



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS – CCA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

HENRIQUE DE SÁ TSCHUMI

A Gestão de uma Adequação Tecnológica: um Estudo de Caso na
Indústria de Óleos Essenciais em Santo Amaro da Imperatriz - SC

Florianópolis - SC

2012

HENRIQUE DE SÁ TSCHUMI

A Gestão de uma Adequação Tecnológica: um Estudo de Caso na
Indústria de Óleos Essenciais em Santo Amaro da Imperatriz - SC

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Universidade Federal de Santa Catarina
como requisito para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Msc. Antônio Carlos Machado da
Rosa

Supervisora: Alessandra Marangoni

Empresa: Technessentia Compostos Naturais
Ltda.

Florianópolis - SC

2012

HENRIQUE DE SÁ TSCHUMI

A Gestão de uma Adequação Tecnológica: um Estudo de Caso na
Indústria de Óleos Essenciais em Santo Amaro da Imperatriz - SC

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Banca Examinadora como parte dos
requisitos para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo na Universidade Federal
de Santa Catarina

Banca examinadora:

Prof. Msc. Antônio Carlos Machado da Rosa
(Presidente – UFSC)

Eng. Agrônomo André Felipe Lohn
(Membro – UFSC)

Dra. Eng. Agrônoma Alessandra Marangoni
(Empresária – Technessentia)

Eng. Agrônoma Monique dos Santos
(Membro – UFSC)

Florianópolis - SC

2012

"As pessoas parecem esquecer que tem outros tentando viver no mesmo planeta
que elas."

Calvin e Haroldo, Bill Watterson

AGRADECIMENTOS

À Deus pelos caminhos, ensinamentos e facilidade no entendimento das matérias.

À minha família, Marcos, Regina e Eduardo, pelo apoio incondicional, conselhos, atenção e amor.

À Priscilla, pelo “algo mais” além de amiga e companheira que sempre busquei, e insistência como editora-chefe, mostrando sempre onde poderia ser melhorado.

À Alessandra Marangoni, pela oportunidade, confiança depositada, supervisão e orientação. E ao Seu Marangoni, pelos ensinamentos.

Ao meu orientador, Rosa, pelas conversas, ideias e cobranças; pela preocupação com o ensino acima de tudo.

Aos colegas do CCA, pelas experiências proporcionadas, convivência, mesmo que difícil inicialmente, e situações com as quais aprendi muito.

RESUMO

Os óleos essenciais são produtos de alto valor agregado, amplamente utilizados e de mercado restrito. Seu sistema de produção necessita de estresse para maior eficiência, interferindo diretamente na sustentabilidade do processo. Conhecimento tácito, dados e informações servem como guia para formação de conhecimento explícito e propostas de práticas produtivas sustentáveis. O objetivo deste trabalho foi identificar aspectos da gestão do conhecimento no sistema de produção de óleos essenciais, através de atividades realizadas na empresa Technessentia Compostos Naturais, localizada em Santo Amaro da Imperatriz-SC, responsável pela produção, extração e comercialização de óleos essenciais, provenientes de cultivos de patchouli e capim-limão e compra de outras matrizes vegetais. Óleos essenciais são produzidos pelas plantas através do metabolismo secundário, com funções de defesa do vegetal, de modo que, qualquer fator que produza estresse estimula sua produção. Inúmeras são as variáveis que afetam o rendimento da produção, como competição com outras plantas, ataque de animais e patógenos, sombreamento, estresse hídrico, desequilíbrio nutricional, doses e fontes diferentes de fertilizantes. Este processo produtivo gera grandes quantidades de resíduos se comparado com a pequena porcentagem de produto obtido. Entre as propostas levantadas para tornar a produção mais sustentável, destaca-se o tratamento dos resíduos através de sua utilização no cultivo, no levantamento de componentes abióticos e bióticos que afetem a produção de óleo, plantio sem revolvimento do solo, escalonamento semanal da produção, elaboração de locais que favoreçam o funcionamento dos equipamentos de extração e condução do cultivo com plantas espontâneas competindo com a cultura principal. O resultado principal deste trabalho é aplicação da gestão do conhecimento no sistema produtivo de óleos essenciais visando conhecer as variáveis que interferiram no rendimento da produção.

Palavras-Chave: GESTÃO DO CONHECIMENTO; PATCHOULI; SUSTENTABILIDADE, METABÓLITOS SECUNDÁRIOS; ESTRESSE.

LISTA DE ABREVIATURAS

ha = hectare

N = nitrogênio

K = potássio

P = fósforo

C = Carbono

t = tonelada

Kg = quilogramas

Kg de N/ha = quilogramas de nitrogênio por hectare

Kg de K/ha = quilogramas de potássio por hectare

Kgf/cm² = quilogramas força por centímetro quadrado

C/N = relação carbono nitrogênio

Atm = pressão atmosférica

ONU = Organização das Nações Unidas

HPEC = Higiene Pessoal Cosméticos e Perfumaria

ATP = Adenosina trifosfato

h= hora

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Espiral do conhecimento	8
Figura 2: Zonas de influência do solo.....	10
Figura 3: plantas de <i>Pogostemon cablin</i>	13
Figura 4: Fotomicrografia de corte transversal do mesófilo de patchouli.	14
Figura 5: planta de <i>Cymbopogon citratus</i>	17
Figura 6: Plantas de <i>Melaleuca alternifolia</i>	19
Figura 7: Movimentos da seiva segundo as fases lunares.....	22
Figura 8: Diagrama de fases do CO ₂	24
Figura 9a-b: Terreno arado e gradeado.	25
Figura 10a-d: Áreas de <i>P. cablin</i> implantadas e arrendadas e canteiro de mudas ...	26
Figura 11: Área com <i>C. citratus</i>	27
Figura 12a-c: Preparo das mudas de <i>P. cablin</i>	28
Figura 13a-b: Canteiro de mudas recebendo radiação matutina e vespertina.	29
Figura 14a-d: Equipamentos e instalações de extração do óleo essencial.....	30
Figura 15a-b: Decantação e filtragem do óleo de <i>C. citratus</i> e <i>M. alternifolia</i>	31
Figura 16: Extrator pelo método de fluído suerpcrítico.....	32
Figura 17: Resíduos de <i>Melaeuca alternifolia</i> e <i>Pogostemon cablin</i>	33
Figura 18: Diagrama sistêmico da produção de óleos essenciais da empresa Technessentia Compostos Naturais Ltda.....	34
Figura 19: Diferença entre tempo de permanência competindo com espontâneas...39	39

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	5
2.1 Geral	5
2.2 Específicos	5
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	6
3.1 Metodologia do Estudo de Caso	6
3.2 Gestão do conhecimento	7
3.3 Produção vegetal	8
3.3.1 Preparo do ambiente solo	8
3.3.2 Plantas	11
3.4 Colheita	19
3.5 Beneficiamento	22
4. ESTÁGIO – MATERIAL E MÉTODOS	25
5. DISCUSSÃO	35
5.1 Sistema estressante	35
5.1.1 Idealização de técnicas	37
5.2 Propostas sustentáveis	39
5.2.1 Preparo do solo	39
5.2.2 Propagação vegetal	41
5.2.3 Colheita	43
5.2.4 Resíduos e destinação	44
6. CONCLUSÃO	47
7. REFERÊNCIAS	49

1. INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade os povos já utilizavam óleos essenciais no seu dia-a-dia, costume que perdura até os dias atuais. Estes óleos possuem domínio sobre o sentido do olfato e palato, gerando sensações, marcando momentos e trazendo lembranças, além de conferirem melhor sabor a produtos farmacêuticos e alimentícios insípidos. Possuem, ainda, um aspecto social e cultural, quando empregados pela população, geralmente, para elevar seu bem-estar e tratar doenças, sintomas e sinais através da utilização de fragrâncias, chás e massagens. Logo, torna-se difícil avaliar o valor dos ativos que possuem e seu poder de influencia exato na vida da população.

Seu uso se concentra nas indústrias farmacêuticas, alimentícias e de cosméticos e perfumaria, devido, logicamente, às suas propriedades terapêuticas e de conferir sabor e odor aos produtos em que são colocados. No mercado de perfumaria, podem ser usados diversos óleos, com nuances entre seus aromas devido a aplicação de diferentes métodos de extração, locais de cultivo e quantidade empregada, na produção de perfumes. Devido ao seu baixo rendimento, técnica necessária para a sua produção, competição com moléculas sintéticas e demanda instável, possuem alto valor agregado e mercado restrito, como verificado na empresa.

Os óleos essenciais naturais tem elevado sua importância devido ao interesse dos consumidores por ingredientes naturais e pela preocupação com os aditivos sintéticos na alimentação e seus efeitos prejudiciais (Montanari, 2010). Com isto, a demanda por produtos de origem vegetal, com substâncias antioxidantes, antibióticas e antienvhecimento comprovadas, presentes em extratos de polpas de frutos, extratos de pétalas de flores, raízes e folhas vem aumentando no mercado (Corrêa, 2010).

Segundo o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, através da ferramenta ALICEWEB (2012), quantifica em mais de US\$108 milhões as exportações de óleos essenciais (dentre os quais, cinco óleos essenciais provenientes de cítricos, três de flores, quatro de mentas, quatro de madeiras e oito de folhas) e em torno de US\$29 milhões as importações. Somente para o óleo de

capim-limão, cerca de uma tonelada foi importada até o mês de outubro deste ano, e aproximadamente duas toneladas e meia em 2011. O mercado de higiene pessoal, perfume e cosméticos, que utiliza os óleos essenciais em suas composições, movimentou no ano de 2011 no Brasil mais de US\$ 29 bilhões, ranqueando o país em terceiro no consumo mundial, apresentando uma participação mundial de 8,7% (ABIHPEC, 2012).

A indústria de produtos de higiene pessoal, perfumaria e cosméticos (HPEC) teve grande expansão devido a diversos fatores como a maior participação da mulher no mercado de trabalho, uso de tecnologia de ponta e redução nos custos de produção - tornando a indústria competitiva - lançamentos frequentes de produtos voltados às necessidades do mercado e aumento da expectativa de vida, junto com a necessidade pessoal de conservar a juventude (ABIHPEC, 2012).

O mercado de perfumes brasileiro, em 2009, teve uma participação mundial de 13%, com crescimento de 5% e movimentação de US\$4,81 bilhões. Estimativas apontam que em 2013 o Brasil atinja o topo do ranking neste setor (ABIHPEC, 2011).

Tendências mostram que os consumidores irão exigir uma postura ambiental por parte das empresas, elevando a demanda por produtos menos impactantes no ambiente (ABIHPEC, 2011). Isto gera um nicho de mercado para as empresas preparadas para este tipo de comércio e produção.

A produção de óleos essenciais difere dos sistemas agrícolas convencionais, pois necessita de técnicas que aumentem a produção de metabólitos secundários por parte do vegetal, que são produzidos apenas quando a planta se encontra sob ataque de insetos e patógenos, ou em situações de estresse.

Como as produções convencionais, demanda muita energia para a etapa de extração, devido ao aquecimento de água por caldeiras, produzindo vapor, que irá extrair o óleo da matriz vegetal. Ainda há a produção de grande quantidade de resíduos, pois a água destilada se liga a uma pequena quantidade de óleo que não pode ser separada, a não ser com grande gasto energético; e a matriz vegetal sai praticamente intacta, pois os óleos essenciais extraídos são componentes alternativos de rotas metabólicas principais, desnecessários, em certas condições,

para a sobrevivência do vegetal, restando a grande maioria do material orgânico e nutrientes.

Deste modo, a produção de óleos essenciais, assim como qualquer produção agrícola, deve ser focada na sustentabilidade. Caso não seja, somará como mais um fator de modificação dos ecossistemas como conhecemos.

A definição de sustentabilidade está diretamente atrelada à capacidade de suporte ótima, já que esta pode ser definida como “quando toda a energia disponível, no sistema, que entra é o suficiente para sustentar todas as estruturas básicas deste, sendo sustentável por longos períodos diante das incertezas ambientais” (Odum & Barrett, 2008).

Devido a estas preocupações com a sustentabilidade, a ONU lançou em 2001, com duração de quatro anos, o programa de Avaliação Ecosistêmica do Milênio, com o intuito de conferir base científica para o desenvolvimento de programas políticos sobre as mudanças no ecossistema e sua influência no bem-estar humano (Avaliação Ecosistêmica do Milênio, 2003).

Os ecossistemas prestam serviços ambientais de importância vital para a manutenção da vida na Terra, como os serviços de provisão: alimentos, água potável, lenha, fibras, combustíveis, princípios ativos, recursos genéticos; de regulação: do clima, controle de doenças, controle de enchentes e desastres naturais, purificação da água e do ar, controle de erosão; de cultura: espiritualidade, lazer, inspiração, educação, simbolismos; e de suporte: formação de solos, produção primária, ciclagem de nutrientes, processos ecológicos (Avaliação Ecosistêmica do Milênio, 2003).

Os ecossistemas agrícolas são conhecidos como agroecossistemas, logo, seus recursos e as ameaças que sofrem, por parte das pressões antrópicas, precisam ser identificados para que possam ser estudados métodos de produção mais sustentáveis. Questão que se aplica, portanto, ao agroecossistema da produção de óleos essenciais, embora com aspectos excepcionais a serem levados em conta dado seu foco no estresse ao vegetal, mas que ainda assim deve perseguir a sustentabilidade.

Para Cushman *et al* (2002), a gestão do conhecimento é o aumento potencial para criação, perseguição e disseminação de novas práticas, com diferentes atores, para que isto os faça aprender e desenvolver seu próprio conhecimento. A gestão do conhecimento da sustentabilidade é definida como um conjunto de saberes que, direta ou indiretamente, visa a melhoria da relação entre a sociedade e o meio ambiente (Fialho *et al*, 2008 *apud* Ferreira, 2012), logo, é necessário identificar o conhecimento utilizado no sistema de produção de óleos essenciais, para construir alternativas sustentáveis às práticas convencionais utilizadas atualmente.

Por se tratar de um sistema produtivo inovador, devem ser levantados conhecimentos tácitos para formulação de hipóteses que serão corroboradas para a formação de um conhecimento explícito sobre a sustentabilidade e elevação do rendimento produtivo da atividade em questão.

A empresa onde foi aplicada a metodologia do estudo de caso, Technessentia Compostos Naturais Ltda., localiza-se em Santo Amaro da Imperatriz – SC, com enfoque na produção de óleos essenciais para o mercado de perfumaria, cosméticos e aromaterapia. A empresa conta com a produção de mudas, plantio, manejo, colheita e beneficiamento da matriz vegetal. Seu principal produto é o óleo de patchouli, e conta com outros produtos em seu portfólio.

O mercado de perfumaria é extremamente restrito. O conhecimento da produção vegetal e beneficiamento pertence a cada empresa e o sigilo é absoluto, visando garantir a manutenção desta no mercado. Por isso, informações sobre o sistema produtivo e aumento no seu rendimento são escassos na bibliografia disponível, tornando-se extremamente importante o uso da gestão do conhecimento para levantamento de dados e produção de informação.

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Identificar aspectos da gestão do conhecimento no sistema de produção de óleos essenciais

2.2 Específicos

- Aplicar a metodologia de estudo de caso em uma empresa produtora de óleos essenciais;
- Identificar as etapas de construção de conhecimento da produção de óleos essenciais;
- Identificar técnicas produtivas que possuem efeito estressante sobre as plantas;
- Propor reajustes, visando a sustentabilidade, ao sistema atual de produção.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Esta revisão inicia com a apresentação de definições da metodologia de estudo de caso, passando pela relação do tema com a gestão do conhecimento, explanação de aspectos de boas práticas para o sistema, como preparo do ambiente solo, qual a espécie de composto extraído e as plantas utilizadas pela indústria analisada, além de fatores que interferem na quantidade da produção e os métodos de extração aplicados, enquadrados no tema de beneficiamento.

3.1 Metodologia do Estudo de Caso

André (1984) define estudo de caso como uma investigação sistemática de uma instância específica. Yin (1989 *apud* Godoy, 1995) define como:

“uma forma de se fazer pesquisa empírica que investiga fenômenos contemporâneos dentro de seu contexto de vida real, em situações em que as fronteiras entre o fenômeno e o contexto não estão claramente estabelecidas, onde se utiliza múltiplas fontes de evidência”.

Assim, um estudo de caso trata da observação de determinado objeto, a partir de levantamento de dados, imagens, entrevistas, documentos, onde este objeto pode ser um indivíduo, uma organização, um sistema.

André (1984) aponta alguns princípios gerais associados ao estudo de caso. Buscam a descoberta, a partir de dados, de determinado objeto; enfatizam a interpretação em contexto; procuram representar os diferentes e, algumas vezes, conflitantes pontos de vistas presentes numa situação social; utilizam variadas fontes de informação; revelam experiências e permitem generalizações, com possibilidade de uso parcial ou total, em outras situações; procuram retratar a realidade de forma completa e profunda; são elaborados com linguagem e forma acessível.

“O estudo de caso supõe que o leitor usará seus conhecimentos tácitos (sensações, intuições, percepções que não podem ser expressas por palavras) para fazer as generalizações e para desenvolver novas ideias, novos significados, novas compreensões” (André, 1984). Esta metodologia valoriza o conhecimento adquirido pela prática e experiência, necessitando que o leitor os internalize para aplicação em suas próprias situações.

3.2 Gestão do conhecimento

A gestão do conhecimento visa facilitar a criação, compartilhamento e utilização do conhecimento a partir, entre outros meios, da produção de materiais que transformem o conhecimento tácito em explícito.

Para produção de conhecimento é necessário seguir sua cadeia de valor. Esta cadeia trabalha com conceitos de dados, informações, conhecimento e competência. Tudo aquilo capturado pelos nossos órgãos dos sentidos são dados; a partir de uma interpretação, contextualização e geração de significados a um conjunto de dados, temos a informação. Através da incorporação destas informações por pessoas, utilizando suas próprias experiências, valores, verdades e julgamento tem-se o conhecimento. Competência, por sua vez, é a aplicação dos conhecimentos na prática, saber fazer pelo uso dos seus próprios conhecimentos (Dos Santos, 2012).

O conhecimento tácito é aquele que todo indivíduo possui, pois sabemos mais do que podemos expressar, sendo dificilmente armazenado e distribuído (Polanyi, 1966); sua passagem ocorre de indivíduo para indivíduo, através de ensinamentos práticos, como “aprender fazendo”. Já o conhecimento explícito está armazenado em documentos e mídias, sendo facilmente distribuído dentro de uma organização (Dos Santos, 2012; Ferreira, 2012).

A espiral do conhecimento de Nonaka & Takeuchi (1997 *apud* Dos Santos, 2012) trabalha com estes dois tipos de conhecimento, começando com a transformação do conhecimento tácito de um indivíduo em explícito, seguido de sua disseminação dentro de um grupo e assim por diante, ou seja, o conhecimento explícito é incorporado por um indivíduo, tornando-se tácito e, uma vez que seja produzido algum material, torna-se explícito. Este conhecimento cresce à medida que se dissemina dentro de uma organização, como ilustra a figura 1.

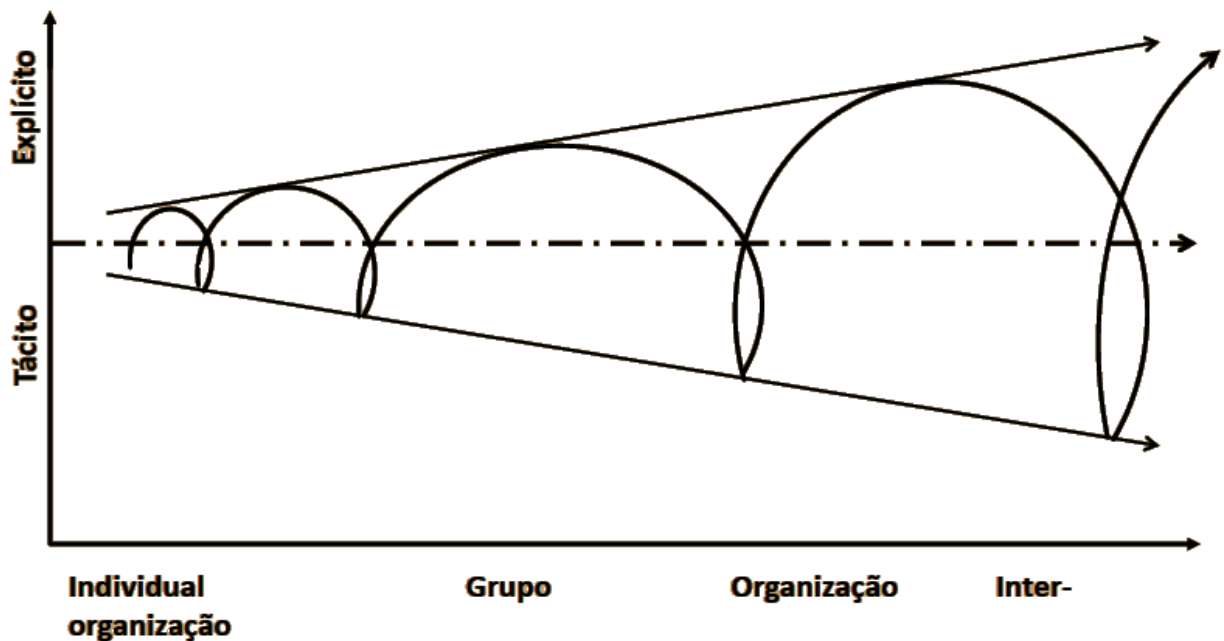


Figura 1: Espiral do conhecimento (Nonaka & Takeuchi, 1997).

Desta forma, os dados do sistema produtivo são as quantidades aplicadas de fertilizantes, suas fontes, estágio e época de aplicação na planta, quantidade de capinas, dias de colheita para mudas e extração, condições climáticas de todas as práticas, como temperatura, umidade relativa do ar, pluviosidade, radiação. As informações são todas essas variáveis aplicadas ao contexto de produção de óleos essenciais e possível elevação de seu teor. A gestão do conhecimento deste sistema trata da aplicação de fatores estressantes em períodos pré-determinados para obtenção de maior eficiência produtiva.

3.3 Produção vegetal

A etapa de produção vegetal trata do preparo do solo, os compostos produzidos, conhecidos como terpenos, espécies vegetais utilizadas e recomendações de cultivo.

3.3.1 Preparo do ambiente solo

A vida no solo é o fator mais importante para a definição de suas propriedades químicas, físicas e, logicamente, biológicas. A adição de matéria orgânica fornece alimento para o início da teia trófica que habita o solo. A teia começa com o aparecimento de seres capazes de utilizar a matéria orgânica como

fonte de nutrientes, como as bactérias, fungos, algas e actinomicetos. A seguir, através da predação ou parasitismo destes seres iniciais, há o surgimento de protozoários, nematoides, artrópodes, minhocas, gastrópodos; e no topo da teia, répteis, mamíferos e pássaros. Ou seja, um solo sem adição de material orgânico frequente, possui uma baixa ciclagem de nutrientes, pois possui uma biota deficiente em termos de biodiversidade (Lowenfels & Lewis, 2006).

A biota é importante, pois, devido sua diversidade, participa em vários processos biogeoquímicos de transformação de nutrientes, tornando-os disponíveis e assimiláveis às plantas. Havendo plantas, mais material orgânico é adicionado ao solo, maior é a diversidade da microbiota, mais abrangente são as reações que regulam e melhor é a resiliência deste ambiente (Beare *et al*, 1995).

Um solo bem agregado possui boas propriedades físicas, relação equilibrada entre espaços que contenham água e ar, canais de drenagem, capacidade de retenção de água, espaço para crescimento das raízes. O que determina o grau de agregação é seu teor de matéria orgânica, que une as partículas de solo, e atrai organismos que auxiliam na sua formação, criando um microambiente de trocas iônicas e de sobrevivência para outros organismos. Além da agregação, a matéria orgânica é um conhecido estoque de nutrientes do solo, liberados aos poucos, conforme são decompostos pela sua biota (Moreira & Siqueira, 2006; Paul, 2007). Para cada parte de matéria orgânica que há no solo, são armazenadas dez partes de água, servindo como reservatório (Machado, 2010).

A composição e estrutura da comunidade de plantas é o fator biológico mais importante da regulação das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, pois interfere na qualidade da serrapilheira, arquitetura das raízes, eficiência no uso da água ou uso de nutrientes por organismos abaixo da superfície do solo (Beare *et al*, 1995). As cinco zonas de influência do solo estão representadas na figura 2.

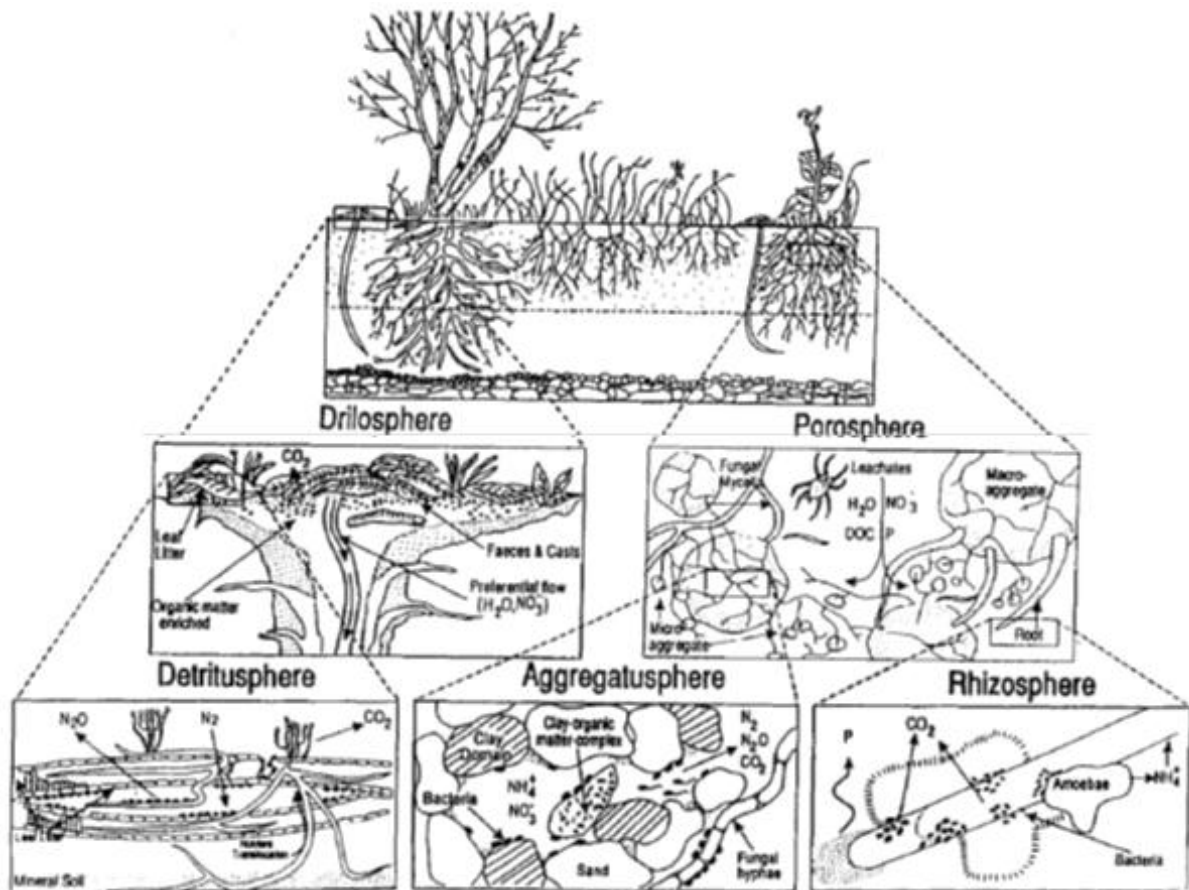


Figura 2: Zonas de influência do solo (Beare *et al.*, 1995).

A Detritosfera é zona de depósito de resíduos de plantas e animais, composta por micro habitats que podem conter micro sítios aeróbicos e anaeróbicos habitados por organismos fixadores de nitrogênio e desnitrificantes, respectivamente, sendo influenciada pela origem dos resíduos ali depositados, como cultivos agrícolas, pastagens e aplicação de fertilizantes; a magnitude e período do fluxo de nutrientes na serrapilheira dependerá da microbiota desta (Beare *et al.* 1995).

A Drilosfera é a zona de influência da passagem das minhocas pelo solo, composta pela serrapilheira média e o volume de solo ao longo desta, possui alta concentração de N, P e matéria húmica, além de elevada porcentagem de bactérias fixadoras de nitrogênio e desnitrificantes (Beare *et al.* 1995).

A Porosfera é a zona influenciada pelos bioporos, produzidos pela macrobiota do solo, como raízes de plantas e minhocas, que interferem no seu tamanho e distribuição dos agregados; estes bioporos formam canais onde habitam uma ampla gama de organismos como microartrópodes, nematoides e protozoários, por onde há preferencialmente fluxo de água e nutrientes e crescimento das raízes de plantas,

com altas taxas de inoculantes micorrízicos e disponibilidade de P (Beare *et al.* 1995; Paul, 2007).

A Agregatosfera abrange todos os constituintes da matéria orgânica, partículas primárias e vazios ao longo de todas as zonas de influência; seus limites se encontram no limite de trocas de solutos e gases pela biota na superfície dos agregados. Fungos e bactérias são os principais estabilizadores desses agregados através de hifas e exsudação de polissacarídeos extracelulares que seguram as partículas de solo (Beare *et al.* 1995).

Por último, temos a Rizosfera, zona influenciada diretamente pelas raízes das plantas, responsáveis pela exsudação de substâncias que estimulam a atividade e crescimento microbiano e onde fungos e bactérias são procurados pela microfauna, além da oscilação entre N mineralizado e imobilizado; nesta zona a biomassa da microflora e fauna do solo é muito maior do que em solos sem raízes (Beare *et al.* 1995).

Isto posto, demonstra como a vida no solo é importante na sustentabilidade do sistema produtivo, com manutenção de suas características químicas, físicas e biológicas, e do porquê os métodos de cultivo de solo delimitam a sobrevivência e estabelecimento das plantas à campo.

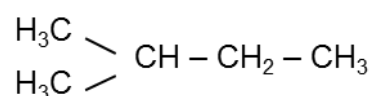
3.3.2 Plantas

3.3.2.1 Metabólitos secundários

Segundo Taiz *et al.* (2004) a produção de metabólitos secundários pelas plantas serve tanto para defesa contra herbivoria e infecção por patógenos quanto para atração de agentes polinizadores e dispersões de sementes; para Odum (2008) metabólito secundário é qualquer substância excretada por uma espécie que afeta outras. Esses compostos são produzidos através de rotas metabólicas alternativas do vegetal, com pouco gasto energético. Além disso, deve ser frisado que são específicos à uma espécie ou grupo vegetal relacionados, não estando presentes em todo o reino vegetal (Taiz *et al.*, 2004), sendo conhecidos três grupos: terpenos, compostos fenólicos e compostos nitrogenados.

Os terpenos são os compostos mais abundantes em termos de metabólitos secundários, e pequena parte deles pode ser considerada primária por sua ação hormonal (como a giberelina, ácido abscísico), ou função estrutural de membrana (como os esteróis) entre outras; são, em sua maioria, insolúveis em água e produzidos através da acetil CoA ou intermediários glicolíticos (Taiz *et al*, 2004).

São formados, essencialmente, por cadeias pentacarbonadas, constituídos de isopentanos:



Quando compostos por dez carbonos, ou seja, duas unidades de isopentanos, são chamados de monoterpenos; quando possuem quinze carbonos, de sesquiterpenos; vinte carbonos, diterpenos (Taiz *et al*, 2004).

Os terpenos são tóxicos e deterrentes, impedindo, retardando e/ou detendo, temporariamente, animais herbívoros de se alimentarem, funcionando como um importante mecanismo de defesa da planta (Taiz *et al*, 2004).

Monoterpenos e sesquiterpenos podem ser armazenados em espaços extracelulares na parede vegetal de tricomas glandulares, geralmente na epiderme das folhas, como óleos essenciais, alertando os herbívoros antes do ataque, através do aroma que exalam (Taiz *et al*, 2004).

3.3.2.2 Patchouli – *Pogostemon cablin*

O patchouli (*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.) é uma planta arbustiva, figura 3, originária do sudeste da Ásia pertencente à família Labiatae, sendo cultivada, para extração de óleo, na Indonésia, Malásia, Filipinas, Sul da China, Índia, Seicheles e Brasil (Holmes, 1997). Prefere solos bem drenados e com alto teor de matéria orgânica (Time Is, 2009), cresce melhor em lugares parcialmente sombreados, em torno de 55% (Time Is, 2009; Storck, 2004) e aumenta o rendimento, principalmente se o hormônio de crescimento giberelina for utilizado (Storck, 2004).



Figura 3: plantas de *Pogostemon cablin* (Autor, 2012)

Seu óleo essencial é extraído das folhas secas pela destilação por arraste a vapor (Holmes, 1997; Time Is, 2009) ou fluído supercrítico (Donelian, 2004; Araújo, 2008), sendo amplamente utilizado na indústria de perfumaria, devido ao seu potencial de fixação na pele e seus tons terrosos e amadeirados, além da indústria de alimentos, por mascarar odores e sabores ruins (Holmes, 1997). Possui, ainda, atividade antimutagênica (Miyazawa *et al*, 2000), tóxica/repelente para térmitas subterrâneas (Zhu *et al*, 2003) e larvicida contra mosquitos do gênero *Culex* (Park & Park, 2012). Não há substitutos sintéticos para os componentes existentes no óleo de patchouli, tornando-o mais valioso e fixando sua demanda no mundo, que é estimada em 2 mil t/ano (Time Is, 2009). Sua qualidade é verificada pela quantidade mínima, em porcentagem por cromatografia líquido-gasosa, dos sesquiterpenos patchoulol e alfa-guaieno, através da ISO 3757:2002.

Além dos tricomas glandulares, o patchouli possui estruturas secretoras de óleo em todas as partes da planta, exceto nos tecidos lenhosos, inclusive no interior do mesófilo esponjoso da folha e parênquima cortical dos ramos e raízes, como

mostra a figura 4, e apresenta até vinte vezes mais quantidade de óleo nas folhas jovens dos meristemas apicais que em outras partes da planta (Henderson *et al*, 1970; Sandes *et al*, 2012).

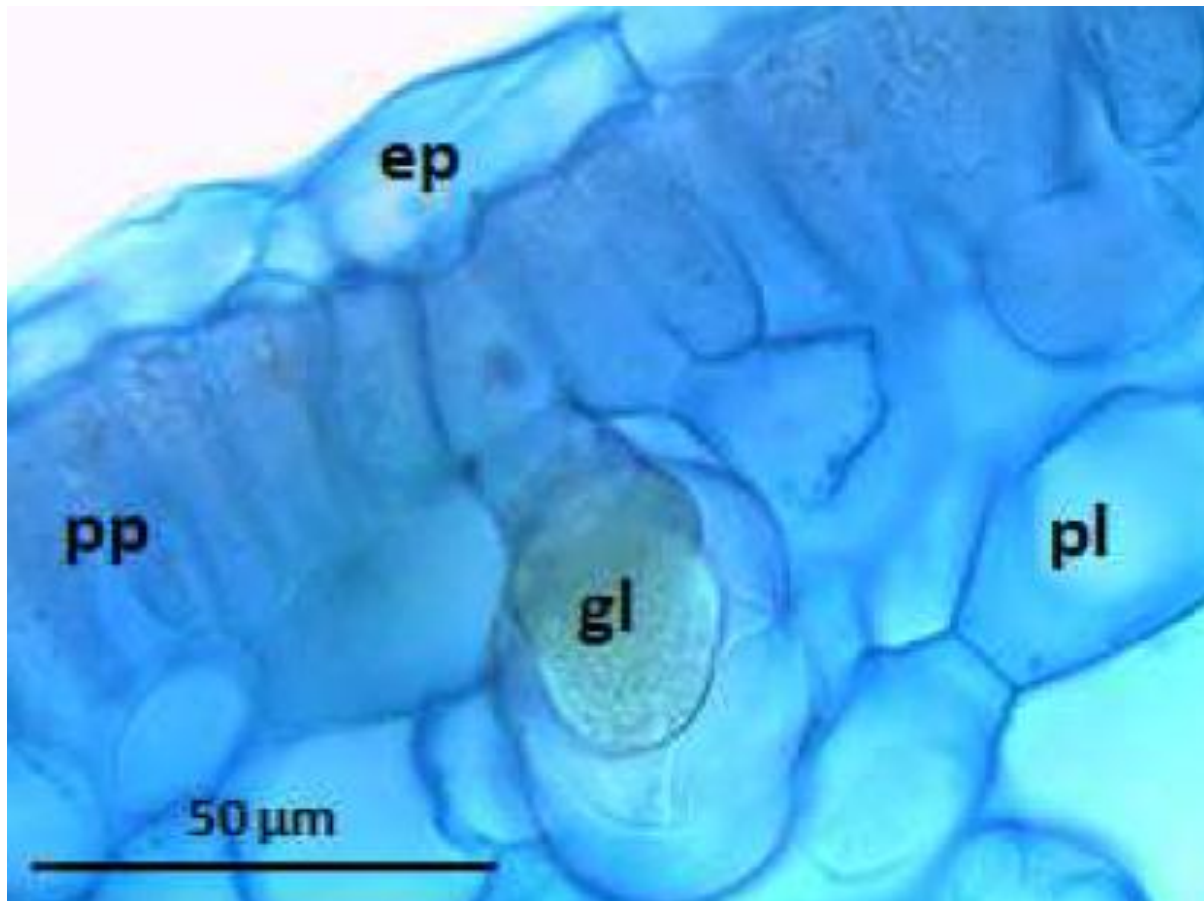


Figura 4: Fotomicrografia de corte transversal do mesófilo de patchouli. Legenda: gl: glândula produtora de óleo; pl: parênquima lacunoso; pp: parênquima paliçádico; ep: epiderme (Sandes *et al*, 2012).

A propagação é basicamente por estaquia, pois sua floração é muito rara (Time Is, 2009). Bettoni *et al* (2010) avaliaram a produção de mudas de patchouli com diferentes números de folhas, com tamanho de seis centímetros, e concluíram que a maior taxa de enraizamento, 100%, se deu com estacas que possuíam 1 par de folhas inteiro ou pela metade da porção mediana do ramo, ressaltando-se que foram avaliadas durante 60 dias em casa de vegetação. Já Garbuio *et al* (2007) recomendam a utilização de estacas apicais e medianas e com um par de folhas com taxa de enraizamento de 93,7%, 83,7%, 71,7%, respectivamente, em 30 dias de experimento e com estacas de 12 cm de comprimento. Epagri (2004 *apud* Bettoni, 2010) indica estacas com comprimento de 20 a 30 cm, contendo três

gemas, no mínimo. Silva Júnior (2003) não menciona número de gemas nem de folhas, apenas aponta que estacas postas enraizar em casca de arroz, com 70% de sombra e irrigação por nebulização três vezes ao dia durante três minutos enraízam em 30 dias, porém com reduzido índice de enraizamento, 55% no inverno e 68% na primavera. Este mesmo autor ainda recomenda plantio em outubro e novembro, espaçamento de 1m x 1m, adubação de 1 kg de composto orgânico e 100g de fosfato natural por planta ao ano ou corte.

A adubação interfere na produção de óleo de patchouli, quantitativamente, porém não qualitativamente, como demonstrado por Singh *et al* (2002) e Costa (2008). Esta última encontrou valores de adubação nitrogenada de 30 kg/ha no plantio, e 100 kg/ha de manutenção, em forma de ureia e sem parcelamento; enquanto Singh *et al* (2002) concluiu que estresse hídrico (lamina irrigada menor que a evapotranspiração, em uma taxa de 0,8), sem aplicação de composto orgânico e com aplicação de 100 kg N/ha, na forma de ureia em quatro aplicações, resultou no maior teor de óleo.

Singh & Rao (2009) avaliando a influência de diferentes fontes minerais e doses de N e K obtiveram, com as doses de 200 kg N/ha e 83 kg K/ha, aumento significativo no rendimento de óleo (188,50 kg/ha). A fonte de N ureia revestida obteve menores taxas de lixiviação elevando o rendimento, o que não foi observado para o K. Estes mesmos autores avaliaram a retirada de nutrientes do solo com diferentes doses de N e K, concluindo que quanto maiores as doses, principalmente de N, maior é a remoção de N, P e K, encontrando valores máximos dependentes das doses aplicadas de 91,9 kg N/ha, 12,3 kg P/ha e 60 kg K/ha. Vale ressaltar que estes experimentos foram feitos com 45 mil plantas/ha e em um solo franco-argiloso vermelho.

Singh (2011) utilizou adubos minerais e orgânicos para avaliar o crescimento e rendimento de óleo, tendo encontrado as melhores médias com 5 t/ha de vermicomposto mais 100 kg N/ha, 25 kg P/ha e 25 kg K/ha e NPK mineral 200,50,50 kg/ha, respectivamente.

3.3.2.3 Capim-limão – *Cymbopogon citratus*

Também conhecido como erva-cidreira, capim-cidreira, *lemongrass*, entre diversos outros. Há quem confunda com a citronela, *Cymbopogon nardus* (Silva Júnior, 2003).

Gomes & Negrelle (2003), apontam seu centro de origem como Sudoeste asiático, pertencente à família Poaceae, e distribuída pelas regiões tropicais e subtropicais. Silva Júnior (2003) assinala que cresce subespontaneamente em todo o Brasil, próximo dos cursos de água, à beira de estradas e em áreas aluviais. É uma planta herbácea em forma de touceira, podendo chegar a dois metros de altura, com folhas alcançando 100 cm de comprimento, representada na figura 5. Prefere regiões quentes e úmidas, pleno sol, não tolerando geada e demonstrando sensibilidade a estiagem.

Silva Júnior (2003), afirma que temperaturas em torno de 27°C e precipitação de 4 mm, médias diárias, maximizam a produção de óleo, chegando ao rendimento de 2,71%; além disso, adapta-se à diversos tipos de solo, preferindo os de textura arenosa, úmidos, drenados e férteis.



Figura 5: planta de *Cymbopogon citratus* (Autor, 2012).

Com relação ao seu cultivo, Silva Júnior (2003), recomenda espaçamentos de 0,6 a 1 m entre linhas e 0,3 a 0,5 m entre plantas; adubação com 20L/m² de esterco bovino mais 16 g de sulfato de amônio; colheita após 4 meses pós plantio, com 3 a 4 cortes/ano, deixando 20 a 25 cm acima do solo. Indica, ainda, colheitas no início da manhã, alcançando produtividade média de 20 a 23 t/ha. Secagem das folhas ao sol durante dois a três dias e para produção de mudas, utilizar substrato inerte misturado a esterco bovino na proporção de 3:1. Este autor identificou que as folhas do capim-limão, quando usadas como cobertura, tem efeito alelopático sobre diversas espécies vegetais.

Gomes & Negrelle (2003), apontam que tanto a qualidade quanto a quantidade de luz recebida pela planta interfere na produção que quanto mais luz recebe, mais rápido seu estabelecimento. Temperaturas em torno de 24 e 26°C e chuvas distribuídas durante todo o ano, com um acumulado de 2500 a 2800 mm, são as condições ótimas para seu desenvolvimento.

Santos *et al* (2009) verificaram que quando consorciado com mil-folhas (*Achillea millefolium*) alcançou um maior teor de óleo, possivelmente pela competição com outra planta estimular a produção de compostos alelopáticos como os metabólitos secundários, ou seja, óleo essencial. Neste trabalho também verificou-se que épocas do ano com temperaturas que não flutuaram demasiadamente e com boa pluviosidade, além de colheita do óleo no período da manhã, proporcionam maior rendimento.

O capim-limão não possui estruturas secretoras de óleo, apenas células simples no mesófilo foliar do lado adaxial, próximos de tecidos não-fotossintéticos e entre os feixes vasculares. As células que contem o óleo são lignificadas (Lewinsohn *et al*, 1998).

3.3.2.4 Melaleuca ou teatree – *Melaleuca alternifolia*

Pertencente à família das Mirtáceas, é uma árvore florestal (Joly, 2002), cultivada, para obtenção de óleo até 3 metros de altura, de folhas em formato de agulha, pouco maior que 30 mm, casca fina, madeira leve e flexível, com florescimento no verão, representada na figura 6. É nativa da costa subtropical nordeste da Austrália, sendo encontrada em áreas pantanosas e próximas de rios (Riedl, 1997 *apud* Silva *et al*, 2002). Seu óleo essencial é poderoso antimicrobiano, com atividades bacteriostáticas (Carson *et al*, 2002); fungistáticas (Hammer *et al*, 2003) e contra vírus (Garozzo *et al*, 2009), além de repelente e inseticida (James & Callander, 2012; Callander & James, 2012). Glândulas secretoras de óleo encontram-se aleatoriamente distribuídas pela folha (Da Silva, 2007).



Figura 6: Plantas de *Melaleuca alternifolia* (Fonte: Alternifolia Comércio de Óleos Essenciais e Cosméticos).

3.4 Colheita

A quantidade e qualidade de óleo são determinadas a partir da colheita das plantas, com inúmeros fatores agindo sobre essas variáveis.

Taiz *et al* (2004) define estresse como “um fator externo, que exerce uma influência desvantajosa sobre a planta”. Há ainda os termos aclimatada e adaptada, onde o primeiro é o aumento da tolerância ao estresse devido à grande exposição às condições adversas; e o último é um elevado nível de resistência através de seleções genéticas.

Segundo Taiz *et al* (2004) o déficit hídrico gera uma perda de turgor celular, deixando-a murcha, dificultando a expansão foliar e alongamento de raízes, além de ser um dos primeiros efeitos deste estresse. Por isso, há uma diminuição da área foliar, através da redução de tamanho e número, para que a planta transpire menos e perca menos água.

O estresse térmico provoca redução no crescimento, pois as plantas passam a usar a transpiração para dissipar calor e cessam a fotossíntese, processo que se torna ainda mais pronunciado na presença de déficit hídrico, gerando um desequilíbrio entre o carbono produzido e consumido, diminuindo as reservas de carboidratos (Taiz *et al*, 2004).

Quando o solo está inundado, a difusão de oxigênio é baixíssima. Sem conseguir captura-lo, há uma deficiência metabólica na produção de ATP pelas raízes, difundindo-se por todo o metabolismo vegetal, dificultando o transporte de íons e nutrientes (Taiz *et al*, 2004).

A produção dos compostos secundários depende de diversos fatores, tanto bióticos quanto abióticos. Quanto aos bióticos; trabalho realizado por Kilebenstein *et al* (2005) concluiu que a infecção por patógenos aumenta a produção dos metabólitos conforme aumenta a tolerância daqueles aos compostos, como visto em *Arabidopsis thaliana* inoculadas com diferentes seleções (em gradientes de tolerância) de *Botrytis cinerea*. Quanto aos abióticos: Blank *et al* (2011) caracterizaram quimicamente diferentes variedades de patchouli em quatro épocas de colheita, com diferenças significativas entre os constituintes do óleo; assim como Sousa *et al* (2005) verificaram a redução de ductos excretores de óleo essencial conforme se aproximava o período de floração em funcho (*Foeniculum vulgare* var. *vulgare*); a adubação, tanto nitrogenada como de biofertilizante, aumentou a produção de óleo em patchouli e capim-limão evidenciado por Singh & Rao (2009) e Blank *et al* (2007), respectivamente, devido ao aumento na produção de matéria vegetal; Singh, Sharma & Ramesh (2002) constataram que o estresse hídrico, não-utilização de composto orgânico, já que este retém água, e 100 kg de N/ha aumentaram a quantidade de óleo em patchouli, sem interferir em sua qualidade;

Biofertilizantes são compostos bioativos, pois são resultado da biodigestão de resíduos orgânicos animal e vegetal, onde são encontradas células ativas ou dormentes de microrganismos de metabolismo aeróbico, anaeróbico e fermentativo, além de metabólitos e quelatos organominerais em solutos aquosos (Medeiros & Lopes, 2006). Estes metabólitos têm como componentes proteínas, enzimas, antibióticos, vitaminas, fenóis, ésteres e ácidos, inclusive de ação hormonal vegetal e liberados pelos próprios microrganismos (Santo & Akida, 1996 *apud* Medeiros &

Lopes, 2006). Possuem diversas ações, tanto como fertilizante quanto repelente para insetos, fungistático e bacteriostático (Medeiros *et al*, 2003). Deve ser utilizado diluído de 0,1 a 5%, pois concentrações entre 20 e 50% podem causar estresse na planta e reduzir seu crescimento, devido, provavelmente, ao desvio metabólico para produção de substâncias de defesa. (Santo & Akida, 1996 *apud* Medeiros & Lopes, 2006).

De acordo com Chaboussou (2006), o uso de agrotóxicos/defensivos agrícolas e fertilizantes minerais deixaria a planta em um estado patológico, ou seja, alvo de predadores, tanto insetos quanto patógenos, devido a falta de proteossíntese nos seus tecidos, acarretando no acúmulo de substâncias solúveis nas células vegetais, sendo facilmente assimiláveis pelos outros organismos, uma vez que seu conjunto enzimático é débil para compostos mais complexos. Ou seja, o produto que deveria ajudar a planta na sua defesa e que deveria fornecer nutrientes para que pudesse resistir melhor aos ataques e produzir mais, a deixa mais vulnerável.

Além disso, Chaboussou (2006.) aponta que a vulnerabilidade da planta ao ataque está muito mais relacionada ao seu estado nutricional, substâncias solúveis como aminoácidos e amidos armazenados no vacúolo celular, conhecida como teoria da trofobiose, do que com a quantidade de metabólitos secundários produzidos. O desequilíbrio nutricional também é um fator que deve ser considerado, pois maior relação entre N/K ocasiona maiores ataques do que quando o K é elevado e o N é reduzido. Outros fatores que podem interferir na maior susceptibilidade da planta são: variedade, idade da folha, época do ano e natureza da fertilização.

Segundo Restrepo (2004), a luz lunar tem influencia no planeta Terra. Assim como possui força sobre as marés, também possui influencia nos movimentos que a seiva efetua dentro da planta. Lua nova se caracteriza como período em que a circulação da seiva predomina nas raízes, Lua minguante e crescente predomina nos caules e ramos e a lua cheia nas folhas, ramos, frutas e flores. O desenvolvimento dos insetos, dependendo de sua espécie, pode ser favoravelmente influenciado pela luz lunar, ou seja, o aparecimento de ondas de insetos e postura de ovos aumenta em determinadas fases lunares.

Os metabólitos secundários ou substâncias alelopáticas igualmente são influenciadas pela lua. Na lua cheia, as substâncias se concentram na parte aérea, enquanto que na lua nova, se concentram nas raízes (Restrepo, 2004), como mostra a figura 7.

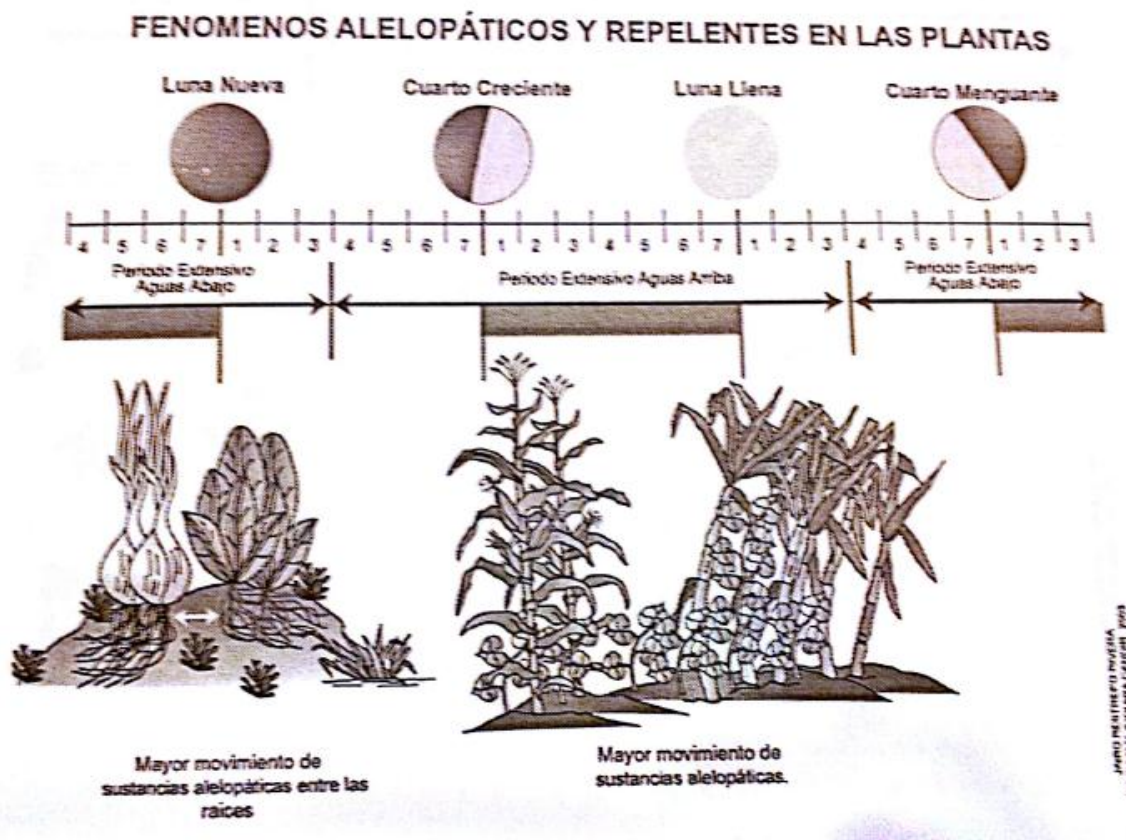


Figura 7: Movimentos da seiva segundo as fases lunares.

3.5 Beneficiamento

O beneficiamento das plantas colhidas passa pelo processo de extração de óleos essenciais, utilizando-se de diferentes técnicas.

O método de extração de destilação por arraste à vapor é amplamente utilizado para isolar o óleo essencial da matriz vegetal. Vapor sob pressão, gerado por uma caldeira permeia determinada massa de matriz vegetal carregando o óleo até um condensador, onde a água perde calor passando ao estado líquido (Sankarikutty & Narayanan, 1993; Santos *et al*, 2004). Uma das grandes desvantagens deste método está nas temperaturas elevadas, necessárias para passar a água para vapor, que resultam muitas vezes no cozimento do óleo, fazendo com que este perca sua qualidade por decomposição de compostos (Sankarikutty &

Narayanan, 1993), principalmente pela reação de ésteres com a água, gerando ácidos e álcoois; além de resultar em adulteração do aroma natural. Ainda assim, é o método mais empregado no Brasil e mundo para extrações em escala industrial, devido sua relação custo/benefício (Donelian, 2004).

Existem três métodos de destilação por arraste a vapor: destilação com água, onde material é colocado em contato direto com a água em ebulição e seu vapor, passando por um condensador; destilação com água e vapor, onde a água fica na parte inferior do extrator, não entrando em contato com a matriz vegetal, separada por uma placa perfurada, passando seu vapor por um condensador também; e por último, destilação com vapor direto, onde este é gerado por uma caldeira ou autoclave, com pressão maior que atmosférica, entrando no extrator e saindo no condensador (Donelian, 2004).

Outro método de extração, mais moderno, vem ganhando notoriedade nos últimos anos devido à pureza dos compostos extraídos, sendo chamado de extração supercrítica (Imison & Unthank, 2000 *apud* Marangoni, 2011). O fluido supercrítico possui a solubilidade do estado líquido e a viscosidade e permeabilidade do estado gasoso (Marangoni, 2011). Este método utiliza, majoritariamente, gás carbônico em estado supercrítico, com sua pressão de trabalho podendo variar, de acordo com o que se almeja extrair (de óleos essenciais até antioxidantes), entre 80 e 400 bares de pressão e temperatura de 35 a 100°C, explicitado na figura 8. As vantagens deste método estão na sua flexibilidade, com as variáveis de extração podendo ser alteradas durante o processo para obtenção de compostos com condições de solubilidade diferentes; eliminação do uso de solventes orgânicos poluentes e de pós-processamento dos extratos para separação destes solventes. Sua grande desvantagem se encontra, claramente, no elevado custo inicial para desenvolvimento dos equipamentos que suportem essas altíssimas pressões (Reverchon & De Marco, 2006).

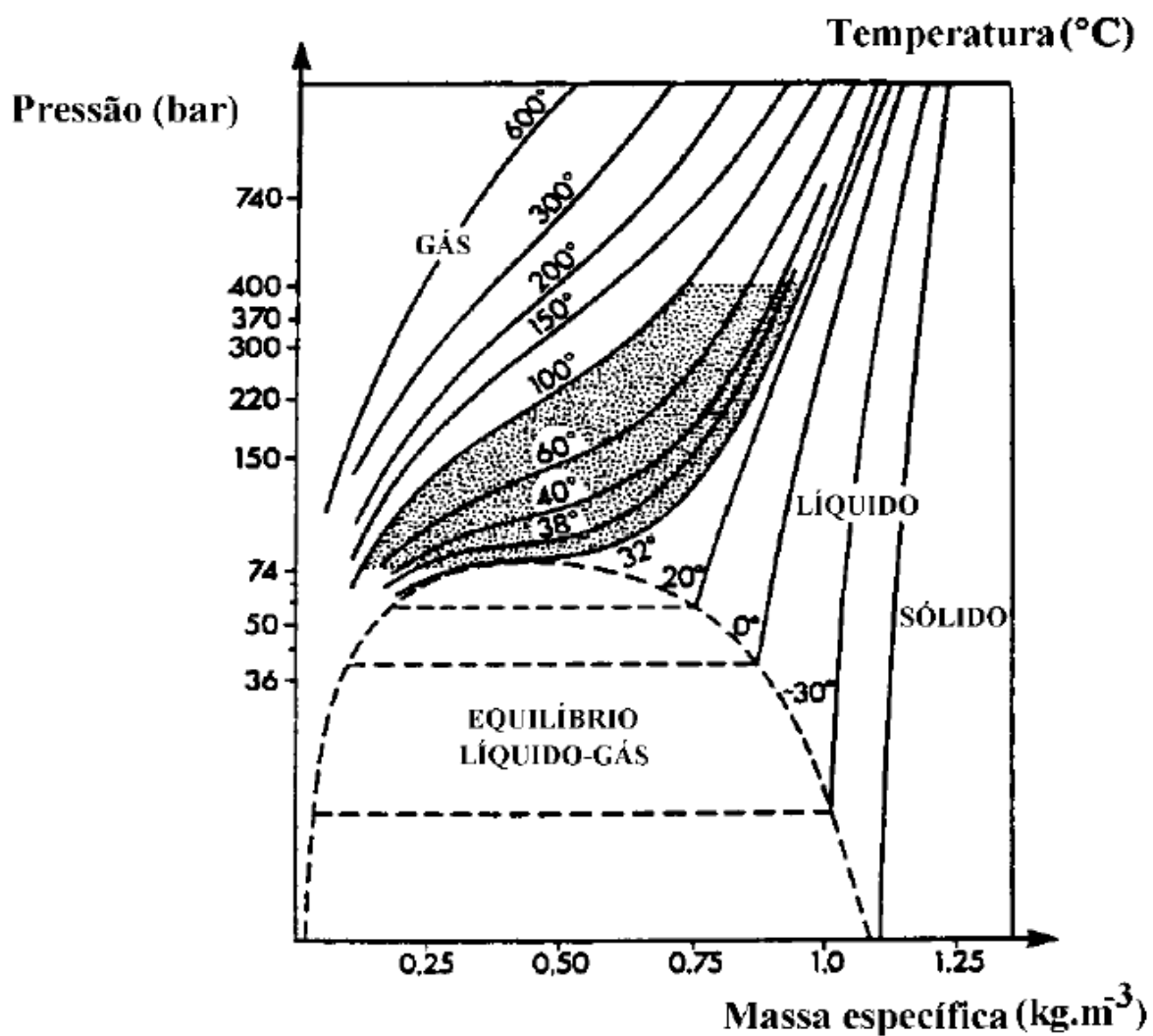


Figura 8: Diagrama de fases do CO₂ (Rosset *et al*, 1991 apud Spricigo, 2002) onde a área rachurada representa o estado supercrítico.

4. ESTÁGIO – MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo de caso foi desenvolvido na empresa Technessentia Compostos Naturais, de 21 de agosto até 23 de novembro de 2012, que produz três espécies vegetais, das quais extrai óleos essenciais para a indústria de perfumaria e aromaterapia, além de adquirir outras matérias primas vegetais que utiliza na produção de óleos. Possui dois métodos de extração: por arraste a vapor e fluido supercrítico, podendo ou não utilizar cosolvente.

Localizada no município de Santo Amaro da Imperatriz – SC, nas regiões da Grande Florianópolis, Colonial Serrana e Planalto Central, inserida no bioma Mata Atlântica e vegetação original Floresta Ombrófila Densa.

De modo geral, a produção de óleo realiza-se sob demanda, sendo realizada extração apenas se a venda estiver garantida.

Em termos de logística de trabalho, a empresa conta com um funcionário responsável pelo escritório, cinco fixos e dois temporários para trabalhos de campo, e um que gerencia a área de campo, além de ser responsável pela expansão e contatos para aumento da área plantada.

O plantio das mudas é feito em terreno arado e gradeado, ilustrado na figura 9, para eliminação de plantas espontâneas ou antigos cultivos, com pastagens. Além disso, não há irrigação das plantas recém-implantadas.



Figura 9a: Terreno arado (Autor, 2012).

Figura 9b: Terreno gradeado (Autor, 2012).

As matrizes de patchouli utilizadas nos primeiros plantios são provenientes da Colônia Penal de Palhoça que, por sua vez, tiveram origem a partir de mudas da Estação Experimental de Itajaí-SC. Atualmente, conta com 10 ha arrendados, mas somente dois hectares com plantas de patchouli estabelecidas ao ponto de fornecer material para propagação por mudas, implantados no começo do ano de 2012. Três hectares foram implantados no final de julho de 2012 e os cinco hectares recém-arrendados serão implantados aos poucos, pois a quantidade de mudas existente é suficiente para apenas um hectare e não há material suficiente para a produção de novas mudas, além da necessidade de aproximadamente, dois meses para que estejam prontas para o transplante. A figura 10a-d mostra as diferentes áreas arrendadas e o canteiro de mudas.



Figura 10a: *P. cablin* implantado no começo do ano de 2012 (Autor, 2012).



Figura 10b: *P. cablin* implantado no final de julho de 2012.



Figura 10c: Área recém arrendada (Autor, 2012).



Figura 10d: Canteiro de mudas de *P. cablin* (Autor, 2012).

A empresa conta com outra área, figura 11, em torno de 0,27 ha de *Cymbopogon citratus*, capim-limão. O espaçamento fica em torno de 0,6 m entre plantas e linhas, com redução desta distância quando há disponibilidade de tempo e mão-de-obra. O corte é realizado quando a cultura alcança determinada altura, em torno de 55 cm, deixando-se 15 cm. Ainda possui exemplares de citronela (*Cymbopogon nardus*), mas com baixa representatividade em seu portfólio.



Figura 11: Área com *Cymbopogon citratus* (Autor, 2012).

Além de produzir os materiais citados, também compra o fruto da pimenta-rosa ou aroeira (*Schinus molle*) produzido no estado do Espírito Santo, assim como o fruto da pimenta-preta (*Piper nigrum*), casca de canela (*Cinamon spp.*), gema floral seca de cravo (*Eugenia caryophyllata*), folhas de *Melaleuca alternifolia*, conhecida também como *teatree*, proveniente de Forquilha-SC, e rizoma de gengibre (*Zingiber officinale*) proveniente de Antônio Carlos (SC) para extração de óleo. Alguns dos materiais são comprados de outros locais, pois os compostos que produzem na região onde a empresa está inserida não são satisfatórios.

A produção de mudas de patchouli envolve três processos essenciais: preparo do recipiente que receberá a muda, produção das estacas e retirada das mudas para seu transplante, como ilustrado na figura 12.



Figura 12a: Preenchimento dos recipientes com substrato (Autor, 2012).



Figura 12b: Produção das estacas de *P. cablin* (Autor, 2012).



Figura 12c: Muda de *P. cablin* com raízes (Autor, 2012).

Atualmente, a muda é colocada para enraizar em sacos plásticos cilíndricos (5 cm x 11 cm) com substrato de casca de arroz carbonizada, devido as suas propriedades físicas; porém este sistema demanda mão-de-obra inclusive para encher os recipientes. Apresentam outras desvantagens: não são reaproveitáveis e demandam novamente mão-de-obra para a retirada das mudas prontas para transplante. Está em fase de testes a utilização de um novo recipiente, o tubetes plástico, que tem apresentado crescimento inferior das mudas por ficar suspenso e impedir que as mudas enraízem no solo e controlem melhor sua umidade.

As estacas para mudas são feitas a partir de plantas estabelecidas, que possuam condições para tal produção ou que tenham completado seis meses de cultivo, idade em que se começam os cortes para produção de óleo. Procura-se deixar sempre uma gema coberta de substrato, para aumentar as chances de enraizamento. Deixa-se de uma a três gemas para formação da parte aérea. As

estacas são feitas tanto de ponta de ramo como de começo, não levando-se em conta seu diâmetro ou altura. São feitas regas diárias e frequentes nos primeiros dias da muda no canteiro para reduzir a taxa de perdas. As mudas ficam em canteiros durante 45 a 60 dias, para formação de raízes. O canteiro das mudas recebe sol na parte da manhã e depois, apenas no final da tarde, mostrado na figura 13. A previsão é de que a cada três anos seja realizado novo plantio.



Figura 13a: Mudanças de *P. cablin* na sombra no período vespertino (Autor, 2012).



Figura 13b: Mudanças de *P. cablin* recebendo luz do sol pela manhã (Autor, 2012).

O principal método de extração utilizado é o Arraste à Vapor, tendo como matriz energética o gás natural. A caldeira utilizada para aquecimento da água gera vapor com pressão de trabalho de 4 kgf/cm² (4 atm), que passa por um dos dois extratores com pressão de 2 kgf/cm² (2 atm). Esta caldeira atende apenas um extrator, pois não tem capacidade de ser utilizada para fornecer vapor para ambos extratores. Além disso, não há escalonamento da produção, pois há períodos de utilização intensa dos extratores, e períodos sem uso por falta de matriz vegetal, sobretudo por tratar-se de uma empresa recente, ainda em estabelecimento e que apenas comercializa sob demanda.

Em uma alternativa para otimizar o processo, a água utilizada para resfriar o condensador passa por dentro de uma estufa onde perde calor, chegando a um equipamento destinado ao resfriamento em si, “trocador de calor”.

A figura 14a-d ilustra os diferentes equipamentos e instalações para extração dos óleos essenciais.



Figura 14a: Caldeira para produção de vapor (Autor, 2012).



Figura 14b: Extratores e condensadores (Autor, 2012).



Figura 14c: Estufa para secagem de *P. cablin* (Autor, 2012).



Figura 14d: Trocador de calor (Autor, 2012).

Após sua coleta, o óleo é levado para laboratório para decantação e, havendo quantidade expressiva de água, é submetido à colocação do sulfato de sódio anidro, Na_2SO_4 , responsável pela absorção de moléculas de água presente. Em seguida, é filtrado com papel-filtro, para retirada de impurezas, e envasado em garrafas de vidro escuro, que evitam a oxidação pela luz e aumentam sua vida útil. A figura 15 ilustra estes dois processos.



Figura 15a: Decantação do óleo de *C. citratus* (Autor, 2012).



Figura 15b: Filtragem do óleo de *M. alternifolia* (Autor, 2012).

A empresa dispõe ainda de outro método de extração, utilizado apenas sob encomenda: extração com fluido supercrítico, apresentado na figura 16. Neste método, na maioria dos casos utiliza-se gás carbônico altamente pressurizado, de 80 a 100 bares (em torno de 78 e 98 atm, respectivamente) em temperaturas que variam de 35°C até 60°C. Os cilindros contendo CO₂ são provenientes de uma fábrica que produz carvão com a queima de madeira, gerando este gás, que é envasado e comercializado.



Figura 16: Extrator pelo método de fluido supercrítico (Autor, 2012).

Uma das grandes dificuldades da empresa se concentra na produção de resíduos, pois toda a matriz vegetal utilizada para a produção de óleo essencial sai praticamente intacta, representada na figura 17, por tratar-se de um metabólito secundário da planta. O resíduo produzido consiste tanto de matriz vegetal excedente, como de hidrolato. Este último é, principalmente, água destilada composta por óleo ligado fortemente às suas moléculas, que tem seu processo de separação inviabilizado em decorrência do custo elevado. Deste modo, o hidrolato é eliminado no ambiente após sua passagem por três filtros físicos de decantação. No caso do resíduo vegetal, pouquíssimo é aproveitado, sendo utilizado ocasionalmente para compostagem ou deixado em leiras para decompor. A aquisição de uma caldeira mista, que utilize, além do gás natural, matriz vegetal como fonte de energia consta nos planos da empresa assim que houver investimento.



Figura 17: Resíduos de *Melaleuca alternifolia* e *Pogostemon cablin* (Autor, 2012).

A parte da planta não aproveitada para produção de muda, folhas velhas ou muito grandes, é colocada para secar em uma estufa com baixa umidade e temperatura amena, utilizando apenas energia solar. Quando o processo de extração está ocorrendo, a água que carrega o calor do vapor passar por dentro da estufa, auxiliando no aumento da temperatura.

A figura 18 apresenta o diagrama sistêmica da produção de óleos essenciais da empresa.

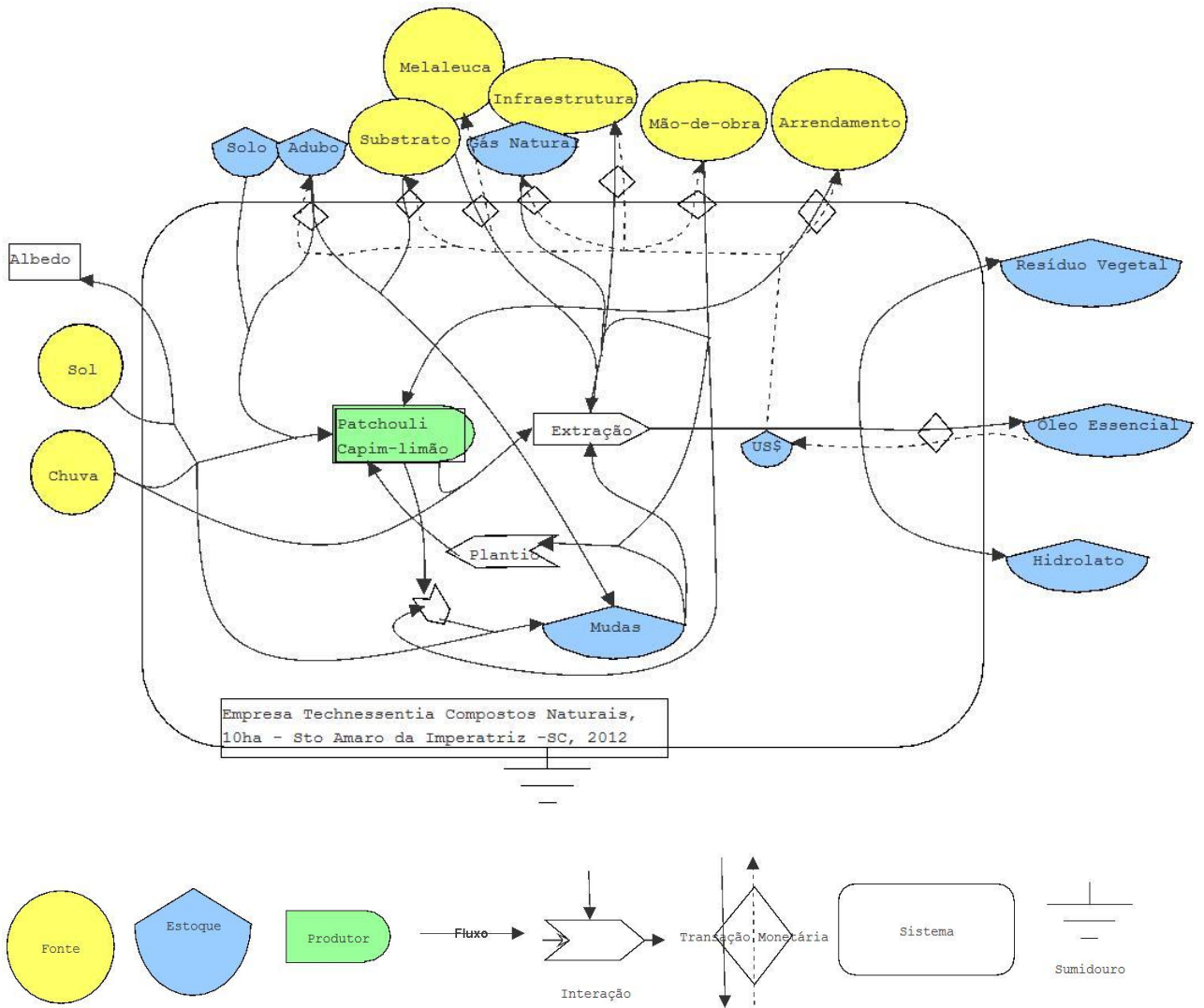


Figura 18: Diagrama sistêmico da produção de óleos essenciais da empresa Technessentia Compostos Naturais Ltda. desenhado através do EmSim (Autor, 2012).

5. DISCUSSÃO

Os principais gargalos da produção de óleos essenciais são a falta de conhecimento relacionado com o melhor sistema produtivo, com maior rendimento e mais sustentável e, por conseguinte, falta de implementos que viabilizem estes sistemas, devido também à falta de mão-de-obra e seu alto custo, flutuação de preço do mercado e demanda. Por ser pouco conhecida entre os agricultores, esta produção acaba causando discriminação e dificultando parcerias que poderiam ser firmadas para aumentar a extensão de área ocupada pela empresa e garantir melhor tratamento dos resíduos. Um exemplo é o uso da matriz residual da extração do óleo de gengibre, que poderia ser aplicada na confecção de pães caseiros e biscoitos, considerando sua propriedade picante que o torna tão diferenciado, e com isso, possibilidade de renda extra aos agricultores parceiros.

5.1 Sistema estressante

O sistema convencional de produção ficou conhecido, após a Revolução Verde, como aquele em que se utilizam grandes doses de insumos, fertilizantes minerais, agrotóxicos/defensivos e espécies melhoradas geneticamente, em extensas áreas com apenas monocultura e de baixíssima diversidade. Esperava-se, com isto, aumentar a produtividade para que a demanda mundial por alimentos fosse alcançada. Este sistema convencional visa produtos altamente energéticos e nutritivos, fazendo com que outros seres vivos também se interessem, sofrendo, estas monoculturas, ataques de insetos e patógenos.

Na produção de óleos essenciais isto não acontece, pois o objetivo da produção é a geração de compostos responsáveis, na natureza, por repelir ou atrair insetos e se defender de ataques de patógenos, sendo até interessante que ocorram estes tipos de interação com a planta, estimulando-a a produzir mais metabólitos. Logo, uma produção visando o maior rendimento de óleos essenciais deve ser baseada em um sistema estressante, alternativo tanto ao convencional como ao orgânico e outros, no qual a planta deve produzir intensamente compostos de defesa a fim de sobreviver àquele ambiente inóspito. Este tipo de sistema, visando o estresse, é negligenciado devido ao nicho em que este é aplicado: produção de óleos essenciais, entre outros metabólitos secundários. Ainda assim, é um sistema

que deve ser aperfeiçoado, buscando maiores rendimentos/eficiências e com as melhores qualidades de óleo que se deseja, tornando a produção muito mais sustentável.

O patchouli é uma planta exótica na região onde é cultivado pela empresa analisada, ou seja, seus competidores, predadores e parasitas são desconhecidos neste novo local. Deste modo, o estresse que pode ser gerado envolve somente fatores abióticos, ou seja, climáticos, principalmente em relação às fontes de adubação e o déficit hídrico. A textura do solo interfere de maneira importante no desenvolvimento e crescimento do vegetal, passando assim a ser um fator limitante, principalmente quando muito argilosa, que impeça a drenagem da água, servindo como variável que interfira no rendimento. Tal fato pode ocorrer, pois o patchouli é uma planta de floresta tropical úmida, ou seja, de solos ricos em matéria orgânica, em recursos hídricos e bem drenados. Por possuir hábito herbáceo, é sombreada pelos extratos superiores do dossel, indicando o porquê do sombreamento aumentar sua produção.

De fato, o patchouli implantado no terreno sem análise de solo e visivelmente argiloso, que foi arado e gradeado, apresentou um desenvolvimento débil, fraco, e por vezes nem mesmo se desenvolveu. Por outro lado, na mesma área, onde o solo se mostrava mais arenoso e agregado, com melhor drenagem e armazenamento de água, mostrou um desenvolvimento excelente. Vale notar que plantas espontâneas também ocorreram antecipadamente e com maior intensidade neste último terreno, apesar de que, a partir do momento que a temperatura se elevou e ocorreram precipitações significativas, houve uma explosão no seu crescimento e desenvolvimento na área mais argilosa. Ou seja, mesmo que o terreno seja inadequado, não impede o desenvolvimento das plantas de modo geral, mostrando que o patchouli é adaptado a terrenos com melhores drenagens, proporcionadas por solos agregados.

Ainda que seja um sistema baseado no estresse, até o estabelecimento da planta no campo, pós-plantio, devem ser oferecidas as melhores condições para seu desenvolvimento, como os requisitos de solo, água e nutrientes. Sua colheita para a primeira extração de óleo é realizada após seis meses, logo, seria importante identificar quanto tempo antes a cultura responde aos estímulos estressantes.

A busca por fatores que gerem estresse à planta, portanto, passa a ser objeto de principal interesse neste sistema, os quais são levantados a seguir.

5.1.1 Idealização de técnicas

Partindo-se do pressuposto que fatores que oportunizem uma maior produção de óleo por unidade de área são mais eficientes, e então, mais sustentáveis, algumas ideias são apresentadas.

Primeiramente, faz-se necessária a identificação do ambiente de origem da planta, local onde se encontram outros indivíduos, chegando ao nível taxonômico de reino, que co-evoluíram com esta, portanto, o ambiente mais estressante, onde, possivelmente, a espécie produz mais metabólitos secundários. Então, determinar quais seus principais predadores, parasitas e competidores, obtendo-se assim uma pista de quais variáveis interferem diretamente, em determinado espécime vegetal, na produção.

Dentre os que se alimentam desta planta, deveria ser levantado quais aparelhos bucais estimulam a maior produção de óleo, e quanto tempo decorre para que, tanto a planta atacada quanto as que se encontram ao seu redor, respondam ao estímulo de defesa conjunta da comunidade. Caso a mastigação mostre-se mais favorável, seria possível avaliar a integração com produções animais, como ovinocultura, e o consumo animal dos vegetais em questão. Há, ainda, a possibilidade, avaliando os benefícios de um aumento compensatório no rendimento, de inserir na produção a principal praga do patchouli, por exemplo, em seu centro de origem, a lagarta da morte (*Acherontia atropos* (L.)) desenvolvendo um “melhoramento” genético para que o inseto não consiga se reproduzir na natureza, impedindo um desequilíbrio com a introdução de um animal sem controle de população.

Foi identificado que alguns insetos encontravam-se mortos na borda de inúmeras plantas que eram utilizadas para a produção de estacas, em sua grande maioria coleópteros. Havia poucas folhas com o limbo foliar consumido por lagartas, não se encontrando nenhum vestígio destas; o ataque destas lagartas pode ocorrer no período noturno e, como as estacas são feitas no período diurno, acabam abrigando-se ao longo do dia. No capim-limão não foram observados animais.

Com a identificação do centro de origem, pode-se utilizar plantas companheiras consorciadas, de modo a fornecer sombra parcial, microclimas favoráveis à produção de óleo, atração de animais estressores e produção de substâncias alelopáticas.

Na empresa, o estresse gerado limita-se ao hídrico, pois as capinas eliminam a competição com outras plantas espontâneas, e por ser tratar de uma planta exótica, há poucos insetos e patógenos que acometem o patchouli, encontrando-se raros indivíduos predando ou parasitando-o.

Além disso, como apontado por Chaboussou (2006), quanto mais desequilibrada for a adubação, e mais mineral também, maior é a susceptibilidade do vegetal ao ataque de insetos e patógenos, logo, maior a probabilidade do aumento da produção dos seus compostos de defesa, podendo não ser necessário um ataque efetivo, apenas maior estímulo através da adubação.

Após o estabelecimento no campo, permitir competição com plantas espontâneas por luz e água, torna desnecessária a capina ou outros métodos de cobertura de solo. A utilização de plantas de cobertura e consórcio que produzam substâncias alelopáticas estimulantes à cultura principal, como aveia (*Avena* spp.) e azévem (*Lolium multiflorum*), pode, ainda, melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, e garante a elevação no teor de óleo, observado em experimentos no cultivo do capim-limão.

Foi observada a diferença que a competição com as plantas espontâneas produziu na coloração das folhas do patchouli, como mostra a figura 19. Como as estruturas secretoras desta espécie estão em tricomas nas folhas, levanta-se a hipótese de que diferença nas cores das folhas signifique maiores quantidades ou qualidades de óleo. A capina ocorreu com maior antecedência no patchouli que possuía coloração verde escura, ou seja, que enfrentou menor competição.



Figura 19: Diferença entre tempo de permanência competindo com espontâneas (Autor, 2012).

Considerando a teoria da trofobiose, o déficit hídrico aumenta a produção de compostos de defesa, pois pela falta de água na célula, há uma concentração dos nutrientes, deixando a planta suscetível a estressores e, portanto, com mais estímulos à produção do óleo essencial.

Assim, estudos que identifiquem as melhores condições climáticas, período de colheita do óleo, necessidade de secagem auxiliam no aumento do rendimento, podendo-se definir qual melhor local para plantio e necessidade de irrigação.

5.2 Propostas sustentáveis

5.2.1 Preparo do solo

Apesar do sistema produtivo estressante, este só deve ser aplicado após o bom estabelecimento da planta no campo. Neste caso, métodos alternativos de plantio, que evitem o revolvimento do solo e permitam um bom desenvolvimento de

uma teia da biota deste seriam benéficos por proporcionar um ambiente equilibrado para o crescimento da muda, visto que a estrutura do solo é destruída pelo revolvimento, garantindo boa infiltração e armazenagem de água, componente fundamental para os vegetais recém-estabelecidos. Isto não ocorre na empresa, pois esta utiliza os processos de aração e gradagem para preparo do solo.

Há uma metodologia de plantio direto para hortaliças, elaborado por Gomes (2004), que utiliza basicamente esterco fresco ou semicurtido, cama de aviário, folhas de jornal e palhada ou serragem, aliado com capinas rentes. São colocadas, em forma de canteiros retangulares, 33,5 e 48,4 t/ha de esterco fresco e semicurtido em matéria seca, respectivamente, junto com 4 t/ha de cama de aviário, material com relação C/N maior, e por cima destes seis folhas de jornal lado-a-lado para cobertura e garantia de abafamento das espontâneas e palha ou serragem por cima. Este sistema é aplicado para hortaliças, ou seja, para cultivos sucessivos e frequentes, consumindo com certa rapidez os materiais colocados. Para o patchouli, cuja exploração é feita por até três anos com bom rendimento, os custos com material seriam reduzidos por sua maior duração. Porém, o que ainda deve ser observado é se esses materiais, ao proporcionarem condições tão favoráveis, não resultariam em menor rendimento de óleo essencial devido ao pouco estresse gerado, ainda que seu estabelecimento fosse ideal, com ótima retenção de água e baixa competição com as plantas espontâneas. Notando que o método de cultivo do patchouli retira a parte aérea e exporta os nutrientes, seria uma forma de garantir o estoque destes no solo, podendo ser utilizado para estressar a planta com biofertilizante mais concentrado.

Talvez, a dificuldade neste sistema seja desenvolver uma tecnologia para mecanização dos canteiros, ou mesmo camaleões, para agilizar o processo e reduzir a necessidade de mão de obra, viabilizando-o. Assim, o que se gastaria em etapas de preparo do solo, passaria a ser aplicado em materiais e aumentaria a taxa de plantas sobreviventes, elevando o rendimento produtivo e diminuindo a necessidade de replantio que, por sua vez, também consome mão-de-obra. O implemento pode ser composto por uma carreta acoplada a um trator ou motocultivador, com um picador conectado em sua tomada de força, garantindo que

o esterco e cama de aviário saiam, sem interrupção de fluxo e com uniformidade, no final da carreta, que será seguida por um encanteirador.

Com o terreno revolvido, a retenção e drenagem de água diminui devido a destruição da porosfera, agregatosfera, rizosfera e drilosfera, fazendo necessário um sistema de irrigação no pós-plantio associada a uma cobertura vegetal, que estimule um novo crescimento da biota do solo e adicione matéria orgânica, para evitar sua exposição, selamento dos poros e acúmulo de água após as primeiras chuvas, prejudicando o desenvolvimento da planta à campo. Este estresse hídrico para as mudas implantadas gera redução no seu crescimento, pois estão sob irradiação solar direta, com aquecimento da superfície foliar além do limite, inibindo a fotossíntese, e respirando apenas para dissipação do calor. Por isso é tão necessário que o solo mantenha sua estrutura e vida, além de cobertura, para que o estresse hídrico seja o menor possível, garantindo crescimento satisfatório logo no início do plantio.

5.2.2 Propagação vegetal

Tendo sido as mudas adquiridas de Itajaí – SC, e reproduzidas em Palhoça-SC durante tempo indefinido, há uma aclimatação para este ambiente. Isto é importante, pois garante uma maior sobrevivência pós-plantio e um bom estabelecimento à campo.

A condição de preparo e produção das mudas já oportuniza um desenvolvimento em que não se encontrem em condições ideais, o que não será encontrado após serem implantadas e estiverem no campo. Ou seja, a irrigação frequente é feita nas recém-alocadas até que enraízem. Foi observado que as mudas encontram-se em local privilegiado, pois o patchouli prefere sombra parcial, fato que ocorre com o sombreamento vespertino e em quantidade próxima da estipulada, onde o período sombreado começa ao meio-dia e termina às cinco horas da tarde, assim têm-se quatro horas de luz no período matutino e uma hora no período vespertino de, aproximadamente, dez horas de luz, totalizando 50% de sombreamento. Infelizmente este sombreamento não continua após o plantio das mudas no campo.

O padrão de estacas que se utiliza na empresa é próximo do recomendado na literatura – alocadas em condições ideais – porém, deve-se levar em conta que estacas produzidas para serem alocadas em condições ambientes, onde sofrerão mais com o estresse da temperatura, falta de umidade e vento, devem ser produzidas com menor área foliar e mais firmes, para que não quebrem e possam ser introduzidas nos recipientes com substrato.

Outro fator que interfere na taxa de enraizamento é a frequência de irrigação nos primeiros dias. Mudas produzidas na sexta-feira tem menores chances de enraizamento, por menor constância de irrigação devido à falta de mão de obra ou de um temporizador. Uma alternativa seria a utilização de escalonamento da produção de mudas ao longo da semana, com produção, por exemplo, de mudas apenas nas segundas a quartas-feiras e preenchimento dos recipientes que recebem as mudas nos dias restantes, possibilitando tempo adequado para que as estacas plantadas na quarta produzam raízes até sábado.

O recipiente que recebe as mudas atualmente diminui a velocidade de produção das mesmas. Suas vantagens consistem em menor espaço ocupado no canteiro e preço reduzido, apesar de que, levando em conta o custo da mão-de-obra necessária, talvez não compense. Novos recipientes têm sido analisados pela empresa, como tubetes de plástico cônicos; porém, estes recipientes não permitem que as raízes se cresçam além, em direção ao solo, por ficarem suspensas por bandejas, perdendo umidade muito rápido e mostrando crescimento inferior ao atual, mesmo que a quantidade de raízes seja satisfatória. Devem ser experimentados por um maior tempo, para verificar se as mudas, mesmo menores mas com sistema radicular mais desenvolvido, mostram-se mais aptas para plantio em menor período.

As mudas do sistema atual, em sacos, crescem rapidamente após suas raízes alcançarem o solo, e, por estarem muito próximas, alongam seu caule, deixando-o fino. Com isto, há uma forte dominância apical já no início do seu crescimento no campo, retardando a formação de uma boa touceira, que cresça com vários ramos. Tal fato ocorreu por não haver terra preparada para o plantio destas mudas, devendo isto ser evitado nos próximos plantios, pois qualquer déficit hídrico causa murcha destas plantas que podem não se recuperar, levando a grandes perdas.

Assim, um recipiente de formato cilíndrico como os sacos, que possibilite sua alocação em contato direto com o solo, com maior resistência mecânica como os tubetes, facilitando seu preenchimento, que seja biodegradável, como plásticos que utilizem matriz vegetal em sua constituição, não necessitando que as mudas sejam retiradas do recipiente, deve ser desenvolvido.

5.2.3 Colheita

Esta etapa na empresa, por enquanto, possui dois objetivos: colher material para propagação vegetal e para extração de óleo.

Porém, a colheita, quando for objetivada para extração do óleo, e não conjuntamente com a produção de mudas, deveria ser planejada para ocorrer em épocas do mês que a lua esteja na sua fase cheia, para as plantas com uso da parte aérea, e fase nova para raiz, pois a circulação de metabólitos secundários na planta é influenciada pela força gravitacional que a lua exerce no nosso planeta. As mudas e adubações também são influenciáveis, aquelas por terem seiva em seus órgãos e estas por interferirem na concentração de nutrientes no órgãos do vegetal, devendo assim, ser planejadas como tal.

A colheita deve levar em conta a altura da planta, pois a técnica baseada no tempo não considera as alterações de velocidade de crescimento nas diferentes estações climáticas.

Através da análise de dados meteorológicos e produtividade, foi observado, durante o estágio, que dois dias precedidos por umidade relativa do ar mais elevada, 83%, reduzem o rendimento da extração de óleo essencial do capim-limão em 30%, quando comparado com aquele colhido em umidade relativa antecedente de 76%, pois este não é submetido à secagem, sendo a umidade do ambiente a única responsável por regular o teor de água nas folhas.

Resíduos de agrotóxicos/defensivos podem alterar a natureza dos compostos metabólicos, continuando ligados ao óleo após sua extração. Assim, seu uso deve ser controlado devido a natureza da utilização dos óleos essenciais.

5.2.4 Resíduos e destinação

Em relação aos resíduos, melaleuca, que possui em torno de 70 kg de resíduo.kg óleo⁻¹, significando 0,067 m³.kg óleo⁻¹, e patchouli, poderiam ser utilizados na alimentação de uma caldeira mista, o que reduziria o consumo da matriz energética gás natural, porém requer um alto investimento que a empresa não possui no momento. A partir do momento que se utilize a matriz para geração de energia, seu armazenamento poderia ser feito em forma de peletes, através de uma peletizadora, cilindros de aproximadamente de 1 cm de diâmetro e 4 cm de comprimento, com altas densidades energéticas, diminuindo o espaço ocupado. As cinzas resultantes da queima na caldeira ainda poderiam ser aplicadas como fertilizantes por serem constituídas basicamente de nutrientes, ou comercializadas.

O resíduo de capim-limão poderia ser utilizado como cobertura morta ou sobre os jornais dos canteiros de plantio, ou ainda, sendo verificado seu poder calorífico e estando dentro dos padrões, também como fonte energética.

Por estes resíduos possuem compostos antimicrobianos e inseticidas, sua degradação pode ser retardada por restar quantidade suficiente capaz de inibir o crescimento de organismos decompositores. Nesse caso verificado a presença de quantidade significativa de óleo no resíduo de capim-limão, por exemplo, este não perderia sua capacidade de retardar o desenvolvimento das plantas espontâneas, sendo melhor aproveitado na cobertura do solo, além de adicionar nutrientes e matéria orgânica; a mão-de-obra necessária para as capinas seria utilizada para incorporar à lanço este resíduo no cultivo.

Como alternativa para o tratamento de resíduos, a divisão do processo em etapas reduziria o período de sua permanência no campo. Iniciar com redução do tamanho das partículas da matriz vegetal, facilita o ataque de insetos que se mostrem indiferentes ao teor de óleo, seguindo com aplicação de substâncias nitrogenadas (como biofertilizante líquido), que promovem redução da relação C/N do resíduo, e, por fim, facilitação através da inoculação de microrganismos decompositores, como basidiomicetos.

Além da matriz vegetal, o hidrolato, mistura de óleo essencial e água dificilmente separável, seria uma boa alternativa para irrigação das mudas, que se

encontram perto de onde o mesmo é eliminado. Ou, se reconhecidas as propriedades protetoras de determinados óleos e seus hidrolatos, estes poderiam ser utilizados como inseticida ou repelente, para diversas culturas do em torno, proposta facilitada na presença de parcerias. A quantidade gerada por extração independe da matriz vegetal, sendo estimada em 300 litros/hora.

Sabe-se que o hidrolato usado como protetor é pouco eficiente, pois oxida facilmente devido a radiação solar e funciona, basicamente, como repelente, ou inseticida quando consumido; ou seja, deveriam ser estudadas substâncias que auxiliassem na adsorção destes na planta e protegem-se contra a oxidação, aumentando sua vida útil no campo e viabilizando sua utilização. Seu uso nas próprias lavouras seria incoerente, porque se objetiva o estresse por competição e predadorismo. O hidrolato de capim-limão poderia ser usado nas entrelinhas do cultivo para controle parcial de espontâneas, por exemplo, o de patchouli como inseticida e repelente, assim como de melaleuca.

Outro uso para o hidrolato seria na produção de produtos de higiene, como sabonetes, ou em produtos para aromaterapia, porém dado seu baixo valor agregado, não há grande interesse por parte das indústrias. Logo, com uma parceria, os agricultores da região receberiam o hidrolato, e após um *workshop*, produziram tais itens, agregando valor ao resíduo.

O resíduo industrial, sulfato de sódio anidro, não é tratado antes de ser descartado. Deve, mesmo que não traga elevados riscos ambientais, ser tratado por empresas especializadas, pois, apesar não haver bioacumulação, persiste no ambiente por tempo indeterminado, como aponta suas normas (FISPQ, 2004).

5.2.5 Extração

No que diz respeito ao processo de extração dos óleos essenciais, inúmeras alternativas podem ser tomadas para elevar sua eficiência. Além da obtenção de uma caldeira mista para uso dos resíduos como matriz energética, citado anteriormente, o estabelecimento de parcerias para plantio de florestas energéticas, inclusive com espécies nativas, reduziria os custos e proporcionaria maior sustentabilidade ao sistema.

Submeter a água aquecida para resfriamento através da passagem interior do solo com árvores ou jardim evitaria a degradação do óleo pelo calor no condensador. O trocador de calor deveria ainda ser protegido do sol, localizado entre árvores, que proporcionam melhor controle de temperatura, pela manutenção elevada da umidade relativa devido a evapotranspiração e filtragem da radiação solar.

Alocar os condensadores em lugares com temperaturas amenas, para auxiliar na perda de calor, e os extratores em ambiente mais quente, no exterior, visando aquecimento pela luz solar, é uma alternativa em uma futura ampliação da empresa.

Uma estufa adaptada construída no teto, onde as folhas entrariam em uma bandeja com a parte de baixo e de cima feita de tela, com altura que não possibilitasse alta densidade de folhas, permitiria que o ar as permeasse, reduzindo o ataque de fungos às folhas secas e o espaço físico necessário. Porém, tratando-se de um sistema de produção diferenciado e devido a demandas de mercado específicas, o patchouli, em especial, tem secado na presença de fungo, pois sua fragrância necessita de nota de mofo.

6. CONCLUSÃO

O sistema de produção baseado no estresse necessita de aperfeiçoamento, no que diz respeito à sustentabilidade, ou seja, requer maior eficiência, em termos produtivos e ambientais.

Este aperfeiçoamento deve ser conduzido ainda com propostas que garantam a qualidade e procedência do óleo, pois este é utilizado tanto na indústria farmacêutica, alimentícia, como cosmética.

O estudo de caso deste sistema inovador propõe hipóteses que podem ser verificadas a partir de trabalhos de pesquisa, com o levantamento de dados, contextualização para in-formação e produção de conhecimento. Este conhecimento, “aquilo que influencia na produção de óleos essenciais”, será gerido e utilizado com o intuito de tornar o sistema mais sustentável. Como exemplo, a gestão deste conhecimento funcionaria como a ferramenta de rastreabilidade, que permite ao consumidor conhecer os processos, origem e matéria prima pelo qual seu produto passou. Neste caso, por exemplo, o lote 2012.07.30 1 (AAAA.MM.DD. Ordem da extração do dia) de óleo de patchouli obteve 1,1 kg de rendimento, a partir de uma matéria seca de 74 kg, que passou por um processo de secagem de 14 dias, colhido no dia 16 de julho, com UR 78% e temperatura média 12°C, às 8 hs da manhã, da área arrendada número 2, com lua na fase crescente, adubada com 70 kg de esterco de ovino e 50 litros de biofertilizante por ha, implantada há 5,5 meses, com 3 capinas e cobertura morta de azévem.

O destino dos resíduos é o principal revés da sustentabilidade no sistema, pois a matriz poderia ser utilizada no próprio cultivo, como cobertura e incorporação de matéria orgânica, fabricação de compostos orgânicos para produção de mudas ou comercialização; assim como o hidrolato poderia ser aplicado também no campo para controle de espontâneas ou comercializado como repelente e inseticida.

Após o estabelecimento da área produtiva, o processo necessitaria de otimização com um planejamento da produção, de forma a determinar periodicamente a elaboração de mudas, extrações, adubações, produção de biofertilizantes e capinas.

A formação acadêmica fornece uma boa base para aqueles que, de fato, almejam aprender. Porém, peca pelo enfoque na disseminação de modelos, ao invés de criar conhecimento para produção destes. Houve dificuldade no entendimento do sistema produtivo de óleos essenciais, pois este necessita de estresse para ser sustentável, não permitindo o uso de alguns métodos conservacionistas, onde esses reduziram o estresse e aumentariam o equilíbrio do sistema.

Assim, a academia ainda está presa na perpetuação de modelos já concebidos e talvez ultrapassados, não proporcionando chance ao desenvolvimento de novos modelos, específicos para cada situação e contexto em que se encontram, sobretudo em um país que possui tanta diversidade cultural, social e ambiental. O enfoque deveria ser dado nas matérias de base, que proporcionam conhecimento aos acadêmicos.

A generalização no ensino deve existir, sobretudo em um currículo amplo e complexo como o da Agronomia, que conta com inúmeras vertentes de atribuições, caso contrário, não serão formados Engenheiros Agrônomos, profissionais capacitados para o exercício da profissão e pesquisa de novas técnicas que solucionem problemas ligados ao desenvolvimento das atividades agropecuárias.

7. REFERÊNCIAS

ABIHPEC: Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. **Panorama do Setor**, 2012. Disponível em: <<http://www.abihpec.org.br/wp-content/uploads/2012/04/Panorama-do-setor-2011-2012-03-Set-2012.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2012.

ABIHPEC: Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. **Anuário 2009/2010**, 2011. Disponível em: <<http://www.abihpec.org.br/2011/08/anuario-abihpec-20092010/>>. Acesso em: 22 nov. 2012.

ARAÚJO, AC. **Fracionamento do óleo essencial de patchouli [*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.] obtido por extração supercrítica**. *Dissertação de Mestrado em Engenharia Química – UFSC*, Florianópolis, p.122, 2008.

AliceWeb2.0. Disponível em: <<http://aliceweb2.mdic.gov.br>>. Acessado em: 25 out. 2012.

ALTIERI, M. **Agroecologia: Bases científicas para uma agricultura sustentável**. Ed. Nordan-Comunidad, Montevideo, 1999, p. 325.

ANDRÉ, MEDA.. **Estudo de caso: seu potencial na educação**. *Cad. Pesq.*, v.49, p.51-54, maio 1984.

Avaliação Ecológica do Milênio, **Ecossistemas e Bem-estar Humano: Estrutura para uma Avaliação**, Editora Senac - São Paulo, 384p., 2005.

Beare, M.H.; Coleman, D.C.; Crossley Jr., D.A.; Hendrix, P.F. & Odum, E.P. **A hierarchical approach to evaluating the significance of soil biodiversity to biogeochemical cycling**. *Plant and Soil*, v.170, p.5-22, Amsterdam: Kluwer, 1995.

BETTONI, MM; STORCK, RC; PEÑUELA, LF ; MORAES, CP. **Propagação vegetativa de patchouli por estaquia**. *Scientia Agraria*, Curitiba, v.11, n.5, p.417-420, set/out. 2010.

BLANK, AF; SANT'ANA, TCP; SANTOS, PS; ARRIGONI-BLANK, MF; PRATA, APN; JESUS, HCR; ALVES, PB. **Chemical characterization of the essential oil from**

patchouli accessions harvested over four seasons. *Industrial crops and products*, v. 34, p.831-837, 2011.

BLANK, AF; ARRIGONI-BLANK, MF; AMANCIO, VF.; MENDONÇA, MC.; SANTANA FILHO, LG M. **Densidades de plantio e doses de biofertilizante na produção de capim-limão.** *Horticultura brasileira*, v. 25, p.343-349, 2007.

CALLANDER, J.T.; JAMES, P.J. **Insecticidal and repellent effects of tea tree (*Melaleuca alternifolia*) oil against *Lucilia cuprina*.** *Veterinary Parasitology*, v. 184, p.271-278, 2012.

CARSON, CF.; MEE, BJ.; RILEY, TV. **Mechanism of Action of *Melaleuca alternifolia* (Tea Tree) Oil on *Staphylococcus aureus* Determined by Time-Kill, Lysis, Leakage, and Salt Tolerance Assays and Electron Microscopy.** *Antimicrobial agents and Chemotherapy*, v. 46, n.6, p.1914-1920, 2002.

CHABOUSSOU, F. **Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: novas bases de uma prevenção contra doenças e parasitas – A teoria da Trofobiose.** Editora Expressão Popular – São Paulo, p.323, 2006.

CORRÊA, JI. **Inserção de novos óleos essenciais no mercado: importância do uso de tecnologias avançadas na agregação de valor.** *Dissertação de mestrado em Engenharia Química – UFSC*, Florianópolis, p.159, 2010.

COSTA, AG. **Desenvolvimento vegetal, rendimento e composição do óleo essencial de patchouli após adubação nitrogenada.** *Dissertação de Mestrado em Agronomia - UFPR*, Curitiba, p.93, 2008.

CUSHMAN, M.; VENTERS, W.; CORNFORD, T.; MITEV, N. **Understanding Sustainability as knowledge Practice.** British Academy of Management Conference: Fast-Tracking Performance through Partnerships London 9-11 September 2002. Disponível em: <<http://www.c-sand.org.uk/Documents/BAM2002.pdf>> Acesso em: 25 out. 2012.

DA SILVA, C. **Morfoanatomia foliar e composição química dos óleos essenciais de sete espécies de *Melaleuca* L. (Myrtaceae).** *Dissertação de Mestrado em Botânica* – UFV, Viçosa, p.89, 2007.

DONELIAN, A. **Extração do óleo essencial de patchouli *Pogostemon cablin* (Blanco) Benth utilizando dióxido de carbono supercrítico.** *Dissertação de Mestrado em Engenharia de Alimentos* – UFSC, Florianópolis, p. 142, 2004.

DOS SANTOS, N. **Introdução à Gestão do Conhecimento**, Material do nivelamento para avaliação de conhecimentos do Programa de Pós-Graduação da Engenharia e Gestão do Conhecimento – UFSC, Florianópolis, 2012.

FERREIRA, DDM. **Gestão e uso da água na suinocultura** [tese]: um diagnóstico a partir da comparação das pegadas hídricas. Florianópolis, SC, 2012, 223p. Tese de Doutorado – UFSC.

FICHA TECNICA DE SEGURANÇA DO PRODUTO QUÍMICO, **Sulfato de Sódio Anidro**, 2004. Disponível em:

< <http://www.cpact.embrapa.br/fispq/pdf/SulfatodeSodioAnidro.pdf>.> Acesso em: 28 nov. 2012.

GARBUIO, C; BIASI, L; KOWALSKI, A; SIGNOR, D; MACHADO, E; DESCHAMPS, C. **Propagação por estaquia em patchouli com diferentes números de folhas e tipos de estacas.** *Scientia Agraria*, América do Norte, v. 8, n. 4, 2007.

GAROZZO, A; TIMPANARO, R.; BISIGNANO, B.; FURNERI, P.M.; BISIGNANO, G.; CASTRO, A. **In vitro antiviral activity of *Melaleuca alternifolia* essential oil.** *Letters in Applied Microbiology*, 2009, v.49, n.6, p.806-808, 2009

GODOY, AS. **Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais.** *Revista de Administração de Empresas*, v.35, n.3, p.20-29, mai/jun. 1995.

GOMES, EC; NEGRELLE, RRB. ***Cymbopogon citratus* (D.C.) Stapf: ASPECTOS BOTÂNICOS E ECOLÓGICOS.** *Visão acadêmica*, Curitiba, v.4, n.2, p. 137-144, Jul/Dez, 2003.

GOMES, G. **Plantio direto de hortaliças orgânicas: Estudo de caso em uma propriedade periurbana em Florianópolis, SC.** *Dissertação de mestrado em Agroecossistemas – UFSC, Florianópolis, p.158, 2004.*

HAMMER, K.A.; CARSON, C.F.; RILEY, T.V. **Antifungal activity of the components of *Melaleuca alternifolia* (tea tree) oil.** *Journal Of Applied Microbiology*, v. 95, n.4, p.853-860, 2003.

HENDERSON, W; HART, JW.; HOW, P.; JUDGE, J. **Chemical and morphological studies on sites sesquiterpene accumulation in *Pogostemon cablin* (Patchouli).** *Phytochemistry*, v.9, p.1219-1228, 1970.

HOLMES, P. **Patchouli: the colours within the darkness.** *Journal of Aromatherapy*, v. 8 n.1, p.18-22, 1997.

JAMES, P.J.; CALLANDER, J.T. **Bioactivity of tea tree oil from *Melaleuca alternifolia* against sheep lice (*Bovicola ovis* Schrank) *in vitro*.** *Veterinary Parasitology*, v.187, p.498-504, 2012.

JOLY, AB. **Botânica: introdução á taxonomia vegetal.** 13 ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2002, p 705-708.

KLIEBENSTEIN, D. J., ROWE, H. C.; DENBY, K. J., **Secondary metabolites influence *Arabidopsis/Botrytis* interactions: variation in host production and pathogen sensitivity.** *The Plant Journal*, v. 44, p.25–36, 2005.

LEWINSOHN, E; DUDAI, N; TADMOR, Y; KATZIR, I; RAVID, U; PUTIEVSKY, E; M. JOELS, D. **Histochemical localization of citral accumulation in Lemongrass Leaves (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf., Poaceae).** *Annals of Botany*, v.81, n.1, p.35-39, 1998.

LOWENFELS, J; LEWIS, W. **Teaming with microbes: A Gardener's Guide to the Soil Food Web.** Timber press, Oregon, E.U.A., p.206, 2006

MACHADO, LCP. . **Pastoreio racional voisin: tecnologia agroecológica para o terceiro milênio.** 2. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2010. 376p.

MARANGONI, A. **Extração de rotenona com fluido em estado supercrítico em escala industrial.** *Tese de Doutorado em Engenharia Química – UFSC, Florianópolis*, p. 148, 2011.

MEDEIROS, MB; WANDERLEY, PA; A. WANDERLEY, MJ. **Biofertilizantes Líquidos.** *Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento*, edição n. 31, p. 38-44, julho/dezembro-2003.

MEDEIROS, MB; LOPES, JS. **Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola.** *Bahia Agrícola*, v.7, n.3, nov. 2006.

MIYAZAWA, M; OKUNO, Y; NAKAMURA, S; KOSAKA, H. **Antimutagenic activity of flavonoids from *Pogostemon cablin*.** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.48, p.642-647, 2000.

MONTANARIA, RC. **Composição química e atividades biológicas dos óleos essenciais de espécies de Anacardiaceae, Siparunaceae e Verbenaceae.** *Tese de Doutorado em Agroquímica – UFV, Viçosa*, p.173, 2010.

MOREIRA, FMS; SIQUEIRA, JO. **Microbiologia e bioquímica do solo.** 2. ed. atual e ampl. Lavras: Ed. UFLA, 2006. xiv,729 p.

ODUM, E; BARRETT, GW. . **Fundamentos de ecologia.** São Paulo (SP): Cengage Learning, 2008, 612p. ISBN 9788522105410 ; 8522105413

PARK, H; PARK, I. **Larvicidal activity of *Amyris balsamifera*, *Daucus carota* and *Pogostemon cablin* essential oils and their components against *Culex pipiens pallens*.** *Journal of Asia-Pacific Entomology*, v. 15, n. 4, p.631-634, 2012.

PAUL, EA. **Soil microbiology, ecology and biology.** *Elsevier* 3a ed. – Oxford, UK, p.535, 2007.

POLANYI, M. **The tacit dimension.** Gloucester: Peter Smith, 1966. 108p

RESTREPO, J. **La Luna: El sol nocturno en los trópicos y su influencia em la agricultura.** Manágua, 1ª ed, Santiago de Cali – Colombia, 214p. 2004.

REVERCHON, E; DE MARCO, I. **Supercritical fluid extraction and fractionation of natural matter**. *Journal of Supercritical Fluids*, v. 38, p. 146-166, 2006.

SANDES, S.S.; BLANK, A.F.; BOTÂNICO, M.P.;-BLANK, M.F.A.; VASCONCELOS, J.N.C.; MENDONÇA, S.A.D. **Estruturas secretoras foliares em patchouli [*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.]**. *Scientia Plena*, v.8, n.5, 2012.

SANKARIKUTTY, B; NARAYANAN, C.S. **Isolation and Production**, em: *Encyclopaedia of Food Science, Food Technology and Nutrition*, Academic Press, 1993

SANTOS, A; PADUAN, RH; GAZIN, ZC; JACOMASSI, E; D'OLIVEIRA, PS; CORTEZ, DAG; RANIERI CORTEZ, LE. **Determinação do rendimento e atividade antimicrobiana do óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf em função de sazonalidade e consorciamento**. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, v. 19, n.2^a, p.436-441, Abr./jun. 2009.

SANTOS, AS; ALVES, SM; FIGUEIREDO, FJC; NETO, OGR. **Descrição De Sistema E De Métodos De Extração De Óleos Essenciais E Determinação De Umidade De Biomassa Em Laboratório**. *Comunicado Técnico 99*, Embrapa, Belém-PA, p.6, 2004,

SILVA JÚNIOR, AA. **Essentia herba: plantas bioativas**. EPAGRI, Florianópolis, 441p, 2003.

SINGH, M. **Effect of organic and inorganic fertilizers on growth, yield and nutrient uptake of patchouli [*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.] in a semi-arid tropical climate**. *Journal of Spices and Aromatic Crops*, v. 20, n. 1, p.48-51, 2011.

SINGH, M; RAO, RS G. **Influence of sources and doses of N and K on herbage, oil yield and nutrient uptake of patchouli [*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.] in semi-arid tropics**. *Industrial crops and products*, v.29, p.229-234, 2009.

SINGH, M; SHARMA, S; RAMESH, S. **Herbage, oil yield and oil quality of patchouli [*Pogostemon cablin* (Blanco) Benth.] influenced by irrigation, organic**

mulch and nitrogen application in semi-arid tropical climate. *Industrial crops and products*, v. 16, p.101-107, 2002.

SOUSA, L.A.; ALBUQUERQUE, J.C.R.; LEITE, M.N; STEFANINI, M.B.. **Sazonalidade dos ductos secretores e óleo essencial de *Foeniculum vulgare* var. *vulgare* Mill. (Apiaceae).** *Rev. bras. farmacogn.*, v.15, n.2, p. 155-161, 2005.

SPRICIGO, C. B. **Utilização de uma Membrana Polimérica para a Separação de Misturas de Óleos Essenciais de Noz Moscada e Dióxido de Carbono Denso.** Florianópolis, 2002, p. 91. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina.

STORCK, RC. **Sombreamento, ácido giberélico e extrato de alga no desenvolvimento e produção de óleos essenciais em Patchouli.** *Dissertação de Mestrado em Agronomia – UFPR*, Curitiba, p.98, 2008.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** Porto Alegre: Artmed, 2004. p.722

TIME IS: Technology Innovation Management & Entrepreneurship Information Service. **Patchouli Agrotechnology**, Índia, jun. 2009. Disponível em: <<http://www.techno-preneur.net/technology/project-profiles/food/patchouli.html>>. Acessado em: 17/10/2012.

ZHU, BCR; HENDERSON, G; YU, Y; LAINE, RA. **Toxicity and repellency of patchouli oil and patchouli alcohol against Formosan subterranean termites *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae).** *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.51, p.4585-4588, 2003.