que levam à classificação de ecozonas, associadas a plantas e animais específicos (DIEGUES, 1994). Os Kayapós, como parte integrante desse ecossistema, escolhem o local de implantação das suas aldeias tendo em vista a proximidade de algumas dessas zonas ecológicas, visando o provimento de produtos naturais diversos, segundo as estações do ano (POSEY, 1986).

Complexos co-evolutivos, também conhecidos por povos nativos, incluem intrincados relacionamentos entre solos, suas plantas indicadoras e animais associados, e os nichos ecológicos de várias espécies. Nessas condições, cada zona ecológica torna-se um sistema integrado de interações entre plantas, animais, solo e, naturalmente, seres humanos. Esses grupamentos sinérgicos incluem, muitas vezes, dezenas de plantas, com padrões complexos de cultivo. As combinações energéticas indígenas podem ser, portanto, equiparadas a princípios ecológicos que permitem entender, do ponto de vista da ciência ocidental, a lógica subjacente à manipulação Kayapó (POSEY, 1986).

Tradicionalmente, as plantas medicinais silvestres são utilizadas por inúmeras comunidades e muitas vezes comercializadas, mesmo quando se sabe da heterogeneidade no teor de princípios ativos dessas matérias-primas. A domesticação é o passo que acessa a matéria-prima em quantidades e

qualidades desejáveis, porém muitas toneladas de plantas medicinais continuam sendo retiradas da Mata Atlântica, sem se preocupar com a reposição destes recursos genéticos, causando grande impacto nos estoques e ciclos de nutrientes essenciais às plantas. Na Amazônia, a exportação de nutrientes pela retirada dos troncos (atividade madeireira) e as safras reduzem ainda mais o estoque de nutrientes, resultando no declínio da fertilidade e redução do potencial de recuperação da vegetação (FERNANDES et al., 1997). Em termos gerais, apenas pequena parte das perdas anuais das florestas tropicais é compensada com novas plantações (STEINLIN, 1980).

As florestas são o recurso renovável mais copioso e versátil que a natureza proporciona à humanidade, simultaneamente, com ampla variedade de benefícios e serviços econômicos, sociais, ambientais e culturais. O papel das florestas nos ciclos ecológicos em todo o planeta faz ressaltar sua importância além das fronteiras do país em que estão situadas (MAINI, 1992).

Estimativas de biomassa das florestas tropicais situam-se entre 200 e 400 t/ha de matéria seca, distribuídas entre troncos e ramos (75%), raízes (15-20%), folhas (4-6%) e serrapilheira (1-2%). Florestas localizadas nos tabuleiros da Bahia produziram 368 t/ha de biomassa, distribuída entre madeira (40%), galhos e folhas (30%) e vegetação arbustiva-herbácea (20%), excluindo a serrapilheira (O'BRIEN e O'BRIEN, 1995). Em uma floresta tropical úmida, na Colômbia, segundo a compartimentação efetuada nas árvores, se encontrou 65,21% de fitomassa por hectare armazenada nos troncos, enquanto 24,93% estão nos galhos e 9,86% nas folhas, perfazendo 76,85% de material lenhoso e 13,15% de cascas (NIÑO, 1988).

Nos trópicos, as folhas constituem as principais fontes de nutrientes presentes na serrapilheira, ou seja, cerca de 62%; em Porto Rico, as folhas depositadas podem alcançar aproximadamente 110 g/m<sup>2</sup>/mês (ZOU et al., 1995). VILLELA e PROCTOR (1999), estudando a ilha de Maracá, Roraima-Brasil, relatam que, na ciclagem de nutrientes, 40-50% de nitrogênio e fósforo, 25 a 41% de potássio e 2 a 13% de magnésio foram retranslocados das folhas de *Peltogyne*, uma espécie dominante na ilha.

A produtividade de qualquer local é dependente do número de espécies de árvores que crescem, assim como da fertilidade do solo e do clima. Além dos solos, a biomassa florestal é importante reserva de nutrientes, e a extração de biomassa, no momento da colheita, pode significar grande perda de nutrientes, causando redução considerável de biomassa na colheita seguinte.

Segundo MAINI (1992), é indispensável chegar à melhor compreensão dos efeitos da extração de produtos florestais sobre a produtividade do solo e os futuros rendimentos.

As florestas tropicais têm alta diversidade de árvores e os fatores edáficos estão significativamente relacionados com a distribuição espacial das espécies, podendo ser o mecanismo responsável pela manutenção dessa diversidade (CLARK et al., 1999). No entanto, o aproveitamento sustentável dos produtos florestais não-madeireiros, em contraste com a tendência de manejar as florestas naturais apenas objetivando madeira, permite maximizar o valor social dos recursos, contribuindo com a conservação da biodiversidade e podendo, dessa forma, evitar a marginalização econômico-social das comunidades do entorno das florestas (VILLALOBOS e OCAMPO, 1997), assim como dos pequenos proprietários rurais detentores de boa parte dos fragmentos florestais remanescentes.

A maior parte das definições de sustentabilidade inclui o “aumento ou manutenção da qualidade do recurso natural”. Do ponto de vista de fertilidade de solo, isso implica manejo que evite o esgotamento dos nutrientes por meio de colheitas, erosão, oxidação/volatilização e lixiviação (SMYTH, 1996).

Na Zona da Mata mineira, os solos são pobres e acidificados na sua maioria, porém essa região é a área de maior densidade rural do País e, conforme RESENDE e RESENDE (1996), se não houver interesse em soluções que aumentem a geração de recursos econômicos, fixando o produtor rural, serão sérios os problemas de fluxos migratórios.

De acordo com FERNANDES (1997), o cultivo a partir de propágulos e sementes obtidos na natureza, realizado com técnicas adequadas, integrado nos sistemas agrários locais, na mesma região onde existem as populações naturais, constitui a forma mais completa e legítima de valorizar as plantas silvestres como recurso endógeno. O aproveitamento adequado das plantas silvestres como recurso econômico pode ter repercussão positiva no desenvolvimento rural, desde que a produção tenha circuitos de escoamento eficientes, permitindo difundir os produtos com capilaridade regional ou nacional.

## MATERIAL E MÉTODOS

### I. Produção de Serrapilheira na Mata da Silvicultura

As pesquisas foram conduzidas na Mata da Silvicultura, um fragmento de Mata Atlântica secundária, em Viçosa-MG, onde se encontram os espécimens selecionados deste experimento. As nove espécies medicinais estudadas foram: açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*), angico (*Anadenanthera colubrina* var *cebil*), canela (*Ocotea odorifera*), caroba (*Jacaranda macrantha*), catuaba (*Trichilia catigua*), espinheira (*Maytenus aquifolia*), espinheira-santa (*Maytenus robusta*), guaçatonga (*Casearia sylvetris*) e negramina (*Siparuna guianensis*).

A coleta de serrapilheira foi realizada mensalmente, utilizando um quadro de PVC (0,30 x 0,50 cm) com tela de náilon, posicionado cerca de 40 cm dos indivíduos monitorados, sendo seis indivíduos por espécie. As amostras coletadas foram submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar (70 °C), pesadas (g) e posteriormente moídas, em moinho elétrico, e acondicionadas em frascos de vidro com tampa de rosca.

A análise de nutrientes da serrapilheira seguiu a metodologia do Laboratório de Nutrição Mineral da Universidade Federal de Viçosa (DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA, 1997). Seguindo a mesma metodologia, foram realizadas as análises químicas de nove espécies medicinais, com três repetições obtidas de amostras compostas, provenientes de vários indivíduos, em setembro de 1999, visando descrever as concentrações de nutrientes em folhas, galhos e cascas de açoita-cavalo e canela; folhas e galhos de catuaba, caroba, espinheira-santa, espinheira, guaçatonga e negramina; e cascas de angico.

A digestão nítrico-perclórica foi adotada na análise de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (mg), enxofre (S), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn) e ferro (Fe), sendo determinada por espectrofotometria de absorção atômica. A digestão sulfúrica foi utilizada na análise de nitrogênio orgânico (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), enquanto o nitrato (N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) foi determinado com solução de ácido salicílico e ácido sulfúrico, sendo ambos posteriormente determinados por espectrofotometria. O potássio foi determinado por fotometria de chama. Foi preparada a curva-padrão destinada à quantificação de cada nutriente.

A análise de solo foi realizada em dois níveis de estratificação – 0 a 20 cm e 20 a 40 cm. As amostras de solo foram coletadas ao redor de seis indivíduos, os quais foram monitorados durante o período experimental. As

amostras foram retiradas com trado holandês, em quatro pontos (pontos cardiais) tendo como centro de referência cada planta. Após a homogeneização, retirou-se a amostra encaminhada para análise. As análises de solos foram realizadas em Ponte Nova-MG, na Central de Pesquisa e Experimentação de Cana-de-açúcar (CECA), do Departamento de Fitotecnia/UFV. De cada parcela foi escolhida aleatoriamente uma amostra de solo, na qual foi determinado o teor de umidade, após secagem em estufa a 105 °C por 48 horas. As coletas foram realizadas em dezembro de 1999.

## II. Análise Qualitativa de Metabólitos Secundários

As análises qualitativas de metabólitos secundários foram realizadas por meio da cromatografia em camada delgada, no Laboratório de Análise e Síntese de Agroquímicos do Departamento de Química da Universidade Federal de Viçosa. Utilizaram-se amostras de folhas, com exceção do angico, cujas cascas foram as partes vegetais amostradas. As amostras moídas, obtidas mensalmente de indivíduos monitorados durante 12 meses, foram utilizadas no preparo do extrato hidroalcoólico (10% planta; álcool 70%). Utilizou-se o equipamento de ultra-som com a finalidade de fazer a maceração, empregando-se o tempo de 10 min/amostra, com exceção do angico, cujo tempo foi de 20 minutos. As amostras foram acondicionadas em flaconetes (5 mL) e armazenadas sob refrigeração.

Os sistemas de solventes foram determinados em função de testes preliminares. As análises químicas referentes à determinação das classes de princípios ativos seguiram a metodologia recomendada por STAHL (1990) e WAGNER e BLADT (1996), conforme descrito a seguir.

### *Terpenos*

As nove espécies foram analisadas quanto à presença de terpenos, empregando-se solventes e reveladores. Foi usado o sistema de solvente tolueno: acetato de etila (93:7) em guaçatonga (*Casearia sylvestris*), espinheira-santa (*Maytenus robusta*), caroba (*Jacaranda macrantha*), açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*), negramina (*Siparuna guianensis*), canela (*Ocotea odorifera*), catuaba (*Trichilia catigua*), espinheira (*Maytenus aquifolia*). No caso do angico (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*) o sistema de solventes foi clorofórmio:

tolueno: etanol (4:4:1). Na revelação utilizou-se o Revelador Reagente vanilina: ácido sulfúrico. Para isso, preparou-se a solução de vanilina etanólica 1% (sol. I) e de ácido sulfúrico etanólico 10% (sol. II). Borrifou-se a placa com a solução I, seguida imediatamente da solução II. A detecção foi feita no visível. A presença de terpenos foi revelada pela coloração azul-violeta. O padrão adotado foi a solução de Mentol.

#### *Flavonóides*

As espécies medicinais submetidas à detecção da presença de flavonóides foram a guaçatonga, negranina, caroba, e-santa, espinheira, açoita-cavalo, catuaba e canela. O sistema de solventes foi acetato de etila: ácido fórmico: água (6:1:1). Na revelação utilizou-se o Revelador 1% cloreto de alumínio em etanol. A detecção foi feita com luz UV a 365 nm (STAHL, 1990). A presença de flavonóides foi revelada pela coloração amarelo-esverdeada fosforescente. O padrão adotado foi o extrato de *Calendula officinalis*.

#### *Alcalóides*

As espécies medicinais submetidas a detecção da presença de alcalóides foram: Canela, Negramina, Guaçatonga e Caroba. O sistema de solventes foi tolueno: acetato de etila: dietilamina (70:20:10). Na revelação utilizou-se o Revelador Reagente de Dragendorff. A detecção foi feita sob luz visível. A presença de alcalóide foi revelada pela coloração alaranjada. O padrão adotado foi o extrato de *Ruta graveolens*.

#### *Saponinas*

As espécies medicinais submetidas à detecção da presença de saponinas foram caroba e guaçatonga. O sistema de solventes foi clorofórmio: ácido acético glacial: metanol: água (60:32:12:8). Na revelação utilizou-se o Revelador Reagente anisaldeído: ácido sulfúrico. A detecção foi feita no visível e sob luz UV a 365 nm. A presença de saponinas foi revelada pela coloração vermelho-amarronzada, sob luz UV e violeta, no visível. O padrão utilizado foi o extrato de *Mormodica charantia*.

### **III. Correlação de Pearson entre a Produção de Metabólitos Secundários e os Parâmetros Edafoclimáticos**

Na análise de correlação de Pearson, entre produção de metabólitos secundários e parâmetros edafoclimáticos, utilizaram-se os resultados obtidos na quantificação dos óleos essenciais em canela, catuaba, guaçatonga e negramina; de taninos, em angico, açoita-cavalo e caroba; e de friedelina, em espinheira e espinheira-santa. As metodologias utilizadas na obtenção e quantificação dos referidos metabólitos secundários constam dos capítulos 2, 3 e 4, respectivamente.

Os parâmetros meteorológicos, em escala microclimática, foram medidos quinzenalmente, no período de setembro de 1999 a setembro de 2000, utilizando a Estação Meteorológica Portátil Weather Monitor II (Davis Instruments Corporation). A temperatura da planta foi mensurada com termômetro infravermelho modelo Raynger ST2™ (Spectrum Technologies). Os dados foram coletados na Mata da Silvicultura, nos microambientes de ocorrência dos indivíduos monitorados das nove espécies, sendo calculados em função das estações do ano. Os parâmetros edáficos constam da análise de nutrientes do horizonte A, sendo estes retranslocados da serrapilheira.

Os estudos de correlação entre os parâmetros edafoclimáticos e a produção de metabólitos secundários, em função das estações do ano, foram realizados de acordo com metodologia preconizada por RAO (1998).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### I. Produção de Serrapilheira na Mata da Silvicultura

Na Mata da Silvicultura foram constatadas diferenças quantitativas na produção de serrapilheira coletada em seis indivíduos de cada espécie estudada, durante doze meses. De maneira geral, na estação chuvosa (outubro a março) houve maior deposição de serrapilheira, independentemente da espécie. De acordo com as Figuras 1 a 9, pode-se verificar que, em média, são depositados cerca de 9,4 t/ha/ano (matéria seca) nesse fragmento florestal. Os menores valores quanto à produção de serrapilheira foram observados na população de espinheira (*Maytenus aquifolia*).

Anualmente, grande quantidade de matéria orgânica e de nutrientes minerais decompostos é incorporado aos solos de florestas, sendo provenientes da serrapilheira (Quadro 1) como parte dos ciclos orgânicos. Segundo RESENDE e RESENDE (1996), a chave do funcionamento de qualquer ecossistema está no movimento de alguns elementos químicos conseqüentes de ciclos biogeoquímicos que conectam organismos ao meio físico. Nos solos do domínio morfoclimático Mares de Morros, do qual Viçosa faz parte, à semelhança da Amazônia, quase todos os nutrientes se encontram ligados ao ciclo orgânico.

**Quadro 1** – Produção de serrapilheira (kg/ha/ano) em algumas florestas tropicais e as concentrações de nutrientes minerais

Florestas	Serrapilheira (kg) matéria seca/ha/ano	Elementos minerais kg/ha/ano			
		Ca	Mg	K	P
Tropical úmida (Panamá)	6200	240	22	129	9
Baixo montana úmida (Panamá)	4820	98	33	91	3
Semicaducifolia (Gana)	2264	206	45	68	7
Pluvial (Colômbia)	3040	-	-	-	-
Perenifolia (Nigéria)	3040	-	-	-	-

Fonte: Adaptado de GUERRA e CUNHA (1995).

Em outras florestas tropicais, a produção de serrapilheira é da ordem de 10,3 t/ha/ano em San Carlos, Venezuela (floresta de terra firme); entre 7,3

e 9,9 t/ha/ano em Belém (floresta de terra firme); de 8,3 t/ha/ano em Jundiaí, SP (floresta semidecidual); e de 9,4 t/ha/ano em São Paulo (floresta secundária semidecidual) (VILLELA e PROCTOR, 1999). A água de precipitação pluvial também exerce destacado papel no processo de ciclagem dos minerais nos ecossistemas florestais, especialmente a que atravessa o dossel contendo altas concentrações de minerais, como potássio, magnésio, ferro e cálcio (GUERRA e CUNHA, 1995; MEGURO et al., 1979); a contribuição atmosférica tem sido muito estudada em razão da captura de dióxido de carbono (HOUGHTON, 1997). A Amazônia, por exemplo, está fixando de uma a cinco toneladas de carbono por hectare ao ano, concluindo que, em média, retira da atmosfera 900 milhões de toneladas/anualmente desse elemento (ARTAXO, 2000).

Os estudos sobre biomassa florestal, produção de serrapilheira e ciclos minerais nos trópicos têm mostrado que os padrões de ciclagem de nutrientes nos ecossistemas tropicais são diversos (FERNANDES et al., 1997). O rápido retorno do nitrogênio do solo até a planta indica que este elemento é limitante na produtividade florestal. Por outro lado, o fósforo pode ser mais limitante por causa do baixo estoque nas florestas, baixa contribuição atmosférica, além da fixação com ferro e óxido de alumínio. MONTAGNINI et al. (1995) relatam que o enriquecimento com determinadas espécies nativas pode contribuir para a recuperação da fertilidade dos solos da Floresta Atlântica, em termos de fornecimento de nutrientes e modificações de algumas propriedades químicas. Por exemplo, a inclusão de *Arapatiella psilophylla*, *Bombax macrophyllum*, *Buchenavia grandis*, *Caesalpinia echinata*, *Cassia* spp., *Hymenaea aurea* e *Inga affinis* pode contribuir com o aumento nos níveis de fósforo disponível na superfície dos solos.

A serrapilheira, além de ser fonte de nutrientes, aumenta a capacidade de retenção de água, melhora a estrutura do solo e é responsável, em grande parte, pela capacidade de troca de cátions. No entanto, cada planta exerce seu potencial particular ao absorver e utilizar os nutrientes do solo (GUERRA e CUNHA, 1996). De acordo com RAIJ (1981), a parte disponível de qualquer nutriente no solo é aquela absorvível pelas raízes. Entretanto, vários fatores influenciam essa absorção, desde o solo, as transformações a que as raízes estão propensas, o mecanismo de absorção, o desenvolvimento do sistema radicular, a disponibilidade de outros nutrientes e as condições climáticas.

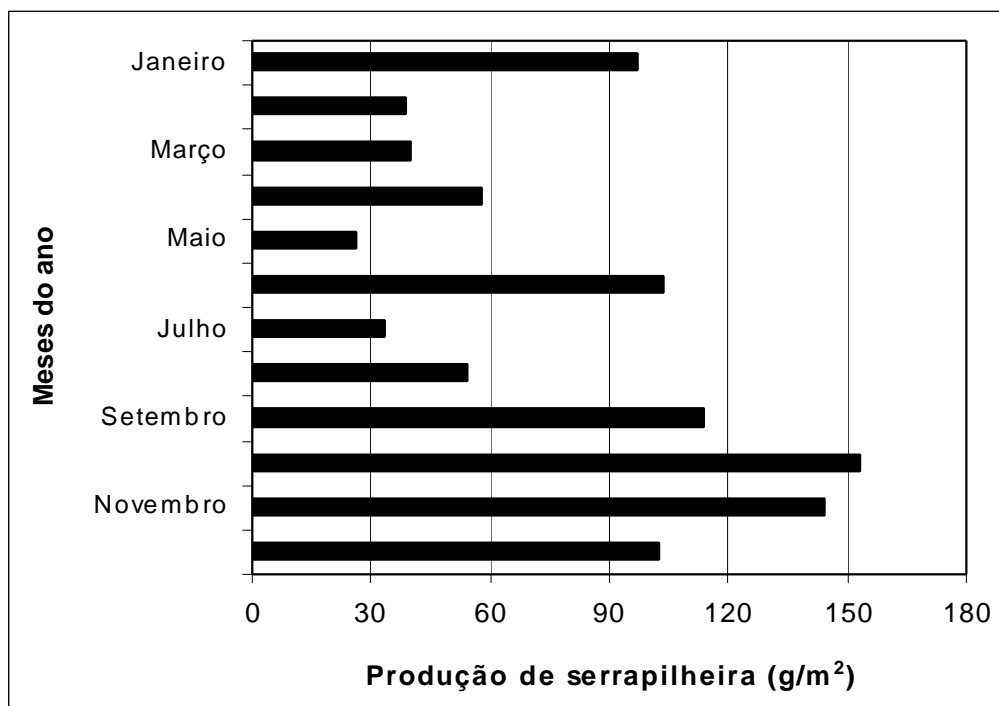
Os nutrientes podem ser retidos ou liberados pela matéria orgânica por meio de dois processos: 1) processos biológicos, que controlam a retenção ou liberação de N, P e S, visto que estes elementos fazem parte de unidades estruturais da matéria orgânica; e 2) processos químicos, que controlam as interações com cátions. A matéria orgânica é freqüentemente a maior fonte de cargas negativas nos solos tropicais, sendo sua manutenção muito importante na retenção de cátions disponíveis no solo (GUERRA e CUNHA, 1996). Portanto, há alta correlação entre a CTC (Capacidade de troca catiônica) dos solos e sua porcentagem de carbono orgânico.

A rápida decomposição da serrapilheira nas regiões tropicais se deve em grande parte à manutenção da temperatura relativamente alta, sem flutuações marcantes, o que permite a atividade uniforme e intensa da biota do solo (FOURNIER e CASTRO, 1973). DE HOOGH e DIETRICH (1979) indicam que a atividade biológica e o conteúdo da matéria orgânica do horizonte A determinam em grande parte a disponibilidade de nutrientes.

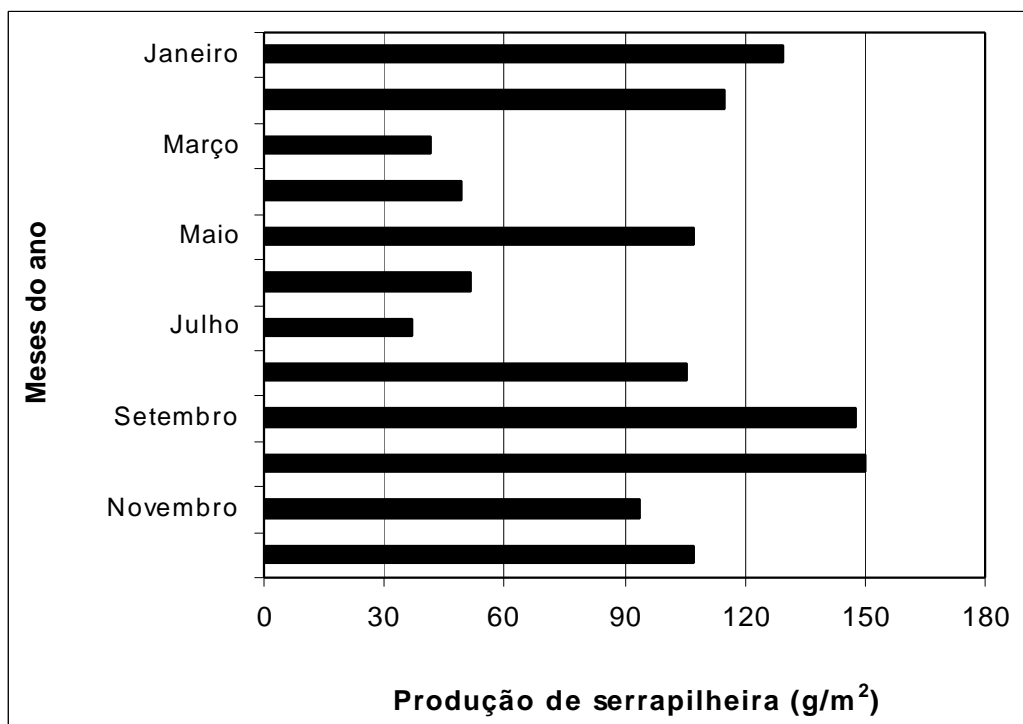
A matéria orgânica fresca é degradada pelos decompositores, formando os compostos minerais, dos quais parte é reabsorvida pelas plantas e microrganismos e o restante, na forma de compostos orgânicos (polifenóis, ácido aminados e peptídios), se condensa, dando origem a matéria orgânica humificada, que é muito mais resistente à biodegradação, constituindo importante forma de reserva energética (LOURES, 1988).

Integrados à Agroecologia, os estudos de ciclagem de nutrientes buscam inserir no manejo de plantas medicinais silvestres os processos que ocorrem naturalmente nos ecossistemas locais. Os “jardins florestais” javaneses são sistemas de uso da terra que provêem permanentemente frutas, carvão, madeira, plantas ornamentais e medicinais, de modo que a produção se autoperpetue e auto-sustente, em equilíbrio com o meio ambiente (BARKER, 1990).

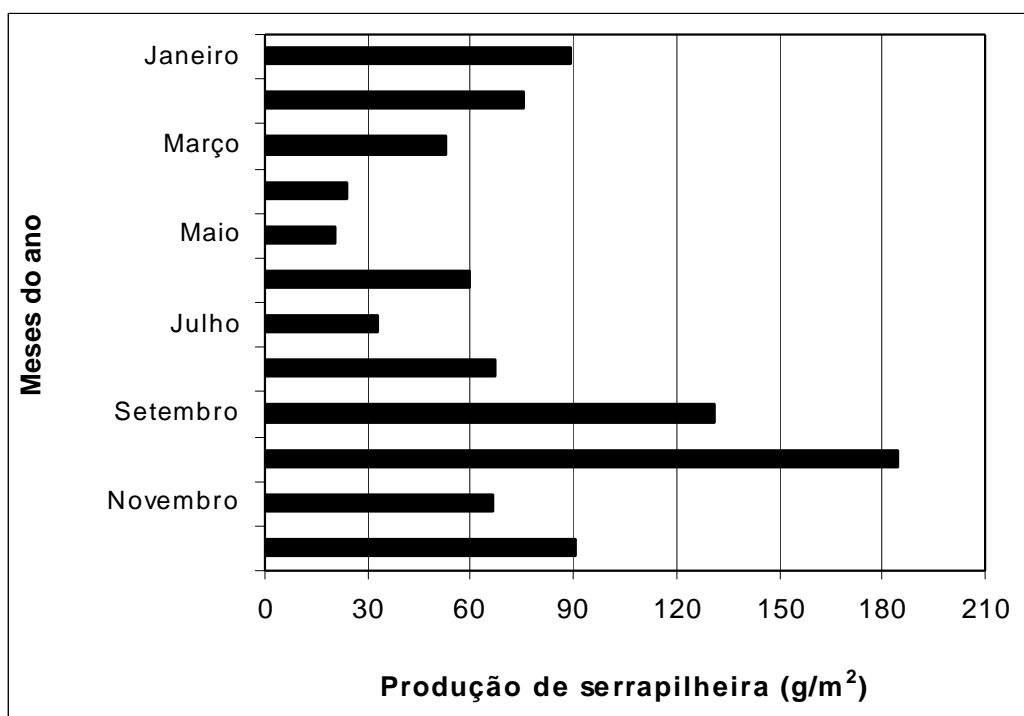
No México, o termo jardins florestais ou jardins agroecológicos é usado ao se referir à floresta manejada por comunidades, contendo alta densidade de árvores nativas úteis (GÓMEZ-POMPA e KAUS, 1990). Segundo VALVERDE e OCAMPO (1996), o programa TRAMIL (Investigación aplicada y difusión del uso de plantas medicinales en el Caribe) também adota os jardins agroecológicos na produção de plantas medicinais, principalmente com espécies nativas tropicais, ocupando vários estratos do dossel e aproveitando a variedade de microambientes das propriedades rurais.



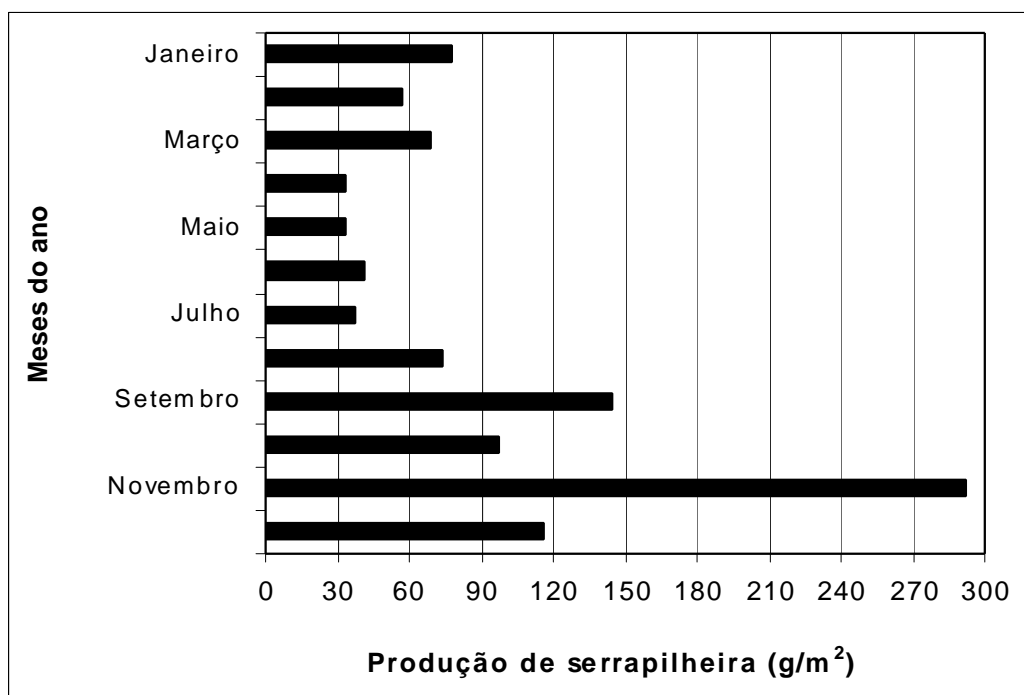
**Figura 1** – Produção média de serrapilheira em angico (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*), em função das parcelas coletadas durante 12 meses.



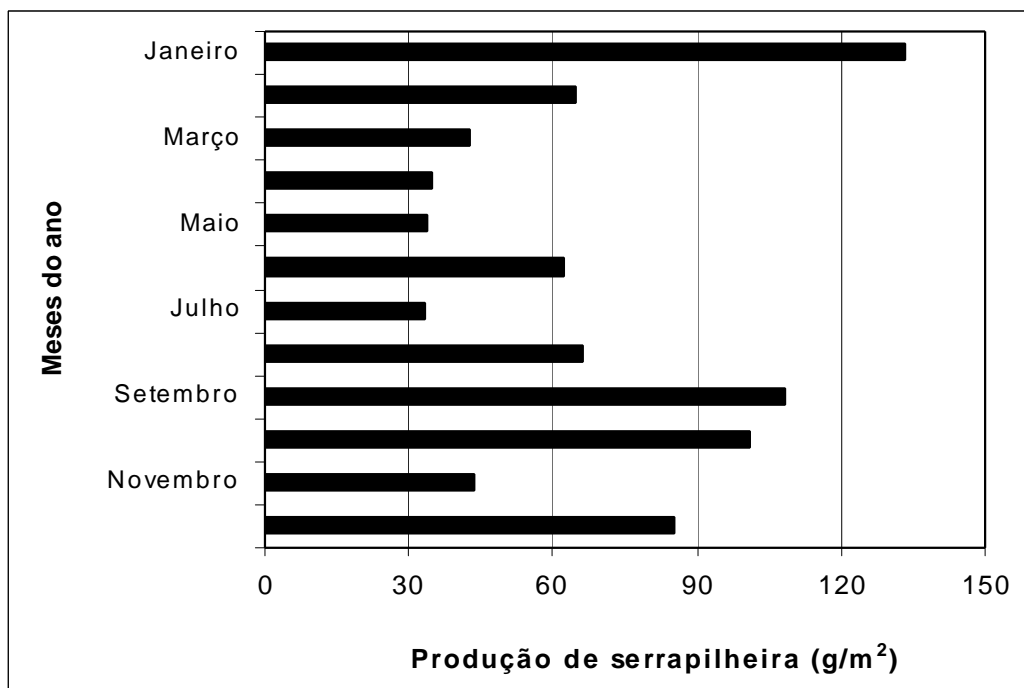
**Figura 2** – Produção média de serrapilheira em açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*), em função das parcelas coletadas durante 12 meses.



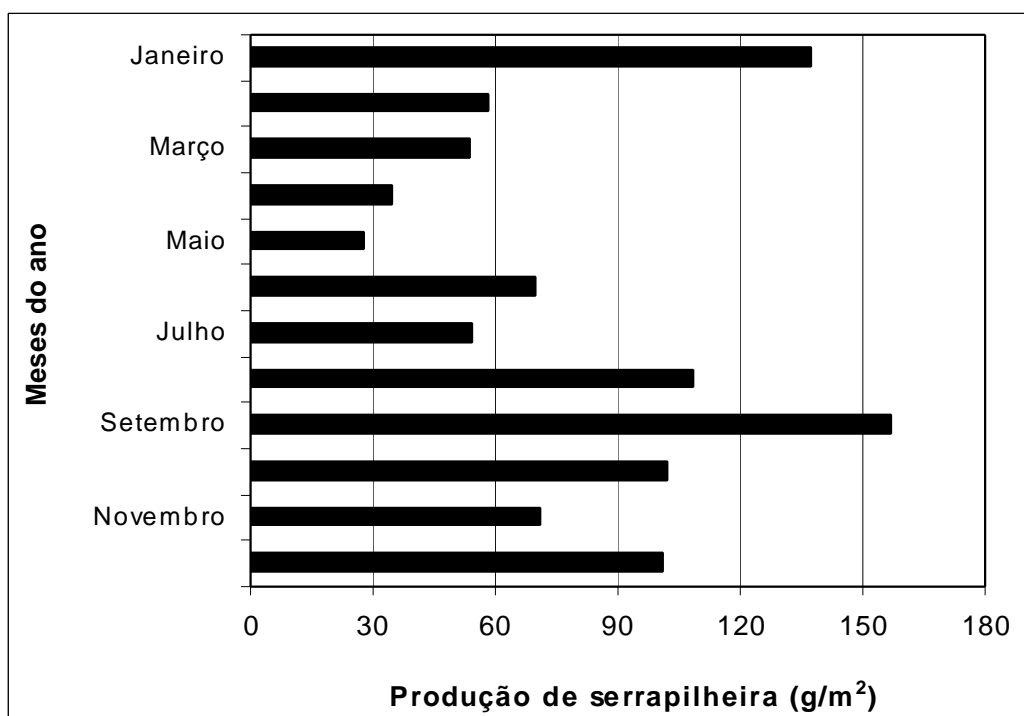
**Figura 3** – Produção média de serrapilheira em canela (*Ocotea odorifera*), em função das parcelas coletadas durante 12 meses.



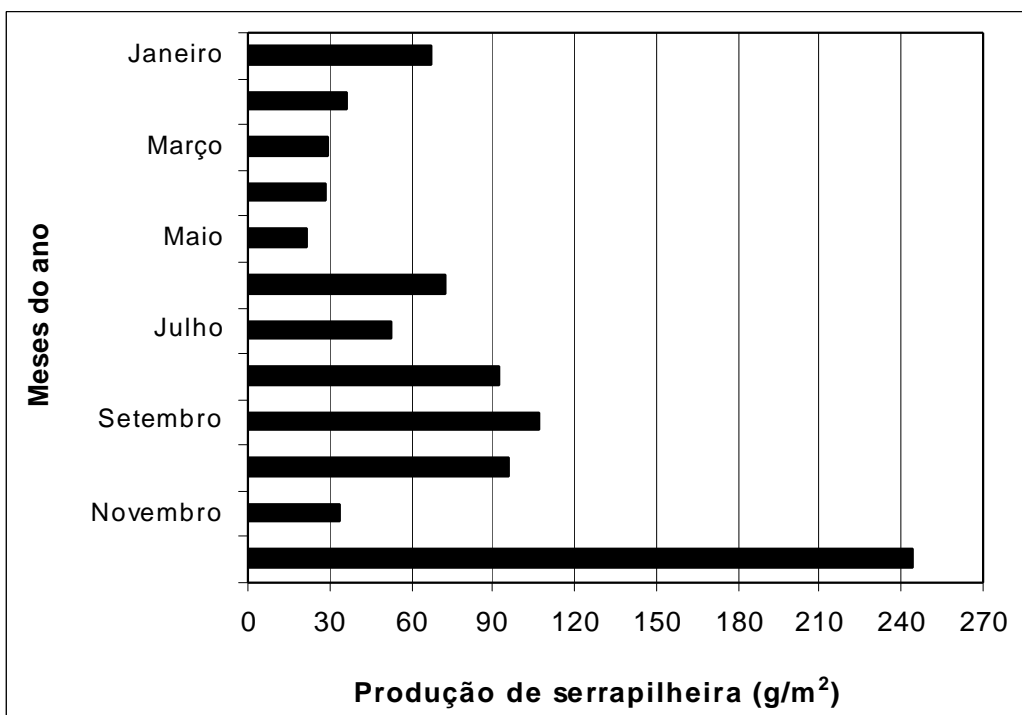
**Figura 4** – Produção média de serrapilheira em negramina (*Siparuna guianensis*), em função das parcelas coletadas durante 12 meses.



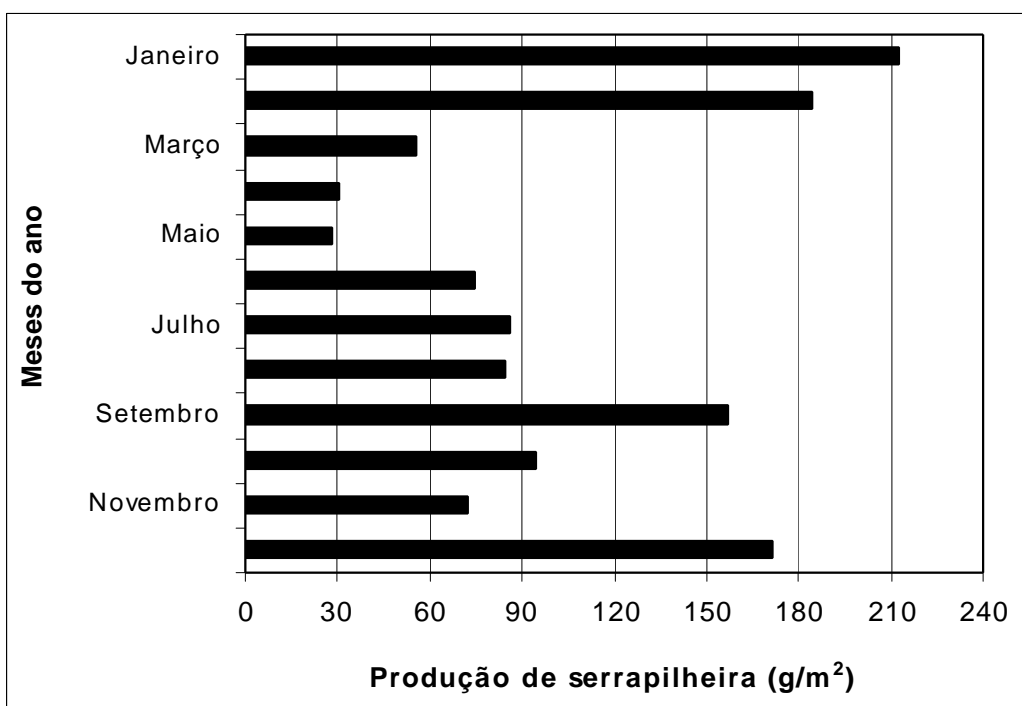
**Figura 5** – Produção média de serrapilheira em caroba (*Jacaranda macrantha*), em função das parcelas coletadas durante 12 meses.



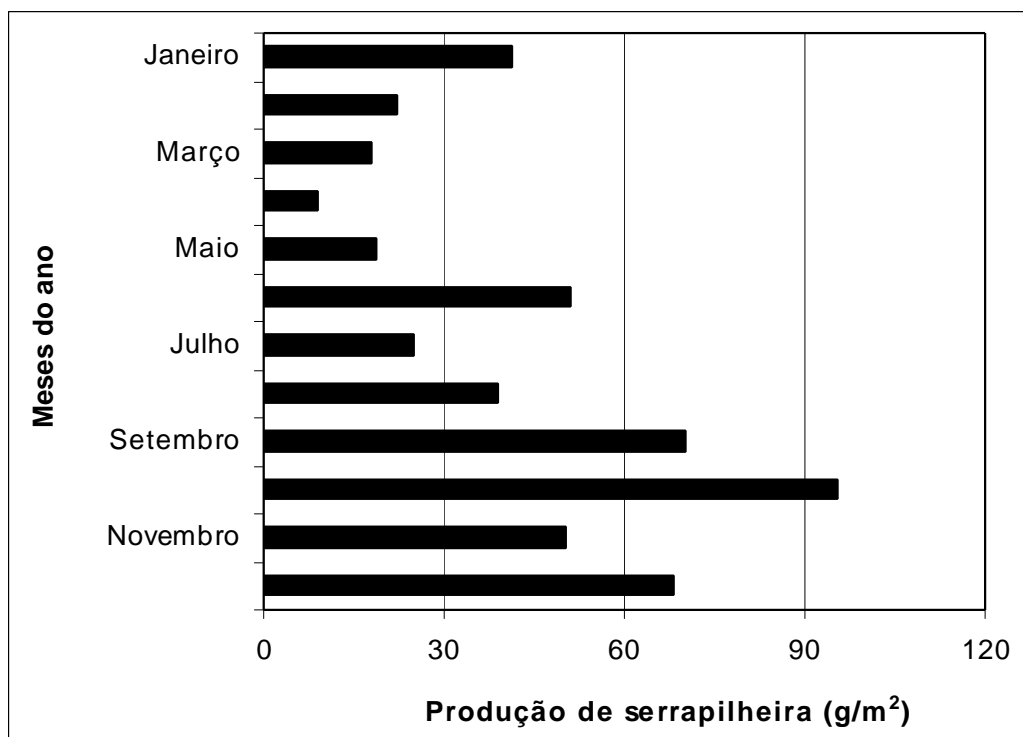
**Figura 6** – Produção média de serrapilheira em catuaba (*Trichillia catigua*), em função das parcelas coletadas durante 12 meses.



**Figura 7** – Produção média de serrapilheira em guaçatonga (*Casearia sylvestris*), em função das parcelas coletadas durante 12 meses.



**Figura 8** – Produção média de serrapilheira em espinherira-santa (*Maytenus robusta*), em função das parcelas coletadas durante 12 meses.



**Figura 9** – Produção média de serrapilheira em espinheira (*Maytenus aquifolia*), em função das parcelas coletadas durante 12 meses.

Os resultados das análises de solos, das nove espécies monitoradas na Mata da Silvicultura, permitiram identificar a ocorrência da variabilidade quanto à concentração de nutrientes e às propriedades químicas do solo (Quadro 2), mostrando as diferenças dos microambientes em relação a fertilidade do solo. Apesar de o solo ser apenas parte dos componentes do conjunto complexo de fatores de produção, destaca-se pelo papel de fornecer às plantas suporte físico, água e nutrientes. Portanto, o conhecimento de suas características intrínsecas, condicionantes dos chamados fatores edáficos, é importante ao se julgar o potencial de produção agrícola (LEPSCH, 1987).

As análises de solos foram interpretadas de acordo com as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (ALVAREZ V. et al., 1999). Os resultados mostraram que os solos na Mata da Silvicultura são ácidos, com pH de 3,86 a 4,90, estando os maiores valores na área de ocorrência de espinheira (*Maytenus aquifolium*); os níveis de acidez potencial (H+Al) foram considerados altos (> 5,1 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>), porém, na área de caroba e negramina os níveis são muito altos (> 9,0 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>).

**Quadro 2** – Valores médios das análises de solos de açoita-cavalo (*Lueha grandiflora*), angico (*Anandenanthera colubrina* var. *cebil*), canela (*Ocotea odorifera*), catuaba (*Trichilia catigua*), caroba (*Jacaranda macrantha*), espinheira (*Maytenus aquifolia*), espinheira-santa (*Maytenus robusta*), guaçatonga (*Casearia sylvestris*) e negramina (*Siparuna guianensis*) – espécies medicinais estudadas na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

Espécies	Estratificação (cm)	pH	Al	H+Al	Ca	Mg	Na	K	P	SB	CTC (t)	CTC (T)	V	m	Fe	Zn	Mn	Cu
		H <sub>2</sub> O	(cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )				(mg/dm <sup>3</sup> )			(cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )			(%)		(mg/dm <sup>3</sup> )			
Açoita-cavalo	0-20	4,183	1,417	8,000	0,400	0,300	3,333	44,267	2,883	0,800	2,233	8,783	10,450	64,333	72,667	1,167	9,783	1,567
	20-40	4,233	1,333	6,800	0,300	0,200	3,667	36,667	1,700	0,633	1,967	7,417	9,650	66,817	85,783	1,000	27,050	1,467
Angico	0-20	4,350	1,067	8,067	0,733	0,367	3,333	66,333	3,433	1,300	2,367	9,367	14,733	50,567	41,100	0,950	40,750	1,633
	20-40	4,433	0,817	6,983	0,733	0,367	2,333	59,667	2,600	1,283	2,100	8,267	15,983	43,150	38,050	1,500	35,567	1,517
Canela	0-20	4,317	1,167	7,200	0,500	0,267	3,333	52,667	2,567	0,917	2,100	8,100	12,067	65,033	27,150	0,767	12,200	1,483
	20-40	4,433	1,100	7,000	0,533	0,300	5,000	52,000	2,083	0,967	2,067	7,983	12,183	64,817	24,817	0,900	11,433	1,483
Catuaba	0-20	4,200	1,317	8,933	0,433	0,317	3,667	48,667	2,867	0,883	2,217	9,833	9,983	62,333	86,967	0,850	35,217	1,567
	20-40	4,283	1,167	7,517	0,400	0,267	3,333	38,000	1,917	0,783	1,933	8,283	10,317	61,833	84,917	0,800	33,617	1,517
Caroba	0-20	3,867	2,100	9,217	0,050	0,100	5,667	38,667	1,867	0,233	2,367	9,433	2,267	88,150	73,833	0,533	7,183	1,417
	20-40	4,017	2,233	9,750	0,050	0,067	5,667	28,667	1,683	0,217	2,433	9,950	2,267	89,183	66,450	0,667	4,317	1,333
Guaçatonga	0-20	4,617	0,800	6,717	0,917	0,500	1,333	65,000	3,083	1,600	2,383	8,333	21,100	36,267	167,000	1,533	73,483	1,517
	20-40	4,617	0,750	6,217	0,767	0,450	1,667	56,000	1,833	1,333	2,100	7,567	19,417	36,400	169,400	1,200	52,517	1,583
M.aquifolia	0-20	4,800	0,300	6,200	0,950	0,800	0,000	77,000	2,450	1,950	2,200	8,150	23,400	14,150	144,500	2,450	137,500	1,300
	20-40	4,900	0,150	5,000	0,900	0,700	2,000	71,000	1,950	1,800	2,000	6,800	25,350	11,700	151,500	2,100	111,100	1,300
M.robusta	0-20	4,267	1,467	8,717	0,600	0,367	7,333	62,333	2,267	1,133	2,600	9,833	13,100	69,233	71,667	1,050	10,383	1,500
	20-40	4,317	1,383	8,150	0,450	0,300	5,667	57,333	1,733	0,883	2,283	9,033	12,133	69,550	65,333	0,833	8,317	1,417
Negramina	0-20	4,067	1,633	9,750	0,083	0,167	5,000	38,000	2,383	0,367	2,133	10,100	3,983	81,133	28,217	0,767	4,233	1,767
	20-40	4,050	1,500	8,567	0,100	0,133	4,333	29,000	1,633	0,317	2,000	8,867	3,683	83,117	27,767	0,733	4,167	1,633

De acordo com HAAG (1987), 51% da área dos solos da América Tropical tem características ácidas.

Os níveis de alumínio variaram de médio (0,51 a 1,00  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ) a muito alto ( $> 2,0 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ ), sendo os valores mais altos obtido nas coletas em áreas de ocorrência de caroba. Os níveis de cálcio foram muito baixos ( $\leq 0,40 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ ) nas amostras de solo de açoita-cavalo, caroba e negramina; em outras espécies os níveis foram baixos (0,41 a 1,20  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ), estando, nos solos da população de espinheira, próximos de 1,0  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ , enquanto os níveis de magnésio são médios (0,46 a 0,90  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ) nesta espécie e em guaçatonga. Nas áreas das outras espécies, os níveis de magnésio foram baixos (0,16 a 0,45  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ), com exceção da caroba, em que os níveis foram muito baixos ( $\leq 0,15 \text{ cmol}_c/\text{dm}^3$ ). Os níveis de potássio foram baixos (16 a 40  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) na caroba e médios (41 a 70  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) nas outras espécies, com exceção das análises do solo da espinheira, cujos valores foram altos – 77  $\text{mg}/\text{dm}^3$  na camada de 0-20 cm e 71  $\text{mg}/\text{dm}^3$  na de 20-40 cm. Em todas as análises do solo das referidas espécies os níveis de fósforo foram muito baixos. A soma de bases (SB) também foi considerada baixa, com exceção do solo da espinheira, onde os níveis foram médios (1,81-3,60  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ).

Na camada de 0-20 cm, os níveis de capacidade de troca catiônica efetiva (t) foram médios (2,31 a 4,60  $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ ) nos solos de espinheira-santa, angico, caroba e guaçatonga; nas outras espécies os níveis foram baixos. Quanto à CTC a pH 7,0 (T), o solo ao redor das espécies canela, guaçatonga e espinheira tem nível baixo, enquanto o das outras espécies possui nível bom. Com exceção de espinheira e guaçatonga, a saturação de bases (%) estava em níveis considerados muito baixos ( $\leq 20,0 \%$ ), sendo os menores valores obtidos em solos coletados em indivíduos de caroba e negramina, caracterizando solos distróficos. A saturação de alumínio na CTC efetiva (m) foi considerada média no solo de angico, espinheira e guaçatonga, enquanto nas outras espécies os níveis foram altos.

Os níveis de ferro foram médios (19 a 30  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) na canela e negramina, bons (31 a 35  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) no angico e altos ( $> 45 \text{ mg}/\text{dm}^3$ ) nas outras espécies; e na espinheira e guaçatonga os valores foram bem superiores aos de outras espécies. Os níveis médios (1,0 a 1,5  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ) de zinco constam dos solos de açoita-cavalo e espinheira-santa. Na espinheira, o nível de zinco foi alto ( $> 2,2 \text{ mg}/\text{dm}^3$ ); nas outras espécies os níveis foram baixos (0,5 a 0,9  $\text{mg}/\text{dm}^3$ ). Os níveis de manganês foram altos ( $> 12 \text{ mg}/\text{dm}^3$ ) em

espinheira, angico, catuaba e guaçatonga, indicando o nível crítico deste elemento; nos solos de canela e espinheira-santa os níveis foram bons (9 a 12 mg/dm<sup>3</sup>), na caroba o nível foi médio (6 a 8 mg/dm<sup>3</sup>) e na siparuna os níveis foram considerados baixos (3 a 5 mg/dm<sup>3</sup>). Quanto ao micronutriente cobre, os níveis foram considerados bons em todos os solos.

MEIRA NETO (1997), em trabalho realizado na mesma área, encontrou os seguintes valores médios de solo (0 a 10 cm de profundidade): carbono (%) = 3,66; pH = 3,86; P = 3,609 mg/dm<sup>3</sup>; K = 40,44 mg/dm<sup>3</sup>; Al = 1,704 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Ca = 0,874 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Mg = 0,323 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; H+Al = 8,726 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; SB = 1,3137 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; CTC (t) = 3,0177 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; CTC (T) = 2,170 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; e V (%) = 14,698, podendo concluir, após análise de correspondência canônica, que os teores de cálcio, magnésio, potássio e principalmente alumínio trocável foram os maiores responsáveis pela variabilidade na distribuição das espécies do estrato herbáceo-arbustivo da Mata da Silvicultura.

A aptidão edáfica pode ser usada como indicador de ecozonas ou microambientes da ocorrência de determinadas espécies medicinais, podendo ser função das características químicas do solo. Todavia, o solo é dinâmico e possui complexas inter-relações recíprocas entre seus componentes físico, químico e biológico, contendo variabilidade temporal e espacial (SPAROVECK, 1993).

Segundo VALVERDE e OCAMPO (1996), é fundamental conhecer o “habitat” ou sítios de preferência das espécies medicinais nativas, visando garantir o seu potencial medicinal, já que os fatores edafoclimáticos, e outros fatores que nem sempre estão claros, podem influenciar drasticamente a produção de princípios ativos e a manutenção do poder terapêutico.

*Determinação dos teores de nutrientes minerais (macro e micronutrientes) em nove espécies medicinais*

A composição mineral e a distribuição dos nutrientes na casca, na folha e nos galhos fornece subsídios sobre a exportação de nutrientes decorrente das colheitas, com o objetivo de manejo das nove espécies estudadas, na Mata Silvicultura. De acordo com DRUMOND et al. (1997), por meio da diagnose dos tecidos vegetais é possível inferir a demanda de nutrientes, orientando na seleção de sítios de plantio, bem como na definição dos regimes de adubação.

É bem conhecido que qualquer análise foliar somente é comparável com outra quando feita em plantas de idade fisiológica idêntica. Entretanto, as florestas inequidâneas caracterizam-se pela multiplicidade de espécies, idades, diâmetros, alturas, volumes, grupos ecofisiológicos, taxas de crescimento e produção, que influenciam, no tempo e no espaço, a composição mineral das espécies silvestres. Contudo, é importante conhecer a distribuição de nutrientes da biomassa medicinal, visando minimizar os impactos ambientais da atividade de exploração e contribuir com o equilíbrio dinâmico na implantação de novas áreas de produção.

O Quadro 3 mostra os resultados obtidos das análises de tecidos vegetais destinados a quantificar os macronutrientes (magnésio, cálcio, potássio, enxofre, fósforo e nitrogênio) e micronutrientes (zinco, ferro, cobre e manganês) em nove espécies medicinais.

As análises mostraram que existem diferenças na composição de nutrientes entre as espécies e as partes vegetais, sendo as variações de grande amplitude em alguns elementos alocados. Esses resultados estão relacionados, entre outros fatores, com a fertilidade do solo. No ecossistema natural, a ciclagem de nutrientes está em equilíbrio dinâmico; as entradas de nutrientes no solo originárias do intemperismo e da decomposição de resíduos orgânicos são equivalentes às perdas originárias da lixiviação de bases, da assimilação pelas plantas e da mineralização da matéria orgânica (CERRI et al., 2001).

Os sistemas biológicos requerem elementos químicos que dêem suporte à vida. Dentre 92 elementos químicos naturais, somente 18 são considerados essenciais (Quadro 4), sem os quais as plantas não podem crescer e completar seus ciclos, estando os resíduos orgânicos entre as principais fontes naturais deste nutrientes.

A absorção de nutrientes do solo pelas raízes dá-se por três processos: interceptação radicular, fluxo de massa e difusão. O sistema radicular, ao desenvolver-se, encontra-se com os nutrientes, que podem ser absorvidos pelo processo de interceptação radicular. A água está constantemente sendo absorvida, movendo-se até a superfície das raízes e penetrando nela, arrastando diversos solutos, que são absorvidos pelo processo do fluxo de massa. Por causa da absorção de nutrientes, cria-se o gradiente de concentração na solução do solo próximo da superfície das raízes, daí porque o fluxo de massa atende quase que completamente às necessidades da planta (PRIMAVESI, 1990). Os resultados em termos de umidade do solo mostraram que existe

**Quadro 3** – Valores médios das análises de nutrientes de açoita-cavalo (*Lueha grandiflora*), angico (*Anandenanthera colubrina* var. *cebil*), canela (*Ocotea odorifera*), catuaba (*Trichilia catigua*), caroba (*Jacaranda macrantha*), espinheira (*Maytenus aquifolia*), espinheira-santa (*Maytenus robusta*), guaçatonga (*Casearia sylvestris*) e negramina (*Siparuna guianensis*) – espécies medicinais estudadas na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

Espécies vegetais	Partes	Zn	Fe	Cu	Mn	Mg	Ca	K	S	P	Ni	No
		(mg/kg)				(dag/kg)						
Angico	Cascas	13,933	65,533	2,517	825,333	0,087	1,840	2,833	0,062	0,026	0,054	1,069
Açoita	Folha	13,617	675,583	12,883	2497,917	0,338	0,802	9,167	0,198	0,099	0,031	2,107
	Galho	70,200	103,833	18,900	764,683	0,382	0,630	7,917	0,056	0,041	0,038	0,746
	Casca	54,950	113,050	9,967	184,683	0,353	1,767	5,417	0,037	0,024	0,010	0,848
Canela	Folha	14,467	240,383	9,683	83,583	0,116	0,678	5,625	0,149	0,068	0,013	1,860
	Galho	22,033	163,250	8,400	227,133	0,036	0,509	8,583	0,089	0,054	0,006	1,069
	Casca	8,417	51,000	6,550	156,550	0,021	1,300	4,167	0,161	0,031	0,002	1,134
Caroba	Folha	16,883	335,250	14,750	15,283	0,147	0,234	5,417	0,128	0,115	0,002	2,715
	Galho	20,950	66,783	10,317	55,033	0,080	0,201	8,083	0,101	0,093	0,005	0,971
Catuaba	Folha	23,850	452,067	15,367	139,817	0,323	0,980	14,792	0,209	0,094	0,043	2,551
	Galho	28,317	136,783	9,433	42,400	0,135	0,562	9,167	0,119	0,061	0,073	0,903
Espinheira-santa	Folha	18,300	226,217	8,717	139,150	0,645	0,563	10,833	0,186	0,065	0,012	1,630
	Galho	13,783	104,617	9,217	42,183	0,127	0,278	3,167	0,079	0,048	0,003	0,830
Espinheira	Folha	15,350	168,750	8,150	692,250	0,830	0,464	46,875	0,160	0,078	0,003	1,840
	Galho	15,050	194,000	12,500	1149,50	0,236	0,523	11,875	0,105	0,037	0,004	1,013
Guaçatonga	Folha	46,967	381,733	12,883	228,267	0,409	0,789	31,250	0,200	0,125	0,021	2,877
	Galho	71,367	65,017	10,583	153,767	0,174	0,889	14,000	0,081	0,060	0,005	0,880
Negramina	Folha	19,000	337,350	11,267	2766,667	0,814	1,225	13,333	0,149	0,090	0,024	2,850
	Galho	29,717	107,333	5,783	109,183	0,179	0,420	5,667	0,071	0,046	0,011	1,273

**Quadro 4** – Elementos essenciais ao crescimento vegetal e respectivas fontes

Macronutrientes (> 0,1% da matéria seca da planta)		Micronutrientes (<0,1% da MS da planta)
Ar e Água	Solos	Solos
Carbono (CO <sub>2</sub> )	Nitrogênio (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Ferro (Fe <sup>2+</sup> )
Hidrogênio (H <sub>2</sub> O)	Fósforo (H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	Manganês (Mn <sup>2+</sup> )
Oxigênio (O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O)	Potássio (K <sup>+</sup> )	Boro (HBO <sub>3</sub> )
	Cálcio (Ca <sup>2+</sup> )	Zinco (Zn <sup>2+</sup> )
	Magnésio (Mg <sup>2+</sup> )	Cobre (Cu <sup>2+</sup> )
	Enxofre (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	Cloro (Cl <sup>-</sup> )
		Cobalto (Co <sup>2+</sup> )
		Molibdênio (MoO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )
		Níquel (Ni <sup>2+</sup> )

Fonte: adaptado de CERRI et al. (2001).

diferença entre os locais de coleta e os teores de umidade do solo. As coletas realizadas em parcelas localizadas nas baixadas tiveram menor valor na porcentagem de umidade (17,3 a 19,%), enquanto nas parcelas localizadas em locais mais altos e acidentados os valores ficaram entre 23,37 a 27,63%. As baixadas, na Mata da Silvicultura, são formadas pelo solo Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico fase terraço, sendo este mais fértil, menos ácido e com baixos teores de alumínio trocável. Nas porções mais altas e inclinadas ocorre o Latossolo Vermelho-Amarelo Álico (CORRÊA, 1984; MEIRA-NETO, 1997). As variações no teor de umidade devem ser decorrentes da baixa permeabilidade dos solos de terraço, muito planos e argilosos, com drenagem deficiente nesses sistemas; em algumas épocas do ano, isso faz com que haja grande concentração de compostos de manganês, segundo RESENDE (1988), lembrando que os gnaisses, material de origem, são ricos em manganês. Isso confirma os resultados da análise de solo da população de *Maytenus aquifolia*, localizada em área de baixada, cujos valores foram extremamente altos quanto ao manganês no solo. Os galhos mostraram valores altos de manganês. Por outro lado, na análise foliar da espécie negramina (*Siparuna guianensis*), em todas as repetições, foram detectados valores excessivos de manganês, indicando níveis críticos segundo os padrões aceitos, sendo muito maiores que os valores encontrados nas espécies perenes. Já nos solos de negramina ocorrem os menores valores de manganês, indicando retranslocação deste nutriente. No açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*) também os valores de manganês são altos nas folhas, enquanto nos solos os níveis foram classificados como bons

na camada de 0-20 cm e altos na camada de 20-40 cm. De acordo com KIEHL (1985), em solos ácidos e ricos em manganês pode ocorrer toxidez causada pelo excesso do micronutriente. Contudo, não foi constatado nenhum sintoma de toxidez nessas espécies. Conforme YUYAMA et al. (1997), geralmente, as frutas e as hortaliças são boas fonte de manganês, entretanto isso depende do conteúdo deste elemento no solo. TAIZ e ZEIGER (1991) discutem a classificação em macronutrientes e micronutrientes, considerando que esta classificação dificulta justificar fisiologicamente os casos de plantas que têm tanto ferro ou manganês como enxofre ou magnésio.

O manganês ativa inúmeras enzimas nas células vegetais, entre elas as descarboxilases e desidrogenases, que estão envolvidas no metabolismo primário e secundário. Em folhas de soja a carência de manganês reduz o teor de carotenóides, substâncias classificadas como tetraterpenos, que atuam como pigmentos acessórios na fotossíntese e agentes fotoprotetores dos tecidos fotossintéticos (TAIZ e ZEIGER, 1991; PRIMAVESI, 1990).

O zinco, outro microelemento analisado, esteve presente em maiores concentrações nos galhos de açoita-cavalo e guaçatonga; altos valores de ferro foram constatados nas folhas de açoita-cavalo, caroba, catuaba, guaçatonga e negramina; o cobre mostrou baixos teores em todas as espécies, sendo o menor valor observado nas cascas de angico. O magnésio esteve presente em baixas concentrações no angico e na canela, estando os resultados de canela abaixo daqueles encontrados por DRUMOND et al. (1997). Os maiores conteúdos de cálcio foram obtidos nas cascas de angico, açoita-cavalo e canela, porém nas folhas de negramina os valores estão próximos ao das cascas. Os menores teores de enxofre foram encontrados nas cascas de Açoita-cavalo (0,037 dag/kg), e os maiores, nas folhas de açoita-cavalo e guaçatonga. O fósforo, em comparação com os valores de referência citados por MARTINEZ et al. (1999), mostrou valores muito baixos nas análises dos tecidos vegetais, havendo menores teores nas cascas. O nitrogênio total (nitrato + nitrogênio orgânico) foi maior em folhas de negramina, guaçatonga, catuaba e caroba. Os teores de potássio podem ser considerados altos nas folhas de catuaba, espinheira-santa e negramina e muito altos nas folhas espinheira, guaçatonga.

HEINRICHS e MALAVOLTA (2000), analisando a composição mineral da erva-mate (*Ilex paraguariensis*), constataram que os elementos em maior concentração na matéria seca foram o magnésio e o manganês; na infusão da

erva-mate encontraram altas concentrações de potássio, magnésio e manganês, intermediárias concentrações de enxofre, cálcio e fósforo e baixas de alumínio.

As diferenças nas concentrações de nutrientes, entre as espécies, e a distribuição entre as partes vegetais permitem reconhecer as estimativas de exportação de nutrientes, no caso das colheitas de partes medicinais. Por outro lado, traz informações sobre a retranslocação de nutrientes, do solo à planta e vice-versa. Nos plantios de enriquecimento devem-se privilegiar espécies que possam contribuir com a fertilidade do solo, por meio da ciclagem, bem como equilibrar as demandas nutricionais. De acordo DRUMOND et al. (1997), em plantios mistos, é aconselhado usar espécies mais exigentes em determinados nutrientes próximas de outras menos exigentes.

## **II. Análise Qualitativa de Metabólitos Secundários**

A técnica cromatográfica em camada delgada (CCD) é utilizada para muitos fins, principalmente relacionada com o controle de qualidade, pois fornece informações básicas sobre a caracterização fitoquímica das espécies medicinais e aromáticas, sendo por isso empregada em indústrias de alimentos, cosméticos, laboratórios, etc. (SIQUEIRA et al., 1987). Esta técnica é piloto de outras análises cromatográficas mais refinadas, com algumas vantagens sobre outros métodos, incluindo simplicidade de equipamentos, baixo custo e rapidez nas análises (WITKIEWICZ e BLADEK, 1986).

Nas espécies medicinais nativas, a cromatografia em camada delgada é particularmente importante no avanço do conhecimento fitoquímico dessas espécies, considerando a falta de informações quanto à presença de metabólitos secundários. Assim, esses estudos básicos podem revelar a existência de gradientes químicos na distribuição de princípios ativos nos vegetais, relacionados com os fatores ecológicos e fisiológicos.

As análises comparativas mensais da presença dos metabólitos secundários nas espécies medicinais estão ilustradas nas Figuras 10 a 17. Os resultados mostraram que existem diferenças na produção de metabólitos nos espécimens analisados, e ocorreram particularidades em função de microambientes, fenologia, idades, pressões de herbivoria, além dos fatores genéticos.

Os métodos utilizados foram eficientes na análise qualitativa de flavonóides, terpenos, alcalóides e saponinas. A maior dificuldade foi desenvolver

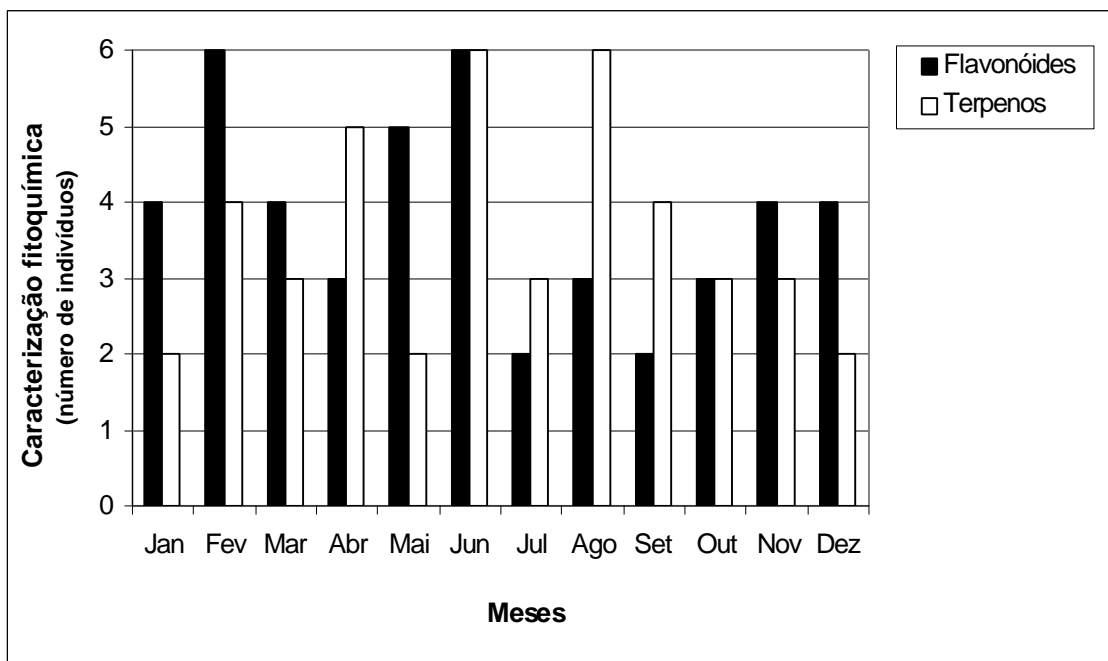
os sistemas de solventes. Em muitas espécies medicinais e aromáticas, principalmente naquelas de maior valor comercial e aquelas que historicamente são empregadas na fitoterapia, que incluem mentas (*Mentha* spp.), alecrim (*Rosmarinus officinalis*), ginko (*Ginkgo biloba*), dedaleira (*Digitalis purpurea*) e outras, é possível encontrar as descrições dos melhores sistemas de solventes de cromatografia em camada delgada (WAGNER e BLADT, 1995).

DAVYT et al. (1991), estudando a caracterização fitoquímica de 22 espécies utilizadas na medicina popular do Uruguai, por meio da CCD, encontraram 12 resultados positivos quanto a alcalóides; sete espécies mostraram a presença de saponinas e taninos e todas com resultados positivos de flavonóides. LEITE et al. (1999), por meio da CCD, identificaram grupos químicos de relevância terapêutica na tintura de sete-sangrias (*Cuphea carthagenensis*), estando entre eles os taninos, flavonóides e esteróides.

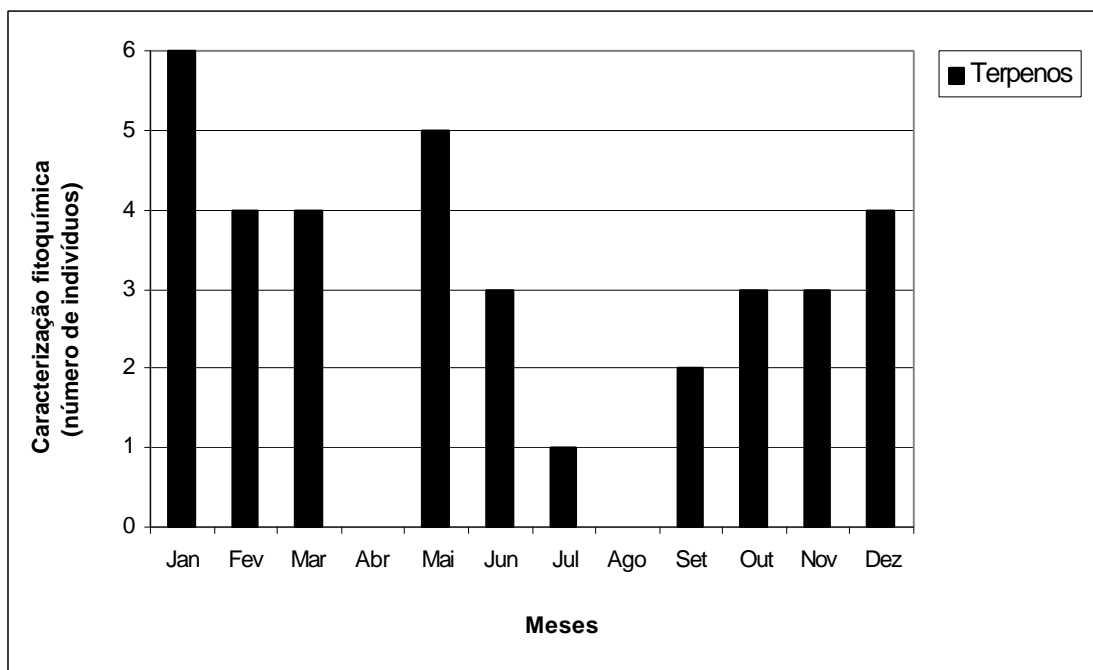
Nas análises dos extratos de açoita-cavalo e catuaba foi constatado que os flavonóides e terpenos estão presentes em todas as amostras coletadas nos meses analisados. Porém, nas outras espécies foi possível identificar a existência da variabilidade química sazonal, em função da época de coleta. Em *Maytenus aquifolia*, por exemplo, observou-se oscilação na produção dos metabólitos analisados, podendo, provavelmente, haver correlação entre a produção de terpenos e a de flavonóides nesta espécie. Entretanto, esse comportamento não ocorreu em *Maytenus robusta*, em que flavonóides não estão presentes na primavera.

De acordo com TIBERTI et al. (2000), a cromatografia em camada delgada, com o uso de reveladores específicos, permitiu identificar flavonóides presentes em *Maytenus aquifolia* e *M. ilicifolia*, sendo estes derivados de quercetina e kaempferol.

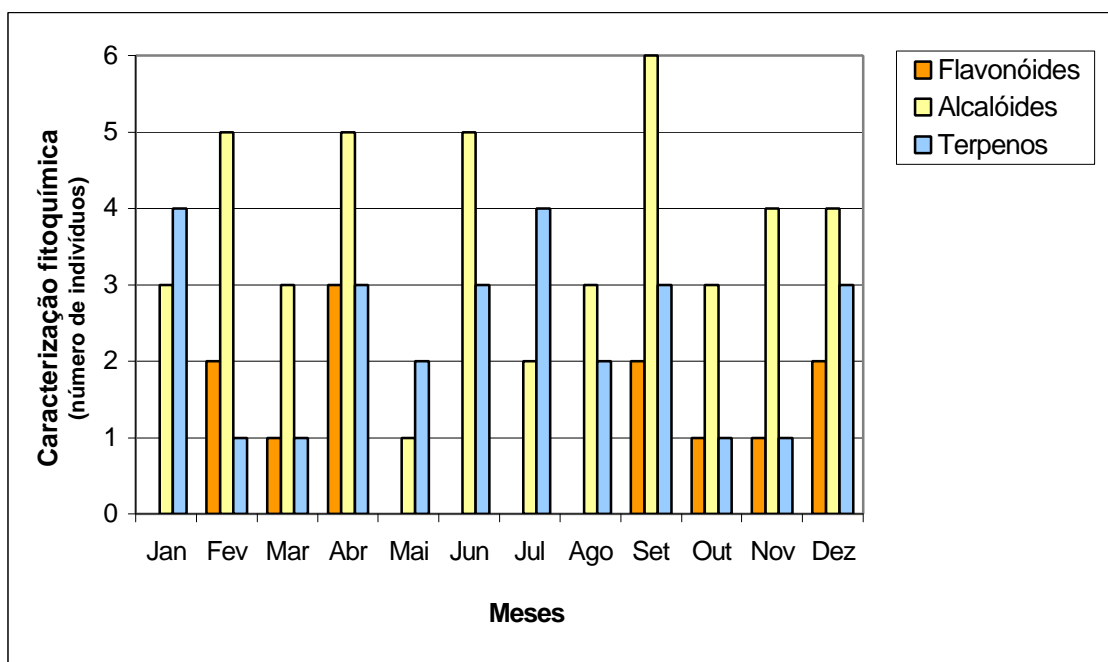
Segundo SHARAPIN (1999), a cromatografia em camada delgada é técnica segura de identificação de drogas, possibilitando a identificação de extratos vegetais. O perfil cromatográfico também pode ser comparado com o perfil da droga autêntica. Contudo, deve-se caracterizar também a variabilidade química das espécies medicinais, que reflete a qualidade da matéria-prima, sendo de grande importância no processo de industrialização de plantas medicinais. WAGNER e BLADT (1995) ressaltam que a CCD fornece o 'fingerprint' ou a digital de extratos vegetais, podendo ser usada na análise de drogas combinadas e em preparações fitoterápicas.



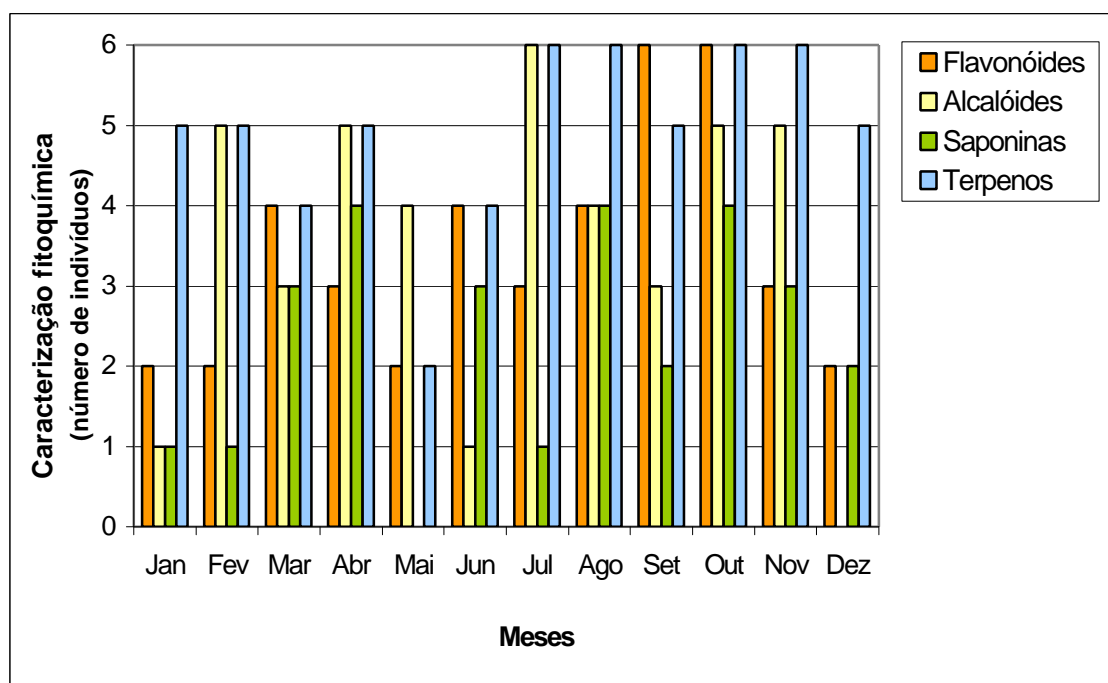
**Figura 10** – Análise de cromatografia em camada delgada para caracterização fitoquímica dos extratos etanólicos de açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*).



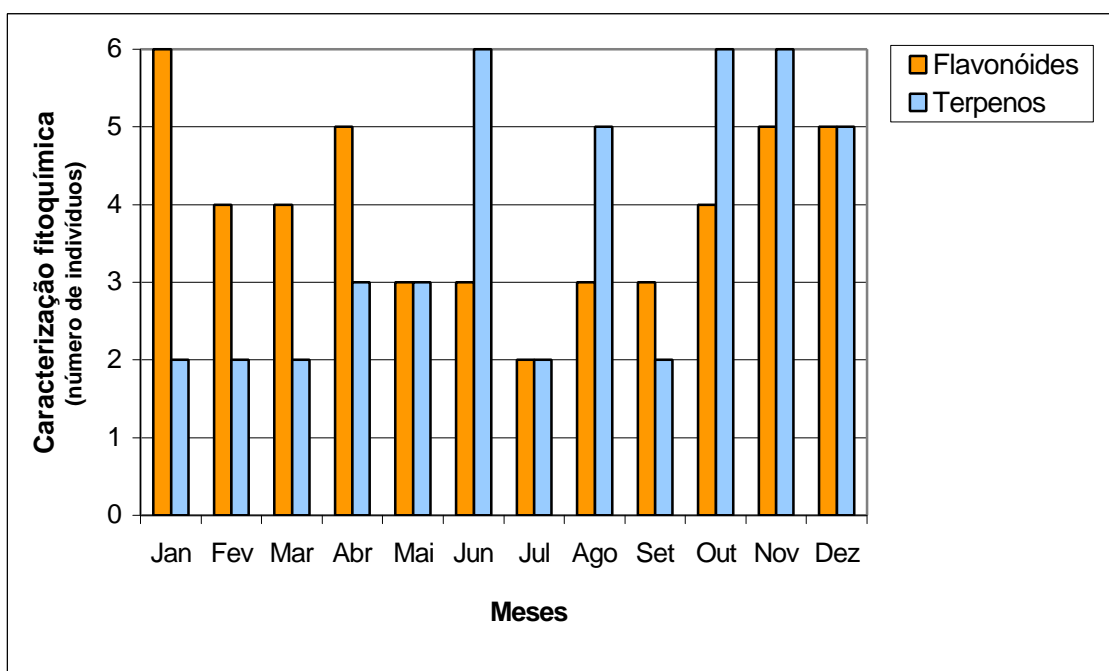
**Figura 11** – Análise de cromatografia em camada delgada para caracterização fitoquímica dos extratos etanólicos de angico (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*).



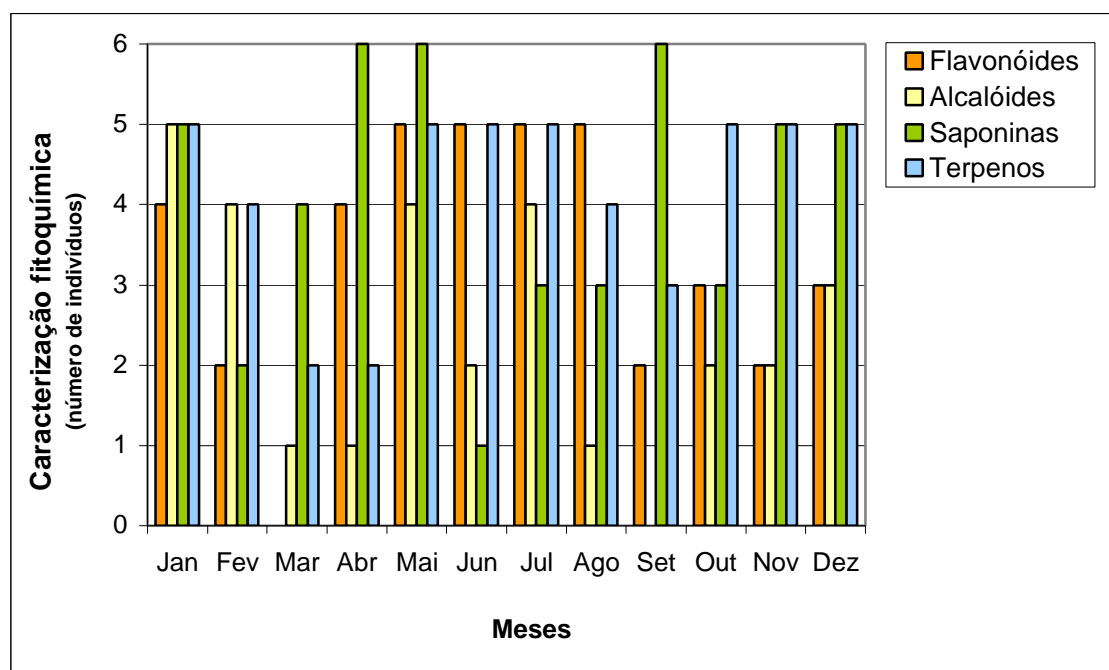
**Figura 12** – Análise de cromatografia em camada delgada para caracterização fitoquímica dos extratos etanólicos de canela (*Ocotea odorifera*).



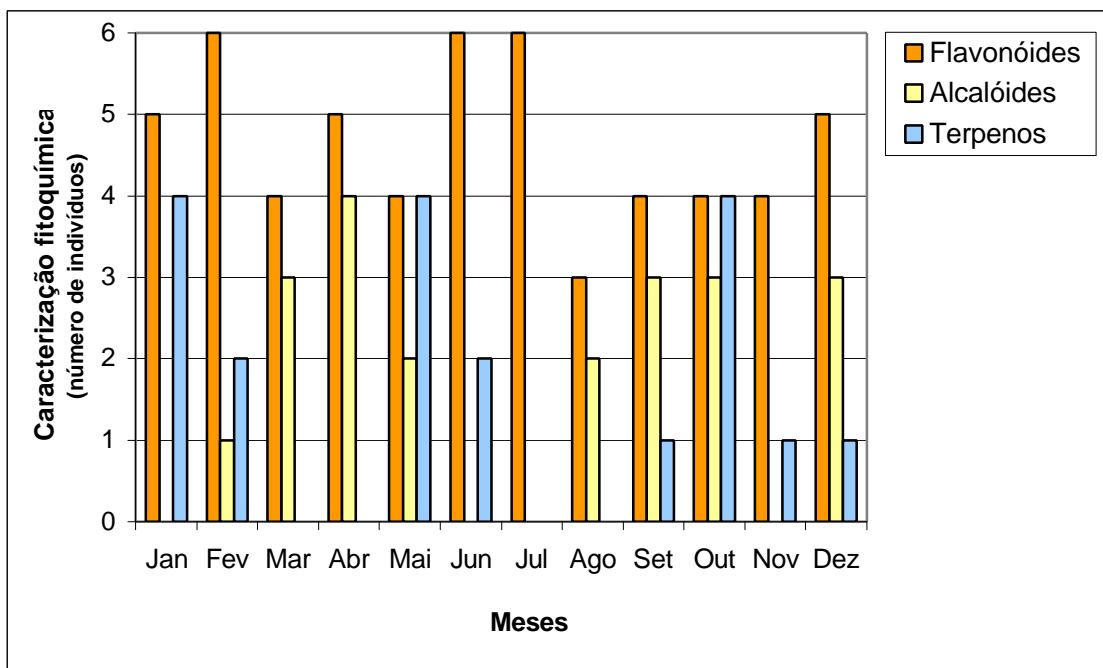
**Figura 13** – Análise de cromatografia em camada delgada para caracterização fitoquímica dos extratos etanólicos de caroba (*Jacaranda macrantha*).



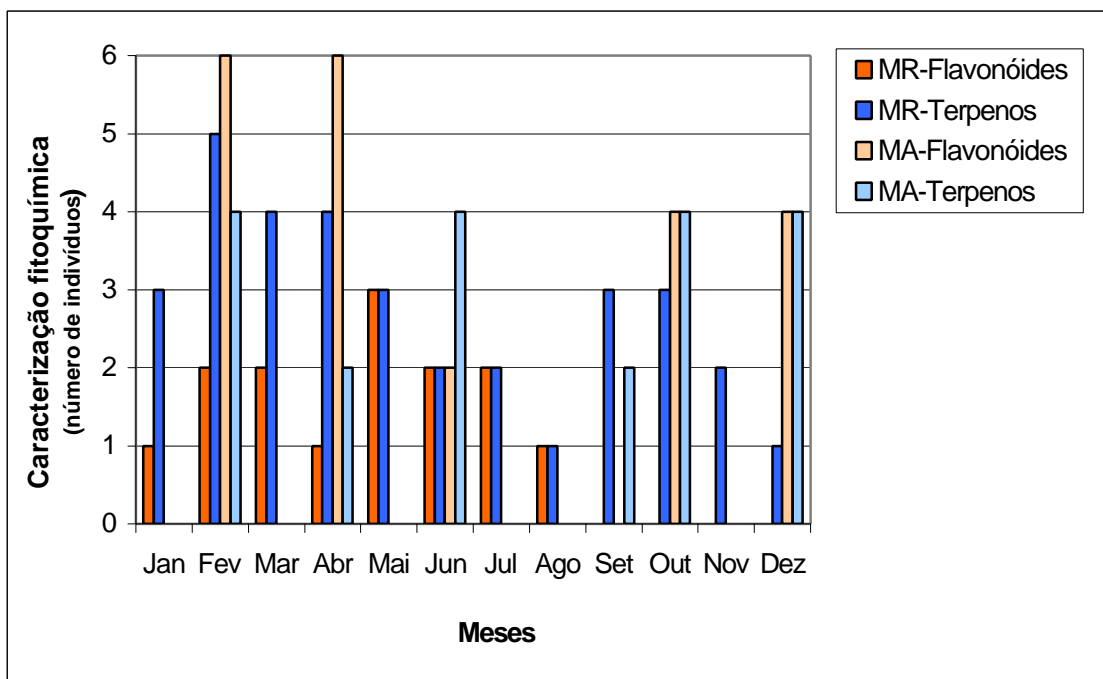
**Figura 14** – Análise de cromatografia em camada delgada para caracterização fitoquímica dos extratos etanólicos de catuaba (*Trichilia catigua*).



**Figura 15** – Análise de cromatografia em camada delgada para caracterização fitoquímica dos extratos etanólicos de guaçatonga (*Casearia sylvestris*).



**Figura 16** – Análise de cromatografia em camada delgada para caracterização fitoquímica dos extratos etanólicos de Negramina (*Siparuna guianensis*).



**Figura 17** – Análise de cromatografia em camada delgada para caracterização fitoquímica dos extratos etanólicos de espinheira-santa (*Maytenus robusta*) e espinheira (*Maytenus aquifolium*).

### III. Correlação de Pearson entre a Produção de Metabólitos Secundários e os Parâmetros Edafoclimáticos

Os resultados das análises de correlação de Pearson, referentes a teor de óleo essencial e parâmetros edafoclimáticos, se encontram nos Quadros 5 e 6, para canela (*Ocotea odorifera*); Quadros 7 e 8, para catuaba (*Trichilia catigua*); Quadros 9 e 10, para guaçatonga (*Casearia sylvestris*); e Quadros 11 e 12, para negramina (*Siparuna guianensis*).

Entre os parâmetros climáticos analisados, a radiação teve correlação negativa com o teor de óleo essencial nos galhos de negramina, entretanto em canela a radiação mostrou correlação positiva com o teor de óleo nas cascas, como também a pluviosidade. Catuaba e guaçatonga com pluviosidade tiveram correlação negativa como teor de óleo nos galhos e nas folhas, respectivamente. Também na catuaba a umidade do ar e a temperatura se correlacionaram negativamente com o teor de óleo nos galhos, ao passo que na guaçatonga a correlação foi positiva com a umidade do ar e o conteúdo de óleo nos galhos. Entre as partes vegetais, houve correlação positiva com o teor de óleo nos galhos e nas cascas; na catuaba a correlação não foi significativa, embora tenha sido positiva, e esse mesmo comportamento foi observado em guaçatonga; em negramina, houve correlação positiva alta com o teor de óleo nas folhas e nos galhos.

Os nutrientes decorrentes da decomposição da serrapilheira, presentes no horizonte A do solo, são disponibilizados à planta, de maneira geral, em tempo menor do que aquele que separa as estações do ano (120 dias). Segundo ZOU et al. (1995), o alto fluxo de elementos provenientes da decomposição da serrapilheira é determinado principalmente nos 100 primeiros dias.

As correlações positivas mais altas foram determinadas pelo conteúdo de ferro e óleo nas folhas de Canela; já o conteúdo de potássio teve correlação negativa com o teor de óleo nas cascas. O fósforo, em Catuaba, mostrou correlação negativa com o teor de óleo essencial nos galhos; em Guaçatonga, o fósforo e o cálcio mostraram correlação positiva com o teor de óleo nas folhas, quanto aos galhos o conteúdo de fósforo teve correlação negativa. Em Negramina não houve correlação significativa entre os elementos minerais e o teor de óleo essencial.

Os elementos químicos possuem várias funções nas plantas, como componentes estruturais de metabólitos, ativadores enzimáticos, armazenamento e transferência de energia, metabolismo de ácidos orgânicos, síntese de metabólitos primários e secundários (TAIZ e ZEIGER, 1991).

De acordo com PRIMAVESI (1990), a produção de metabólitos secundários pode ser influenciada pela concentração de qualquer nutriente; assim, verifica-se que a deficiência de boro aumenta a produção de alcalóides nas plantas de fumo (*Nicotiana tabacum*).

Os resultados das correlações de Pearson, entre o teor de tanino e os parâmetros edafoclimáticos, em angico (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*), açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*) e caroba (*Jacaranda macrantha*), se encontram nos Quadros 13 a 18.

No angico, pode-se constatar que os parâmetros climáticos não mostraram correlações significativas quanto ao teor de tanino (Quadro 13). Entre os nutrientes, o magnésio teve correlação negativa, significativa, mais alta com o teor de tanino (Quadro 14). O teor de tanino nas folhas de açoita-cavalo mostrou correlação positiva com o teor de tanino nos galhos, e este com o teor de tanino nas cascas. A umidade e a temperatura do vegetal mostraram correlação negativa com o teor de tanino dos galhos e das cascas; a radiação e a pluviosidade mostraram correlação negativa com o tanino (Quadro 15). Quanto aos nutrientes, o conteúdo de ferro está associado com o teor de tanino nas folhas, enquanto o nitrato e o manganês foram os elementos que mostraram correlação positiva com o tanino dos galhos. A correlação negativa significativa foi observada entre teor de tanino nas folhas e conteúdo de magnésio e cálcio; teor de tanino nos galhos e conteúdo de cálcio e potássio; e, nas cascas, foram o magnésio, o fósforo e o nitrogênio orgânico que mostraram correlação negativa com o teor de tanino (Quadro 16).

Na caroba, verificou-se que a umidade e a temperatura ambiente mostraram correlação positiva com o teor de tanino nas folhas; nos galhos todos os parâmetros climáticos estiveram associados positivamente com a produção de tanino (Quadro 17). O potássio mostrou correlação positiva com a produção de tanino nas folhas, já o manganês, o enxofre e o nitrato mostraram significativa correlação negativa (Quadro 18).

Nos Quadros 19 e 20 estão os resultados de produção de friedelina e as correlações com os parâmetros edafoclimáticos na espinheira (*Maytenus aquifolia*). A associação positiva significativa foi mostrada entre a produção de friedelina nas folhas e a radiação. Os conteúdos de zinco, manganês e fósforo também estiveram associados positivamente com a produção de friedelina nas folhas, enquanto nos galhos foram os conteúdos de magnésio e o fósforo.

Em espinheira-santa (*Maytenus robusta*) foi observada a associação positiva entre a produção de friedelina nas folhas e a umidade do ar; nos galhos, com exceção da radiação, os outros parâmetros mostraram significativa correlação negativa com a produção de friedelina (Quadro 21). O zinco e o fósforo mostraram correlação negativa com a friedelina nas folhas, enquanto nos galhos foram o ferro, o potássio e o fósforo, com associação negativa; o enxofre se correlacionou positiva e significativamente com a produção de friedelina nos galhos (Quadro 22).

Tanto os parâmetros microclimáticos quanto os edáficos responderam pela variação na produção de metabólitos secundários. RAO et al. (1998) também verificaram correlação entre a produção de látex em seringueira (*Hevea brasiliensis*) e as condições meteorológicas, havendo associação negativa entre temperatura ambiente, insolação (número de horas) e evapotranspiração com a produção de látex, enquanto a pluviosidade mostrou correlação positiva.

Em *Quassia amara*, tecnicamente manejada nas florestas tropicais da Costa Rica, visando produção de quasinóides, substância inseticida, VILLALOBOS et al. (2000) verificaram que há tendência de ocorrer menores conteúdos desse metabólito secundário nas populações que dispõem de maior radiação; assim, os quasinóides provavelmente são produzidos em maiores quantidades em condições desfavoráveis de crescimento, sendo substâncias de defesa e estratégia comum nas espécies que crescem no sub-bosque tropical.

A fitoquímica da comunidade é determinada rusticamente pela composição de espécies e mais polidamente pelos atributos ambientais do habitat, os bióticos e abióticos. Os metabólitos secundários de plantas têm sido divididos em duas categorias: 1ª) os monoméricos têm sido referidos como toxinas, assim como defesas qualitativas, ou defesas móveis, sendo caracterizados pelos compostos com relativo baixo peso molecular, que usualmente são produzidos em pequenas quantidades, estando entre eles os terpenos, as furanocuramarinas, os ácidos fenólicos, os fenilpropanóides e os flavonóides; e 2ª) os compostos poliméricos possuem peso molecular relativamente alto e geralmente são produzidos em grandes quantidades, incluindo-se neste grupo os taninos e as ligninas. Os compostos monoméricos são facilmente decompostos na serrapilheira, ao contrário dos poliméricos, que estão correlacionados negativamente com a taxa de decomposição (HORNER et al., 1988).

A caracterização ecológica de espécies silvestres com potencial de manejo deve se basear nas investigações que permitam reconhecer o nicho ecológico da espécie, especialmente no caso das plantas medicinais e aromáticas, em que as inter-relações resultam na produção de metabólitos secundários desejáveis. Dessa forma, é indispensável haver melhor compreensão dos efeitos microclimáticos, das propriedades dos solos florestais, bem como do potencial de incorporar as espécies potenciais, em sistemas de produção e manejo.

**Quadro 5** – Estimativa dos coeficientes de correlação entre produção de óleo essencial e condições microclimáticas observadas em indivíduos de canela (*Ocotea odorifera*), na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

	OLF (%)	OLG (%)	OLC (%)	Umid. ar (%)	T. Amb. (°C)	Radiação (Lux)	Temp.Veg. (°C)	Pluv. (mm)
OLF (%)	1,00							
OLG (%)	0,1478	1,00						
OLC (%)	0,3350	0,5223**	1,00					
Umid. ar (%)	0,3548*	0,0934	0,1147	1,00				
T. Amb. (°C)	0,3029	0,2867	0,2730	0,7090**	1,00			
Radiação (Lux)	0,0382	0,4274*	0,5906**	0,0189	0,5306**	1,00		
Temp.Veg. (°C)	0,3747*	0,3263	0,3262	0,7180**	0,9865**	0,5271**	1,00	
Pluv. (mm)	0,3289	0,4477*	0,5426**	0,6230**	0,9182**	0,6226**	0,9365**	1,00

\*\* 1% de significância pelo teste t.

\* 5% de significância pelo teste t.

**Quadro 6** – Estimativa dos coeficientes de correlação entre produção de óleo essencial e condições edáficas observadas em indivíduos de canela (*Ocotea odorifera*), na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

	OLF (%)	OLG (%)	OLC (%)	Zn	Fe	Cu	Mn	Mg	Ca	K	S	P	Ni	N. org.
OLF (%)	1,00													
OLG (%)	0,1478	1,00												
OLC (%)	0,3350	0,5223**	1,00											
Zn	0,1853	0,1352	0,2382	1,00										
Fe	0,6494**	-0,2456	0,1545	-0,0567	1,00									
Cu	0,0447	0,0701	0,0389	-0,1578	0,0117	1,00								
Mn	-0,2137	-0,0719	0,2014	-0,1312	-0,1378	0,0543	1,00							
Mg	-0,2690	0,2778	0,2883	-0,1520	-0,3404	0,0190	0,6163**	1,00						
CA	-0,2445	0,2743	0,3498*	-0,0418	-0,2557	-0,1124	0,2136	0,6620**	1,00					
K	-0,4733**	-0,4248*	-0,6933**	0,0320	-0,2605	0,0162	-0,2402	-0,2549	-0,1042	1,00				
S	0,1289	0,1246	0,1868	0,2764	-0,0498	-0,2307	-0,5052**	-0,3961*	0,0865	-0,0604	1,00			
P	-0,1968	0,3590*	0,3436*	-0,0178	-0,1383	0,0930	0,2313	0,6533**	0,7528**	-0,0279	-0,1665	1,00		
Ni	-0,1499	0,3838*	0,3903*	-0,1308	-0,0953	0,1065	0,1821	0,6330	0,6745	-0,1436	-0,1409	0,9590**	1,00	
Norg	-0,1196	-0,1584	-0,3142	0,2622	-0,3263	0,2004	-0,0892	-0,0164	-0,1038	0,4831*	0,0471	0,0720	0,0177	1,00

\*\* 1% de significância pelo teste t.

\* 5% de significância pelo teste t.

**Quadro 7** – Estimativa dos coeficientes de correlação entre produção de óleo essencial e condições microclimáticas observadas em indivíduos de catigua (*Trichilia catigua*), na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

	OLF (%)	OLG (%)	Umid. ar (%)	T. Amb. (°C)	Radiação (Lux)	Temp.Veg. (°C)	Pluv. (mm)
OLF (%)	1,00						
OLG (%)	0,2171	1,00					
Umid. ar (%)	-0,0507	-0,3612*	1,00				
T. Amb. (°C)	-0,0533	-0,4313*	0,7829**	1,00			
Radiação (Lux)	-0,0015	-0,2298	-0,0403	0,3574*	1,00		
Temp.Veg. (°C)	-0,0774	-0,3796*	0,7748**	0,9756**	0,3284	1,00	
Pluv. (mm)	0,0537	-0,4618*	0,6573**	0,9025**	0,5685**	0,8954**	1,00

\*\* 1% de significância pelo teste t.

\* 5% de significância pelo teste t.

**Quadro 8** - Estimativa dos coeficientes de correlação entre produção de óleo essencial e condições edáficas observadas em indivíduos de Catigua (*Trichilia catigua*), na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

	OLF (%)	OLG (%)	Zn	Fe	Cu	Mn	Mg	Ca	K	S	P	Ni	N. org.
OLF (%)	1,00												
OLG (%)	0,2171	1,00											
Zn	0,2065	-0,1633	1,00										
Fe	-0,0729	-0,0128	-0,1891	1,00									
Cu	-0,2447	0,2488	0,0216	0,4932**	1,00								
Mn	0,0095	-0,0682	0,0829	-0,2186	-0,1675	1,00							
Mg	-0,0105	0,0228	0,0486	0,2887	0,0895	0,2952	1,00						
Ca	-0,1691	-0,0227	0,6236**	-0,1664	0,1413	-0,0685	0,0115	1,00					
K	-0,0325	-0,1949	0,0994	-0,0799	0,0857	-0,2828	0,0890	0,3398	1,00				
S	-0,1505	0,1126	0,1205	-0,6828**	-0,1656	0,3672*	-0,3234	0,2272	-0,1935	1,00			
P	0,0560	-0,3627*	0,0809	0,2290	-0,2050	0,0213	0,7300**	-0,2119	0,1260	-0,4619*	1,00		
Ni	0,3065	0,0601	-0,1918	0,0722	-0,0826	0,3656*	0,1525	-0,4321*	0,1324	-0,0963	0,1429	1,00	
Norg	-0,2831	-0,2976	0,3265	-0,3080	0,0842	-0,0524	0,1880	0,3598*	0,5361**	0,1573	0,2784	-0,0190	1,00

\*\* 1% de significância pelo teste t.

\* 5% de significância pelo teste t.

**Quadro 9** – Estimativa dos coeficientes de correlação entre produção de óleo essencial e condições microclimáticas observadas em indivíduos de guaçatonga (*Casearia sylvestris*), na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

	OLF (%)	OLG (%)	Umid. ar (%)	T. Amb. (°C)	Radiação (Lux)	Temp.Veg. (°C)	Pluv. (mm)
OLF (%)	1,00						
OLG (%)	0,1823	1,00					
Umid. ar (%)	0,0835	0,3880*	1,00				
T. Amb. (°C)	-0,1747	0,3447	0,8756**	1,00			
Radiação (Lux)	-0,1854	0,0860	-0,3696*	-0,1555	1,00		
Temp.Veg. (°C)	-0,0926	0,0542	0,2924	0,4298*	-0,1856	1,00	
Pluv. (mm)	-0,4873**	-0,0353	0,1875	0,4046	0,4988**	-0,0189	1,00

\*\* 1% de significância pelo teste t.

\* 5% de significância pelo teste t.

**Quadro 10** – Estimativa dos coeficientes de correlação entre produção de óleo essencial e condições edáficas observadas em indivíduos de guaçatonga (*Casearia sylvestris*), na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

	OLF (%)	OLG (%)	Zn	Fe	Cu	Mn	Mg	Ca	K	S	P	Ni	N. org.
OLF (%)	1,00												
OLG (%)	0,1823	1,00											
Zn	-0,4555*	0,0435	1,00										
Fe	-0,1170	-0,0478	0,1224	1,00									
Cu	-0,3679*	0,2677	0,5216**	0,2619	1,00								
Mn	-0,2464	0,2568	-0,0270	-0,2032	0,1678	1,00							
Mg	-0,4952**	-0,4547*	0,3403	-0,0711	-0,1125	0,1881	1,00						
Ca	0,4498*	0,0650	0,2931	-0,3434*	-0,1163	-0,3535*	-0,1716	1,00					
K	0,0001	0,0793	0,2067	-0,0116	0,1803	-0,5472**	-0,0824	0,1656	1,00				
S	-0,1331	0,2475	0,4944**	0,0575	0,4722**	0,3393	-0,1270	0,4315*	-0,2166	1,00			
P	0,4136*	-0,4588*	0,1310	-0,1469	-0,0332	0,0284	0,5735**	-0,3395	-0,0839	-0,4699*	1,00		
Ni	0,2501	0,2359	0,2049	-0,0955	-0,2622	-0,3167	0,0734	0,4981**	-0,0112	0,1837	-0,1100	1,00	
Norg	-0,3623*	-0,0405	0,7573**	0,0485	0,5671**	-0,1770	0,1032	0,3800*	0,3874*	0,5162**	0,1733	0,1493	1,00

\*\* 1% de significância pelo teste t.

\* 5% de significância pelo teste t.

**Quadro 11** – Estimativa dos coeficientes de correlação entre produção de óleo essencial e condições microclimáticas observadas em indivíduos de negramina (*Siparuna guianensis*), na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

	OLF (%)	OLG (%)	Umid. ar (%)	T. Amb. (°C)	Radiação (Lux)	Temp.Veg. (°C)	Pluv. (mm)
OLF (%)	1,00						
OLG (%)	0,5930**	1,00					
Umid. ar (%)	-0,0756	0,0072	1,00				
T. Amb. (°C)	-0,0895	-0,1943	0,7052**	1,00			
Radiação (Lux)	-0,3239	-0,3527*	-0,1153	0,4339*	1,00		
Temp.Veg. (°C)	-0,1388	-0,1390	0,7441**	0,9362**	0,3768*	1,00	
Pluv. (mm)	-0,0894	-0,2086	0,6390**	0,8816**	0,5883**	0,8367**	1,00

\*\* 1% de significância pelo teste t.

\* 5% de significância pelo teste t.

**Quadro 12** – Estimativa dos coeficientes de correlação entre produção de óleo essencial e condições edáficas observadas em indivíduos de negramina (*Siparuna guianensis*), na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

	OLF (%)	OLG (%)	Zn	Fe	Cu	Mn	Mg	Ca	K	S	P	Ni	N. org.
OLF (%)	1,00												
OLG (%)	0,5930**	1,00											
Zn	-0,0927	-0,1421	1,00										
Fe	0,0865	0,1370	0,4275*	1,00									
Cu	0,1500	0,1418	0,2760	0,3247	1,00								
Mn	-0,1438	-0,0852	-0,0979	-0,2543	-0,4922**	1,00							
Mg	-0,2041	-0,2262	-0,0327	-0,1700	-0,5115**	0,4943**	1,00						
Ca	-0,0530	0,0180	0,3316	0,0549	0,0379	0,2147	0,2785	1,00					
K	0,0246	0,0362	0,0590	-0,0909	0,1246	-0,4989**	0,1444	0,2590	1,00				
S	0,1387	0,1144	0,4347*	0,4425*	0,2209	0,2219	0,0109	0,5391**	-0,2240	1,00			
P	-0,2939	-0,2994	-0,1324	-0,1641	-0,2417	0,1710	0,5963**	-0,4017*	-0,0329	-0,4335*	1,00		
Ni	-0,1743	-0,2077	-0,1697	0,2508	0,1300	0,1061	-0,0272	-0,3911*	-0,2456	0,0001	0,1301	1,00	
Norg	0,0624	-0,2105	-0,0021	-0,1389	0,3337	-0,2721	0,1928	0,0479	0,3306	0,0029	0,3414	0,6701	1,00

\*\* 1% de significância pelo teste t.

\* 5% de significância pelo teste t.

**Quadro 13** – Estimativa dos coeficientes de correlação entre produção de tanino e condições microclimáticas observadas em indivíduos de angico (*Anadenanthera colubrina* var *cebil*), na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

	TANC (%)	Umid. ar (%)	T. Amb. (°C)	Radiação (Lux)	Temp.Veg. (°C)	Pluv. (mm)
TANC (%)	1,00					
Umid. ar (%)	0,0873	1,00				
T. Amb. (°C)	0,1294	0,5905**	1,00			
Radiação (Lux)	-0,4150	-0,2827	0,4185*	1,00		
Temp.Veg. (°C)	0,0756	0,6817**	0,9774**	0,3411	1,00	
Pluv. (mm)	-0,0996	0,4721**	0,9262**	0,4978**	0,9194**	1,00

\*\* 1% de significância pelo teste t.

\* 5% de significância pelo teste t.

**Quadro 14** – Estimativa dos coeficientes de correlação entre produção de tanino e condições edáficas observadas em indivíduos de angico (*Anadenanthera colubrina* var *cebil*), na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

	TANC (%)	Zn	Fe	Cu	Mn	Mg	Ca	K	S	P	Ni	N. org.
TANC (%)	1,00											
Zn	-0,1681	1,00										
Fe	0,2992	0,1705	1,00									
Cu	0,0745	0,6620**	0,2635	1,00								
Mn	-0,2130	0,1072	-0,1958	-0,2404	1,00							
Mg	-0,3426*	0,2525	-0,3666*	-0,0474	0,5141**	1,00						
Ca	0,0251	0,2128	-0,0627	0,2040	-0,3183	-0,0876	1,00					
K	-0,0017	0,5673**	-0,1865	0,5712**	0,0467	-0,0740	0,4804**	1,00				
S	-0,1411	-0,0658	-0,1067	0,3043	-0,6309**	-0,2434	0,1671	-0,4880	1,00			
P	-0,2613	-0,0526	-0,1779	-0,2764	0,1893	0,7359**	-0,3935*	-0,4710*	-0,1429	1,00		
Ni	-0,1161	-0,1117	-0,0147	-0,2962	0,1825	0,2392	-0,0731	-0,0747	-0,4227*	0,4379*	1,00	
Norg	-0,1582	0,4341*	-0,2514	0,3903	-0,0928	0,4959**	0,1218	0,2975	0,2459	0,3858*	-0,4120	1,00

\*\* 1% de significância pelo teste t.

\* 5% de significância pelo teste t.

**Quadro 15** – Estimativa dos coeficientes de correlação entre produção de tanino e condições microclimáticas observadas em indivíduos de açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*), na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

	TANF (%)	TANG (%)	TANC (%)	Umid. ar (%)	T. Amb. (°C)	Radiação (Lux)	Temp.Veg. (°C)	Pluv. (mm)
TANF (%)	1,00							
TANG (%)	0,4618*	1,00						
TANC (%)	0,3217	0,5919**	1,00					
Umid. ar (%)	0,1324	-0,3688*	-0,2080	1,00				
T. Amb. (°C)	0,0576	-0,3170	-0,2978	0,7151**	1,00			
Radiação (Lux)	0,0785	0,0098	-0,3446*	0,0347	0,4720**	1,00		
Temp.Veg. (°C)	0,0718	-0,3466*	-0,2473	0,7333**	0,9446**	0,4981**	1,00	
Pluv. (mm)	-0,0187	-0,2334	-0,3727*	0,3857*	0,7675**	0,8189**	0,7813**	1,00

\*\* 1% de significância pelo teste t.

\* 5% de significância pelo teste t.

**Quadro 16** – Estimativa dos coeficientes de correlação entre produção de tanino e condições edáficas observadas em indivíduos de açoita-cavalo (*Luehea grandiflora*), na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

	TANF (%)	TANG (%)	TANC (%)	Zn	Fe	Cu	Mn	Mg	Ca	K	S	P	Ni	N. org.
TANF (%)	1,00													
TANG (%)	0,4618*	1,00												
TANC (%)	0,3217	0,5919**	1,00											
Zn	-0,1901	0,1105	0,2913	1,00										
Fe	0,5393**	0,1716	0,2779	-0,2615	1,00									
Cu	-0,1122	0,1253	0,3033	0,8852**	-0,0222	1,00								
Mn	-0,0150	0,3439*	0,1195	0,2158	0,2122	0,0753	1,00							
Mg	-0,5616**	-0,1053	-0,3791*	0,0878	0,5552**	-0,0172	0,4453*	1,00						
Ca	-0,5340**	-0,4681*	-0,3410	0,4147*	-0,5450**	0,2837	0,0044	0,1738	1,00					
K	-0,2911	-0,5014**	-0,2725	0,2311	-0,3064	0,2336	-0,4528*	0,1002	0,3745*	1,00				
S	-0,1938	0,0480	0,0474	0,4172*	-0,3289	0,4227*	0,4308*	0,1563	0,6533**	-0,1851	1,00			
P	-0,1893	-0,1170	-0,4479*	-0,1705	-0,1130	-0,2112	0,1234	0,5875**	-0,2527	-0,0513	-0,3101	1,00		
Ni	-0,0213	0,5451**	-0,0709	0,0134	-0,1076	-0,1470	-0,1599	-0,1547	0,3798*	0,2281	0,0901	-0,1062	1,00	
Norg	-0,2851	-0,2147	-0,4609*	0,1455	-0,3204	0,1525	0,0023	0,3991*	0,4834**	0,2619	0,3977**	0,4033*	0,0473	1,00

\*\* 1% de significância pelo teste t.

\* 5% de significância pelo teste t.

**Quadro 17** – Estimativa dos coeficientes de correlação entre produção de tanino e condições microclimáticas observadas em indivíduos de caroba (*Jacaranda macrantha*), na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

	TANF (%)	TANG (%)	Umid. ar (%)	T. Amb. (°C)	Radiação (Lux)	Temp.Veg. (°C)	Pluv. (mm)
TANF (%)	1,00						
TANG (%)	0,1424	1,00					
Umid. ar (%)	0,4029*	0,3950*	1,00				
T. Amb. (°C)	0,6552**	0,4526*	0,7558**	1,00			
Radiação (Lux)	-0,0256	0,4169*	0,0934	0,4257	1,00		
Temp.Veg. (°C)	0,2838	0,6023**	0,7857**	0,8560**	0,5462**	1,00	
Pluv. (mm)	0,2306	0,4585*	0,6812**	0,7574**	0,5275**	0,8719**	1,00

\*\* 1% de significância pelo teste t.

\* 5% de significância pelo teste t.

**Quadro 18** – Estimativa dos coeficientes de correlação entre produção de tanino e condições edáficas observadas em indivíduos de caroba (*Jacaranda macrantha*), na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

	TANF (%)	TANG (%)	Zn	Fe	Cu	Mn	Mg	Ca	K	S	P	Ni	N. org.
TANF (%)	1,00												
TANG (%)	0,1424	1,00											
Zn	-0,0215	0,1335	1,00										
Fe	-0,2192	-0,1670	0,2968	1,00									
Cu	0,3351	-0,0768	0,7735**	0,2500	1,00								
Mn	-0,6410*	0,0068	0,1358	0,0683	0,0190	1,00							
Mg	-0,1185	0,0217	-0,0748	-0,1083	-0,0350	0,4864**	1,00						
Ca	-0,6330	-0,0281	0,3552*	-0,1411	0,3974*	0,4289*	0,5006*	1,00					
K	0,6840**	-0,0136	-0,0285	-0,1950	0,3262	-0,4298*	0,2476	0,2888	1,00				
S	-0,3852*	-0,0398	0,3837*	-0,0280	0,2695	0,3347	0,1878	0,6491**	0,0688	1,00			
P	0,0589	0,1677	-0,3049	-0,0876	-0,4344*	0,1597	0,5828**	-0,1726	0,0265	-0,3806**	1,00		
Ni	-0,4593*	0,0546	-0,1911	0,2548	-0,4689*	0,2362	0,0105	-0,3692*	-0,3306	-0,0911	0,2586	1,00	
Norg	0,1020	-0,0961	-0,1518	-0,1583	-0,1676	-0,1352	0,1390	0,0249	0,3433	0,2125	0,3320	-0,1600	1,00

\*\* 1% de significância pelo teste t.

\* 5% de significância pelo teste t.

**Quadro 19** – Estimativa dos coeficientes de correlação entre produção de friedelina e condições microclimáticas observadas em indivíduos de espinheira (*Maytenus aquifolia*), na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

	FRIEDF (%)	FRIEDG (%)	Umid. ar (%)	T. Amb. (°C)	Radiação (Lux)	Temp.Veg. (°C)	Pluv. (mm)
FRIEDF (%)	1,00						
FRIEDG (%)	0,3404	1,00					
Umid. ar (%)	0,1135	-0,1737	1,00				
T. Amb. (°C)	0,1891	-0,2689	0,9384**	1,00			
Radiação (Lux)	0,7996**	0,1988	0,0661	0,1939	1,00		
Temp.Veg. (°C)	0,3146	-0,2309	0,8783**	0,9738**	0,3768*	1,00	
Pluv. (mm)	0,3123	-0,3360	0,7564**	0,9052**	0,1962	0,9053**	1,00

\*\* 1% de significância pelo teste t.

\* 5% de significância pelo teste t.

**Quadro 20** – Estimativa dos coeficientes de correlação entre produção de friedelina e condições edáficas observadas em indivíduos de espinheira (*Maytenus aquifolia*), na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

	FRIF (%)	FRIG (%)	Zn	Fe	Cu	Mn	Mg	Ca	K	S	P	Ni	N. org.
FRIF (%)	1,00												
FRIG (%)	0,3404	1,00											
Zn	0,4882**	-0,1005	1,00										
Fe	0,3194	0,0765	-0,0541	1,00									
Cu	0,2053	-0,2165	0,8575**	-0,3832*	1,00								
Mn	0,4211*	-0,2800	0,6068**	0,6103**	0,2590	1,00							
Mg	0,0718	0,4435*	-0,0796	0,1727	0,8130	-0,3022	1,00						
Ca	-0,2948	-0,2735	0,2688	-0,6050**	0,6775**	-0,2315	0,1173	1,00					
K	-0,0263	-0,2448	0,3713*	-0,7592**	0,6813**	-0,2439	-0,2220	0,5650**	1,00				
S	-0,1414	-0,2605	0,2563	0,3191	0,1723	0,4522*	0,2170	0,1578	-0,4422*	1,00			
P	0,7269**	0,3594*	0,4513*	0,4597*	0,2055	0,4320*	0,1991	-0,3676*	-0,0053	-0,3283	1,00		
Ni	-0,3081	0,9620	-0,1446	-0,7522**	0,2828	-0,7703**	0,3417	0,5111**	0,5731**	-0,2297	-0,3610*	1,00	
Norg	0,1431	-0,2375	0,7848**	-0,2739	0,9388**	0,2741	0,2401	0,6008**	0,5380**	0,4058*	0,1010	0,8710	1,00

\*\* 1% de significância pelo teste t.

\* 5% de significância pelo teste t.

**Quadro 21** – Estimativa dos coeficientes de correlação entre produção de friedelina e condições microclimáticas observadas em indivíduos de espinheira-santa (*Maytenus robusta*), na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

	FRIEDF (%)	FRIEDG (%)	Umid. ar (%)	T. Amb. (°C)	Radiação (Lux)	Temp.Veg. (°C)	Pluv. (mm)
FRIEDF (%)	1,00						
FRIEDG (%)	0,0249	1,00					
Umid. ar (%)	0,3579*	-0,4592*	1,00				
T. Amb. (°C)	0,1423	-0,6960**	0,7019**	1,00			
Radiação (Lux)	-0,2582	-0,3150	-0,1535	0,3471*	1,00		
Temp.Veg. (°C)	0,1596	-0,6724**	0,7359**	0,9447**	0,2300	1,00	
Pluv. (mm)	0,1356	-0,6415**	0,4865**	0,7913**	0,5032**	0,7540**	1,00

\*\* 1% de significância pelo teste t.

\* 5% de significância pelo teste t.

**Quadro 22** – Estimativa dos coeficientes de correlação entre produção de friedelina e condições edáficas observadas em indivíduos de espinheira-santa (*Maytenus robusta*), na Mata da Silvicultura, em Viçosa-MG

	FRIF (%)	FRIG (%)	Zn	Fe	Cu	Mn	Mg	Ca	K	S	P	Ni	N. org.
FRIF (%)	1,00												
FRIG (%)	0,0249	1,00											
Zn	0,04100*	0,0729	1,00										
Fe	0,2354	-0,3834*	0,1019	1,00									
Cu	0,2329	-0,0174	0,2199	0,3455*	1,00								
Mn	0,0414	0,1846	0,0593	-0,2346	-0,2639	1,00							
Mg	-0,0685	-0,1629	0,1583	0,0235	-0,0495	0,3479*	1,00						
Ca	0,2301	0,2050	0,7117**	-0,2007	0,0322	-0,2769	0,0148	1,00					
K	0,0253	-0,3972*	-0,1024	-0,1325	0,4643*	-0,5204**	-0,0852	0,1001	1,00				
S	0,2011	0,6566**	0,2135	-0,3099	0,1122	0,2045	-0,2229	0,3997*	-0,3319	1,00			
P	-0,4022*	-0,5446**	-0,1568	0,1716	-0,3147	0,1618	0,6733**	-0,2426	-0,0270	-0,5014**	1,00		
Ni	0,0470	-0,0258	0,2787	0,2345	-0,0760	-0,0538	0,1219	0,1750	-0,4570*	-0,0142	0,1482	1,00	
Norg	0,1658	0,0953	0,1666	0,2234	0,6316**	-0,1528	0,0793	0,1196	0,4043*	0,0769	-0,1112	-0,2353	1,00

\*\* 1% de significância pelo teste t.

\* 5% de significância pelo teste t.

## CONCLUSÕES

- Foram computados 3.361 indivíduos das 11 espécies medicinais, que permitiu reconhecer a estrutura populacional, bem como avaliar aspectos ecológicos que interferem no desenvolvimento dessas espécies.
- O inventário de plantas medicinais forneceu subsídios sobre as possibilidades de exploração e manejo das plantas medicinais.
- Negramina (*Siparuna guianensis*), japecanga (*Smilax* sp.), angico (*Anadenanthera colubrina* var. *cebil*), espinheira (*Maytenus aquifolia*), cana-de-macaco (*Costus spiralis*) canela (*Ocotea odorifera*); e Catuaba (*Trichilia catigua*) foram as espécies com maior densidade populacional, estando as três primeiras amplamente distribuídas na área.
- Os valores referentes às estimativas de densidade absoluta do estoque em crescimento ou regeneração natural foram maiores em negramina, angico espinheira, catuaba e canela.
- Das 11 espécies estudadas, em nove constatou-se maior número de indivíduos representantes no estrato médio e em duas espécies – caroba (*Jacaranda macrantha*) e espinheira-santa (*Maytenus robusta*) – foi observado aumento no número de representantes no estrato superior.
- As espécies arbóreas mostraram valores decrescentes de número de indivíduos, por hectare, nas classes de diâmetros maiores.
- As colheitas periódicas das espécies medicinais arbóreas ajudaram a conceber a idéia da produção da biomassa medicinal, bem como inferir o ciclo de corte. Assim, estima-se que o ciclo de corte para folhas e galhos deve ser anual, prevendo as seguintes médias de produção por planta: açoita-cavalo (retirada de 5% folhas = 473,46 g; galhos = 578,01 g); canela (retirada de 5% = 636,12 g; galhos = 688,15 g); caroba (retirada de 20% = 413,45 g; galhos = 258,45 g); catuaba (retirada de 5% = 495,53 g; galhos = 519,15 g); espinheira (retirada de 20% = 296,77 g; galhos = 339,37 g); espinheira-santa (retirada de 5% = 371,54 g; galhos = 612,53 g); guaçatonga (retirada de 5% = 616,88 galhos = 641,27 g); e negramina (retirada de 5% = 353,54 g; galhos = 612,53 g).
- As cascas removidas de canela e açoita-cavalo iniciaram o processo de regeneração mais rapidamente que as de angico, este representado por

indivíduos de grande porte. As estimativas de produção anual de cascas, por planta, foram as seguintes: açoita-cavalo (retirada de 20% do perímetro e 2 m de comprimento = 401,24 g); angico (retirada de 5% do perímetro e 2 m de comprimento = 1813,76 g); canela (retirada de 20% do perímetro e 2 m de comprimento = 164,51 g). As cascas devem ser removidas verticalmente, acompanhando a altura do fuste; pode-se retirar de 5 a 20% do perímetro na largura, sem causar danos críticos aos indivíduos. O ciclo de corte está estimado em dois anos ou mais, dependendo da espécie e do tamanho do indivíduo. Contudo, anualmente pode ser feita a colheita de casca, devendo a remoção ser efetuada no lado contrário da primeira colheita, e assim sucessivamente. Os pontos cardeais podem orientar essa ação, ficando assim organizada: 1ª colheita: lado norte; 2ª colheita: lado sul; 3ª colheita: lado leste; e 4ª colheita: lado oeste.

- O herbivorismo foi diferenciado entre os indivíduos amostrados, sendo *Luehea grandiflora*, *Maytenus robusta* e *Jacaranda macrantha* as espécies com maiores danos foliares.
- Os resultados permitiram observar que os parâmetros climáticos recebem influências dos distintos microclimas existentes dentro das áreas amostrais, e debaixo do dossel predomina a ausência de corrente forte de ar.
- As variáveis selecionadas possibilitaram gerar 47 modelos de estimação de biomassa. Os modelos de estimativa de biomassa, nas espécies arbóreas, incluíram os diâmetros dos galhos, o comprimento dos galhos, e os pesos de matéria seca de folhas e galhos. Nas espécies herbáceas, as melhores correlações foram obtidas com as variáveis número de folhas, número de galhos, comprimento dos galhos e diâmetro na altura da base. A incorporação das teorias contribuiu com o aumento da precisão dos modelos.
- As atividades realizadas na Mata da Silvicultura possibilitaram analisar e avaliar os impactos ambientais causados nas atividades operacionais do manejo de plantas medicinais, visando gerar recursos econômicos.
- A valoração pelo preço de mercado das 11 espécies medicinais forneceu informações básicas sobre a cadeia produtiva e a demanda desses produtos.
- A variabilidade química sazonal foi observada em canela, guaçatonga, açoita-cavalo, caroba, espinheira e espinheira-santa; cada espécie possui

particularidades nas respostas ao meio ambiente, no crescimento vegetal e em outras interações que são pertinentes às áreas silvestres.

- Em virtude da maximização na produção de princípios ativos, da operacionalidade das atividades e do menor custo de produção, podem-se definir as melhores épocas de colheita de biomassa medicinal em nove espécies medicinais: canela – primavera: cascas, verão: folhas e galhos; catuaba – inverno: folhas e galhos; guaçatonga – outono e inverno: folhas; negramina – outono: folhas e galhos; angico – outono: cascas; açoita-cavalo – inverno: casca e galhos; caroba – verão: folhas; espinheira – primavera: folhas e galhos; Espinheira-santa - inverno: folhas e galhos. Em decorrência da baixa produção de princípios ativos e por não serem comercializadas, algumas partes vegetais não devem ser colhidas, objetivando reduzir a exportação de nutrientes.
- Os resultados das correlações demonstraram como a interpretação adequada da ecologia da espécie gera critérios fundamentais de manejo de espécies medicinais, visando a qualidade da matéria-prima vegetal.
- Os estudos fenológicos, cuja validade será ampliada devido à sua continuidade, contribuiu com o conhecimento da biologia reprodutiva das espécies medicinais, sendo esse aspecto fundamental na proposta de manejo.
- As características determinadas em 11 espécies medicinais revelam como o recurso pode ser aproveitado em sistemas de manejo diversificado da floresta.
- O manejo de plantas medicinais deve ser realizado com apoio técnico e científico, de maneira que novas práticas e conhecimentos aperfeiçoem e orientem as ações, a fim de que o processo tenha sustentabilidade ecológica, social e econômica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, L. C. M. *Composição florística e estrutura fitossociológica de um fragmento florestal no Jardim Botânico da Universidade Federal de Viçosa – Jardim Sul*. Viçosa: UFV, 1997.
- ALBERTON, M. D.; FALKENBERG, M. B.; MEDEIROS, J. D. Controle microscópico de qualidade de Espinheira-santa – *Maytenus ilicifolia* ex Reiss. In: JORNADA PAULISTA DE PLANTAS MEDICINAIS, 4, 1999, Ribeirão Preto, SP. *Resumos...* Ribeirão Preto: UNAERP, 1999. p. 101 (8.20)
- ALENCAR, J. da C. Fenologia de espécies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. *Acta Amazônica*, v. 9., n. 1, p. 163-198, 1979.
- ALMEIDA JÚNIOR, J. S. de. *Florística e fitossociologia de fragmentos da Floresta Estacional Semidecidual, Viçosa, Minas Gerais*. 1999, 148 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- ALMEIDA, D. S de. *Florística e estrutura de um fragmento de floresta atlântica, no município de Juiz de Fora, Minas Gerais*. 1996, 91 f. Tese (Mestrado em Ciência Florestal) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- ALMEIDA, D. S. *Florística e estrutura de um fragmento de floresta atlântica, no município de Juiz de Fora, MG*. UFV, 1996. .
- ALMEIDA, F. S. *A alelopatia e as plantas*. Londrina: IAPAR, 1988. 60 p.
- ALMEIDA, S. S. de; SILVA, M. S. da.; ROSA, N. de A. Análise fitossociológica e uso de recursos vegetais na reserva extrativista do Cajari, Amapá. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi*, v.11, n.1, p. 61-74, 1995.
- ALVAREZ V., V. H.; NOVAIS, R. F.de; BARROS, N. F. et al. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G. G.; ALVAREZ V., V. H.( Eds.). *COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação*. Viçosa, p. 25-32, 1999.
- AMADO, M.; ROCHA, I. Fibonacci e a natureza. Coimbra: *Revista de Educação e Matemática – APM*, n. 14, p. 3-6, 1990.
- ANDERSON, A. B. *Alternatives to deforestations: steps toward sustainable use*. New York, Columbia Univ. Press, 281 p. 1990.
- ANDERSON, A. B.; POSEY, D. A. Manejo de cerrado pelos índios Kayapó. *Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi*, v. 2, n. 1, p. 77-89, 1985.

- ANDRADE, F. M. C.de; CASALI, V. W. D. *Plantas medicinais e aromáticas: relação com o ambiente, colheita e metabolismo secundário*. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Fitotecnia, 1999. 139 p.
- ANTONIO, T. M.; WALLER, G. R.; MUSSINAN, C. J. Composition of essential oil from the leaves of *Siparuna guianensis* (Monimiaceae). *Chemistry and Industry*, n. 16, p. 514-515, 1984.
- ARTAXO, P. Amazônia: a floresta combate (sim) o efeito estufa. In: ARANTES, J.T. *Galileu*. Rio de Janeiro: Editora Globo, ano 9, n. 111, p. 28-29, 2000.
- ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE - AMDA.  
www.amda.org.br/interna\_informacoes\_mata.asp., 2001.
- AZEVEDO, T. *Certificação de produtos florestais não madeireiros*. Piracicaba: IMAFLORA, 2001 (Comunicação pessoal 06.09.2001).
- BARATA, L. O mercado de plantas medicinais. *Revista Agroecológica*, dez/jan, p. 17-18, 2001.
- BARBOSA, D. C. de A. Distribution of *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan seedlings in an area of the Caatinga of Northeastern Brazil. *Bolm Botânica, USP*, n. 13, p. 1-10, 1992.
- BARKER, T. C. Agroforestry in the tropical highlands. In: MACDICKEN, K. G.; VERGARA, N. T. *Agroforestry: classification and management*. Jonh Wiley & Sons Inc., 1990. p. 195-227.
- BARREIRO, E. J.; FRAGA, C. A. M. The utilization of the safrole, principal chemical constituent of sassafras oil, in the synthesis of compounds actives in the arachidonic acid cascade: antiinflammatory, analgesic and antithrombotic. *Quimica Nova*, v. 22, n.5, p. 744-759, 1999.
- BASILE, A. C.; SERTIE, J. A.; PANIZZA, S. et al. Pharmacological assay of *Casearia sylvestris*. I: Preventive anti-ulcer activity and toxicity of the leaf crude extract. *J. Ethnopharmacol*, v. 30, n. 2, p. 185-197, 1990.
- BATISTA, F.; SANTOS, L. R.; COSTA, W. F. et al. Variação sazonal de taninos em *Stryphnodendron adstringes*, (Martius) Coville. In: JORNADA PAULISTA PLANTAS MEDICINAIS, 4, 1999, Ribeirão Preto, SP, *Resumos...* Ribeirão Preto: UNAERP, 1999, p. 72 (7.03).
- BELCHIOR, P. R. M. *Estimação de volumes total, de fuste e de galhos em mata secundária no Município de Rio Vermelho-MG*. Viçosa: UFV, 1995. 75 p. (Dissertação – Mestrado em Ciência Florestal).
- BENENCIA, F; COULOMBIÉ, F. C. Immunomodulatory activities od *Trichilia glabra* leaf aqueous extracts. *Phytotherapy Research*, n.12, p. 167-171, 1998.
- BENNET, B. Plants and people of the Amazonian Rainforest. *Bioscience*, v. 42, n. 8, p. 599-607, 1992.

- BENSIMÓN, C. L. Analisis de sostenibilidad de um plan de manejo forestal: caso palcazu, Peru. *Revista Forestal del Peru*, v. 18, n. 2, p. 83-99, 1991.
- BERGEN, S. D.; BOLTON, S. M.; FRIDLEY, J. L. Design principles for ecological engineering. *Ecological Engineering*, v. 18, n. 2, p. 201-210, 2001.
- BERKENBROCK, I. S.; PAULILO, M. T. S. Efeito da luz na germinação e no crescimento inicial de *Maytenus robusta* Reiss. e *Hedyosmum brasiliense* Mart. *Revista Brasileira e Sementes*, v. 21, n. 2, p. 243-248, 1999.
- BERTONI, B. W.; PAGOTTO, L. A. Z. FRANÇA, S. C. Influência de período e condições de armazenamento no teor de fenóis totais em *Maytenus aquifolium*. In: *SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL*, 14, Florianópolis, SC. Florianópolis, SC, 1996, p. 32 (A-005).
- BERTONI, J. E. de A. *Composição florística e estrutura fitossociológica de uma floresta no interior do Estado de São Paulo: Reserva Estadual de Porto Ferreira*. Campinas: UNICAMP, 1984. 196 p.
- BEZERRA, J. A. Carga de energia. *Revista Globo Rural*, n. 181, p. 30-38, 2000.
- BIANCO, M. A.; SAVOLAINEN, H. Phenolic acids as indicators of wood tannins. *Science of the Total Environment*, v. 203, n. 1, p. 79-82, 1997.
- BINUTU, O. A.; LAJUBUTU, B. A. Antimicrobial potentials of some plant species of the Bignoniaceae family. *Afr. J. Med. Sci.*, v. 23, n. 3, p. 269-273, 1994.
- BLATT, C. T. T.; SANTOS, M. D. dos; SALATINO, A.. Flavonoids of Bignoniaceae from the "cerrado" and their possible taxonomic significance. *Pl. Syst. Evol.*, n. 210, p. 289-292, 1998.
- BOLZANI, V. da S.; YOUNG, M. C.; FURLAN, M. et al. Search antifungal and anticancer compounds from native plant species. *An. Acad. Bras. Cienc.*, v. 71, n.2, p.181-187, 1999.
- BOLZANI, V. da S.; YOUNG, M. C. M. Pedido de patente tem hora certa. São Paulo, *FAPESP/Ciências*, n. 518, 2001. s/p.
- BOLZANI, V. da S.; YOUNG, M. C. M.; FURLAN, M. et al. Search for antifungal and anticancer compounds from native plant species of Cerrado and Atlantic Forest. *An. Acad. Bras. Ci.*, v. 71, n. 2, p. 181-187, 1999.
- BORN, C. C. G. *Plantas Medicinais: conservação e desenvolvimento na Mata Atlântica*. São Paulo: Vitae Civilis, 1998. [www.alternex.com.br/~vcivilis](http://www.alternex.com.br/~vcivilis).
- BRANDÃO, M. Plantas produtoras de tanino nos cerrados mineiros. Belo Horizonte: *Inf. Agropecuário*, v. 16, n. 173, p. 33-35, 1992.

- BRANDÃO, M.; LACA-BUENDIA, J. P. O gênero *Luehea* Willd (Tiliaceae) no Estado de Minas Gerais. *Daphne*, v. 3, n.3, p. 38-45, 1993.
- BROWN, K. Approaches to valuing plant medicines: the economics of culture or the culture of economics? *Biodiversity and Conservation*, 3: 734-750. 1994.
- BROWN, K. S. J. Engenharia ecológica: novas perspectivas de seleção e manejo de plantas medicinais. *Supl. Acta Amazonica*, v. 18, n. 1-2, p. 292-303, 1988.
- BROWN, S.; LUGO, A. E. Tropical secondary forests. *Journal of Tropical Ecology*, n.6, p. 1-32, 1990.
- BRYANT, J. P.; CHAPIN, F. S.; KLEIN, D. R. Carbon/nutrient balance of boreal plants in relation to vertebrate herbivory. Copenhagen: *Oikos*, v. 40, p. 357-368, 1983.
- BRYANT, J. P.; JULKUNEN-TIITTO, R. Ontogenic development of chemical defense by seedling resin birch: energy cost of defense production. *Journal of Chemical Ecology*, v. 21, n.7, 1995. P. 883-896
- BRYANT, J. P.; DANELL, K.; PROVENZA, F. et al. Effects of mammal browsing on the chemistry of deciduous woody plants. In: Tallamy, D.W.; RAUPP, M.J. (eds). *Phytochemical induction by herbivores*. New York: Wiley, 1991. p. 357-368.
- CALEGÁRIO, N. *Parâmetros florísticos e fitossociológicos da regeneração natural de espécies arbóreas nativas no subbosque de povoamentos de Eucalyptus, no município de Belo Oriente (MG)*. UFV: Viçosa, 1993. 114 p.
- CALIXTO, J. B; CABRINI, D. A. Herbal medicine Catuama induces endothelium-dependent and -independent vasorelaxant action on isolated vessels from rats, guinea-pigs and rabbits. *Phytotherapy Research*, v. 11, p. 32-38, 1997.
- CAMARGO, F. G. de.; PEREIRA, J. A.; BUENO, V. S. et al. Ação do extrato alcoólico de Guaçatonga diluído e tamponado em subcutâneo de camundongo - Parte II - Estudo Histológico. *LECTA - USF*, v. 14, n. 1, p. 61-86, 1996.
- CAMPOS, J. F. S.; BACCHI, E. M. Estudos químicos prévios de algumas espécies de *Jacaranda*. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 14, 1996, Florianópolis, SC, *Anais...* Florianópolis, 1996, p. 194 (Q-098).
- CÂNDIDO, J. F. Cultura de espécies florestais - I (Açoita-cavalo, Araribá, Barbatimão, Ipê-preto, Sobrasil). *Documentos SIF*, n. 6, p. 1-22, 1992.
- CANIAGO, I.; SIEBERT, S. F. Medicinal plant ecology, knowledge and conservation in Kalimantan, Indonesia. *Economic Botany*, v. 52, n.3, p. 229-250, 1998.

CAPORALI, R. *Do desenvolvimento econômico ao desenvolvimento sustentável*. Curitiba: Centro de Referência em Gestão Ambiental para Assentamentos Humanos, 1997. 3 p.

CARLSON, M.; THOMPSON, R. D. Liquid chromatographic determination of safrole in sassafras-derived herbal products. *Journal of AOAC International*, v. 80, n. 5, p. 1023-1028, 1997.

CARVALHO, L. M. de; CASALI, V. W. D. *Plantas medicinais: relação com luz, estresse e insetos*. Viçosa, MG: UFV, Departamento de Fitotecnia, 1999. 148 p.

CARVALHO, P. R. F. de; FURLAN, M.; YOUNG, M. C. M. et al. Acetylated DNA-damaging clerodane diterpenes from *Casearia sylvestris*. *Phytochemistry*, v. 49, n.6, p. 16659-16662, 1998.

CARVALHO-OKANO, R. M. de. *Estudo taxonômicos do gênero Maytenus Mol. emend. Mol. (CELASTRACEAE) do Brasil extra-amazônico*. Doutor em Ciências (Biologia Vegetal) 1992. 252 p. Campinas: UNICAMP,

CASTRO, D. M. de. *Caracterização isozimática, da anatomia foliar, do óleo essencial e germinação de Leonurus sibiricus L.*. 1998, 96 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CASTRO, H. G.; CASALI, V. W. D.; BARBOSA, L. C.; CECON, P. R. Rendimento de tanino em dois acessos de carqueja (*Baccharis myriocephala* D.C.), em diferentes épocas de colheita em Viçosa-MG. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 1., n.2, p. 29-33, 1999.

CATHARINO, E. L. M. *Estudos fisionômicos-florísticos e fitossociológicos em matas residuais secundárias no município de Piracicaba, SP*. UEC, Campinas-SP, 1989. pg. 81.

CAVASSAN, O. *Florística e fitossociologia da vegetação lenhosa em um hectare de cerrado no Parque Ecológico Municipal de Bauru (SP)*. UNICAMP, SP. 1990. 78 p.

CAVASSAN, O. *Levantamento fitossociológico da vegetação arbórea da mata da Reserva Estadual de Bauru utilizando o Método de Quadrantes*. Rio Claro: UNESP, 1982.

CEMA/GTZ. *Lista Vermelha de plantas ameaçadas de extinção no Estado do Paraná*. Curitiba: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 1995.

CEMIG. *Projeto executivo, estudos florísticos e fitossociológicos. Espécies amostradas no estudo florístico da capoeira da Fazenda Registro, município de Indianópolis (MG)*. Relatório Final – Estudos Ambientais, vol. II. 1996.

CERRI, C. C.; CHAPLOT, V.; CERRI, C. E. P. *Ciclagem de nutrientes e sustentabilidade agrícola*. Piracicaba: Centro de Energia Nuclear na Agricultura, 2001 (<http://www.unicamp.br/fea/ortega/agroecol/cerri.htm>).

- CESP. *Considerações sobre as matas ciliares e a implantação de reflorestamento misto nas margens de rios e reservatórios*. São Paulo: CESP, 1987. 29 p.
- CETAAR. La Congorosa. Marcos Paz, Argentina: *Revista de Plantas Medicinales para la Salud*, ano 8, n. 15, p. 20-22, 1997.
- CETEC. *Determinação de equações volumétricas aplicáveis ao manejo sustentado de florestas nativas no Estado de Minas Gerais e outras regiões do País*. 295 p.
- CHAVEZ, H.; ESTÉVEZ-BRAUN, A.; RAVELO, A. G.; GONZALEZ, A. G. New phenolic and quinone-methide triterpenes from *Maytenus amazonica*. *J. Nat. Prod.*, v. 62, n.3, p. 434-436, 1999.
- CHEN, X.; AHN, D. Antioxidant activities of six natural phenolics against lipid oxidation induced by Fe<sup>2+</sup> or ultraviolet ligh. *JAOCS*, v. 75, n. 12, p. 1717-1721, 1998.
- CLARK, D. B.; PALMER, M. W.; CLARK, D. Edaphic factors and the landscape-scale distribuitions of tropical rain forest trees. *Ecology*, v. 80, n.8, p. 2662-2675, 1999.
- COELHO, M. de F. B. *Estudos para a conservação de recursos genéticos de plantas medicinais do entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro na Zona da Mata de Minas Gerais: uma abordagem etnobotânica*. 2000, 60 f. Dissertação (Pós-doutoramento em Plantas Mediciniais) - Departamento de Fitotecnia, Universi-dade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- COLEY, P. D. Patrones en las defensas de las plantas: porqué los herbívoros prefieren ciertas especies?. *Rev. Biol. Trop.*, v. 35, supl. 1, p. 151-164, 1987.
- CORDEIRO, P. J. M. *Deteção e caracterização dos constituintes químicos (xantinas, alcalóides e terpenóides) em extratos aquosos de "Espinheira-santa" por técnicas cromatográficas acopladas a métodos espectrométricos (HPLC-DAD e HRGC-MS)*. 1996, 135 f. Tese (Doutorado em Química Analítica) - Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- CORRÊA, A. M. da S.; WATANABE, H. M.; MELHEN, T. S. Flora polínica da Reserva do Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, Brasil). *Hoehnea*, v. 19, n. 1/2, p. 117-124, 1992.
- CORRÊA, G. F. *Modelo de evolução e mineralogia da fração argila de solos do planalto de Viçosa, MG*. 1984, 87 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- CORRÊA, M. P. *Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Inst. Bras. de Desenv. Florestal, v. 1, p. 455/p. 660; v. 3, p. 514-516, 1984.
- CORRÊA, M. P. *Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Inst. Bras. de Desenv. Florestal, Vol. IV., p.41, 158, 646, 650, 656.; v. 2, p. 59, 1984.

- CORVELHO, W. B. V. Utilização de mudas da regeneração natural em reflorestamentos com espécies nativas. Curitiba: Floresta/FUPEF, v. 20, n. 1/2, p. 6-7, 1990.
- COSTA, O. de A. Fármacoetnologia do Pariça e do YáKee. *Revista Brasileira de Farmácia*, SET/OUT, p. 273-289, 1970.
- COTTON, C. M. *Ethnobotany: principles and applications*. New York: John Wiley and Sons Ltd, p. 19-58, 1996.
- D'ALL AGNOL, L. Situação do mercado de fitoterápicos no Brasil - ABIFITO (Associação Brasileira das Indústrias de Fitoterápicos). Palestra apresentada na Reunião Técnica sobre Recursos Genéticos de Plantas Medicinais e Aromáticas: "Estratégias para Conservação e Manejo Sustentável". Brasília: Cenargen/EMBRAPA-IBAMA, 2001.
- DAILBERT, L. *Holografia*. <http://www.eba.ufmg.br/hololab.html>, 2002.
- DAVYT, D.; DELLACASA, P.; PEREIRA, P. et al. Phytochemical screening of Uruguayan medicinal plants. *Fitoterapia LXII*, n. 6, 1991. p. 519 - 523.
- DAWES, H. M.; KEENE, J. B. Phenolic composition of kiwifruit juice. *J. Agric. Food. Chem.* n. 47, p. 2398-2403, 1999.
- DE HOOGH, R. J.; DIETRICH, A. B. Avaliação do sítio para *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. Em povoamentos artificiais. Brasília: *Brasil Florestal*, n. 37, p. 19-71, 1979.
- DEL VALLE, J. I. La silvicultura: desde sus orígenes hasta el siglo XIX. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*, v. 50, n. 1, p. 103-130. 1997.
- DELGOBO, C. L.; GORIN, P. A. J.; JONES, C.; IACOMINI, M. Gum heteropolysaccharide and free reducing mono- and oligosaccharides of *Anadenanthera colubrina*. *Phytochemistry*, v. 47, n. 7, p. 1207-1214, 1998.
- DENNIS, D. T.; TURPIN, D. H. Plant physiology, biochemistry and molecular biology. London: Longman Scientific & Technical, 1990. 529 p.
- DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA. *Metodologia de Análise foliar*. Viçosa, UFV: Departamento de Fitotecnia, Laboratório de Nutrição Mineral, 1997. 17 p.
- DEREF-DEPARTAMENTO DE RECURSOS FLORESTAIS E FAUNIS. Brasília: Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), 2001 (Comunicação 10.05.2001 [deref@ibama.gov.br](mailto:deref@ibama.gov.br)).
- DI STASI, L. C. Química de produtos naturais: principais constituintes ativos. In: DI STASI, L. C. (Org.). *Plantas medicinais: arte e ciência*. Um guia de estudo interdisciplinar. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, p. 109-127, 1996.

DIÁRIO DO NORDESTE. Fitoterápicos contra impotência sexual. Fortaleza: *Diário do Nordeste*, Suplementos, 10/09/2000.

DIAS da SILVA, R. A. *Farmacopéia dos Estados Unidos do Brasil*. Ed. Nacional, 1926. p. 554.

DIAS, T. G.; BACCHI, E. M. Fração responsável pela ação antiúlcera de *Jacaranda caroba* DC. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 15, 1998, Águas de Lindóia, SP, *Anais... Águas de Lindóias*, 1998, p. 94 (01.212).

DIDHAM, R. K.; LAWTON, J. H. Edge structure determines the magnitude of changes in microclimate and vegetation structure in tropical forest fragments. *Biotropica*, v. 31, n. 1, p. 17-30, 1999.

DIEGUES, A. C. S. *O mito moderno da natureza intocada*. São Paulo: NUPAUB-Universidade de São Paulo, 1994. 163 p.

DRUMOND, M. A.; BARRO, N. F.de; SOUZA, A. L. de; et al. Composição mineral e demanda nutricional de espécies florestais da Mata Atlântica. Viçosa: *Revista Árvore*, v. 21, n. 1, p. 1-10, 1997.

DURSO, E. Manejo sustentado. *Revista Globo Rural*, n. 178, p.51-53, 2000.

DUTTA, A. N.; LAHIRI, A. K.; MATAI, S.; SI, L. Proximate composition and polyphenol content of some tree leaves. Calcuta: *Indian Forester*, v. 120, n. 12, p. 1122-1125, 1994.

ELIAS JÚNIOR, E. *Florística e estrutura fitossociológica de fragmentos de floresta atlântica do município de Eunápolis (BA)*. UFV: Viçosa, 1998. 77 p.

EL-SEEDI, H.; GHIA, F.; TORSSELL, K. B. G. Cadinane sesquiterpenes from *Siparuna macrotrepala*. *Phytochemistry*, v. 35, n. 6, p. 1495-1497, 1994.

EMBRAPA. *Serviço nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ); EPAMIG (Belo Horizonte, MG). Aptidão agrícola dos solos da área sob a influência do Reservatório de Três Marias - Minas Gerais*. Belo Horizonte, 1978. P. 22-28: Vegetação (EMBRAPA. Boletim Técnico, 57).

ESALQ - ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA LUÍS QUEIROZ. *Árvores medicinais: Catigua*. <http://www.esalq.usp.br/trilhas/medicina/am13.htm>, 2001.

ESAU, K. *Anatomia das plantas com sementes*. São Paulo: Edgard Blücher, 1974, 287 p.

FALKENBERG, M.; SOUZA, E. S.; BAUMGARTEN, D. Contribuição ao controle cromatográfico de qualidade de Espinheira santa verdadeira (*Maytenus ilicifolia* Mart.). In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 15, 1998. Águas de Lindóia, 1998, p. 194 (08.004)

FAO. *Sassafras oil*. <http://www.fao.org/docrep/V5350e/V5350e05.htm>

- FARAG, P. R. do C. *Estrutura do estrato arbóreo de Mata Litorânea semicaducifólia sobre solo arenoso no município de Búzios, RJ*. UFRJ, 1999. 52 p.
- FEARNSIDE, P. M. Reservas extrativistas: uma estratégia de uso sustentado. *CIÊNCIA HOJE/SBPC*, n.14, v. 81, p. 15-17, 1992.
- FERNANDES, E. C. M.; BIOT, Y.; CASTILLA, C. et al. The impact of selective logging and forest conversion for subsistence agriculture and pastures on terrestrial nutrient dynamics in the Amazon. *Ciência e Cultura Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science*, v. 49, n. 1/2, p. 34-47, 1997.
- FERNANDES, H. A. C. *Dinâmica e distribuição de espécies arbóreas em uma floresta secundária no domínio da Mata Atlântica*. 1998, 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- FERNANDES, M. M. O valor dos simples: elementos para uma estratégia de valorização de plantas silvestres com propriedades medicinais e aromáticas, entre outras. UTAD, Vila Real, Portugal: *Estudos Transmontanos e Durienses*, n. 7, p. 267-298, 1997.
- FERREIRA, R. L. C. *Estrutura e dinâmica de uma floresta secundária de transição, Rio Vermelho e Serra Azul de Minas, MG*. Viçosa: UFV, 1997. 179 p.
- FERREIRA, S. H.; BARATA, L. E. S.; SALLES, S. L. M. *Medicamentos a partir de plantas medicinais no Brasil*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1998, 132 p.
- FLAVIN, C. *Relatório Anual do Worldwatch Institute - em Direção a uma Sociedade Sustentável*. <http://www.worldwatch.org.br.>, 2001.
- FLÓREZ, J. E. G. Manejo del Bosque Secundario húmedo Tropical. *Rev. Fac. Nac. Agr. Medellín. Vol. 51*, n.1. p. 159 – 166. 1998.
- FONSECA, M. C. M. *Crescimento, horário de colheita, composição do óleo essencial, teores de óleo e tanino em Porophyllum ruderale (Jacq.) Cassini*. 2001, 71 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MG)
- FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. *Glossário de ciência do solo*. Viçosa: UFV, Departamento de Solos, 1992, 142 p.
- FORTES, J. C.; LEMOS, R. L.; SANTOS, E. N.; MARTINS, D. T. O. Avaliação da atividade antiinflamatória de *Anadenanthera colubrina* Benth. (Mimosaceae). In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 15, 1998, Águas de Lindóia, SP, *Anais... Águas de Lindóias*, 1998, p. 66 (01.095).
- FOURNET, A.; BARRIOS, A. A.; MUÑOZ, V. Leishmanicidal and trypanocidal activities of Bolivian medicinal plants. *Journal of Ethnopharmacology*, n. 41, p. 19-37, 1994.

- FOURNIER, L. A.; CASTRO, L. C. de. Producción y descomposición del mantillo en un bosque secundario húmedo de premontano. *Rer. Biol. Trop.*, v. 21, n. 1., p. 59-67, 1973.
- FRANKEL, O. H. The place of management in conservation. In: **Genetics and Conservation**. BENJAMIN/CUMMINGS, 1984. p.1-14.
- FRANZ, C. H. Genetics. In: WATERMAN, P.G. (Eds.). *Volatile oil crops: their biology, biochemistry and production*. London: Longman Scientific & Technical, p. 63-96, 1993.
- FREITAS, M. O.; MORAIS, S. M. Contribuição ao estudo químico de *Anadenanthera colubrina* var. *cebil* (Mimosoideae). In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 15, 1998, Águas de Lindóia, SP, *Anais...* Águas de Lindóias, 1998, p. 125 (03.034).
- FUNDAÇÃO PRÓ SOS MATA ATLÂNTICA/INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS/INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. Atlas da Evolução dos Remanescentes Florestais e Ecossistemas Associados no Domínio Mata Atlântica, no período de 1990-1995. São Paulo, 1998. 47 p.
- FUTURO, D. O.; FIGUEIREDO, M. R. Lignanas e neolignanas de Lauraceae: diversidade química e potencial de bioatividade. In: Simpósio de Plantas Mediciniais do Brasil, XV. *Resumos ....* Águas de Lindóias, 1998. p. 165.
- GARCEZ, F. R.; GARCEZ, W. S.; TSUTSUMI, M. T.; ROQUE, N. F. Limonoids from *Trichilia elegans* spp. *elegans*. *Phytochemistry*, v. 45, n. 1, p. 141-148. 1997.
- GENTRY, A. Tropical forest biodiversity and the potential for new medicinal plants. In: KINGHORN, A. D.; BALANDRIN, M. F. (Eds.). *Human medicinal agents from plants*. Washington: American Chemical Society, 1993, p.13-24.
- GENTRY, A. H. Tropical forest biodiversity: distributional patterns and their conservation significance. *Oikos*, v. 63, p. 19-28, 1992.
- GERARD, R. V; MacLEAN, D. B.; ANTONIO, T. M. Examination of three Siparuna species for alkaloid content. *Phytochemistry*, v. 25, n. 9, p. 2155 - 2156, 1986.
- GERBER, R. Uma visão einsteiniana dos sistemas vivos. In: *Medicina vibracional, uma medicina para o futuro*. Editora Cultrix, p. 33-57, 1988.
- GIBBS, P. E.; LEITÃO FILHO, H. F. Floristic composition of an area of gallery forest near Mogi Guaçu, State of São Paulo, S.E. Brazil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 1, p. 151-156, 1978.
- GIRARDI-DEIRO, A. M. Contribuição ao estudo da nervação e anatomia foliar das Meliaceae do Rio Grande do Sul: III. *Trichilia catigua* A. Juss (catiguá). *IHERINGIA*, n. 20, p. 91-104, 1975.
- GODOY, R. et al. A method for the economic valuation of non-timber tropical forest products. *Economic Botany*, v. 47, n. 3, p. 220-233, 1993.

- GOLFARI, L. *Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento*. Belo Horizonte: Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1975.
- GOMES, L. J.; GOMES, M. A. O extrativismo e comercialização da Fava-d'anta (*Dimorphandra* sp.): um estudo de caso na região do cerrado de Minas Gerais. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 15, 1998, Águas de Lindóia, SP, *Anais...* Águas de Lindóias, 1998, p. 113 (02.044).
- GÓMEZ-POMPA, A.; KAUS, A. Traditional management of tropical forests in Mexico. In: ANDERSON, A. B. (Ed.). *Alternatives to deforestation: steps toward sustainable use of the Amazon Rain Forest*. New York: Columbia University Press, 1990, p. 45-64.
- GOTTLIEB, O. R.; SALATINO, A. Função e evolução de óleos essenciais e de suas estruturas secretoras. *Ciência e Cultura*, v. 39, n. 8, p. 707-716, 1987.
- GOW, D. D. Aspectos sociales de al ordenación forestal para el desarrollo sostenible. *Unasylya*, n. 169, v. 41, p. 41 - 45, 1992.
- GRANJA, A. Acácia Negra e tanino. *Roessleria*, v. 7, n. 4, p. 69-71, 1985.
- GRIMES, A.; LOOMIS, S.; JAHNIGE, P. et al. Valuing the rainforest: the economic value of nontimber forest products in Ecuador. *Ambio*, v. 23, n. 7, p. 405-410, 1994.
- GRUNDY, I. M; CAMPBELL, B. M. Potential production and utilisation of oil from *Trichilia* spp. (Meliaceae). *Economic Botany*, v. 47, n. 2, p. 148-153. 1993.
- GUEDES-BRUNI, R. R. *Composição, estrutura e similaridade florística do dossel em seis unidades de Mata Atlântica no Rio de Janeiro*. Instituto de Biociências: USP, 1998. 231 p.
- GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Geomorfologia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Editora Bertrand Brasil, 1996. 372p.
- GUIMARÃES, R. T. Desenvolvimento da cafeicultura de montanha. In: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F; FONTES, M. P. F. (Eds.). *O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado*. Viçosa: SBCS;UFV, DPS, p. 251 - 259, 1996.
- GUNATILAKA, A. A. L.; BOLZANI, V. S.; DAGNE, E. et al. Limonoids showing selective toxicity to DNA repair-deficient yeast and other constituents of *Trichilia emetica*. *J. Nat. Prod.*, v. 61, p. 179-184, 1998.
- HAAG, H. P. A nutrição mineral e o ecossistema. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (Eds). *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p. 49-68, 1987.
- HALL, P.; BAWA, K. Methods to assess the impact of extraction of non-timber tropical forest products on plant populations. New York: *Economic Botany*, n.47, v. 3, p. 234-247, 1993.

HARBONE, J. B. *The flavonoids: advances in research*. London: Chapman and Hall, 1988. 621 p.

HASLAM, E. Plant polyphenols – a case of biochemical coevolution? *Acta Horticulturae*, n. 381, p. 722-737, 1994.

HAY, R. K. M.; WATERMAN, P. G. *Volatile oil crops: their biology, biochemistry and production*. Longman Scientific & Technical, p. 1-4, 1993.

HEINRICHS, R.; MALAVOLTA, E. Composição mineral do produto comercial da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). Santa Maria, UFSM: *Revista Ciência Rural*, n. 315, p. 781-785, 2000.

HILLER, B.; WITTMANN, D. Seasonality, nesting biology and mating behavior of the oil-collecting bee *Epicharis dejeanii* (Anthophoridae, Centridini). Porto Alegre: *Biociências*, v. 2, n. 1, p. 107-124, 1994.

HJÄLTÉN, J. DANIEL, K.; ERICSON, L. The impact of herbivory and competition on the phenolic concentration and palatability of juvenile birches. Copenhagen: *Oikos*, n. 71, p. 416-422, 1994.

HOMA, A. K. O. B. *Extratativismo vegetal na Amazônia: limites e oportunidades*. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1993. 202 p.

HONDA, T.; FINLAY, J. J.; GRIBBLE, G. W. Partial synthesis of krukovines A and B, triterpene ketones isolated from the Brazilian medicinal plant *Maytenus krukovii*. *J. Nat. Prod.*, n. 60, p. 1174-1177, 1997.

HORNER, J. D.; GOSZ, J. R.; CATES, R. G. The role of carbon-based plant secondary metabolites in decomposition in terrestrial ecosystems. *The American Naturalist*, v. 132, n. 6, p. 869-883, 1988.

HOSOKAWA, R. T. Manejo florestal sustentável. *Amazônia Florestal*, ano II, n. 2, p. 5, 1995.

HOUGHTON, R. A. Terrestrial carbon storage: global lessons for Amazonian research. *Journal of the Brazilian Association for the Advancement of Science*, v. 49, n.1/2, 1997.

HOWE, H. F.; WESTLEY, L. C. *Ecological relationships of plants and animals*. Oxford: Oxford University Press, 1988. 273 p.

HOYT, E. *Conservação dos parentes silvestres das plantas cultivadas*. Addison-Weslwy Iberoamericana-EMBRAPA, 1992. 41 p.

HURKA, T. Desarrollo sostenible: ¿qué se debe a las generaciones futuras? *Unasylva*, v. 187, n. 47, p. 38-43, 1996.

IELPO, M. T. L., BASILE, A.; MIRANDA, R. et al. Immunopharmacological properties of flavonoids. Milão: *Fitoterapia*, v. 71, supl. 1, p. S101-S109, 2000.

- INADA, A.; KONISHI, M.; MURATA, H.; NAKANISHI, T. Structures of a new limonoid and a new triterpenoid derivative from pericarps of *Trichilia connaroides*. *Journal of Natural Products*, v. 57, n. 10, p. 1446-1449, 1994.
- INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). [www.isa.org.br](http://www.isa.org.br), 2002.
- ISIK, K.; YALTIRIK, F.; AKESSEN, A. Los bosques, la diversidad biológica e el mantenimiento del patrimonio natural. *Unasyuva*, n. 190/191, vol. 48, p. 19-29. 1997.
- ISMAN, M. B.; GUNNING, P. J.; SPOLLEN, K. M. Tropical timber species as sources of botanical insecticides. Washington: *Phytochemicals for pest control*, p. 27-37, 1997.
- ITOKAWA, H. I.; SHIROTA, O.; MORITA, H. Triterpenes from *Maytenus ilicifolia*. *Phytochemistry*, v. 30, p. 3713-3716, 1991.
- ITOKAWA, H. I.; SHIROTA, O.; MORITA, H.; TAKEYA, K. Cangorins F-J, five additional oligo-nicotinated sesquiterpene polyester from *Maytenus ilicifolia*. *Journal of Natural Products*, v. 57, n. 4, p. 460-470, 1994.
- JACKSON, S. A. L.; HAY, R. K. M.. Characteristics of varieties of Thyme (*Thymus vulgaris* L.) for use in the UK: oil content, composition and related characters. *Journal of Horticultural Science*, v. 69, n. 2, p. 275-281. 1994.
- JACOMASSI, E.; MACHADO, S. R. Morfo-anatomia comparativa entre as espécies de *Maytenus ilicifolia* Mart. Ex Reissek, *Maytenus aquifolia* Mart. (Celastraceae) e *Sorocea bomplandii* (Baill) Burg. Lanj. & Boer (Moraceae). Curitiba: UNIPAR; Botucatu: UNESP, 2000. s/p.
- JARDIM, F. C. S.; VOLPATO, M. M. L.; SOUZA, A. L. de. Dinâmica e sucessão natural em clareiras de florestas tropicais. Viçosa: SIF, 1993. 60 p.
- JESUS, R. M.; SOUZA, A. L.; GARCIA, A. *Produção sustentável de floresta atlântica*. Viçosa: SIF, 1992. 128 p.
- JOAHNSSON, L. Certificação de produtos florestais não madeireiros: plantas medicinais. Telêmago Borba: Klabin S.A..Comunicação pessoal 06.09.2001.
- JOLY, A. B. *Botânica: introdução à taxonomia vegetal*. 11 Ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1993. 777 p.
- JORNAL AMBIENTE HOJE. *Florestas Urgentes*. AMDA: Ed. N° 76, setembro, 2000.
- JOURNAL A NOTÍCIA. Canela sassafrás. [www.an.com.br/1998/ago/16/ger.htm](http://www.an.com.br/1998/ago/16/ger.htm), 1998.
- JÚNIOR, F. J. S. *Composição florística e estrutura de um fragmento de floresta estacional semidecidual na Fazenda Tico Tico, Viçosa, MG*. Viçosa: UFV, 2000, pg. 26.

JÚNIOR, M. C. da S. *Tree communities of the gallery forests of the IBGE Ecological Reserve, Federal District, Brazil*. University of Edinburgh, 1995. p. 74.

JUNQUEIRA, E. O milagre da multiplicação das espécies. São Paulo: *VEJA*, 16/08/1995, p. 58-63, 1995.

JÜRGENS, H.; PEITGEN, H. O.; SAUPE, D. *The language of fractals*. Scientific American, August, p. 60-67, 1990.

JUSTESEN, U.; KNUTHSEN, P.; LETH, T. Quantitative analysis of flavonols, flavones, and flavones in fruits, vegetables and beverages by high-performance liquid chromatography with photo-diode array and mass spectrometric detection. *Journal of Chromatography A*, n. 799, p. 101-110, 1998.

KAGEYAMA, P. Y.; CASTRO, C. F. de A. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. Piracicaba: *IPEF*, v. 41/42, p. 83-93, 1989.

KATZ, V. J. *A history of mathematics – an introduction: Leonardo of Pisa's Liber Abaci*. New York: Harper Collins College Publishers, p. 282-285, 1993.

KAYS, S. J. *Postharvest physiology of perishable plant products*. New York: An Avi Book, 1991. p. 213-220.

KEMP, R. H. Conservación de recursos genéticos en la ordenación de los bosques tropicais. *Unasyuva*, n. 169, v. 43, p. 34-40, 1992.

KIEHL, E. J. *Fertilizante orgânicos*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda., 1985. 492 p.

KNOTT, R. *Fibonacci numbers and branching plants*. <http://www.ee.surrey.ac.uk/personal/r.knott/fibonacci/fibnat.html>, 2002.

KROGH, R.; PIZZOLATTI, M. G.; YUNES, R. A. et al. Triterpenos friedelanos de *Maytenus robusta* Reiss (Celastraceae). In: *SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL*, 14, Florianópolis, p. 178 (Q-039).

LAWRENCE, B. M. A planning scheme to evaluate new aromatic plants for the flavor and fragrance industries. In: JANICK, J.; SIMON, J.E. (Eds.) *New crops*. New York, Wiley, p. 620-627, 1993.

LEAL-CARDOSO, J. H.; FONTELES, M. C. Pharmacological effects of essential oils of plantas of the northeast of Brazil. *An.Acad. Bras.Cie.*, v. 71, n.2, p. 207-213. 1999.

LEITÃO – FILHO, H. de F. Considerações sobre a florística de florestas tropicais e sub-tropicais do Brasil. Piracicaba: *IPEF*, v. 35, p. 41-46, 1987.

LEITÃO, G. G.; SOARES, S. S. V.; BARROS, T. de; BRITO, M. Kaempferol glycosides from *Siparuna apiosyce*. *Phytochemistry*, n.0, p. 1- 4, 2000.

LEITÃO, G. G.; SIMAS, N. K.; SOARES, S. S. V. et al. Chemistry and pharmacology of Monimiaceae: a special focus on *Siparuna* and *Mollinedia*. *Journal Ethnopharmacology*, v. 65, p. 87-102, 1999.

LEITE, S. N.; POSSAMAI, P. R.; CABANA, F. R. Caracterização farmacognóstica de *Cuphea carthagenensis* (Jaq.) Macbride. In: Jornada Paulista de Plantas Mediciniais, 4, Ribeirão Preto, 1999. *Resumos...*, Ribeirão Preto, SP, 1999, p. 95 (8.08).

LEPSCH, I. F. Influência dos fatores edáficos na produção. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (Eds.). *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p. 83-98, 1987.

LI, Y.; CRAKER, L. E.; POTTER, T. Effect of light level on essential oil production on sage (*Salvia officinalis*) and thyme (*Thymus vulgaris*). Proceedings Int. Symp. Medicinal and Aromatic Plants. *Acta Horticulturae*, n. 426, p. 419-426, 1996.

LOPES, D. Avaliação química do óleo essencial de exemplares autóctones e cultivado de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) do Estado do Acre. Acre: EMBRAPA. [www.ctaa.embrapa.br/ped/07199800605.htm](http://www.ctaa.embrapa.br/ped/07199800605.htm), 2001.

LOPES, W. de P. *Florística e fitossociologia de um trecho de vegetação arbórea no Parque Estadual do Rio Doce, MG*. UFV, 1998.

LÓPEZ, J. A. *Caracterização fitossociológica e avaliação econômica de um fragmento de mata atlântica secundária, município de Linhares (ES)*. Viçosa: UFV, 1996 (nov)

LORDELLO, A. L. L. *Análise química de três variedades de Ocotea pretiosa (Meissn) Nees*. 1992, 91 f. Dissertação (Mestrado em Química Orgânica) - Instituto de Química, USP, São Paulo, SP.

LORENZI, H. *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas nativas arbóreas do Brasil*. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992, 354 p.

LOURES, E. G. *Curso de Agricultura Tropical*. Brasília, DF: Associação Brasileira de Educação Agrícola Superior (ABEAS), 1988. 76 p.

MABILLE, Y. NTFP and agroforestry: agricultural prospects for non-timber forest products. *Gate Technology and Development*, n. 2, p. 38-43, 1997.

MacKINNON, S.; DURST, T.; ARNASON, J. T. Antimalarial activity of tropical Meliaceae extracts and gedunin derivatives. *J. Nat. Prod.*, n. 60, p. 336-341, 1997.

MAGALHÃES, P. M. de M. Monografias de cultivo em plantas medicinais. Campinas: CPQBA-UNICAMP, p. 1-5, 1998.

MAGALHÃES, P. C.; RODIGUES, W. A.; DURÃES, F. O. M. *Tanino no grão de sorgo: bases fisiológicas e métodos de determinação*. EMBRAPA Milho e Sorgo, 2000.

MAINI, J. S. Desarrollo sostenible de los bosques. *Unasyuva*, n. 169, v. 43, p. 3-15, 1992.

MARISCAL FLORES, E. J. *Potencial produtivo e alternativas de manejo sustentável de um fragmento de Mata Atlântica Secundária, município de Viçosa, Minas Gerais*. Viçosa: UFV, 1993, 165 p. (Dissertação – Mestrado em Ciência Florestal).

MARMILLOD, D.; VILLALOBOS, R. *Incorporacion de especies vegetales no maderables a procesos productivos de bosques naturales: metodologia e implicaciones*. Costa Rica: CATIE, 1997. 12 p.

MARQUES, C. et al. *Retrato de uma realidade camponesa: diagnóstico participativo na Zona da Mata Mineira*. Viçosa, Centro de Tecnologias Alternativas, 1992. 121 p.

MARQUES, M. C. M.; PIMENTA, J. A.; COLLI, S. Aspects do metabolism and morphology of *Cedrella fissilis* Vell. And *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Bren. to different waters regimes. *Arq. Biol. Tecnol.*, v. 39, n. 2, p. 385-392, 1995.

MARTINEZ, H. E. P.; CARVALHO, J. G. de; SOUZA, R. B. de. Diagnose Foliar. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G. G.; ALVAREZ, V. H. (Eds.). *COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS: Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5 a Aproximação*. Viçosa, MG, p. 143-167, 1999.

MARTINS, D. T. O.; FORTES, J. C.; LEMOS, R. F.; TAMASHIRO FILHO, P. Avaliação da atividade anti-úlceras de *Anadenanthera colubrina* Benth. (Mimosaceae). In: Simpósio de Plantas Medicinais do Brasil, 15, 1998, Águas de Lindóia. *Resumos... Águas de Lindóia*, 1998. p. 95 (r 01.216).

MARTINS, E. R.; CASTRO, D. M. de.; CASTELLANI, D. C.; DIAS, J. E. *Plantas medicinais*. Viçosa: UFV, Editora Universitária, 1994. 220 p.

MARTINS, F. R. O método do quadrantes e a fitossociologia de uma floresta residual do interior do Estado de São Paulo: Parque Estadual de Vassununga. 1979, 252 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

MATTHES, L. A. F. *Composição florística, estrutura e fenologia de uma floresta residual do planalto paulista: Bosque dos Jequitibás (Campinas, SP)*. 1980, 209 p. Dissertação (Mestrado em Biologia- Ecologia) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

MAY, P. H. Comercialización de los productos forestales no madereros del Amazonas brasileño. *Unasyuva*, n. 165, v. 42, p. 9-16, 1991.

MAZZA, M. C.M.; RODIGHERI, H. R.; MAIA, C. M. B. F. et al. Potencial de aproveitamento de espécies da submata dos bracatingais para uso medicinal. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 14, Florianópolis, SC, *Anais...* Florianópolis, 1996, p. 53 (B-028).

- McCHESNEY, J. D. Biological diversity, chemical diversity, and the search for new pharmaceuticals. In: BALICK, M. J. et al. *Medicinal resources of the tropical forest*. Columbia University Press, 1996. p. 11-18.
- MCNAUGHTON, S. J. Compensatory plant growth as a response to herbivory. *Oikos*, n. 40, p. 329-336., 1983.
- MENDELSON, R. O.; BALICK, M. The value of undiscovered pharmaceuticals in Tropical Forests. *Economy Botany*, v. 49, n. 2, p. 223-228, 1995.
- MEGURO, M.; VINUEZA, G. N.; DELITTI, W. B. C. Ciclagem de nutrientes minerais na mata mesófila secundária – São Paulo. II – O papel da precipitação na importação e transferência de potássio e fósforo. *Bol. Botânica Univ. S. Paulo*, n. 7, p. 61-67, 1979.
- MEIRA NETO, J. A. A. *Estudos florísticos, estruturais e ambientais nos estratos arbóreo e herbáceo-arbustivo de uma floresta estacional semidecidual em Viçosa, MG*. 1997, 154 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- MELLO, C. M. C. de; EIRA, M. T. S. da. Conservação de sementes de Jacarandá mimoso (*Jacaranda acutifolia* Humb & Bonpl.) – Bignoniaceae. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 17, n. 2, p. 193-196, 1995.
- MILLIKEN, W.; ALBERT, B. The use of medicinal plants by the Yanomami Indians of Brazil. New York, *Economic Botany*, v. 50, n. 1, p. 10-25, 1996.
- MING, L. C.; CORRÊA JÚNIOR, C. Caracterização dos ambientes de ocorrência de Catuaba em Santa Catarina. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 16, 2000, Recife. *Resumos...* Recife, 2000. p. 74 (AG-032)
- MOK, S. T. Posibilidades de una ordenación forestal sostenible en los bosques tropicales de Malasia. *Unasylya*, n. 169, v. 43, p. 28-33, 1992.
- MONTAGNINI, F. Agroforesteria e su contribucion al alivio de la pobreza rural. *Agroforestales en America* vol. 5 n. 19, 1998.
- MONTAGNINI, F.; FANZERES, A.; VINHA, S. G. da. The potential of 20 indigenous tree species for soil rehabilitation in the Atlantic Forest region of Bahia, Brazil. *Journal of Applied Ecology*, v. 32, p. 841- 856, 1995.
- MONTANARI JÚNIOR, I. *Exploração econômica de plantas medicinais da Mata Atlântica*. In: Projeto "Inventário dos recursos florestais da Mata Atlântica, a exploração e utilização dos recursos, seus impactos atuais e potencialidades de manejo". Campinas: UNICAMP, 2001, 21p.
- MONTANARI, I. *Inventário dos Recursos Florestais da Mata Atlântica- Plantas Medicinais: Exploração, Utilização dos Recursos, Impactos Atuais e Potencialidades de Manejo*. Campinas: CPQBA-UNICAMP, 1999. 78 p.

MORETTO, L. D.; ZERINGOTA, H. F. C. e MARQUES, L. C. *Contribuição do sub grupo de Fitoterápicos do SINDUSFARM-SP à estruturação da Fitoterapia no Brasil*. São Paulo: Sindusfarm, 1999. 12 p.

MOSER, R.; BUSATO, A. C. B.; NIERO, R. et al. Estudo fitoquímico comparativo entre *Maytenus ilicifolia* Mart. Reiss e *Maytenus robusta* Reiss (Celastraceae). In: *SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL*, 15, 1996, P. 202 (08.041), 1996. Águas de Lindóia

MOSER, R.; BUSATO, A. C. B.; NIERO, R. et al. Quantificação comparativa de friedelin em *Maytenus ilicifolia* Mart. Reiss. E *Maytenus robusta* Reiss (Celastraceae) através de cromatografia gasosa de alta resolução (CGAR). In: *JORNADA PAULISTA DE PLANTAS MEDICINAIS*, 4, Ribeirão Preto, SP, pg. 82 (7.23), 1999.

MUKERJI, A. K. *La importancia de los productos forestales no madereros (PFNM) y las estrategias para el desarrollo sostenible*. In: CONGRESO FORESTAL MUNDIAL, 11, Antalya, Turquia, 1997, v. 3, tema 15. p. 217-227 (<http://www.fao.org/forestry/foda/wforcong/publi/v3/T155/3-1.HTM>).

NAEEM, S. et al. Biodiversity and plant productivity in a model assemblage of plant species. Copenhagen: *Oikos*, n.76, p. 259-264, 1996.

NEGRELLE, R. R. B. *Composição florística, estrutura fitossociológica e dinâmica de regeneração da floresta Atlântica na Reserva Volta Velha, município de Itapoã, SC*. São Carlos: Univ. São Carlos, 1995.

NEGRELLE, R. R.; DONI, M. E.; OHLSON, O. C.; HERR, S. Tecnologia de produção de sementes de espinheira-sana (*Maytenus ilicifolia* Mart. Ex Reiss. – Celastraceae). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 21, n.1, p. 76-81, 1999.

NETO, A. G. A geometria dos fractais: como a natureza consegue medir as imprecisões da natureza. *Galileu*, ano 10, n. 114, p. 84 -85. 2001

NETO, J. A. A. M. *Composição florística e fitossociológica de fisionomias de vegetação de cerrado sensu latyu da Estação Ecológica de Santa Bárbara (EESB), Águas de Santa Bárbara, SP*. UNICAMP, 1991. p. 83.

NETO, J. A. A. M; SILVA, A. F. da. Caracterização dos fragmentos florestais das áreas de influência e diretamente afetadas da UHE de Pilar, Vale do Rio Piranga, na Zona da Mata de Minas Gerais. Viçosa: *Revista Árvore*, v. 21, n.3., p. 337-344, 1997.

NETTO, S. P. Estimativas volumétricas de árvores individuais. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 5, 1982, Curitiba. *Anais...* Curitiba, 1982. p. 25.

NIERO, R.; MOSER, R.; BUSATO, A. C. B. et al. *A comparative chemical study of Maytenus ilicifolia* Mart. Reiss and *Maytenus robusta* Reiss (Celastraceae). Itajaí: NIQFAR/CCS-UNIVALI-UFSC, 1998. 10 p.

- NIÑO, L. N. Estimacion de la fitomasa aerea forestal del bosque natural de segundo crecimiento "Coral II". Bajo Calima, Costa Pacifica, Colombia. In: SEMINARIO BOSQUES TROPICAIS – Perspectivas futuras de manejo y conservación. Bogotá: Editora Guadalupe Ltda, *Série Memorias de Eventos Científicos Colombianos*, n. 66, p. 113-138, 1988.
- NKUNKEU, R. Medicinal plants and forest exploitation. *Current Research Issues and Prospects for Conservation and Development*, 2001. 5p.  
<http://www.fao/docrep/X2161E/x2161e28.htm>
- NORES, M. M.; COURRÉGES, M. C.; BENENCIA, F.; COULOMBIÉ, F. C. Immunomodulatory activities of *Cedrela lilloi* and *Trichilia elegans* aqueous leaf extracts. *Journal of Ethnopharmacology*, n. 55, p. 99-106, 1997.
- O'BRIEN, M. J. P.; O'BRIEN, C. M. *Ecologia e modelamento de florestas tropicais*. Belém: FCAP, 1995. 400 p.
- OCCHIONI, A.; LYRA, M. E. M. de. Contribuição ao estudo das Monimiáceas medicinais brasileiras. *Rev. da Flora Medicinal*, v. 16, n. 7, p. 291-313, 1949.
- ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Discos CBS, 1985. 434 p.
- OGURA, M.; CORDELL, G. A.; FARNSWORTH, R. Potential anticancer agents. IV. Constituents of *Jacaranda caucana* Pittier (Bignoniaceae). *Lloydia*, v. 40, n.2, p. 157-168, 1977.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; ALMEIDA, R. J. de; MELHOO, J. M. de; GAVILANES, M. L. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho da mata ciliar do córrego dos Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). *Rev. Brasil. Bot.*, v. 17, n. 1, p. 67-85, 1994.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; VILELA, E. A.; CARVALHO, D. A.; GAVILANES, M. L. *Estudos florísticos e fitossociológicos em remanescentes de matas ciliares do alto e médio Rio Grande*. Belo Horizonte, 1995. 27 p.
- OLSEN, C. S. The trade in medicinal and aromatic plants from Central Nepal to Northern India. *Economic Botany*, v. 52, n. 3, p. 279-292, 1998.
- PAOLI, A. A. S. Estudo morfo-anaômico e desenvolvimento de frutos, sementes e plântulas de *Luehea grandiflora* Mart. % Zucc. (Tiliaceae). *Revista Brasileira de Sementes*, v. 14, n.1, p. 21-29, 1991.
- PAOLI, A. A. S. Morfo-anatomia e desenvolvimento dos frutos de *Luehea divaricata* Mart. (Tiliaceae). *Naturalia*, n. 20, p. 147-156, 1995.
- PATITUCCI, M. L.; VEIGA, V. F.; PINTO, A. C. Utilização de cromatografia gasosa de alta resolução na detecção de classe de terpenos em extratos brutos vegetais. *Química Nova*, v. 18, n. 3, p. 262-266, 1995.
- PAULA, A. de. *Alterações florísticas e fitossociológicas das vegetação arbórea numa Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa, MG*. Viçosa:UFV, 1999. 87 p.

- PAVAN-FRUEHAUF, S. *Plantas medicinais da Mata Atlântica: manejo sustentado e amostragem*. São Paulo: Annablume: Fapesp, 2000. 216 p.
- PEARCE, D. W., TURNER, R. K. *Economics of natural resources and the environment*. Baltimore: The John Hopkins University Press, 1990. 378 p.
- PENNINGTON, T. D. Meliaceae. *Flora Neotropica*, v. 28, p. 1-449, 1998.
- PERECIN, M. B.; KAGEYAMA, P. Y. Variabilidade isoenzimática em populações naturais de Espinheira-santa (*Maytenus aquifolia* Mart. E *M. ilicifolia* Mart ex Reiss.) e suas implicações para o manejo da conservação. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 16, Recife, p. 225 (FM076), 2000.
- PEREIRA, C. A. M.; VILEGAS, J. H. Y.; LANÇAS, F. M. Análise quantitativa (HPLC) dos flavonóides de *Passiflora*. São Carlos: Instituto de Química de São Carlos/USP, 2000 (no prelo).
- PEREIRA, A. M. S.; BERTONI, B. W.; PAGOTTO, L. A. Z.; FRANÇA, S. C. Influência de período e condições de armazenamento do teor de fenóis totais em *Maytenus aquifolium*. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 14, 1996, Florianópolis. *Resumos...* Florianópolis, 1987, p. 32 (A-005).
- PEREIRA, E. F.; PEREIRA, N. A.; LIMA, M. E. et al. Anti-inflammatory properties of new bioisosteres of indomethacin synthesized from saffrole which are sulindac analogues. *Bras. J. Med. Biol. Res.* v. 22, n. 11, p. 1415-1419, 1989.
- PEREIRA, N. A.; MARTINS, L. G. S.; LAINETTI, R.; VIEIRA, A. C. M. Atividade tóxica do chá das folhas de *Sorocea bomplandi* (*S. ilicifolia*), Moraceae, falsa Espinheira santa (*Maytenus ilicifolia*), Celastraceae, vendidas no Rio de Janeiro. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 16, Recife, p. 271 (FM227), 2000.
- PÉREZ, J. F. M. *Sistema de manejo para a candeia (Eremanthus erythropappus (DC.) MacLeish)*. Lavras, UFLA: 2001, 71 p.
- PETERS, C. M. *Sustainable harvest of non-timber plant resources in Tropical Moist Forest: an ecological primer*. New York: Biodiversity Support Program, 1996. 45 p.
- PETERS, C. Population ecology and management of forest fruit trees in Peruvian Amonia. In: ANDERSON, A. B. (Ed.). *Alternatives to deforestation: steps toward sustainable use of the Amazonia rain forest*. New York: Columbia University Press, 1990. p. 86-98.
- PETERS, C. M.; GENTRY, A. H.; MENDELSON, R. O. Valuation of na Amazonian rain forest. *Nature*, n. 339, p. 655-656, 1989.
- PINHEIRO, C. U. B. Jaborandi (*Pilocarpus* sp., Rutaceae): a wild species and its rapid transformation into a crop. *Economic Botany*, v. 51, n.1, p. 49-58, 1997.

- PINO, J. A. Los flavonoides presentes en los citricos. Cuba: *Alimentaria*, octubre, p. 63-79, 1997.
- PIRANI, J. R. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Meliaceae. *Bolm Botânica, USP*, n. 13, p.219-233, 1992.
- PORTER, L. J. Flavans and proanthocyanidins. IN: HARBONE, J. B. *The flavonoids: advances in research*. London: Chapman and Hall, 1988. p. 21-63.
- POSEY, D. A. Etnobiologia: teoria e prática. In: RIBEIRO, D. (Ed.). *Suma Etnológica Brasileira*. Petrópolis, RJ: FINEP, vol. 1, 1986. 15-28 p.
- POTTER, B. E.; TECLAW, R. M.; ZASADA, J. The impact of forest structure on near-ground temperatures during two years of contrasting temperature extremes. *Agricultural and Forest Metereology*, v. 106, n. 4, p. 331-336, 2001.
- PRANCE, G. T. An ethnobotanical comparison of four tribes of amazonian indians. *Acta Amazonica*, v. 2, n. 2, p. 7-27, 1972.
- PRANCE, G. T.; RODRIGUES, W. A.; SILVA, M. F. Inventário florestal de um hectare de mata de terra firme, Km 30 da Estrada Manaus-Itacoatiara. Manaus: *Acta Amazonica*, v. 6, n. 1, p. 9-35, 1976.
- PRENSA AROMÁTICA. *Obtenção de aceites essenciais: métodos de extracción*. Buenos Aires: Organo Oficial de la Sociedad Argentina para la Investigación de Productos Aromáticos, ano 2, n. 11, p. 14, 1997.
- PRIMAVESI, A. *Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões tropicais*. São Paulo: Editora Nobel, 1990. 549 p.
- PUNTES, D. A.; ALMIRALL, A. L.; RIVAS, M. D. Variabilidad morfológica em hojas del género *Trichilia* P. Browne en Cuba. *Revista del Jardín Botánico Nacional*, n. 12, p. 97-108, 1991.
- PUPO, M. T.; VIEIRA, P. C.; FERNANDES, J. B.; SILVA, M. F. das G. F. da. A cycloartane triterpenoid and w-phenyl alkanolic and alkenolic acids from *Trichilia clausenii*. *Phytochemistry*, v. 42, n. 3, p. 795-798, 1996.
- QUIRÓS, A. I. R. B. Técnicas analíticas aplicadas a la determinación de compuestos aromáticos en alimentos vegetales. *Alimentaria*, Dez, p. 73-79. 1998.
- RACHWAL, M. F. G.; CURCIO, G. R.; RADOMSKI, M. I. et al. Desenvolvimento comparativo de *Maytenus ilicifolia* em cambissolo húmico sob diferentes intensidades luminosas - Colômbro/PR. In: *SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL*, 15, 1998, Águas de Lindóia, p. 103 (02.011).
- RAIJ, B. V. *Avaliação da fertilidade do solo*. Piracicaba: Instituto de Potassa & Fosfato: Instituto Internacional de Potassa, 1981. 142 p.
- RAIN-TREE. *Espinheira santa*. Austin: Raintree Nutrition, 1999. 6 p. (www.rain-tree.com).

- RAO, P. S.; SARASWATHYAMMA, C. K.; SETHURAJ, M. R. Studies on the relationship between yield and meteorological parameters of para rubber tree (*Hevea brasiliensis*). *Agricultural and Forest Meteorology*, n. 90, p. 235-245, 1998.
- RECH, J. C.; BUZIN, R. C.; ATTI-SERAFINI, L. et al. Pilot processing plant for essential oils extraction. In: INTERNATIONAL MEETING OF AROMATIC AND MEDICINAL MEDITERRANEAN PLANTS, 1, 1998, Conimbriga, Portugal. *Abstracts...* Conimbriga, 1998. p. 21.
- REIS, A.; FANTINI, A. C.; REIS, M. S et al. Aspectos sobre a conservação de biodiversidade e o manejo da floresta tropical Atlântica. *Rev.Inst. Flor.São Paulo*, v. 4, p. 69-73, 1992.
- REIS, M. S. dos. Manejo sustentado de plantas medicinais em ecossistemas tropicais. In: DI STASI, L. C. (organizador) *Plantas medicinais: arte e ciência. Um guia de estudo interdisciplinar*. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, p. 198-214, 1996.
- REIS, M. S. dos; GUERRA, M. P. *Euterpe edulis Martius – Palmito*. Florianópolis: 1999, 28 p. ([www.unicamp.br/nipe/rbma/palmain.htm](http://www.unicamp.br/nipe/rbma/palmain.htm))
- RENNER, S. S.; HAUSNER, G. New species of *Siparuna* (Monimiaceae) II. Seven new species from Ecuador and Colombia. *Novon*, n. 6, p. 103-116. 1996.
- RENNER, S. S.; SCHWARZBACH, A. E.; LOHMANN, L. Phylogenetic position and floral function of *Siparuna* (Siparunaceae: Laurales). *Int. J. Plant Sci.*, n. 158, suppl. 6, p. S89 – S98, 1997.
- RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D. P. *Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações*. Brasília: Ministério da Educação; Lavras: ESAL; Piracicaba: POTAFOS, 1988. 81 p.
- RESENDE, S. B. de; RESENDE, M. Solos dos Mares de Morros: ocupação e uso. In: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Eds.). *O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado*. Viçosa: SBCS;UFV, DPS, p.261 - 288, 1996.
- RESENDE, S. B.; RESENDE, M.; GALLOWAY, H. M. Cronotoposequências de solos em Viçosa, MG. Viçosa: *Rev. Ceres*, n. 19, v. 103: p. 167-181, 1972.
- RESENDE, S. B.de; RESENDE, M. Solos dos Mares de Morros: ocupação e uso. In: ALVAREZ, V. H. A.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Eds.) *O solo nos grande domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado*. Viçosa, MG: SBCS; UFV, DPS, p. 262-288, 1996.
- RIBEIRO, M. A. *Ecologizar: pensando o ambiente humano*. Belo Horizonte: Editora Rona, 1998. 86 p.
- RIBEIRO, S. T. M. *Florística e estrutura de um trecho de floresta de galeria na área de proteção especial do Barreiro, Belo Horizonte (MG)*. Viçosa: UFV, 1998. 80 p.

- RIBEIRO, S. T. M. Florística e estrutura fitossociológica de um trecho de floresta de galeria do Parque Estadual do Rola-Moça na região metropolitana de Belo Horizonte (MG). UFV: Viçosa, 1993. 91 p.
- RIZZINI, C. T. Coleta e preparo de material vegetal para estudos químicos e farmacológicos. *Arq. Jard. Bot. Rio de Janeiro*, v. XXV, p. 179-184, 1981.
- RIZZINI, C. T.; MORS, W. B. *Botânica econômica brasileira*. São Paulo: USP, 1976. 207 p.
- ROBERG. *Falou Catuaba disse afrodisíaco*. Roberg Alimentos Medicamentos da Natureza Ltda., 2001 (<http://www.roberg.com.br/Catuaba.htm>)
- ROBRIGUES, H. C. *Composição florística e fitossociológica de um trecho de Mata Atlântica na Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, RJ. UFRJ*, 1996. pg. 48.
- ROCHA, J. S. M. Educação ambiental. UFSM: 1990, 124 p.
- ROCHA, S. F. R.; MING, L. C. Piper hispidinervum: a sustainable source of safrole.. IN: JANICK, J. (Ed.). *Perspectives on new crops and new uses*. Alexandria, ASHS Press, p. 479-481, 1999.
- RODAL, M. J. N. *Fitossociologia da vegetação arbusto-arbórea em quatro áreas de caatinga em Pernambuco*. UNICAMP, SP, 1992. p. 150.
- RODRIGUES, R. R. *Levantamento florístico e fitossociológico das Matas da Serra do Japi, Jundiáí (SP)*. Campinas: UNICAMP, 1986. 157 p.
- ROOM, P. M.; MAILLETTE, L.; HANAN, J. S. Module and metamer dynamics and virtual plants. *Advances in Ecological Research*, v. 25, p. 105-157, 1994.
- RUPPELT, B. M.; PEREIRA, E. F. R.; GONÇALVES, L. C.; PEREIRA, N. A. Pharmacological screening of plants recommended by folk medicine as anti-snake venom. 1. Analgesic and Antiinflammatory activities. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, n. 86, p. 203-205, Suppl. 2, 1991.
- RURAL ADVANCEMENT FOUNDATION INTERNATIONAL - RAFI. *Confinamientos de la razon: monopolios intelectuales*. Ottawa: Anne Gillies, 1997. 87 p.
- RUSSO, L. The Non-Wood Forest Products Programme of the Fao Forestry Department. In: INTERNATIONAL MEETING OF AROMATIC AND MEDICINAL MEDITERRANEAN PLANTS, 1 st, Conimbriga-Ansião, Portugal, 1998. Palestra apresentada.
- RYAN, M. G.; BINKLEY, D.; FOWNES, J. H. Age-related decline in forest productivity: pattern and process. *Advances in Ecological Research*, v. 27, p. 214-262, 1997.

SACRAMENTO, H. T. do. *O Programa Municipal de Fitoterapia de Vitória-ES e o Desenvolvimento de Programas de Fitoterapia no Brasil*. Palestra apresentado no SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 16, 2000, Recife, PE.

SALAZAR, G. D. C. M.; SILVA, G. D. F. S.; VIEIRA FILHO, S. A. et al. Substâncias isoladas de folhas, galhos e raízes de *Maytenus truncata* Reiss (Celastraceae). In: *SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL*, 16, 2000. Recife, p. 93 (BO039).

SALOMÃO, A. N.; BRANDÃO, J. E. M. de S.; SILVA, J. A. Distribuição geográfica de seis espécies florestais como subsídio para a escolha de áreas futuras de conservação "in situ". CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, 1992, Campos do Jordão, SP. *Anais...* Campos de Jordão, 1992. p. 1199-1205.

SANTOS, A. S.; ANDRADE, E. H. A.; ZOGHBI, M. G. B. et al. Sesquiterpenes of amazonian *Piper* species. Manaus: *Acta Amazonica*, v. 28, n.2, p. 127-130, 1998.

SANTOS, C. A.; RASLAN, D. S.; CHIARI, E. Bioguided assay of *Jacaranda macrantha* Cham. *Acta Hort.*, n. 501, p. 151-154, 1999.

SANTOS, E. R. dos et al. *Estudo florístico e estrutural do estrato arbóreo de uma floresta estacional semidecidual em Viçosa, MG (Mata da Garagem)*. UFV, 1999, pg. 11.

SANTOS, R. I. dos. Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. In: SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G. et al. (Org.). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Porto Alegre/Florianópolis, Ed. Universidade/UFRGS/Ed. da UFSC, p. 323-354, 1999.

SANTOS, S.da C.; MELLO, J. C. P. de. Taninos. In: SIMÕES, C. M. O. et al. *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Porto Alegre/Florianópolis: Ed. Universidade/UFRGS/Ed. da UFSC, 1999. p. 517-544.

SARAIVA, C. L. M. *Desenvolvimento de um método de manejo de mata natural mista, pela utilização da distribuição de diâmetro*. Viçosa: UFV, 1988. 105 p.

SAUVAIN, M.; DEDET, J. P.; KUNESCH, N. et al. *In vitro* and *in vivo* leishmanicidal activities of natural and synthetic quinoids. *Phytotherapy Research*, v. 7, n. 2, p. 1671-71, 1993.

SCAVONE, O.; GRECCHI, R.; PANIZZA, S. et al. Guaçatonga (*Casearia sylvestris* Swartz): aspectos botânicos da planta, ensaios fitoquímicos e propriedade cicatrizante da folha. *An. Farm. Quím. S. Paulo*, v. 19, n.1, p. 73- 81, 1979.

SCHEFFER, M. C. *Levantamento das possíveis espécies exportadas, de acordo com o nome popular fornecido pelo IBAMA no Relatório "Recursos Naturais Exportados através da SUPES/SP" (Guarulhos-Março-Dezembro/94)*. Curitiba: SUS/TECPAR, 1994. 89 p.

- SCHEFFER, M. C.; ARAUJO, A. J, de. Observações sobre a frutificação de Espinheira-santa (*Maytenus ilicifolia*) na região Sul do Brasil. In: *SIMPÓSIO DE PLANTA MEDICINAIS DO BRASIL*, 15, Águas de Lindóia, 1998. p. 106 (02.020)
- SCHIAVINI, I. *Estrutura das comunidades arbóreas de Mata de Galeria da Estação Ecológica do Panga (Uberlândia, MG)*. UNICAMP, SP, 1992.
- SCHULTES, R. E.; RAFFAUF, R. F. *The healing forest: medicinal and toxic plants of the Northwest Amazonia*. Dioscorides Press, 1992. 484 p.
- SECRETARIA DE ESTADO DA CULTURA DO GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *1º Censo Cultural de Minas Gerais: guia da região da Mata*. Belo Horizonte, 1995. 148 p.
- SENRA, L. C. *Composição florística e estrutura fitossociológica de um fragmento florestal da Fazenda Rancho Fundo, na Zona da Mata – Viçosa, MG*. Viçosa: UFV, 2000. 47 p.
- SERTIE, J. A. A.; CARVALHO, J. C. T.; PANIZZA, S. Antiulcer activity of the crude extract from the leaves of *Casearia sylvestris*. *Pharmaceutical Biology*, v. 38, n. 2, p. 112-119. 2000.
- SERVILHA, A. C. *Composição e estrutura da mata de Galeria do Capetinga, na Fazenda Água Limpa, Brasília, DF, dez anos após um incêndio acidental*. Brasília: UNB, 1999.
- SHANLEY, P. Extending ecological research to meet local needs: a case from Brazil. *Current Research Issues and Prospects for conservation and development*, 2001. 9 p. (<http://www.fao.org/docrep/X2161E/x2161e10.htm>).
- SHARAPIN, N. Medicinal plants: pharmacopoeia prescriptions. *An. Acad. Bras. Ci.*, v. 71, n. 2, 1999.
- SHEA, K. Management of populations in conservation, harvesting and control. *Tree*, v. 13, n. 9, p. 371-375, 1998.
- SHIROTA, O.; MORITA, H.; TAKEYA, K.; ITOKAWA, H. Cytotoxic aromatic triterpenes from *Maytenus ilicifolia* and *Maytenus chuchuhuasca*. *Journal of Natural Products*, v. 57, n. 12, p. 1675-1681, 1994.
- SIF-UFV. *Estudos florísticos e fitossociológicos das áreas de influência e diretamente afetada da Usina Hidrelétrica de Miranda*. Relatório Final, vol. I. 1994 (nov.)
- SILVA, A. A.da. Propagação vegetativa de essências florestais nativas. Piracicaba: Instituto Florestal de São Paulo, p. 834-947, 1986.
- SILVA, A. F. da. *Composição florística e estrutura de um trecho da Mata Atlântica de encontra no município de Ubatuba – SP*. Campinas: Unicamp, 1980. 153 p.

- SILVA, E. *Avaliação de impactos ambientais*. 1994, f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Departamento de engenharia Florestal, Univ. Fed. Viçosa, Viçosa.
- SILVA, F. A.; BAISCH, A. L.; MUCILLO, A. L. et al. Estudos farmacológicos preliminares dos extratos da *Casearia sylvestris* Swartz. *Acta Amazonica*, v.18, n. 1/2, p. 219-229, 1988.
- SILVA, F. C. da. Composição florística e estrutura fitossociológica da floresta tropical ombrófila da encosta Atlântica no município de Morretes, Estado do Paraná. Curitiba: *Acta. Biol. Par.*, n. 23, v. 1,2,3,4, p. 1-54, 1994.
- SILVA, F. C. da. *Composição florística e estrutura fitossociológica da floresta tropical ombrófila da encosta Atlântica no município de Morretes, Estado do Paraná*. UFPR: Curitiba, 1994. (Tese de MS).
- SILVA, G. A. de B.; BAUER, L. Análise do óleo essencial de “*Casearia sylvestris*” SW – I. *Rev. Bras. Farmácia*, Nov/Dez, p. 327-331, 1970.
- SILVA, J. M.; ALVES, A. J.; DO NASCIMENTO, S. C. Synthesis and cytotoxic activity of N-substituted thiosemicarbazones of 3-(3,4-methylenedioxy) phenylpropanal. *Il Farmaco*, v. 53, n. 3, p. 241-243, 1998.
- SILVA, L. A. da. *Levantamento florístico e estrutura fitossociológica do estrato arbóreo de um fragmento de floresta estacional semidecidual no município de São Carlos – SP*. São Carlos: USP, 2000. 69 p.
- SILVA, L. M. B. da.; BARBOSA, D. C. de A. Crescimento e sobrevivência de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (Leguminosae), em uma área de Caatinga, Alagoinha, PE. *Acta Botânica Brasílica*, v. 14, n.3, p. 1-15, 2000.
- SIMAS, K. N.; LEITÃO, G. Estudo químico ecológico de frutos de *Siparuna arianeae* V. PEREIRA. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 15. Águas de Lindóia, *Resumos...* Águas de Lindóia, 1998. p. 160 (03.178)
- SIMAS, N. K.; SOARES, S. V. V.; BRITO, T. B. M. Estudo comparativo das espécies *Siparuna arianeae* e *Siparuna apiosyce* (Parte II). In: JORNADA DE ESTUDOS SOBRE PLANTAS MEDICINAIS E FONTES ALTERNATIVAS DE ALIMENTOS, 1, 1996, Juiz de Fora. *Resumos...* Juiz de Fora: UFJF, 1996. p. 26.
- SIMAS, N. K; FERRARIA, S. F.; PEREIRA, S. N.; LEITÃO, G. G. Chemical ecological characteristics of herbivory of *Siparuna guianensis* seeds by buffy-headed marmosets (*Callithrix flaviceps*) in the Atlantic Forest of southeastern Brazil. *Journal of Chemical Ecology*, v. 27, n. 1, p. 93-107, 2001.
- SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G. et al. *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Porto Alegre/Florianópolis, Ed. Universidade/UFRGS/Ed. Da UFSC, 1999.
- SIQUEIRA, N. C. S. de; ALICE, C. B.; MENTZ, L. A. et al. Controle cromatográfico de plantas de uso medicinal popular – (1ª parte). *Rer. Bras. Farm.*, n. 68, p. 115-120, 1987.

SMET, P. A. G. M. de; RIVIER, L. Intoxicating Paricá seeds of the Brazilian Maué Indians. *Economic Botany*, v. 41, n. 1, p. 12-16, 1987.

SMYTH, T. J. Manejo da fertilidade do solo para produção sustentada de cultivos na Amazônia. In: ALVAREZ, V. H. A.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Eds.) *O solo nos grande domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado*. Viçosa, MG: SBCS; UFV, DPS, p. 71-93, 1996.

SOARES - Dinâmica de populações de plantas jovens que ocorrem numn floresta estacional semidecídua montana, em Lavras, Minas Gerais. *Cerne*, v.1. n.1. p. 028-037, 1994.

SOARES, A. R.; SILVA, G.; DIAS, H. C. T.; GARCIA JÚNIOR, I. P. Dinâmica de populações de plantas jovens que ocorrem numa Floresta Estacional Semidecídua Montana, em Lavras, Minas Gerais. *Cerne*, v. 1, n. 1, p. 28-37, 1994.

SOUZA, A. F. et al. *Diagnóstico econômico da Zona da Mata de Minas Gerais*. Viçosa, MG: UFV, 1989. 312 p.

SOUZA, A. L. de. *Manejo de formações florestais e contao/enclave*. In: 1º Workshop sobre manejo florestal sustentável em Minas Gerais. Viçosa: UFV, 1996, 30 p.

SOUZA, A. L.; ALMEIDA, D. S. de. Conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. In: ENCONTRO PARA CONSERVAÇÃO DA NATUREZA, 1, 1997, Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa: (Editado por) Maria das Graças Ferreira Reis - Centro Mineiro para Conservação da Natureza, 1997. p. 80-88

SOUZA, A. L.; MEIRA-NETO, J. A. A.; SCHETTINO, S. *Relatório final – avaliação fitossociológica. Parte I – Núcleo de Caravelas (BA). Parte II – Núcleo de Pedro Canário (ES)*. Viçosa: Convênio Bahia-Sul Celulose S.A. e Sociedade de Investigações Florestais, 1996. 287 p.

SOUZA, A. L. S.; SILVA, G. F.; CHICHORRO, J. F.; CARACIOLO, R. L. *Sistema para análise fitossociológica e elaboração de planos de manejo de florestas nativas – MATA NATIVA*. Consultoria e Desenvolvimento de Softwares Ltda, 2001.

SOUZA-FORMIGONI, M. L. O.; OLIVEIRA, M. G. M.; MONTEIRO, M. G. et al. Anti-ulcerogenic effects of two *Maytenus* spp. In laboratory animals. *J. Ethnopharmacol.*, v. 34, p. 21-28, 1991.

SPAROVEK, G. *Amostragem e análise de dados edafobioclimáticos de um remanescente florestal no município de Pindorama (SP)*. 1993, 132 p. Tese (Doutorado em Ciências do Solo) – Departamento de Solos, ESALQ, Piracicaba, SP.

STADTMÜLLER, T. Funciones climaticas e hidrologicas de los bosques com enfasis en los tropicos. *El Chasqui*, n. 16, p. 3-10, 1999.

STAHL, E. *Thin Layer Chromatography*. 2<sup>nd</sup> edition. Springer , 1990. p. 855 - 909.

- STATZ, J. Non-timber forest products: a key to sustainable tropical forest management? *Gate Technology and Development*, n. 2, p. 4-11, 1997.
- STEINLIN, H. J. Vigilancia de los bosques tropicais. *Unasyuva*, p. 2-8, 1980.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Plant physiology*. California. The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc., p. 100-119, 1991.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Plant physiology*. California. The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc., p. 318-327, 1991.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Plant physiology*. The Benjamin/Cummings Publishing Company Inc., p. 328-337, 1991.
- TEWARI, D. D.; CAMPBELL, J. Y. El auge de los productos forestales no madereros en la India. *Unasyuva*, v. 187, n. 47, p. 26-31, 1996.
- TIBERTI, L. A.; VILEGAS, J. H. Y.; LANÇAS, F. M. Análise comparativa de flavonóides presentes em *Maytenus aquifolium* e *Maytenus ilicifolia* por CCD, HPLC-UV/DAD e LC-MS. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 16, 2000, Recife-PE. *Anais...* Recife, 2000. p. 147 (QU081).
- TOLEDO FILHO, D. V. de; LEITÃO-FILHO, H. de. F.; SHEPERD, G. J. *Estrutura fitossociológica da vegetação de cerrado em Moji-mirim-SP*. São Paulo, *Rev. Inst. Flor.*, v. 1, n. 2, p. 1-12, 1989.
- TOLEDO, V. M. et al. La selva útil: etnobotânica quantitativa de los grupos indígenas del trópico húmedo de México. *Interciência*, v. 20, n. 4, p. 177-187, 1995.
- TOMASULO, P. L. B. *Análise da composição florística e estrutura da vegetação como subsídio ao plano de manejo para o Parque Nacional da Serra do Itapety, Mogi das Cruzes, SP*. UFMG, 1995. 48p.
- TORRES, R. B. *Estudos florísticos em mata secundária da Estação Ecológica de Angatuba (SP)*. Campinas – SP. 1989. 17 p.
- TORRES, R. B.; YAMAMOTO, K. Taxonomia das espécies de *Casearia* Jacq. (Flacourtiaceae) do estado de São Paulo. *Revta Brasil. Bot.*, n. 9, p. 239-258.1986.
- TRAUMAN, T. Tesouro frágil. *VEJA*, p. 87, 6/11/1996.
- TRUGUILHO, P. F.; CAIXETA, R. P.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M. Avaliação do conteúdo em taninos condensados de algumas espécies típicas do cerrado mineiro. *Cerne*, v. 3, n.1, p. 1-13, 1997.
- UNTERSEHER, F.; HANSEN, J.; SCHESINGER, B. *Holography Handbook – making holograms the easy way*. Ross Books, 1987.
- VALLS, J. F. M. Estudos botânicos no Parque Estadual de Torres, Rio Grande do Sul. I. Levantamento florístico da área de Guarita. Porto Alegre: *Inheringia*, v. 20, p. 35-57, 1975.

- VALVERDE, R.; OCAMPO, R. *La casa de las plantas medicinales: um jardim agroecológico para compartilhar*. San José: Proyecto Tramil-Enda Caribe/Asociación ANDAR/Catie, 1996. 13 p.
- VARANDA, E. M.; ZUNIGA, G. E.; SALATINO, A. et al. Effect of ursolic acid from epicuticular waxes of *Jacaranda decurrens* on *Schizaphis graminum*. *Journal Natural Products*, v. 55, n.6, p. 800-803, 1992.
- VARGAS, V. M. F.; GUIDOBONO, R. R.; HENRIQUES, J. A. P. Genotoxicity of plant-extracts. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, n. 86, supl. 2, p. 67-70, 1991.
- VARSA, A. *Forestería social y participativa: compromiso com el desarrollo rural da América Latina*. *Revista Forestal Centroamericana*, n. 14, ano 4, p. 6-14, 1996.
- VASCONCELOS, E. C. de; VILEGAS, J. H. Y.; LANÇAS, F. M. Comparison of extraction and clean-up methods for the analysis of friedelan-3-ol and friedelin from leaves of *Maytenus aquifolium* Martius (Celastraceae). *Phytochemical Analysis*, n. 11, p. 247-250, 2000.
- VATTIMO, I. de. Espécies do gênero *Jacaranda* Jussieu (Bignoniaceae) que ocorrem no estado do Rio de Janeiro – Seção Monolobos P. DC. *Rodriguésia*, ano 29, n. 42, p. 143-157, 1977.
- VATTIMO, I. de. Estudo sobre os tricomas – I. Rio de Janeiro, *Rodriguésia*, ano XXXII, n. 53, p. 301-305, 1980.
- VERLET, N. Commercial aspects. In: HAY, R.K.M.; WATERMAN, P.G. (Eds.). *Volatile oil crops: their biology, biochemistry and production*. London: Longman Scientific & Technical, p. 137-174, 1993.
- VIANA, V. M. Seed and seedling availability as a basis for management of natural forest regeneration. In: ANDERSON, A. B. *Alternatives to deforestation-steps toward sustainable use of the Amazon Rain Forest*. New York: Columbia University Press, p. 99 – 115, 1990.
- VIEIRA, L. S. *Fitoterapia da Amazônia: manual das plantas medicinais*. Editora Agronômica Ceres, 1992. 347 p.
- VIEIRA, M. C. W.; CARAUTA, J. P. P.; PARRINI, R. et al. The fauna corridors among forest fragments in Lagoa farm – Monte Belo, MG. Rio de Janeiro, *Albertoa*, n.9, p. 17-24, 2000.
- VIEIRA, R. F. et al. *Estratégias para conservação e manejo de recursos genéticos de plantas medicinais e aromáticas: resultado da 1ª Reunião Técnica*. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia/Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama)/ Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), 2002. 184 p.

VILEGAS, J. H. S.; CAPPELARO, E. A.; TIBERTI, L. A. Variabilidade química sazonal de *Maytenus aquifolium*. In: SIMPÓSIO DE PLANTAS MEDICINAIS DO BRASIL, 15, 1998, Águas de Lindóia. Resumos... Águas de Lindóia, 1998, p. 202 (08.038).

VILEGAS, J. H. Y.; LANÇAS, F. M.; CERVI, A. C. High resolution gas chromatography analysis of "espinheira santa" (*Maytenus ilicifolia* and *Maytenus aquifolium*): analysis of crude drug adulterations. *Phytotherapy Research*, v. 8, p. 241-244, 1994.

VILLALOBOS, R.; CHANG, Y.; MARMILLOD, D.; BEDOYA, R.; LEIGUE, L. *Desarrollo de criterios silviculturales para el manejo de Quassia amara um producto no maderable del Bosque Tropical*. Turriaba/CATIE: Simpósio Internacional "Possibilidades de Manejo Forestal Sostenible en América Tropical" p. 64-70, 2000.

VILLALOBOS, R.; OCAMPO, R. (Eds.) *Productos no maderables del bosque en Centroamérica y el Caribe*. Turrialba, Costa Rica: CATIE. Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central, 1997. 112 p.

VILLALOBOS, R.; OCAMPO, R. *Productos no maderables del bosque en Centroamérica y el Caribe*. Costa Rica: CATIE/OLAFO, 1997. 103 p.

VILLELA, D. M.; PROCTOR, J. Litterfall mass, chemistry, and nutrient retranslocacion in a monodominant forest on Maracá Island, Roraima, Brazil. *Biotropica*, v. 31, n. 2., p. 198-211, 1999.

VON HERTWIG, I. F. *Plantas aromáticas e medicinais: plantio, colheita, secagem, comercialização*. 2.ed. São Paulo, Icone, 1991. 414p.

WACHSMAN, M. B.; COTO, E. Search for antiviral activity in higher plant extracts. *Fitoterapia*, v. LIX, n. 5, p. 422-424, 1988.

WAGNER, H. ; BLADT, S. *Plant drug analysis: a thin layer chromatography atlas*. Springer, 1996. 384 p.

WAGNER, H.; BLADT, S. *Plant drug analysis: a thin layer chromatography atlas*. 2.ed. Berlin, Springer-Verlag, p. 304-327, 1995.

WATERMAN, P. G. The chemistry of volatile oils. In: HAY, R. K. M.; WATERMAN, P. G. (Eds.). *Volatile oil crops: their biology, biochemistry and production*. London: Longman Scientific & Technical, p.47-61, 1993.

WEST, C. Terpene biosynthesis and metabolism. In: DENNIS, D. T; TURPIN, D. H. *Plant physiology biochemistry and molecular biology*. London: Longman Scientific & Technical, p.353-369, 1990.

WITKIEWICZ, Z.; BLADEK, J. Overpressured thin-layer chromatography. *Journal of Chromatography*, n. 373, p. 111-140, 1986. 1986.

YAMURA, T.; TANAKA, S.; TABATA, M. Light-dependent formation of glandular trichomes and monoterpenes in Thyme seedlings. *Phytochemistry*, v. 28, n. 3, p. 741 - 744, 1989.

YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; MACEDO, S. H. M. et al. Determinação dos teores de elementos minerais em alimentos convencionais e não convencionais da região Amazônica pela técnica de análise por ativação com nêutrons instrumental. *Acta Amazonica*, v. 27, n.3, p. 183-196, 1997.

ZACCHINO, S. SANTECCHIA, C.; LÓPEZ, S. et al. In vitro antifungal evaluation and studies on mode of action of eight selected species from the Argentine flora. *Phytomedicine*, v. 5, n. 5, p. 389-395, 1998.

ZACHOW, R. *Manejo sustentável de plantas medicinais e aromáticas*. Palestra apresentada na 1ª Reunião Técnica sobre Recursos Genéticos de Plantas Medicinais e Aromáticas: "Estratégias para Conservação e Manejo Sustentável". Brasília: Cenargen/EMBRAPA-IBAMA, 2001.

ZANETTE, V. C. *Florística, fitossociologia e aspectos dinâmicos de um remanescente de mata atlântica na microbacia do Rio Novo, Orleans, SC*. São Carlos: USP, 1995. 113 p.

ZOGHBI, M. das. G. B.; ANDRADE, E. H. A.; SANTOS, A. S.; SILVA, M. H. Essential oils of *Siparuna guianensis* Aubl. *J. Essent. Oil Res.*, n. 10, p. 543-546, 1998.

ZOU, X.; ZUCC, C. P.; WAIDE, R. B.; McDOWELL, W. H. Long-term influence of deforestation on tree species composition and litter dynamics of a tropical rain forest in Puerto Rico. *Forest Ecology and Management*, v. 78, p. 147-157, 1995.