

CIRO DE CASTRO

ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA DO CULTIVO E EXTRAÇÃO DO
ÓLEO ESSENCIAL DE *Melaleuca alternifolia* Cheel

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2003

CIRO DE CASTRO

ANÁLISE TÉCNICO-ECONÔMICA DO CULTIVO E EXTRAÇÃO DO
ÓLEO ESSENCIAL DE *Melaleuca alternifolia* Cheel

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

APROVADA EM: 28 de novembro de 2003.

Prof. Laércio Antonio Gonçalves Jacovine
(Conselheiro)

Prof. Antônio Lelis Pinheiro
(Conselheiro)

Prof. Flávio Lopes Rodrigues

Prof. Haroldo Nogueira de Paiva

Prof. Márcio Lopes da Silva
(Orientador)

A Deus.

À minha amada esposa Analuiza.

À minha mãe, ao meu pai e à minha irmã.

Aos meus amigos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Engenharia Florestal, pela oportunidade de concluir o Curso de Pós-Graduação em Ciência Florestal.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de pesquisa, a qual foi de grande auxílio para a execução deste trabalho.

Ao meu orientador Márcio Lopes da Silva, que, além de professor e orientador, demonstrou grande amizade e ensinamentos durante esta jornada.

Aos Professores Antônio Lélis Pinheiro, Flávio Lopes Rodrigues, Laércio Antonio Gonçalves Jacovine e Haroldo Nogueira de Paiva, pelos conselhos e ensinamentos muitas vezes decisivos e pela confiança no decorrer da caminhada.

Aos professores do Departamento de Engenharia Florestal da UFV, pelos ensinamentos.

À Larix Indústria e Comércio Ltda. Óleos Essenciais, pela ajuda e pelo fornecimento de dados.

À minha mãe, ao meu pai e à minha irmã, em especial à minha nova família, minha esposa Analuiza, minha cunhada Tatiana, meu sogro Aroldo e minha sogra Ana Maria, por terem estado sempre de mãos dadas comigo neste processo.

Aos meus parentes, pela força presente em todo instante.

Aos meus amigos Alessandro Fontes, Cassinha, Crodoaldo, Gabriel, Gláucio, Josuel, Juliana Muller, Marcinho, Marcos Gomes e Robson de Sá, pelo apoio e pela amizade no decorrer do caminho.

A Frederico e Ritinha, por terem estado sempre prontos para esclarecer minhas dúvidas.

A todos que, de alguma maneira, contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

CIRO DE CASTRO, filho de Francisco Jair de Castro e Tereza Fontes de Castro, nasceu em São Paulo, em 10 de agosto de 1974.

No período de 1990 a 1992, cursou o Ensino Médio no Colégio Universitário (COLUNI), na cidade de Viçosa, MG. Posteriormente ingressou no Curso Técnico em Agropecuária no Centro de Ensino e Desenvolvimento Agrário de Florestal (CEDAF), formando-se em 1994.

Em 1995, ingressou no Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, graduando-se em março de 2001.

Em agosto de 2001, iniciou o Curso de Mestrado em Ciência Florestal na UFV, submetendo-se à defesa de tese em novembro de 2003.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. O problema: importância e justificativas.....	1
1.2. Objetivos	3
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1. Descrição da planta.....	5
2.2. A importância da melaleuca.....	5
2.3. Óleos essenciais.....	6
2.3.1. Caracterização	6
2.3.2. Produção e extração.....	7
2.3.3. Importância medicinal	7
2.3.4. Importância comercial	8
2.4. Avaliação econômica de projetos florestais.....	8
2.5. Análise de sensibilidade.....	10
2.5.1. Análise de risco	10
2.5.2. O <i>software @Risk</i>	10
2.5.3. Técnica de simulação de Monte Carlo.....	11

	Página
3. METODOLOGIA	13
3.1. Caracterização da área de estudo	14
3.2. Horizonte de planejamento	15
3.2.1. Implantação (ano zero).....	15
3.2.1.1. Produção de mudas	16
3.2.1.2. Correção, adubação e preparo do solo	16
3.2.1.3. Coveamento, plantio e replantio	17
3.2.1.4. Controle de plantas daninhas e formigas cortadeiras	17
3.2.2. Manutenção (ano 1-10).....	18
3.2.2.1. Adubação	18
3.2.2.2. Desbrota.....	18
3.2.2.3. Irrigação.....	19
3.2.2.4. Reforma parcial.....	19
3.2.3. Colheita (ano 1-10)	19
3.2.4. Extração do óleo essencial (ano 1-10).....	20
3.3. Fonte de dados.....	21
3.4. Determinação dos rendimentos	21
3.5. Análise econômica.....	21
3.5.1. Valor presente líquido – VPL.....	22
3.5.2. Valor anual equivalente – VAE.....	22
3.5.3. Taxa interna de retorno – TIR	22
3.5.4. Custo médio de produção – CMPr	23
3.5.5. Razão benefício/custo – B/C.....	23
3.6. Análise de sensibilidade.....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4.1. Implantação da cultura.....	25
4.2. Manutenção	29
4.3. Colheita	29
4.4. Extração do óleo essencial	32
4.5. Custos totais da cultura	34

	Página
4.6. Produção e receita do projeto.....	34
4.7. Análise econômica.....	36
4.8. Análise de sensibilidade.....	38
5. CONCLUSÃO	42
6. RECOMENDAÇÕES.....	44
BIBLIOGRAFIA.....	45
APÊNDICE.....	50
APÊNDICE A.....	51

RESUMO

CASTRO, Ciro de, M. S., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2003.
Análise técnico-econômica do cultivo e extração do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel. Orientador: Márcio Lopes da Silva.
Conselheiros: Antônio Lelis Pinheiro e Laércio Antonio Gonçalves Jacovine.

O presente trabalho teve como objetivo analisar técnica e economicamente o cultivo e a extração do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Cheel. Foi desenvolvido a partir do acompanhamento e coleta de dados da referida cultura, desde o plantio até a extração do respectivo óleo essencial, num plantio em espaçamento de 1 x 1 m, no município de São Miguel do Anta, localizado na região da Zona da Mata Norte do Estado de Minas Gerais. Realizou-se um levantamento dos rendimentos e custos da cultura para as atividades de produção de mudas, implantação, manutenção, colheita, transporte e extração do óleo essencial, bem como as receitas. Procedeu-se a uma análise econômica, calculando os principais indicadores econômicos. Posteriormente foi feita uma análise de sensibilidade, utilizando-se a técnica de simulação de Monte Carlo, por meio do *software @Risk*. Uma vez reunidos e analisados os dados, fixaram-se parâmetros mínimos, médios e máximos para as distribuições de probabilidade triangular dos custos de implantação, manutenção, colheita, destilação e receita, oriundos do projeto de produção do óleo essencial, permitindo uma melhor

avaliação dos indicadores econômicos perante a análise de riscos. Observou-se que o custo de implantação foi de R\$3.016,71 por ha, enquanto os outros custos anuais por ha foram com manutenção (R\$6.909,09), colheita (R\$961,36) e extração (R\$3.414,13). A receita anual obtida pela venda de 82 litros de óleo essencial foi de R\$12.272,73. A análise econômica considerou um projeto de 11 anos e uma taxa de desconto anual de 10%. Encontraram-se um VPL de R\$3.054,98 por ha, uma TIR de 30,46% ao ano, um VAE de R\$497,18 por ha, um CMP_r de R\$143,92 por litro de óleo essencial ao ano e uma B/C de 1,04, indicando a viabilidade econômica da cultura. A análise de sensibilidade indicou uma baixa probabilidade de a atividade tornar-se inviável economicamente, sendo ela mais afetada pela receita anual e menos pelo custo de implantação e taxa de desconto anual. Com base nos resultados obtidos pelas análises econômica e de sensibilidade anteriormente citados, concluiu-se que a produção desse óleo na região é economicamente viável. Através da baixa tecnologia e cuidados especiais requeridos pela cultura (não necessitando de mão-de-obra especializada), da produtividade regional compatível com a da Austrália, dos baixos custos de implantação e manutenção (salvo cuidados com irrigação e capina) e da baixa necessidade de investimentos, com conseqüente possibilidade de produção em pequena e média escalas, verificou-se uma excelente oportunidade de investimento para agricultores da região, com a cultura apresentando uma viabilidade técnica satisfatória.

ABSTRACT

CASTRO, Ciro de, M. S., Universidade Federal de Viçosa, November 2003.
Technical-economical analysis of *Melaleuca alternifolia* Cheel cultivation and essential oil extraction. Adviser: Márcio Lopes da Silva. Committee Members: Antônio Lelis Pinheiro and Laércio Antônio Gonçalves Jacovine.

The objective of this work was to analyze technically and economically *Melaleuca alternifolia* Cheel cultivation and essential oil extraction. This work was developed based on data monitoring and collection from planting (1x1 m spacing) to oil extraction, in the municipality of São Miguel do Anta, “Zona da Mata Norte”, State of Minas Gerais, Southeastern Brazil. Data on cultivation profits and costs for seedling production, implantation, maintenance, harvest, transport and essential oil extraction, as well as revenue were collected. An economical analysis was performed using the Monte Carlo simulation technique with the “@Risk” software. Once data was gathered and analyzed, minimum, medium and maximum parameters were established for the triangular probability distributions of costs for implantation, maintenance, harvest, distillation, and revenue, derived from the project of essential oil production, allowing a better evaluation of the economical indicators for the risk analysis. It was observed that the implantation cost was R\$ 3,016.71 per hectare. Other annual costs per hectare were maintenance (R\$ 6,909.09), harvest (R\$ 961.36) and extraction

(R\$3,414.13). The annual revenue for the sales of 82 L of essential oil was R\$ 12,272.73. The economical analysis considered an 11 year-old project and a 10% annual discount rate. A R\$ 3,054.98 VPL per hectare, 30.46% TIR per year, R\$ 497.18 VAE per hectare, R\$ 143.92 CMPr per liter of essential oil per year and a 1.04 B/C were found, indicating the economical viability of this crop. The analysis of sensitivity showed a low probability for the activity to become economically non-viable, being more affected by the annual revenue and less by the implantation cost and the annual discount rate. Based on the results obtained from the aforementioned economical and sensitivity analysis, it was concluded that the production of this oil in this region is economically viable. Since this crop does not require any special care (no skilled workforce needed) and utilizes low-technology, the local productivity is similar of that in Australia, and considering the low costs of implantation and maintenance (except for irrigation and weeding), the low need for investments, and the resulting possibility of small and medium scale production, an excellent investment opportunity for farmers of this region is observed, as this crop shows a satisfying technical viability.

1. INTRODUÇÃO

1.1. O problema: importância e justificativas

O uso de plantas medicinais pelo ser humano ocorre desde a antigüidade; segundo registros históricos, os povos primitivos já conheciam as propriedades antipiréticas da quina e estimulantes do chá (MANN, 1995). Registros arqueológicos revelam o uso de plantas medicinais em regiões de florestas tropicais há 8.000 a. C. (KING, 1996). No Papiro de Eber, de 1500 a. C., mencionam-se o ópio e a aloe, e vários alcalóides, como a atropina, a quinina e a cocaína, foram descobertos no século XIX (TYLER, 1996). No Brasil, encontram-se relatos médicos do estudo de plantas medicinais desde 1941 (ELISABETSKY, 1987).

O consumo mundial de fármacos de origem vegetal movimentou cerca de US\$ 35 bilhões em 1993, o que corresponde a aproximadamente 20% do total de drogas sintéticas comercializadas no mesmo ano. Em 1995, o mercado europeu faturou cerca de US\$ 6,5 bilhões com a venda de fitoterápicos, e em 1999, nos Estados Unidos, 64% dos produtos comercializados continham plantas medicinais em sua composição (TRENTINI, 2000).

Mais de 2.000 espécies vegetais produzem óleos essenciais, entre elas vários representantes da família Myrtaceae, que apresenta cerca de 100 gêneros e

aproximadamente 3.000 espécies, distribuídas em todo o mundo, com dois grandes centros de distribuição: Américas e Austrália (JOLY, 1993).

O gênero *Melaleuca* está largamente distribuído em todo o território australiano, e a espécie *Melaleuca alternifolia* Cheel possui grande importância medicinal (GOLDSBROUGH, 1939; CARSON e RILEY, 1995; HAMMER et al., 2000).

O óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* possui comprovada ação antimicrobiana contra vários patógenos humanos, sendo utilizado em muitas formulações tópicas. Descoberto em 1920, por PENFOLD e GRANT, é obtido por hidrodestilação. Esta espécie hoje é cultivada na Austrália, atendendo à grande demanda do produto no mercado (RIEDL, 1997; GUSTAFSON et al., 1998).

O comércio mundial desse óleo tem a Austrália como principal fornecedor, onde se concentram os principais produtores, que dominam, de certa forma, o mercado e as tecnologias de produção. Seu consumo está disperso no mundo inteiro pelas indústrias (farmacêuticas, de cosméticos e limpeza, entre outras), sendo os principais centros consumidores a América do Norte e a Europa.

O preço desse produto encontra-se, hoje, num elevado patamar econômico mundial, acreditando-se que isso ocorre devido ao seu monopólio comercial, o qual era produzido, até então, somente pela Austrália. Têm-se relatos de que a China também produz esse óleo, porém em escala não-significativa perante o mercado mundial. No Brasil, têm-se observado indústrias de cosméticos e casa de produtos naturais adquirindo o produto importado e repassando-o ao consumidor final ou, então, agregando valores ao produto em forma de cosméticos, produtos farmacêuticos e de higiene pessoal.

Sendo o quinto maior consumidor mundial de remédios, o Brasil tem desenvolvido poucos medicamentos. O mercado brasileiro é dominado por multinacionais farmacêuticas que investem pesadamente em pesquisas e tecnologias para garantir espaço em um universo cujas cifras são da ordem de 200 milhões de dólares ao ano. Há possibilidade de crescimento dos

fitoterápicos, que representam um mercado em expansão e exibe cifras igualmente consideráveis da ordem de 40 milhões de dólares ao ano. Entretanto, não há dados concretos sobre quanto se importa de óleo essencial de melaleuca atualmente. Em razão de sua imensa biodiversidade e da tradição no uso de plantas medicinais, o Brasil tem condições de reservar para si parte considerável desse mercado (OLIVEIRA, 2002).

Pode-se dizer que a implantação deste tipo de indústria traria para o Brasil, em primeira instância, dois benefícios sociais: um seria o auxílio na cura de doenças dermatológicas oriundas de bactérias e, ou, fungos, acreditando-se ainda que tenha propriedades antivirais; o outro seria a criação de empresas para plantio da espécie, extração do óleo essencial, beneficiamento e comercialização do óleo ou dos produtos já beneficiados, gerando empregos diretos e indiretos, impostos e divisas.

Apesar de o embasamento teórico e os subsídios técnicos parecerem satisfatórios, até o presente momento, para o funcionamento deste sistema na região da Zona da Mata Norte mineira, existe carência de informações científicas sobre a adaptação, produtividade e rendimento na produção do referido óleo. Assim, são necessários estudos mais aprofundados sobre esta cultura e sobre sua viabilidade econômica.

1.2. Objetivos

O objetivo geral deste trabalho foi analisar os aspectos técnicos e econômicos do cultivo e extração do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* na Zona da Mata Norte, em Minas Gerais.

Especificamente, pretendeu-se:

- Analisar tecnicamente a cultura de *Melaleuca alternifolia*, levantando-se as atividades, os rendimentos e a produtividade obtida no projeto.
- Realizar um levantamento de custos e receitas do cultivo da planta e extração do seu óleo.

- Executar uma análise econômica, utilizando-se os principais indicadores econômicos.
- Realizar uma análise de sensibilidade, por meio de simulações, considerando-se os efeitos de variações em parâmetros importantes, como o preço de venda do óleo essencial e os custos da referida produção florestal.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Descrição da planta

A *Melaleuca alternifolia* Cheel, conhecida como “Tea Tree”, é uma árvore pequena, de até 5 m de altura; possui casca fina, semelhante a folhas de papel, e folhas afiladas, de aproximadamente 20 mm de comprimento; e floresce no verão. É nativa da costa sudeste da Austrália, região de New South Wales, e cresce em regiões pantanosas ou próximas a rios (RIEDL, 1997).

O nome “Tea Tree” foi dado pelo Capitão James Cook em 1770, ao desembarcar na Baía de *Botany*, na Austrália. Cook observou que os aborígenes faziam um chá medicinal com folhas de um arbusto verde-escuro. Contavam histórias de uma lagoa mágica, na qual as folhas tinham caído e onde a tribo do lugar se banhava para manter a saúde (OLIVEIRA, 2002).

2.2. A importância da melaleuca

Espécies da família Myrtaceae possuem importância econômica em razão de seus usos medicinal, ornamental e condimentar (JOLY, 1993; BRUNETON, 1999). O gênero *Melaleuca* reúne aproximadamente 150 espécies, dentre as quais muitas apresentam alto valor comercial, devido à produção de óleos essenciais, utilizados na medicina popular. As folhas e, ou, o caule são usados na forma de

chá, para tratamento de abrasões cutâneas, picadas de insetos, dor de dente e infecções superficiais e por apresentarem atividade antifúngica e antibacteriana (KAWAKAMI et al., 1990; LIS-BALCHIN et al., 1996; RIEDL, 1997). Componentes de *Melaleuca alternifolia* fazem parte de formulações de cosméticos, desodorantes e produtos para cabelos (KITANOV et al., 1992; RIEDL, 1997).

O óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* possui comprovada ação antimicrobiana contra vários patógenos humanos, sendo utilizado em muitas formulações tópicas e possuindo grande importância medicinal (GOLDSBROUGH, 1939; CARSON e RILEY, 1995; HAMMER et al., 2000).

A busca por antissépticos de fontes naturais tem conduzido o homem ao uso mais amplo desta importante planta medicinal.

2.3. Óleos essenciais

2.3.1. Caracterização

Os óleos essenciais são misturas de diversos compostos voláteis, com tensão de vapor pouco elevada, odoríficos, insolúveis em água e solúveis em solventes imiscíveis na água e no álcool. As propriedades antimicrobianas de extratos e óleos, como controle de bactérias, bolores e leveduras, têm sido comprovadas (CARSON et al., 1995; CARSON e RILEY, 1995; NELSON, 2000).

Os óleos essenciais podem ser produzidos em estruturas externas, como papilas e tricomas glandulares ou estruturas internas, como: cavidades, canais ou células secretoras (ESAU, 1977). A família Myrtaceae é caracterizada pela ocorrência de cavidades secretoras, representadas por pontos translúcidos, distribuídos na superfície foliar (SOLEREDER, 1908; METCALFE e CHALK, 1959).

2.3.2. Produção e extração

Várias técnicas podem ser empregadas na extração dos óleos essenciais, como a hidrodestilação (destilação por arraste a vapor d'água), a extração por solventes orgânicos, a prensagem e a extração com CO₂ supercrítico, sendo este o método mais eficaz e de maior interesse na indústria de alimentos (PORTA et al., 1998; ARAÚJO, 1999).

O óleo essencial de melaleuca foi descoberto em 1920, por PENFOLD e GRANT, e obtido por hidrodestilação (RIEDL, 1997; GUSTAFSON et al., 1998).

Dependendo do processo e do tempo de extração utilizados, podem ocorrer alterações qualitativas e quantitativas no óleo (CICOGNA JÚNIOR et al., 1987; JOHNS et al., 1992; PORTA et al., 1998).

2.3.3. Importância medicinal

O óleo de “Tea Tree” passou a fazer parte tanto da medicina natural dos aborígenes quanto da cultura dos brancos australianos. Muito antes de os cientistas pensarem em testar o óleo em laboratório, ele já tinha credibilidade nos *kits* de primeiros socorros dos soldados australianos na Segunda Guerra Mundial, usado contra picadas de insetos e diversas infecções. Aos poucos, os antibióticos modernos superaram a panacéia australiana tradicional. Entretanto, com o surgimento da preocupação quanto aos excessos da utilização dos antibióticos e, sobretudo, com a resistência adquirida por alguns microrganismos, o óleo de melaleuca teve seu emprego revigorado (OLIVEIRA, 2002).

O óleo de melaleuca é um medicamento fitoterápico tradicionalmente indicado como cicatrizante, hemostático e antiinflamatório, aplicado por via tópica ou como anti-séptico bucal nos tratamentos de ferimentos, picadas de insetos, queimaduras traumáticas e solares, mau hálito, problemas de infecções da garganta e manchas da pele (OLIVEIRA, 2002).

Pesquisas envolvendo triagem clínica do óleo de melaleuca na Austrália evidenciaram atividade antimicrobiana, o que comprova sua capacidade em

dissolver o pus nas inflamações, tornando-o eficaz como antisséptico (PENFOLD et al., 1937, BELAICHE et al., 1985ab). Também têm sido descritos seus efeitos sobre colite, úlceras, gengivites e hemorragias, entre outros.

Em virtude de não exigir receita médica, praticamente não apresentar reações alérgicas, não ter efeitos colaterais e, ainda, ser mais barato que os produtos da indústria farmacêutica para os fins a que se propõe, este óleo vem sendo cada vez mais procurado pela população em busca de cura das doenças epidérmicas.

Como esse produto vem sendo testado e se mostrou ativo como cicatrizante no tratamento de ulcerações da pele, vislumbrou-se a possibilidade de testar a eficiência do seu princípio ativo no tratamento da úlcera péptica em outro tipo de formulação farmacêutica, além de comprovar os seus efeitos cicatrizante e antiinflamatório em feridas de pele, bem como a sua toxicologia (OLIVEIRA, 2002).

2.3.4. Importância comercial

A produção anual do óleo de melaleuca na Austrália é de aproximadamente 400 toneladas. Seu rendimento varia de 170 a 220 kg.ha⁻¹, mas rendimentos de quase 400 kg.ha⁻¹ já foram observados (MURTAGH, 1998). O custo de instalação do plantio de melaleuca é alto, mas, considerando o preço do óleo essencial e presumindo-se um bom cultivo, o investimento apresenta um bom retorno financeiro (MURTAGH, 1998).

2.4. Avaliação econômica de projetos florestais

A avaliação econômica de um projeto baseia-se em seu fluxo de caixa, que é definido como a relação dos custos e das receitas, distribuídos ao longo da vida útil de um empreendimento (REZENDE e OLIVEIRA, 1993).

Para analisar a viabilidade econômica de projetos florestais são usados os indicadores Valor Presente Líquido, Custo Médio de Produção, Valor Anual Equivalente, Taxa Interna de Retorno e Relação Benefício/Custo.

O VPL de um projeto consiste na soma algébrica dos valores descontados, a dada taxa de juros, do fluxo de caixa a ele associado (OLIVEIRA e MACEDO, 1996). Conforme LIMA JÚNIOR (1995), um projeto será economicamente viável se o seu VPL for positivo, de acordo com determinada taxa de desconto, ou seja, o valor descontado das receitas futuras é superior ao valor do investimento. Quanto maior o VPL, mais economicamente atrativo será o projeto. Este vai ser economicamente inviável se o seu VPL for negativo.

De acordo com LIMA JÚNIOR (1995), o VAE é definido como o valor anual simples do lucro, ou seja, receitas menos custos. Esse indicador representa também a parcela periódica e constante necessária ao pagamento de uma quantia igual ao VPL da opção de investimento em análise, ao longo de sua vida útil (REZENDE e OLIVEIRA, 1993). Conforme SILVA (1992), o VAE é de uso relevante para comparar projetos com diferentes horizontes de planejamento, uma vez que os valores equivalentes obtidos, por período, corrigem, implicitamente, as diferenças de horizontes.

A TIR é definida como a taxa de desconto que iguala o valor presente das receitas ao valor presente dos custos em um projeto, ou seja, é a taxa média de crescimento de um investimento; é a taxa de desconto que faz que o VPL seja nulo (PEARSE, 1990).

Segundo SILVA et al. (2002), a B/C é definida como a razão entre o valor atual das receitas e o valor atual dos custos. Se o projeto apresentar um B/C maior que 1, ele será economicamente viável, sendo o projeto tanto mais indicado economicamente quanto maior for a B/C. Já o CMPr é o indicador que permite saber qual o ponto onde se opera a um custo mínimo de produção, sendo obtido pela razão entre o valor atual dos custos pela produção total equivalente (quantidade produzida descontada ou atualizada pela taxa de juros).

2.5. Análise de sensibilidade

2.5.1. Análise de risco

A análise de risco (probabilidade conhecida) é necessária para que seja analisado o grau de incerteza (probabilidade desconhecida) que surge quando não é possível prever o valor exato que uma ou mais variáveis irão ter em determinado momento. Isso ocorre normalmente quando se trabalha com dados suscetíveis a mudanças, como a agricultura. Segundo NORONHA (1987), “as incertezas surgem, em primeiro lugar, porque estamos lidando com valores futuros”. O fato de existirem incertezas em determinado modelo descritivo atribui uma condição de risco às análises dos seus resultados. Uma forma de trabalhar esse problema é incorporar as incertezas em um modelo de decisão, de forma que o tomador de decisão atue em condições de risco previsto.

2.5.2. O software @Risk

O @Risk é um software desenvolvido pela empresa *Palisade Corporation* (1995) e utilizado para realizar simulações. Este Software trabalha de maneira integrada à planilha Excel da empresa *Microsoft* e possui: recursos que auxiliam a geração de distribuições de probabilidades necessárias à simulação; comandos que auxiliam a determinação e execução da simulação; e gráficos estatísticos sobre os dados resultantes da simulação.

As simulações realizadas neste trabalho foram efetuadas no @RISK utilizando o método de Monte Carlo, com distribuição de probabilidade estratificada denominada *Latin Hypercube*. Segundo SILVA NETO e PEREIRA (1999), esse critério aumenta a eficiência da simulação. A *Palisade Corporation* (1995) explica que o método de amostragem *Latin Hypercube* é programado para recriar, precisamente, a distribuição dada, por intermédio da amostragem, com menos simulações que o método de Monte Carlo, sendo esta a diferença entre os dois métodos. O método *Latin Hypercube* divide a curva acumulada em intervalos iguais na escala de probabilidade acumulada de 0 a 1. Uma amostra é,

então, aleatoriamente tomada de cada intervalo da distribuição dada. A amostragem é forçada a representar valores em cada intervalo e, portanto, também a recriar a distribuição da probabilidade dada. Uma vez que a amostra é retirada de uma estratificação, esta não é tomada novamente, pois o seu valor já está representado no conjunto amostral.

2.5.3. Técnica de simulação de Monte Carlo

Em processos de simulação de dados no tempo, caso estes apresentem algum tipo de tendência, é importante que esta seja considerada, sob pena de perda de confiabilidade do processo.

Segundo SHIMIZU (1984), a simulação é um processo que possibilita imitar uma realidade por meio de modelos, ou seja, uma modalidade de pesquisa operacional que procura tirar conclusões por meio de exercícios que representam a realidade. As simulações por processos aleatórios possibilitam lidar com situações cuja evolução, no decorrer do tempo, não seja previsível, trabalhando com eventos aleatórios ou probabilísticos – quando sua ocorrência envolve certo risco ou certo grau de incerteza. Um processo que trabalha com variáveis descritas por funções probabilísticas é o método de Monte Carlo.

Segundo NORONHA (1987), o método de Monte Carlo realiza a simulação na seguinte seqüência: a) identifica a distribuição de probabilidade de cada uma das variáveis relevantes do modelo; b) seleciona, ao acaso, um valor de cada variável a partir de sua distribuição de probabilidade; c) calcula o valor da variável dependente cada vez que for selecionada a variável independente; e d) repete o processo até que se obtenha adequada confirmação da distribuição de freqüência da variável dependente.

CLEMEN (1991) argumentou que a simulação de Monte Carlo é usada nas situações em que a incerteza é grande. O objetivo é representar a incerteza existente em cada uma das alternativas diferentes. Quando se colocam juntas todas as distribuições de probabilidade em todas as variáveis incertas, está-se construindo um modelo de simulação em que se acredita estar capturando os

aspectos relevantes da incerteza no problema. Após efetuar a simulação por muitas interações, tem-se uma aproximação das distribuições dos resultados originados de diferentes alternativas. Quanto mais interações forem feitas, mais confiáveis serão as simulações.

Dado que a simulação de Monte Carlo é um modelo que trabalha com variáveis descritas por funções probabilísticas, o seu sucesso em obter boas previsões depende da distribuição de probabilidade escolhida. Tal distribuição retratará o comportamento que a variável ou variáveis assumirá no modelo, de forma a definir os cenários de estudo.

Segundo RODRIGUEZ (1987), obter o modelo probabilístico mais adequado implica análise prévia da quantidade e da qualidade dos dados disponíveis. Na ausência total de informações acerca da distribuição de frequência do coeficiente aleatório, uma aproximação razoável pode ser, às vezes, obtida ao se utilizar distribuição triangular. A escolha da distribuição de probabilidade triangular, a ser utilizada em um processo de simulação, requer certo grau de subjetividade por parte do pesquisador. Para o caso de modelos relativamente simples e de séries históricas pequenas, a distribuição de probabilidade triangular é adequada.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa foi desenvolvida seguindo as etapas ilustradas na Figura 1.

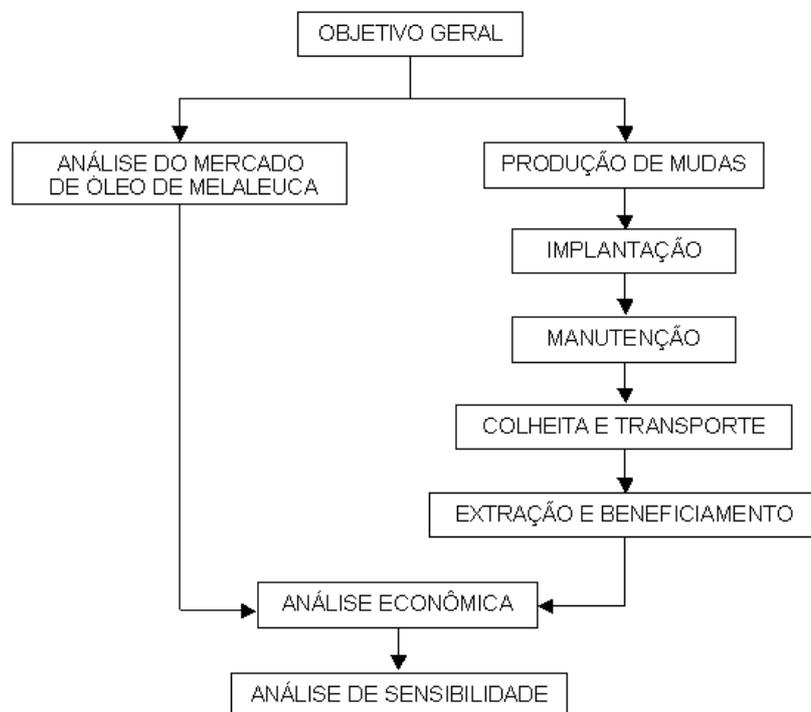


Figura 1 – Fluxograma da metodologia de pesquisa.

3.1. Caracterização da área de estudo

A coleta de dados de campo do presente estudo foi realizada em áreas do Sítio Colônia, localizado no município de São Miguel do Anta, microrregião de Viçosa, Zona da Mata Norte do Estado de Minas Gerais (Figura 2ab).

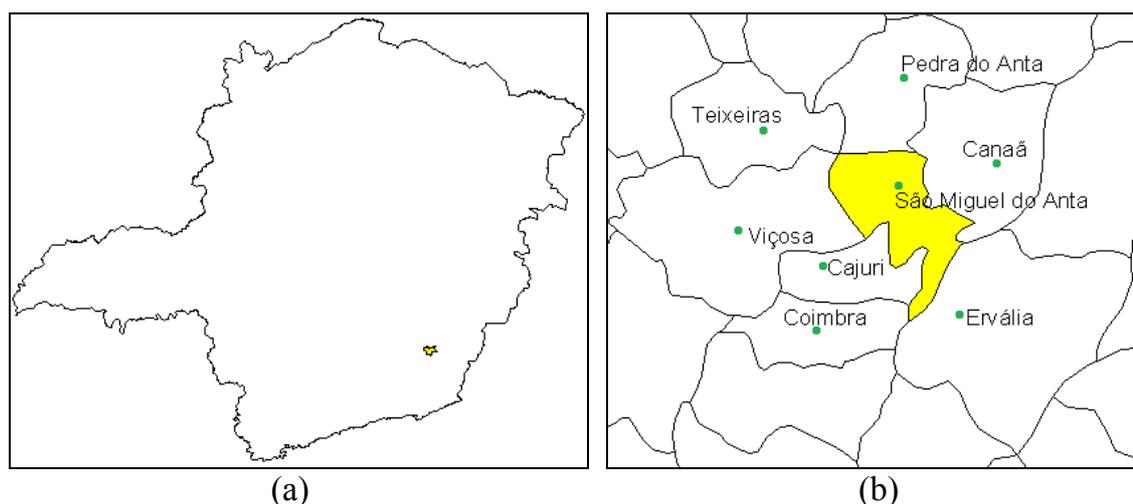


Figura 2 – Situação geográfica de São Miguel do Anta no Estado de Minas Gerais e em relação às cidades vizinhas (GEOMINAS, 2002).

Segundo FUNDER (2002), o município apresenta latitude 20,42° S, longitude 42,43° W, uma altitude máxima de 930 m na cabeceira do córrego Fartura e uma mínima de 583 m na foz do córrego Goiano e uma altitude média de 710 m, apresentando um relevo 20% plano, 30% ondulado e 50% montanhoso. Tem uma temperatura média anual de 20,9 °C, sendo uma média mínima de 14,4 °C (julho) e uma média máxima de 26,5 °C (fevereiro).

Segundo CER/PROAGRO (2002), o município apresenta um índice pluviométrico entre 1.100 e 1.300 mm, com uma concentração de chuvas maior entre os meses de novembro a março, onde gera um excedente hídrico médio anual de 200 a 300 mm. Apresenta uma evapotranspiração potencial média anual

entre 800 e 1.000 mm e um déficit hídrico médio anual de 50 a 100 mm, compreendidos entre os meses de maio e setembro.

Escolheu-se, para o desenvolvimento deste trabalho, o Sítio Colônia, localizado a 20°42,846' S, 42°43.635' W e 689 m de altitude, no município de São Miguel do Anta, parceiro da Lárrix Óleos Essenciais Ltda., empresa responsável, até então, por toda a produção nacional do óleo essencial de melaleuca proveniente de plantas cultivadas no território nacional. O Sítio Colônia emprega hoje três funcionários diretos e dois indiretos e mantém uma sede residencial onde residem os funcionários indiretos. A referida propriedade rural conta com aproximadamente 48 ha, destes 25,3 ha são de terra cultivável, dos quais 0,5 ha se destina, até então, ao cultivo de 5.000 plantas de melaleuca, com espaçamento de 1 x 1 m. A propriedade encontra-se em processo de expansão da cultura, tendo já instaladas 40.000 mudas da referida espécie com espaçamento de 1 x 0,5 m.

3.2. Horizonte de planejamento

Para o presente trabalho, estipulou-se um horizonte de planejamento de 10 anos de produção, tempo este em que, segundo experiência prática com a cultura na Austrália, é prevista uma substituição ou reforma do povoamento. Outro fato para justificar esse tempo para o referido horizonte de planejamento é que, geralmente, para realizar a análise de viabilidade de empreendimentos, considera-se um horizonte de 10 anos, principalmente em virtude da depreciação das máquinas e equipamentos.

Para tanto, foram acompanhados os custos, rendimentos e receitas dos anos 0 e 1, sendo projetados como os mesmos para os anos seguintes.

3.2.1. Implantação (ano zero)

O ano zero foi o período correspondente ao início das atividades, por exemplo elaboração e planejamento do projeto, locação da área de plantio, locação e construção do viveiro, produção de mudas, preparo do solo, adubação,

correção do solo, coveamento, combate às formigas cortadeiras e plantio propriamente dito.

As atividades deram-se por iniciadas em setembro de 2001. A área foi preparada para o plantio de mudas de melaleuca, no espaçamento de 1 x 1 m (10.000 árvores por hectare), compreendendo uma área de 0,5 ha. É necessário observar que as planilhas apresentadas posteriormente estão todas em base de 1 ha, pois este foi o parâmetro adotado para a formação de custos.

3.2.1.1. Produção de mudas

O início da atividade de produção de mudas deu-se em novembro de 2001. Foi escolhido este mês baseando-se no fato de a cultura ser extremamente exigente em água. Como é nessa época que a região tem maior índice pluviométrico médio mensal, foi necessária, então, pouca irrigação durante o processo de produção das mudas. O viveiro foi construído dentro da mesma propriedade em que foi realizado o plantio, a uma distância de aproximadamente 400 m da área do plantio, irrigado natural e artificialmente.

Para a produção de 45.000 mudas de melaleuca foram utilizados: 2 caminhões de terra, 1 de esterco bovino, 5 dúzias de bambu, 1 caminhão de capim para confecção da sementeira e 45.000 saquinhos de 6 x 15 cm.

Para o sistema de irrigação do viveiro foram considerados necessários 1 motobomba $\frac{3}{4}$ pol., 18 miniaspersores, 70 m de mangueira $\frac{1}{2}$ pol., 1 conjunto de registros e conexões e 1 conjunto de tubulação. O sistema de irrigação teve um “horizonte de depreciação” de 10 anos.

Foram necessárias aproximadamente 932 horas-homem como mão-de-obra para produção das mudas. As sementes foram obtidas por doação.

3.2.1.2. Correção, adubação e preparo do solo

Para a calagem, foram utilizados $500 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de calcário dolomítico PRNT 83%, aplicados ao mesmo tempo que a aração e a gradagem foram realizadas. Para adubação mineral foram utilizados $500 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ de superfosfato simples, no

momento do plantio, e ainda, para adubação orgânica, utilizaram-se 35 toneladas (equivalente a 3,5 kg.cova⁻¹) de esterco bovino, distribuído nas entrelinhas, também no momento do plantio, com o intuito de melhorar a reestruturação e a aeração do solo e servir como fonte de nitrogênio, entre outros fatores.

O preparo do solo consistiu na aração da terra, com arado de disco acoplado ao trator, seguida de gradagem niveladora do terreno, para que assim fossem incorporado o calcário, aplainada a superfície do solo e realizada, então, uma limpeza prévia da área 15 dias antes do plantio.

3.2.1.3. Coveamento, plantio e replantio

O coveamento foi realizado no momento do plantio, em março de 2002, utilizando-se o sistema manual. As covas tiveram as dimensões de 0,40 x 0,40 x 0,40 m, baseando-se nas covas de café utilizadas por produtores locais. Nos plantios recentes estão sendo utilizadas covas de 0,20 x 0,20 x 0,20 m, o que leva a crer que melhores resultados poderão ser obtidos, pois se espera reduzir a mão-de-obra necessária para a realização de tal tarefa, comparada com o utilizada neste estudo, que resultou em 160 horas.homem⁻¹ efetivas de trabalho para essa operação.

Realizou-se irrigação diária durante uma semana após o plantio, depois passou-se a utilizar a irrigação de dois em dois dias por mais uma semana e, posteriormente, com uma frequência de duas a três irrigações por semana, dependendo, logicamente, da necessidade. O replantio foi realizado 15 dias após o plantio.

3.2.1.4. Controle de plantas daninhas e formigas cortadeiras

Para o controle de plantas invasoras pós-plantio foi utilizada apenas a capina manual em maio de 2002 (dois meses após o plantio), totalizando 80 horas-homem para a realização desta operação.

Teve-se o cuidado durante todo o processo de plantio, como também no processo de manutenção, com o controle eficiente de formigas cortadeiras. Foi

observado, durante todo o período, que a cultura demonstrou pouca atratividade por formigas cortadeiras, em comparação com a cultura de eucalipto. Acredita-se que essa baixa atratividade seja devida à concentração do óleo essencial, que tem como características básicas ser bactericida e fungicida.

3.2.2. Manutenção (ano 1-10)

A manutenção, neste sistema de cultivo, é considerada um conjunto de atividades envolvidas na condução do povoamento, podendo ocorrer periodicamente ou não, dentro do horizonte de planejamento. Essas atividades foram consideradas temporalmente entre a capina pós-plantio (maio de 2002) e o início da primeira colheita (agosto de 2002), para um primeiro estágio, e a partir daí considerado como o período entre duas colheitas, sendo, então, quatro meses, em média, para cada período. É interessante observar que esse processo é cíclico, 4-4 meses, em média, do ano 1 ao 10, perfazendo, assim, 30 ciclos de manutenção até a reforma completa do povoamento. As operações de manutenção propriamente ditas são as seguintes: adubações mineral e orgânica, desbrota, irrigação, controle de formigas cortadeiras e reforma parcial.

3.2.2.1. Adubação

A adubação mineral e orgânica do solo foi realizada de forma a preservar as características químicas, físicas e estruturais do solo. Por isso, a necessidade de adotar técnicas que mantenham a sustentabilidade do solo para que o mesmo não se abstenha das características necessárias à cultura em estudo.

3.2.2.2. Desbrota

A desbrota é necessária para que a planta não forme o que é denominado, popularmente, “cabeleira”. Esta técnica é utilizada com o objetivo de a planta ter, após uma semana da colheita, seus brotos quase que completamente removidos,

deixando-se apenas três brotos. Uma semana após essa operação, removem-se os dois mais fracos para que a planta possa crescer mais vigorosa.

3.2.2.3. Irrigação

Tanto no período de implantação quanto no período da manutenção é muito importante estar atento para as necessidades hídricas do povoamento. O método adotado para o controle da intensidade foi a observação dela na camada superficial do solo. Notando que essa camada se encontrava seca, fazia-se, então, a irrigação, por um período médio de 1,5 hora por ponto de irrigação. De maneira geral, observou-se que foram necessárias, em média, duas irrigações por semana.

3.2.2.4. Reforma parcial

Após a colheita, algumas cepas podem não brotar. Quando a percentagem de falhas é elevada, faz-se necessária a reposição dessas plantas, o que se denomina reforma parcial.

3.2.3. Colheita (ano 1-10)

Têm-se no cultivo da melaleuca três colheitas anuais, sendo, assim, o ciclo de colheita da cultura de quatro meses, em média.

A colheita do povoamento de melaleuca é efetuada do ano 1 ao 10, ou seja, durante todo o período de manutenção da cultura.

Segundo SILVA (2001), a colheita propriamente dita deve ser efetuada pela manhã, antes das 10 h, para obter-se maior rendimento. Faz-se, com um facão, um corte em bisel, no tronco, a aproximadamente 5-10 cm de altura do solo. É necessário salientar que a colheita deve ser realizada no mesmo dia em que a planta será processada (beneficiada), por isso deve-se tomar cuidado para colher somente a quantidade necessária ao beneficiamento diário. Logo após o corte, esse material é transportado para o local de beneficiamento.

3.2.4. Extração do óleo essencial (ano 1-10)

Tão logo as plantas chegam “do campo”, esse material é colocado no triturador (TRAPP - TR 200) para que aumente a superfície de contato das folhas, permitindo, assim, um melhor rendimento na destilação. Outro bom motivo para que as folhas sejam trituradas é uma melhor acomodação do material vegetal dentro do destilador. Depois de triturado, o material é colocado em sacos plásticos de 10 kg e fechados para que, até o momento da destilação, conserve as características ideais ao processo.

Os equipamentos utilizados no processo de beneficiamento estão ainda em fase de experimentação. Consistem em uma caldeira, alimentada por lenha, conectada a dois destiladores de 10 kg de capacidade cada um, sendo permitida a conexão em até cinco destiladores.

O processo de destilação utilizado é por arraste de vapor, ou seja, consiste em colocar o material vegetal no destilador para extrair o óleo, que é conduzido para o sistema de condensação, e coletar em um recipiente de decantação, processo esse que tem uma duração média de 1,5 hora.

No recipiente de decantação, a água separa-se, naturalmente, do óleo. O excesso de água é retirado do recipiente através de uma torneira. Quando a quantidade de óleo se torna tanta a ponto de não permitir mais a continuidade do processo, passa-se, então, o mesmo para o funil de decantação, para que haja uma separação minuciosa da água e do óleo. Posteriormente, esse óleo é envasado em vidro âmbar e mantido em local abrigado do calor e da luminosidade. É interessante ressaltar que toda a água extraída do processo de destilação é armazenada, pois, pelo fato de conter, em média, 2% de óleo emulsificado em sua constituição, pode ser utilizada pela indústria.

As folhas residuais do processo de destilação são utilizadas para adubação orgânica.

3.3. Fonte de dados

A maioria dos dados foi obtida pelo autor acompanhando todo o processo, desde o preparo do terreno até a extração do óleo essencial, sendo essas informações obtidas diretamente com o responsável técnico pelo projeto. Outros dados, como valor do óleo, adubos, energia elétrica, sacos plásticos, equipamento de irrigação e outros, foram obtidos no mercado de Viçosa, MG, entre os meses de abril e maio de 2002. Os valores monetários estão em real, sendo na época (abril e maio de 2003) um dólar americano equivalente a R\$3,00.

Foram levantados alguns preços e custos na Internet, em publicações do setor florestal e em entrevistas com técnicos da área.

3.4. Determinação dos rendimentos

Para o cálculo de rendimento do plantio foi determinado o número de horas-homem necessárias para a aração, o coveamento, o plantio, o replantio, a irrigação e o controle de formigas cortadeiras; para a manutenção, o número de horas-homem⁻¹ necessárias para irrigação, adubação, controle de formigas cortadeiras e capina; para a colheita foi determinado o número de horas-homem necessárias para a colheita propriamente dita e o volume de material vegetal.área⁻¹; e, para o rendimento do processo de destilação, o volume de óleo essencial por kg de material vegetal e, conseqüentemente, o volume de óleo essencial por área e volume de água residual do processo de destilação por kg de material vegetal. Foi necessário, para isso, conhecer o rendimento das máquinas e da mão-de-obra e o custo unitário. Calcularam-se os custos com máquinas, mão-de-obra e insumos, relacionados com a produção de mudas, implantação, manutenção, colheita e beneficiamento do povoamento.

3.5. Análise econômica

De posse dos rendimentos e custos dos insumos e fatores de produção, foi possível chegar-se aos custos por atividade da cultura, por meio da confecção de planilhas de custo.

As receitas obtidas no projeto foram adotadas como as provenientes da venda do óleo de melaleuca.

As análises foram realizadas utilizando-se planilhas do Excel. Foram empregados os métodos do VPL, VAE, TIR, CMPr, B/C e o tempo de retorno do capital. Estão caracterizados, logo abaixo, os métodos de avaliação econômica usados neste estudo.

3.5.1. Valor presente líquido – VPL

É a diferença entre o valor presente das receitas menos o valor presente dos custos. Assim,

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j (1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j (1+i)^{-j} \quad (1)$$

sendo:

R_j = valor das receitas, R\$.ha⁻¹;

C_j = valor dos custos, R\$.ha⁻¹;

i = taxa de juros;

j = período em que a receita ou custo ocorre; e

n = número máximo de períodos.

3.5.2. Valor anual equivalente – VAE

Este método visa transformar o valor atual do projeto, ou o seu VPL, em um fluxo de receitas ou custos anuais e contínuos, equivalente ao valor atual, durante a vida útil do projeto.

$$VAE = \frac{VPL \cdot i}{1 - (1+i)^{-n}} \quad (2)$$

3.5.3. Taxa interna de retorno – TIR

É a taxa de desconto que iguala o valor presente das receitas ao valor presente dos custos, ou seja, é a taxa que iguala o VPL a zero. Também pode ser entendida como a taxa percentual do retorno do capital investido.

$$\sum_{j=0}^n R_j (1 + TIR)^{-j} = \sum_{j=0}^n C_j (1 + TIR)^{-j} \quad (3)$$

Dessa forma, a avaliação será baseada na TIR do projeto. Se a mesma for maior que a Taxa Mínima de Atratividade (TMA = 10%), isso significa que o projeto é viável.

3.5.4. Custo médio de produção – CMPr

Este método consiste em dividir o valor atual do custo total pela produção total equivalente. Produção equivalente é a quantidade produzida descontada ou atualizada pela taxa de juros. O CMPr indica o preço mínimo de venda do produto. É dado pela fórmula:

$$CMPr = \frac{\sum_{j=0}^n CT_j (1 + i)^{-j}}{\sum_{j=0}^n PT_j (1 + i)^{-j}} \quad (4)$$

em que:

CT_j = Custo, R\$.ha⁻¹; e

PT_j = produção, litros.ha⁻¹.

3.5.5. Razão benefício/custo – B/C

Este método consiste em calcular a razão entre o valor atual das receitas e o valor atual dos custos:

$$B / C = \frac{\sum_{j=0}^n R_j (1 + i)^{-j}}{\sum_{j=0}^n C_j (1 + i)^{-j}} \quad (5)$$

O projeto é economicamente viável se apresentar a razão $B/C > 1$. O projeto é tanto mais indicado economicamente quanto maior a razão B/C.

Pode-se dizer que, se $B/C > 1$, o VPL será positivo e, conseqüentemente, a TIR será maior que a TMA.

3.6. Análise de sensibilidade

As simulações realizadas neste trabalho foram efetuadas no software *@Risk*, utilizando-se o método de Monte Carlo, utilizando distribuição de probabilidade estratificada, denominada *latin hipercub*, através de 10.000 interações, visando permitir introduzir o risco na análise a ser efetuada.

Foram consideradas variáveis de entrada (*inputs*) as seguintes: receita anual, custo de implantação, custo de manutenção, custo de colheita e custo de extração.

Para definir os valores mínimos, médios e máximos das variáveis de entrada, considerou-se uma variação de -20% a +20% do valor-base das mesmas, com exceção da receita anual, a qual foi de -20% a +100%. Optou-se por esse valor máximo em virtude de a produção ter atingido tal variação no processo de destilação do óleo.

Foram consideradas como variáveis de saída (*outputs*) os seguintes indicadores econômicos: TIR, VPL, CMP_r, VAE e B/C. Foram obtidos os valores mínimos, médios, máximos, desvio-padrão e percentis das variáveis de entrada e saída.

Foram obtidas, também, através do *@Risk*, as elasticidades, que evidenciam a sensibilidade das variáveis de entrada nos resultados. Tais elasticidades foram obtidas por meio dos coeficientes de regressão linear múltipla.

Tendo em vista as informações anteriormente apresentadas e a natureza das simulações e não dispondo de informações a cerca da distribuição de freqüências dessas variáveis citadas, utilizou-se, para cada uma delas, a distribuição da probabilidade triangular, conforme RODRIGUEZ (1987).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Implantação da cultura

Verifica-se, na Figura 3, que a mão-de-obra representou 62% dos custos totais de produção de mudas. As despesas fixas corresponderam uma pequena parcela dos custos (3%) devido ao fato de compreenderem apenas a depreciação do sistema de irrigação mais o custo do capital das referidas despesas. No Quadro 1, apresentam-se os itens de custo necessários para a produção de mudas de melaleuca. Observa-se, nesse quadro, que para a produção de 45.000 mudas o custo total ficou em R\$2.119,26, sendo o custo médio de produção de uma muda de R\$0,0565.

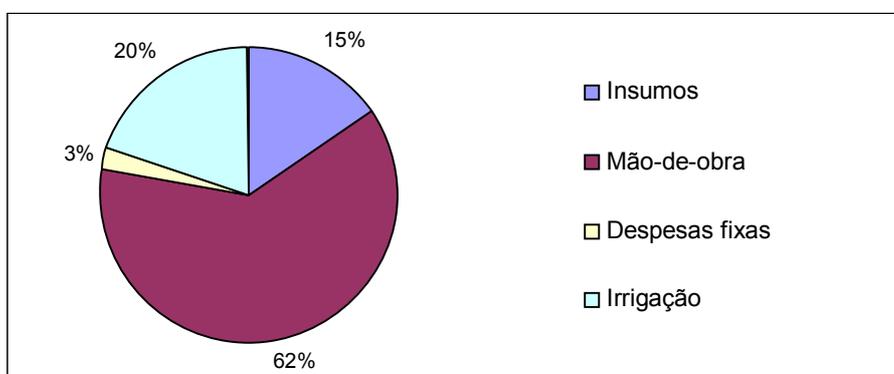


Figura 3 – Principais componentes na formação do custo de produção de mudas de melaleuca.

Quadro 1 – Itens de custos operacionais de produção de 45.000 mudas de melaleuca via sacos plásticos

INSUMOS	Unidade	Preço	Qtde.	Total			
Sementes	kg	0,00	(doadas) -	0,00			
Terra	caminhão	10,00	2,00	20,00			
Esterco	caminhão	80,00	1,00	80,00			
Bambu p/ sementeira	dz	1,00	5,00	5,00			
Capim p/ sementeira	caminhão	20,00	1,00	20,00			
Saquinhos 6x15	milheiro	5,00	45,00	225,00			
Aluguel da terra	ha.mês ⁻¹	500	0,04	20,00			
Subtotal CV1				370,00			
MÃO-DE-OBRA							
Diarista	R\$12,80						
Funcionário p/ irrigação	hora	1,60	240	384,00			
Limpeza viveiro	dia	12,80	18	230,40			
Encher sacolas de subst.	dia	12,80	45	576,00			
Peneirar terra	dia	12,80	15	192,00			
Acomodar capim sementeira	hora	1,60	4	6,40			
Construir sementeira	dia	12,80	8	102,40			
Subtotal CV2				1491,20			
DESPESAS FIXAS							
Depreciação Sistema de Irrigação	Unid	Qde.	Valor Unid.	Valor Atual	Vida Útil Anos	Uso Meses	
Motobomba 3/4	unid	1	176,00	176,00	5	4	10,56
Miniaspersores	unid	18	2,10	37,80	10	4	1,13
Mangueira (1/2 pol.)	metro	70	1,68	117,60	3	4	11,76
Registros e conexões	conjunto	1	10,00	10,00	5	4	0,60
Tubulações	conjunto	1	100,00	100,00	3	4	10,00
Custo do capital				441,40		4	11,77
Subtotal							45,82
Custo do Capital (para 4 meses)	441,40						
Duração em anos	10						
Valor Residual	20%						
Depreciação	11,77						
Tx. Desc. Anual	10%						
Juros	7,36						
						Subtotal CFI	19,13
						Horas efetivas de irrigação	240
IRRIGAÇÃO - DESPESAS VARIÁVEIS							
			Unidades	Qtde.	R\$/unid.		V. Atual
Energia elétrica			KWatts	176,47	0,22		39,17
Reparo			conjunto	1	46,15		46,15
Manutenção			hs-homem	240,0	1,60		384,00
Subtotal CV3							469,33
Custos Fixos Totais							64,95
Custos Variáveis Totais							2330,53
Custo Total (R\$)							2.395,48
Custo por Muda s/ Custos Adm.							0,0532
Custos Administrativos (6,1%)							0,0032
Custo Unitário da Muda (R\$)							RS 0,0565

Na análise não foi considerado o custo de aquisição de sementes, já que estas foram doadas, fato esse que contribuiu para a redução do custo unitário da muda.

No início do projeto (ano 0), apresentou-se apenas o custo de implantação, custo esse que compreendeu: capina manual, aração e gradagem, aplicação de adubo, esterco e calcário, combate às formigas cortadeiras, coveamento, produção de mudas, transporte, distribuição, plantio e reposição e irrigação. Os custos de planejamento e elaboração do projeto e de locação de talhões e viveiro foram computados como despesas administrativas devido ao fato de não desprenderem valores monetários diretos. Verifica-se, na Figura 4, que os maiores custos foram os de produção, transporte, distribuição, plantio e reposição de mudas (27%), distribuição (aplicação) de adubo, esterco e calcário (24%) e capina manual (8%).

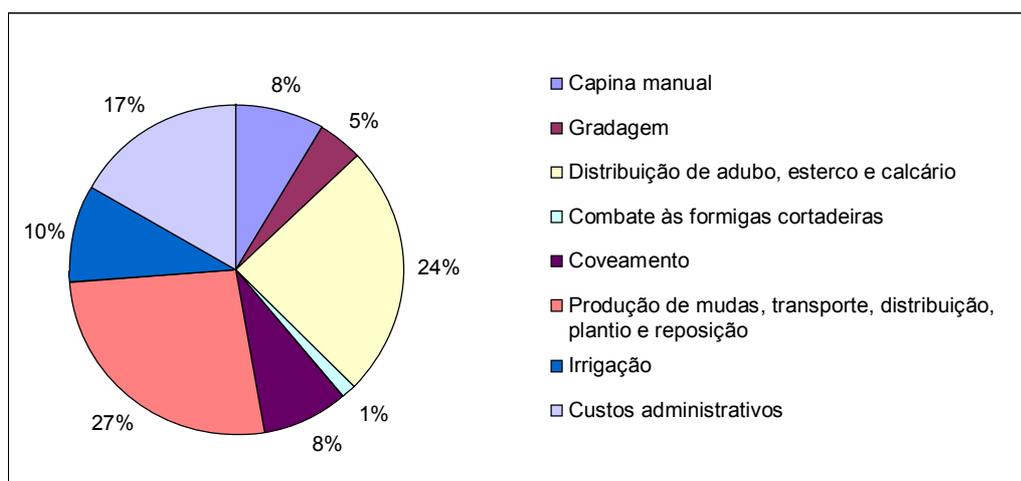


Figura 4 – Percentuais representados por item do custo de implantação.

No Quadro 2, mostram-se o rendimento e custo das operações necessárias à implantação (ano 0) de um hectare de melaleuca, plantada no espaçamento de 1 x 1 m (10.000 árv.ha⁻¹). Observa-se que o custo total de implantação ficou em R\$3.016,71.ha⁻¹.ano⁻¹, sendo as participações dos custos com máquinas, mão-de-obra e insumos, respectivamente, de 17, 32 e 52%.

Quadro 2 – Rendimento e custo das operações necessárias à implantação (ano 0) de um hectare de *Melaleuca alternifolia* Cheel, plantada no espaçamento de 1 x 1 m (10.000 árv./ha⁻¹)

OPERAÇÃO	MÁQUINAS			MÃO-DE-OBRA			INSUMOS			TOTAL (R\$/ha)	
	hM/ha	R\$/hM	R\$/ha	hH/ha	R\$/hH	R\$/ha	Especificação	Qte./ha	R\$/un.		R\$/ha
Capina manual pré-plantio	-	-	-	80,0	1,60	128,00		-	-	-	128,00
Aração e gradagem	4,00	35,00	140,00			-		-	-	-	140,00
Aplicação de adubo	-	-	-	12,0	1,60	19,20	Superfósforo simples (sc 50 kg)	10,0	22,90	229,00	248,20
Aplicação de esterco	-	-	-	16,0	1,60	25,60	Esterco bovino (caminhão)	5,0	80,00	400,00	425,60
Aplicação de calcário	-	-	-	12,0	1,60	19,20	Calcário (saco 50 kg)	10,0	4,20	42,00	61,20
Combate às formigas cortadeiras	-	-	-	8,0	1,60	12,80	Isca formicida (kg)	6,0	4,20	25,20	38,00
Coveamento (40 x 40 x 40 cm)	-	-	-	160,0	1,60	256,00		-	-	-	256,00
Transporte de mudas	8,00	-	-	4,0	1,60	6,40		-	-	-	6,40
Distribuição e plantio de mudas	-	-	-	114,3	1,60	182,86	Mudas de melaleuca (un)	10000	0,0565	565,00	747,86
Reposição de mudas defeituosas	-	-	-	1,1	1,60	1,83	Mudas de melaleuca (un)	100	0,0565	5,65	7,48
Replanteio	-	-	-	5,7	1,60	9,14	Mudas de melaleuca (un)	500	0,0565	28,25	37,39
Capina manual	-	-	-	80,00	1,60	128,00		-	-	-	128,00
Irrigação	90,00	2,90	261,00	9,0	1,60	14,40		-	-	-	289,80
Custo Administrativo (20%)			83,08			160,69				259,02	502,79
Custo Final (R\$/ha)			498,48			964,11				1.554,12	3.016,71

hM = horas-máquinas gastas para executar a operação, **hH** = horas de mão-de-obra gastas para executar a operação, **Qte.** = quantidade de insumo necessário em cada operação e **Un.** = unidade de medida em que o insumo foi especificado.

4.2. Manutenção

Este custo apresentou um montante de R\$1.909,61 ha⁻¹.ano⁻¹, sendo R\$416,61.ha⁻¹.ano⁻¹ de custo fixo do sistema de irrigação e R\$1.493,00.ha⁻¹.ano⁻¹ de custo variável. Considerando que o sistema de irrigação trabalha efetivamente, em média, 624 horas.ha⁻¹.ano⁻¹, tem-se, conseqüentemente, um custo de R\$3,06 por hora efetiva trabalhada por ha ao ano.

A manutenção do povoamento foi considerada entre os anos 1-10 no projeto. No Quadro 3, mostram-se o rendimento e custo das operações necessárias à manutenção de um hectare de melaleuca plantada no espaçamento de 1 x 1 m (10.000 árv./ha⁻¹). Observa-se que o custo total de manutenção ficou em R\$6.909,09.ha⁻¹.ano⁻¹, sendo as participações dos custos com máquinas, mão-de-obra e insumos, respectivamente, 33, 48 e 19%.

Observa-se, na Figura 5, que os custos de irrigação e capina foram os itens que mais contribuíram para a elevação do custo de manutenção do projeto, representando 31 e 27%, respectivamente, do custo total do processo. As despesas com a reforma parcial e a desbrota representaram os menores custos, 1 e 3%, respectivamente, visto que foram tarefas executadas em curto espaço de tempo, não demandando maquinário, e, conseqüentemente, de baixo custo operacional.

4.3. Colheita

A colheita do povoamento deu-se entre os anos 1-10 do projeto, três vezes ao ano, ocorrendo, em média, a cada quatro meses. No Quadro 4, mostram-se o rendimento e o custo das operações necessárias à colheita de um hectare de *Melaleuca alternifolia*, plantada no espaçamento de 1 x 1 m (10.000 árv./ha⁻¹). Nota-se, nesse quadro, que o custo total da colheita ficou em R\$961,36.ha⁻¹.ano⁻¹, sendo as participações dos custos com máquinas e mão-de-obra, respectivamente, de 20 e 80%. Verifica-se, ainda nesse quadro, também que 55% desse gasto foi referente ao processo de transporte, 28% ao corte e o restante (17%) aos custos administrativos (Figura 6).

Quadro 3 – Rendimento e custo das operações necessárias à manutenção (ano 1-10) de um hectare de *Melaleuca alternifolia*, plantada no espaçamento de 1 x 1 m (10.000 árv./ha⁻¹)

OPERAÇÃO	MÁQUINAS		MÃO-DE-OBRA		INSUMOS			CUSTO (R\$/ha)			
	hM/ha	R\$/hM	R\$/ha	R\$/ha	hH/ha	R\$/hH	R\$/ha				
Reforma parcial	-	-	-	18,8	1,60	30,00	Mudas de melaleuca (un.)	750,0	0,0565	30,00	72,38
Aplicação de esterco	-	-	-	48	1,60	76,80	Esterco bovino curtido (caminhão)	6,0	80,00	480,00	556,80
Desbrota	-	-	-	96	1,60	153,60	-	-	-	-	153,60
Capina manual	-	-	-	1.536	1,60	2.457,60	-	-	-	-	2.457,60
Combate às formigas cortadeiras	-	-	-	24	1,60	38,40	Isca formicida (kg)	18,00	4,20	75,60	114,00
Irrigação	624,00	3,05	1.903,20	-	-	-	Juros sobre o valor da terra	1,00	500,00	500,00	1.903,20
Custo da terra	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	500,00
Custo Administrativo (20%)			380,64			551,28					1.151,52
Custo Final (R\$/ha/ano)			2.283,84			3.307,68					6.909,09

hM = horas de máquinas gastas para executar a operação, **hH** = horas de mão-de-obra gastas para executar a operação, **Qte.** = quantidade de insumo necessário em cada operação e **Un.** = unidade de medida em que o insumo foi especificado.

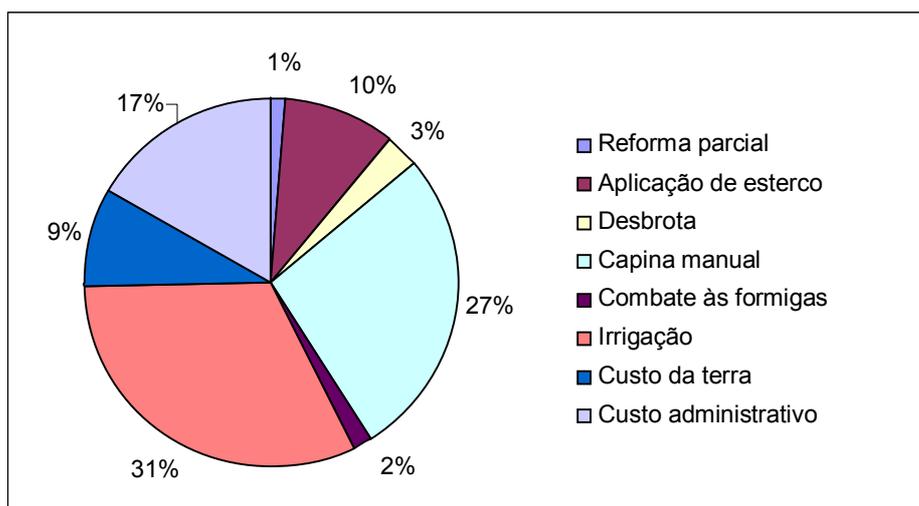


Figura 5 – Componentes do custo de manutenção anual da cultura de melaleuca.

Quadro 4 – Rendimento e custo das operações necessárias à colheita (ano 1-10) de um hectare de *Melaleuca alternifolia* Cheel, plantada no espaçamento de 1 x 1 m (10.000 árv.ha⁻¹)

OPERAÇÃO	MÁQUINAS			MÃO-DE-OBRA			CUSTO (R\$/ha)
	hM/ha	R\$/hM	R\$/ha	hH/ha	R\$/hH	R\$/ha	
Corte	-	-	-	170,45	1,60	272,73	272,73
Transporte	170,45	1,50	255,68	170,45	1,60	272,73	528,41
Custo Administrativo (20%)			51,14			109,09	160,23
Custo Final (R\$/ha/ano)			306,82			654,55	961,36

hM = horas de máquinas gastas para executar a operação e **hH** = horas de mão-de-obra gastas para executar a operação.

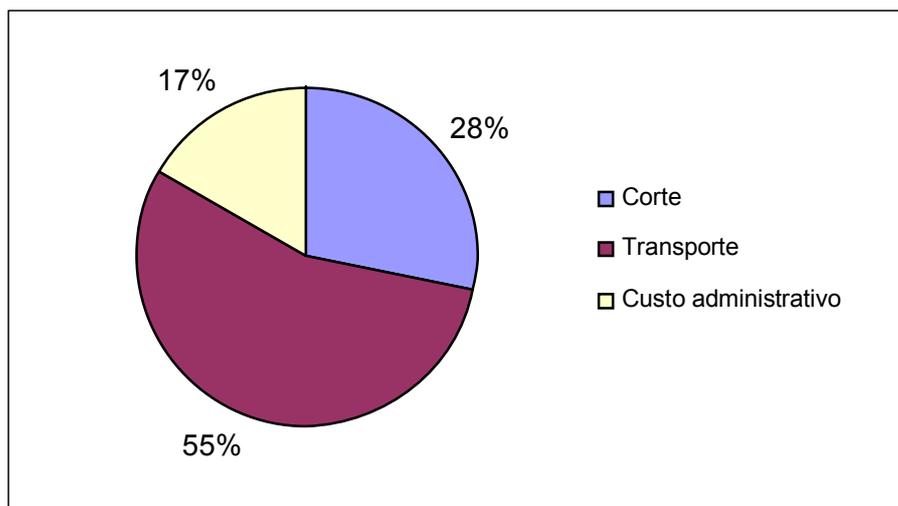


Figura 6 – Componentes do custo de colheita (%) da cultura de melaleuca.

4.4. Extração do óleo essencial

A extração ocorre entre os anos 1-10 do projeto. No Quadro 5, mostram-se o rendimento e custo das operações necessárias ao beneficiamento do óleo essencial, extraído de um hectare de *Melaleuca alternifolia*. Observa-se, nesse mesmo quadro, que o custo total do beneficiamento ficou em R\$3.414,13.ha⁻¹.ano⁻¹, sendo as participações dos custos com máquinas, mão-de-obra e insumos de, respectivamente, 35, 48 e 17%.

Pode-se observar, na Figura 7, que os maiores custos foram os da destilação propriamente dita e os de abastecimento da caldeira. Verifica-se, no Quadro 5, que os custos com mão-de-obra para triturar o material vegetal mais o seu embalo, energia elétrica e madeira para geração de vapor foram de, respectivamente, 32, 1 e 13%, ou seja, 46% dos custos totais desse processo. Analisando de outra maneira e descontando os custos administrativos, tem-se que tais custo representam, respectivamente, 38, 1 e 16%, ou seja, 55% dos custos totais descontados.

Quadro 5 – Rendimento e custo das operações necessárias ao beneficiamento (ano 1-10) de um hectare de *Melaleuca alternifolia*, plantada no espaçamento de 1 x 1 m (10.000 árv./ha⁻¹)

OPERAÇÃO	MECANIZADO		MANUAL		INSUMO			CUSTO (R\$/ha)			
	hM/ha	R\$/hM	R\$/ha	R\$/hM	R\$/ha	Especificação	Qte./ha		R\$/un.	R\$/ha	
Destilação anual (triturar + operação)	-	-	-	681,82	1,60	1.090,91	Energia elétrica (kWh)	83,56	0,221987	18,55	1.109,46
Abastecimento da caldeira anual	-	-	-	170,45	1,60	272,73	Lenha para caldeira (st)	30,44	15	456,57	729,30
Custos fixos anuais	-	-	506,35								506,35
Reparos anuais	-	-	500,00								500,00
Custo administrativo (20%)			201,27			272,73				95,02	569,02
Custo final (R\$/ha/ano)			1.207,62			1.636,36				570,15	3.414,13

hM = horas de máquinas gastas para executar a operação, **hH** = horas de mão-de-obra gastas para executar a operação, **Qte.** = quantidade de insumo necessário em cada operação e **Un.** = unidade de medida em que o insumo foi especificado.

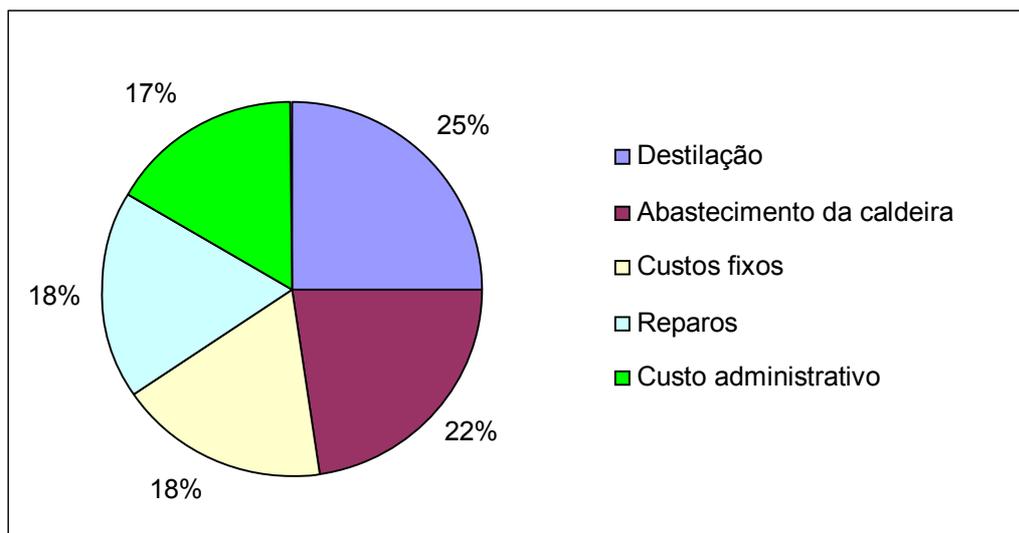


Figura 7 – Componentes do custo de extração (em %) do óleo essencial de melaleuca.

4.5. Custos totais da cultura

A análise dos custos de produção do óleo essencial da *Melaleuca alternifolia* foi realizada considerando-se a linha temporal total do projeto, ou seja, um período de 11 anos (ano 0-10).

Conforme análise dos dados coletados durante a pesquisa, observa-se, na Figura 8, que os maiores custos estão relacionados aos procedimentos de manutenção (48%), destilação (24%) e implantação (21%), sendo o custo de colheita menos significativo, economicamente, para a análise total, o que representa apenas 7% do custo atual das operações.

No Quadro 6, apresenta-se o resumo dos custos mencionados anteriormente, evidenciando a época de ocorrência de cada operação.

4.6. Produção e receita do projeto

A produção média anual de óleo essencial de melaleuca foi de 81,818 l, a partir de aproximadamente 48 t de material vegetal destilado. Foram produzidos, em média, 150 mL de óleo essencial por dia, a partir de cerca de 88 kg de material vegetal.

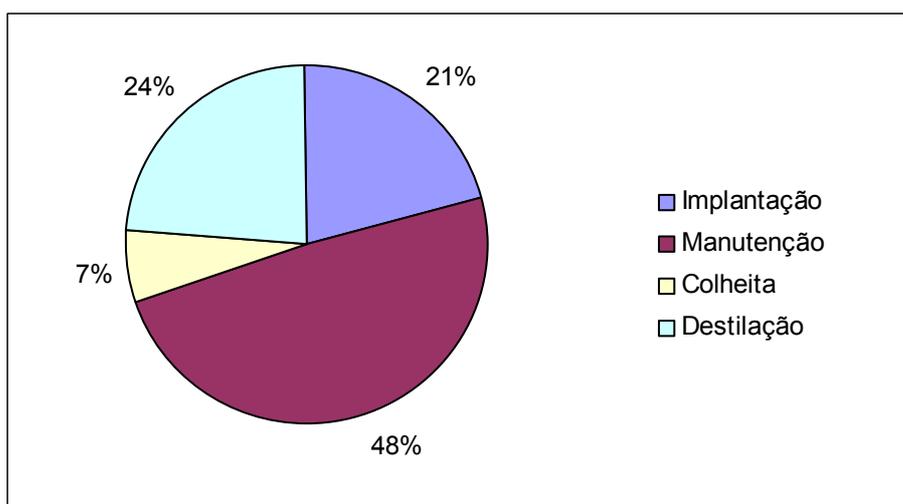


Figura 8 – Componentes do custo total de produção do óleo essencial de melaleuca (%).

Quadro 6 – Resumo dos componentes do custo total de produção do óleo essencial de melaleuca e sua ocorrência ao longo dos anos

Itens de Custo	Ano de Ocorrência	Custo (R\$.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
Implantação	0	3.016,71
Manutenção	1-10	6.909,09
Colheita	1-10	961,36
Extração	1-10	3.414,13

Analisando a produção e a receita por litro de óleo, tem-se, no ano, uma receita de R\$12.272,73. Nessa análise foi considerado apenas o óleo essencial como único produto do beneficiamento, mas posteriormente já é esperada a comercialização da água residual da destilação, que contém 2% de óleo essencial emulsificado. Está sendo considerada aqui a receita constante até o fim do projeto, já que as plantas passam por um processo gradual de replantio à medida que é necessário.

É importante observar que o valor de R\$150,00 pago pelo litro de óleo essencial é o mesmo pago ao produtor rural, sendo o valor citado na revisão de literatura (US\$200.00 o litro) o do óleo importado.

4.7. Análise econômica

No Quadro 7, apresentam-se as atividades com os respectivos custos, receitas e lucros anuais descontados ao longo dos anos, com base em uma taxa de desconto anual de 10%.

Quadro 7 – Atividades com os respectivos custos, receitas e lucros anuais descontados ao longo dos anos

Ano	Procedimento	Custo desc. (R\$)	Receita desc. (R\$)	Lucro desc. (R\$)
0	Implantação	3.016,71	0,00	-3.016,71
1	Manutenção, colheita e beneficiamento	10.258,72	11.157,02	898,31
2	Manutenção, colheita e beneficiamento	9.326,11	10.142,75	816,64
3	Manutenção, colheita e beneficiamento	8.478,28	9.220,68	742,40
4	Manutenção, colheita e beneficiamento	7.707,52	8.382,44	674,91
5	Manutenção, colheita e beneficiamento	7.006,84	7.620,40	613,56
6	Manutenção, colheita e beneficiamento	6.369,86	6.927,63	557,78
7	Manutenção, colheita e beneficiamento	5.790,78	6.297,85	507,07
8	Manutenção, colheita e beneficiamento	5.264,34	5.725,32	460,97
9	Manutenção, colheita e beneficiamento	4.785,77	5.204,83	419,07
10	Manutenção, colheita e beneficiamento	4.350,70	4.731,67	380,97
Total		72.355,62	75.410,60	3.054,98

Observa-se, no Quadro 7, que o valor presente dos custos totais do projeto foi de R\$72.355,62, enquanto o da receita total, R\$75.410,60. Portanto, o VPL foi de R\$3.054,98, apresentando-se viável.

Cabe ressaltar que os custos e receitas anuais foram simulados para os 10 anos do projeto, com base na observação dos custos e receitas acompanhados no ano 1 do experimento. Contudo, a situação real pode ser alterada.

A Figura 9 ilustra o comportamento da receita, do custo e do lucro para o horizonte de 11 anos do projeto.

No Quadro 8, apresenta-se o resultado econômico dos diferentes critérios para o projeto de produção de óleo essencial de melaleuca, observando que todos os critérios indicaram ser viável a atividade.

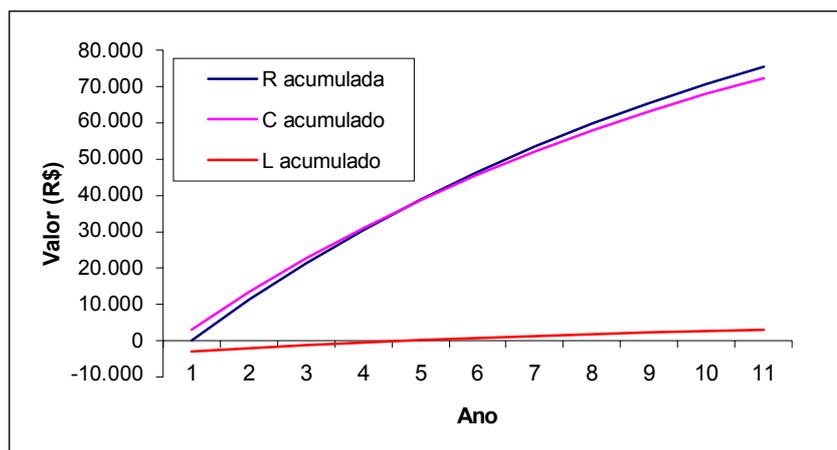


Figura 9 – Receita, custo e lucro acumulado no período de 11 anos do projeto.

Quadro 8 – Análise econômica do projeto de produção de óleo essencial de melaleuca

Critério Econômico	Sigla	Valor	Unidade
Razão Benefício/Custo	B/C	1,04	-
Custo Médio de Produção	CMPr	143,92	R\$.l ⁻¹
Taxa Interna de Retorno	TIR	30,46	% ao ano
Valor Anual Equivalente	VAE	497,18	R\$.ha ⁻¹ .ano ⁻¹
Valor Presente Líquido	VPL	3.054,98	R\$.ha ⁻¹

A B/C de 1,04 indica que as receitas descontadas foram 4% superiores aos custos descontados.

O CMPr de R\$143,92 por litro evidencia que este seria o preço mínimo de venda do produto para que não haja prejuízo. Dessa forma, pode-se calcular o lucro médio por litro que é de R\$7,08.

A TIR de 30% ao ano indica uma boa rentabilidade anual do capital investido no projeto. Esse valor, comparado ao de outros projetos florestais, deve-se ao saldo negativo somente no ano 0, e a partir daí saldos positivos até o término do projeto.

O VAE de R\$497,18.ha⁻¹.ano⁻¹ aponta o lucro anual do projeto. Esse critério pode ser utilizado para comparação com outros projetos de diferentes durações.

4.8. Análise de sensibilidade

Visando analisar de maneira mais detalhada a relação entre custos, receitas e indicadores econômicos, buscou-se inserir alterações nas variáveis mais significativas na formação do custo e da receita. Trabalhando essas informações mediante a técnica de simulação de Monte Carlo, foi possível obter os indicadores econômicos (variáveis resultado) e respectivas probabilidades acumuladas.

Com base no Quadro 9, observa-se que os valores médios para a TIR, o VPL, o VAE, o CMPr e o B/C, ao ano, foram de 152%, R\$22.845,32.ha⁻¹, R\$3.713,90.ha⁻¹, R\$118,53 por litro e 1,32, respectivamente, indicando, assim, uma alta viabilidade do projeto.

A análise dos percentis indica que 10% dos valores do VPL estão abaixo de R\$103,63.ha⁻¹. Porém, se forem analisados os mínimos obtidos para os indicadores econômicos, percebe-se que existe uma pequena probabilidade de o projeto ser inviável economicamente.

Observa-se, no Quadro 10, o efeito de cada variável de entrada nos indicadores econômicos. Os valores positivos da elasticidade indicam que a relação entre as variáveis é diretamente proporcional. Por exemplo, um aumento de 10% na receita média anual acarreta incremento de 9,8% no VPL. No entanto, um aumento de 10% no custo médio de implantação acarreta diminuição de 1,3% no valor do VPL.

Observa-se também, no Quadro 10, o ranking (R), ou seja, a ordem em que cada variável de entrada afeta os indicadores econômicos. Pode-se verificar que a ordem ou ranking muda dependendo do indicador econômico. Por exemplo, as variáveis que mais afetaram a TIR foram a receita anual e os custos de implantação e manutenção. Já no VPL as variáveis que mais afetaram foram a receita anual e os custos de manutenção e de extração.

Quadro 9 – Valores máximo, mínimo e médio, desvio-padrão e percentis dos indicadores econômicos (TIR, VPL, VAE, CMPr e B/C) e das variáveis de entrada

Nome	Variáveis de Saída					Variáveis de Entrada					
	TIR	VPL	VAE	CMPr	B/C	CI	CM	CC	CD	RA	TD
Mínimo	-0,12	-17.978,29	-2.899,22	67,42	0,77	2.451,20	5.633,26	772,31	2.740,50	9.867,27	0,08
Máximo	4,57	82.287,46	13.350,57	193,89	2,22	3.595,96	8.271,05	1.147,61	4.053,13	24.251,09	0,12
Média	1,52	22.845,32	3.713,90	118,53	1,32	3.017,70	6.881,58	961,94	3.401,20	15.449,72	0,10
Desvio-padrão	1,02	19.744,22	3.199,89	24,01	0,28	247,24	544,46	80,65	278,28	3.128,15	0,01
Percentis											
10%	0,33	103,63	17,49	86,67	1,00	2.676,64	6.145,76	852,94	3.019,20	11.851,50	0,09
20%	0,60	5.394,68	864,90	95,96	1,08	2.797,96	6.393,94	887,43	3.149,15	12.589,87	0,09
30%	0,77	9.514,80	1.522,86	103,21	1,13	2.876,86	6.584,44	915,85	3.246,22	13.267,58	0,10
40%	1,06	14.088,93	2.339,28	110,57	1,20	2.960,22	6.730,75	938,09	3.329,35	14.037,42	0,10
50%	1,34	19.860,42	3.216,08	117,87	1,27	3.023,00	6.864,82	961,34	3.406,82	14.917,82	0,10
60%	1,67	25.532,76	4.160,93	125,24	1,36	3.083,46	7.011,61	985,18	3.475,39	15.870,81	0,10
70%	1,99	32.495,68	5.278,27	132,75	1,45	3.143,76	7.179,55	1.008,60	3.562,75	16.942,49	0,10
80%	2,43	40.242,18	6.518,91	139,17	1,56	3.239,44	7.379,24	1.037,65	3.656,91	18.236,05	0,11
90%	3,02	51.873,29	8.353,69	149,74	1,73	3.347,35	7.637,25	1.068,38	3.760,69	20.031,58	0,11

CI – Custo de implantação, CM – Custo de manutenção anual, CC – Custo de colheita anual, CD – Custo de destilação anual, RA – Receita anual e TD – Taxa de desconto anual.

Quadro 10 – Análise de sensibilidade por meio da elasticidade das variáveis de entrada e em relação às de saída, ranking (R) e ranking geral (RG)

Variáveis de Entrada	TIR	R	VPL	R	VAE	R	CMPr	R	B/C	R	RG
Produção	0,887	1	0,9800	1	0,9810	1	-0,9430*	1	0,9660	1	1
Custo de Implantação	-0,122	2	-0,0130	6	-0,0120	6	0,0190	5	-0,0170	5	5
Custo de Manutenção	-0,092	3	-0,1700	2	-0,1710	2	0,2290	2	-0,2220	2	2
Custo de Extração	-0,051	4	-0,0850	3	-0,0850	3	0,1110	3	-0,1110	3	3
Custo de Colheita	-0,015	5	-0,0240	5	-0,0240	4	0,0310	4	-0,0320	4	4
Tx. Desc. Anual	-	-	-0,0450	4	-0,0050	5	0,0070	6	-0,0060	6	6

* Refere-se ao efeito da produção total.

Já o ranking geral (RG) indica a ordem das variáveis de entrada que mais afetam a análise como um todo. Observou-se que a receita anual foi a variável que mais afetou a análise, seguida do custo de manutenção, enquanto a taxa de desconto anual foi a variável que menos a afetou.

É possível verificar na Figura 10 a representação gráfica das distribuições dos indicadores econômicos, visualizando-se o intervalo em que os valores

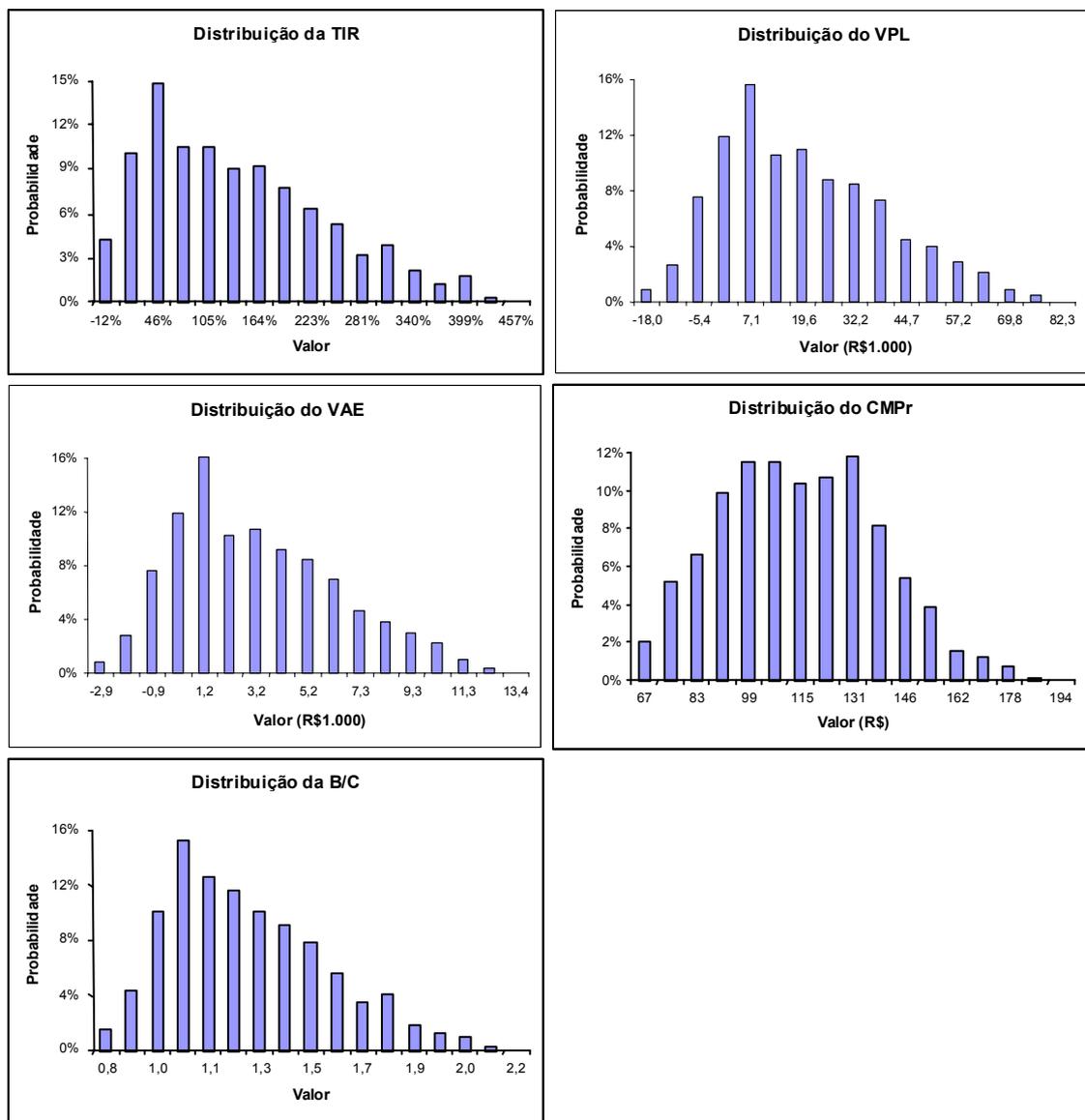


Figura 10 – Distribuição das probabilidades de TIR, VPL, VAE e CMPr e razão B/C.

apresentam probabilidade máxima, valores extremos mínimos, extremos máximos e o intervalo de valores mais prováveis. Por exemplo, analisando a distribuição do VPL, observam-se uma baixa probabilidade de ocorrerem valores negativos, uma probabilidade de aproximadamente 18% de se obter o VPL em torno de R\$7.100,00 e uma baixa probabilidade de o VPL assumir valores acima de R\$69.800,00.

5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados, pode-se concluir que:

- ✓ O cultivo das plantas de *Melaleuca alternifolia* na Zona da Mata Norte do Estado de Minas Gerais mostrou-se tecnicamente viável, apesar das dificuldades silviculturais e de manejo, apresentando uma produção de 82 L anuais de óleo essencial por ha. Esse rendimento é satisfatório, não necessitando de ambientes pantanosos ou de volumes excessivos de água no crescimento da planta e na produção do óleo, evidenciando-se a viabilidade técnica do cultivo e do beneficiamento do óleo essencial.
- ✓ Sobre os custos anuais da cultura, o maior custo foi o de manutenção, sendo a irrigação e as capinas os componentes que mais influenciaram esse custo. O custo de colheita foi o que menos contribuiu para o custo anual do projeto.
- ✓ Na análise econômica, todos os critérios (VPL, TIR, VAE, CMP_r e B/C) apresentaram valores satisfatórios, o que mostra a viabilidade econômica do projeto.
- ✓ Na análise de sensibilidade, observou-se que: o risco de o investimento apresentar-se inviável é baixo; as variáveis de entrada que mais afetaram a análise foram a receita anual e o custo de manutenção; a taxa de desconto anual foi a variável que menos afetou a análise.

- ✓ A cultura apresentou um potencial de geração de emprego no meio rural, demandando 3.418 horas-homem ao longo do ano, contribuindo, assim, para a fixação do homem no campo e distribuição de renda.
- ✓ Deve-se ressaltar que este estudo foi conduzido com observações até o segundo ano do projeto. Contudo, seria interessante um acompanhamento por vários anos, a fim de obter valores médios para maior representatividade das variáveis de custo e produção.
- ✓ A produção média diária de óleo foi de 150 mL, mas produções de 250 a 300 mL ao dia foram observadas. Por isso, acredita-se que, com pequenos ajustes, é facilmente possível elevar o padrão de produção.

6. RECOMENDAÇÕES

Tendo em vista as técnicas efetuadas e os resultados obtidos, são válidas as seguintes recomendações:

- ✓ Promover a desfolha para eliminar partes do tronco do processo e, conseqüentemente, aumentar o rendimento no processo de destilação.
- ✓ Realizar a análise de solo e observar as exigências nutricionais da cultura, a fim de elevar a sua produtividade.
- ✓ Efetuar a irrigação no período noturno, com o objetivo de aumentar sua eficiência, reduzindo, assim, seus custos.
- ✓ Padronizar os procedimentos de extração e destilação, a fim de diminuir as perdas, elevando a produção.
- ✓ Procurar aproveitar a água residual do processo de destilação como um produto comercial, já que possui 2% de óleo emulsificado e pode ser utilizada na indústria, o que significa também aumentar as receitas e o lucro do investimento.
- ✓ Tentar utilizar as folhas residuais do processo de destilação como um produto comercial, já que podem ser empregadas como esfoliante natural pelas indústrias de cosméticos.

BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, J. M. A. **Química de alimentos**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 1999. 418 p.

BELAICHE, P. Traitment des infections vaginales a *Candida albicans* par L'Huille essentielle de *Melaleuca alternifolia*. **Phytotherapy**, v. 15, p. 13-14, 1985a.

BELAICHE, P. Traitment des infections cutaneus par L'Huille essentielle de *Melaleuca alternifolia*. **Phytotherapy**, v. 15, p. 15-16, 1985b.

BRUNETON, J. **Pharmacognosy: phytochemistry medicinal plants**. Londres: Intercept, 1999. 1119 p.

CARSON, C. F.; COOKSON, B. D.; FARRELY, H. D.; RILEY, T. V. "Susceptibility of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* to the essential oil of *Melaleuca alternifolia*." **Journal of Antimicrobial Chemotheraphy**, v. 53, p. 421-424, 1995.

CARSON, C. F.; RILEY, T. V. Antimicrobial activity of the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. **Journal of Applied Bacteriology**, v. 78, p. 264-269, 1995.

CER/PROAGRO – Comissão Especial de Recursos do Programa de Garantia da Atividade Agropecuária. Disponível em: http://masrv54.agricultura.gov.br/RNA/climatologia/Dados/Balanco_hidrico/MG/Sao%20_Miguel%20_do%20_Anta.html>. Acesso em: 25 nov. 2002.

CICOGNA JUNIOR; MANCILHA, B.; JORGE NETO, J. Influência do tempo de destilação na composição qualitativa e quantitativa de óleos essenciais II – Essências de cravo-da-índia e capim-limão. **Revista Ciências Farmacêuticas**, v. 819, p. 173-181, 1987.

CLEMEN, R.T. **Making hard decisions**: an introduction to decision analysis. Califórnia: Duxbury, 1991. 557 p.

ELISABETSKY, E. Pesquisas em plantas medicinais. **Ciência e Cultura**, v. 39, n. 8, p. 697-702, 1987.

ESAU, K. **Anatomy of seed plants**. New York: John Wiley & Sons, 1977. 550 p.

FUNDER – **Fundação de Desenvolvimento Regional**. Disponível em: <<http://www.funder.com.br/vicosa/smanta.htm>>. Acesso em: 25 nov. 2002.

GEOMINAS – **Programa integrado de uso da tecnologia de geoprocessamento pelos órgãos do Estado de Minas Gerais**. Disponível em: <http://www.geominas.mg.gov.br/kit_desktop/kit2/paginas/mapas/mg_mun96.html>. Acesso em: 25 nov. 2002.

GOLDSBROUGH, R. E. Ti-Tree oil. **The Manufacturing Chemist**, p. 57-60, February, 1939.

GUSTAFSON, J. E.; LIEW, Y. C.; CHEW, S.; MARKHAM, J.; BELL, H. C.; WYLLIE, S. G.; WARMINGTON, J. R. Effects of tea tree oil on *Escherichia coli*. **Letters in Applied Microbiology**, v. 26, p. 194-198, 1998.

HAMMER, K. A.; CARSON, C. F.; RILEY, T. V. In vitro activities of ketoconazole, econazole, miconazole, and *Melaleuca alternifolia* (Tea Tree) oil against *Malassezia* species. **Antimicrobial Agents Chemotherapy**, p. 467-469, 2000.

JOHNS, M. R.; JOHNS, J.; RUDOLPH, V. steam distillation of tea tree (*Melaleuca alternifolia*) oil. **Journal Science Food Agricultural**, v. 58, p. 49-53, 1992.

JOLY, A. B. **Botânica** – Introdução à taxonomia vegetal. 11. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1993. 777 p.

KAWAKAMI, M.; SACHS, R. M.; SHIBAMOTO, T. Volatile constituents of essential oil obtained from newly developed tea tree (*Melaleuca alternifolia*) clone. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 38, n. 8, p. 1657-1661, 1990.

KING, S. R. Conservation and tropical medicinal plant research. In: BALICK, M. J.; ELISABETTSKY, E.; LAIRD, S. A. (Eds.). **Medicinal resources of the tropical forest-biodiversity an its importance to human health**. New York: Columbia University Press, 1996. Cap 6, p. 63-74.

KITANOV, G. M.; VAN, D. T.; ASSENOV, I. Flavanols from *Melaleuca leucodendron* Leaves. **Fitoterapia**, v. 68, n. 4, p. 375-376, 1992.

LIMA JÚNIOR, V. B. **Determinação da taxa de desconto para uso na avaliação de projetos de investimentos florestais**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1995. 90 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

LIS-BALCHIN, M.; HARTS, S.; EAGLESHAM, E. Comparison of the pharmacological and antimicrobial action of commercial plant essential oils. **Journal of Herbs, Species & Medicinal Plants**, v. 42, n. 2, p. 69-85, 1996.

MANN, J. **Secondary metabolism**. 2. ed. Oxford: Oxford Science Publications, 1995. 374 p.

METCALFE, C. R.; CHALK, L. **Anatomy of the dicotyledons**. Oxford: Clarendon Press, 1959. v. 1, 724 p.

MURTAGH, 1998. Rural industries research & development corporation. **R&D Plan for the Tea Tree Oil Industry 1998 – 2003**. Disponível em: <<http://www.rirdc.gov.au/pub/tto5yr.htm>>. Acesso em: 25 nov. 2002.

NELSON, R. R. “Selection of resistance to the essential oil of *Melaleuca alternifolia* in *Staphylococcus aureus*.” **J. Antimicrob Chemother**, v. 45, n. 4, p. 549-50, 2000.

NORONHA, J.F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica**. São Paulo: Atlas, 1987. 268 p.

OLIVEIRA, A. D.; MACEDO, R. L. G. **Sistemas agroflorestais: considerações técnicas e econômicas**. Lavras, MG: UFLA, 1996. 255 p. (Projeto de consultoria).

OLIVEIRA, T. T. de. **Avaliação toxicológica, caracterização de atividades biológicas, toxicologia e controle de qualidade do fitoterápico Larix**. Viçosa, MG: [s. n.], 2002. 64 p.

PALISADE CORPORATION. **Risk analysis and simulation add – In for Microsoft Excel or Lotus 1-2-3**. New York: Palisade Corporation, 1995. 402 p.

PEARSE, P. H. **Introduction to forestry economics**. Vancouver: University of British Columbia Press, 1990. 226 p.

PENFOLD, A. R.; MORRISON, F. R. Some notes on the essential oil of *Melaleuca alternifolia*. **Australian Journal Pharmaceutical**, v. 52, p. 274-275, 1937.

PORTA, G. D.; TADEO, R.; DIURSO, E.; REVERCHON, E. Isolation of clove bud and star anise essential oil by supercritical CO₂ extraction. **Lebensm. – Wiss. U. – Technology**, v. 31, p. 454-460, 1998.

REZENDE, J. L. P.; OLIVEIRA, A. D. **Avaliação de projetos florestais**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1993. 47 p.

RIEDL, R. W. Practical methods for using tea tree oil. **Agro-Food Industry/Hi-Tech.**, p. 34-36, set./oct. 1997.

RODRIGUEZ, L.C.E. **Planejamento agropecuário através de um modelo de programação linear não determinista**. Piracicaba, SP: ESALQ, 1987. 83 f. Dissertação (Mestrado em Economia Agrária) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

SHIMIZU, T. **Pesquisa operacional em engenharia, economia e administração**: modelos básicos e métodos computacionais. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1984. p. 34-37.

SILVA, M. L. da; JACOVINE, L. A. G.; VALVERDE, S. R. **Economia florestal**. [S. l.: s. n.].

SILVA NETO, A. L.; PEREIRA, J.A.B. **Análise de risco e decisão de investimento**: um estudo de caso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 37., 1999, Foz do Iguaçu. **Anais...** Brasília: SOBER, 1999.

SILVA, R. P. **Simulação e avaliação econômica de um programa plurianual de reflorestamento para fins de planejamento da empresa florestal**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 1990. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SILVA, S. R. S. **Composição química, avaliação da atividade antimicrobiana do óleo essencial e deficiência hídrica de *Melaleuca alternifolia* Cheel crescida no Brasil**. Viçosa, MG: UFV, Impr. Univ., 2001. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

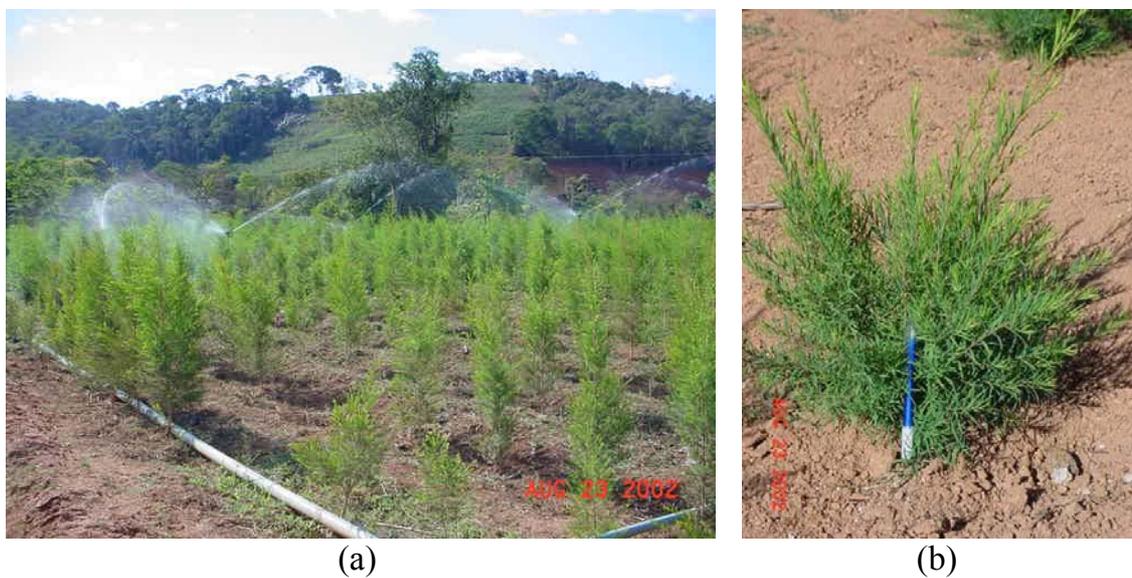
SOLEREDER, S. **Systematic Anatomy of the dicotyledons**. Oxford: Oxford Press, 1908. v. 2, 1118 p.

TRENTINI, A. M. M. Plantas medicinais na indústria de fitoterápicos. In: WORKSHOP DE PLANTAS MEDICINAIS DE BOTUCATU, 4., 2000, Botucatu. **Anais...** Botucatu, SP: UNESP, 2000. p. 45.

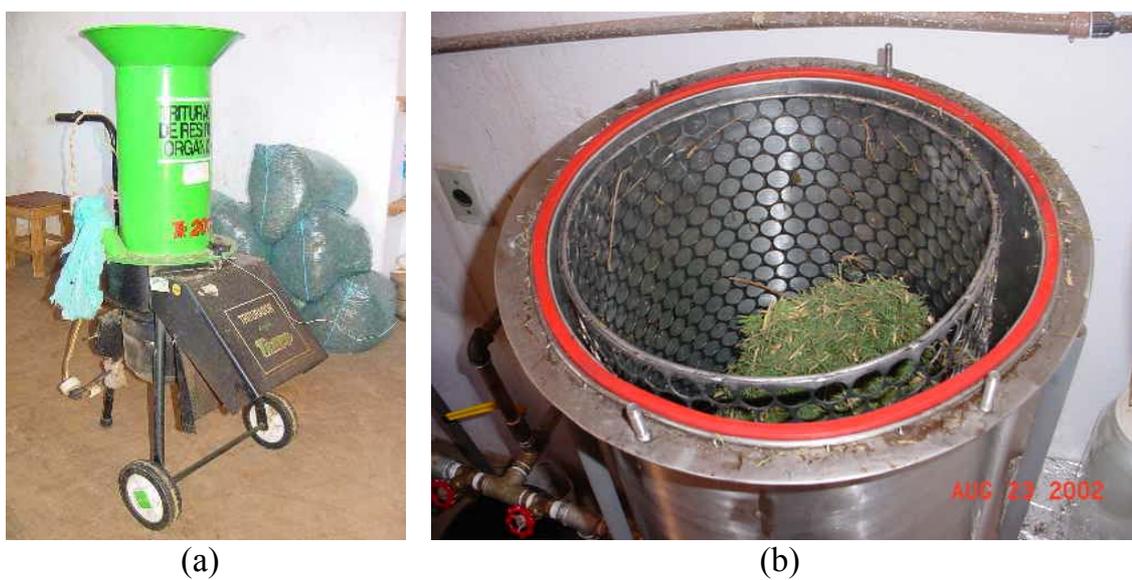
TYLER, V. E. Natural products and medicine: an overview. In: BALICK, M. J.; ELISABETSKY, E.; LAIRD, S. A. (Eds.). **Medicinal resources of the tropical forest** – Biodiversity an its importance to human heath. New York: Columbia University Press, 1996. Cap. 1, p. 1-10.

APÊNDICE

APÊNDICE A



Figuras 1A – Detalhe do plantio sendo irrigado (a) e brotação da melaleuca (b).



Figuras 2A – Detalhe do triturador de galhos e folhas e material ensacado pronto para destilação (ao fundo) (a) e detalhe interno do destilador (b).



Figura 3A – Caldeira sendo abastecida.



Figura 4A – Destilador.



(a)



(b)

Figuras 5A – Recipiente com água emulsificada (em baixo) e óleo essencial (acima) (a) e óleo essencial já processado e envasado (b).