

EXTRAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS E VERIFICAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIFÚNGICA

Flávio Gramolelli Júnior¹

Lígia Formico Paoletti²

Luciana Rodrigues Oliveira³

Lucimar Canonico⁴

Ricardo Henri Rodrigues Destéfano⁵

Vanderlei Inácio de Paula⁶

Viviane Rezi Dobarro⁷

RESUMO

A proposta pedagógica do Curso Superior de Tecnologia em Controle de Processos Químicos da Faculdade de Tecnologia Padre Anchieta contempla a realização de trabalhos interdisciplinares durante os seis semestres do curso. Para o primeiro semestre letivo da turma de 2005 foi proposto um trabalho de extração de óleos essenciais de plantas aromáticas, com procedimentos experimentais em laboratórios de química e de microbiologia, incluindo a análise de resultados e organização da parte textual, com motivação contínua para o trabalho em grupo.

Palavras-chave: óleos essenciais, tecnologia química, extração, antimicrobianos, fungos.

ABSTRACT

The pedagogical proposal of Curso Superior de Tecnologia em Controle de Processos Químicos in Faculdade de Tecnologia Padre Anchieta carries out cross-curricular tasks during the six semesters of the course. In the first academic semester of the 2005 group, a task on essential oil extraction from aromatic plant with experimental procedures in chemistry and microbiology laboratories was developed. It included the analysis of the results and the organization of the textual part with continuous motivation for group working.

Key words: essential oils, chemistry technology, extraction, antimicrobial, fungi.

¹ Mestre em Engenharia Agrícola/Água e Solo (UNICAMP), Especialista em Ciências Ambientais (USF) e em Gestão e Controle Ambiental (USP), Engenheiro Químico (UFRJ), coordenador do Curso Superior de Tecnologia em Controle de Processos Químicos da Faculdade de Tecnologia Padre Anchieta. Rua Bom Jesus de Pirapora, 100, (11) 4521-8444 ramal 262. E-mail: tecnologo_quimica@anchieta.br.

² Mestre em Linguística (UNICAMP), Docente do UNIANCHIETA.

³ Doutoranda em Educação (UNICAMP); Mestre em Educação (UNICAMP); Mestre em Ciências Sociais (USM); Licenciatura em Psicologia (USF); Docente de Graduação e de Pós-graduação (USF e UNIANCHIETA)

⁴ Mestre em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem (PUC-SP), Especialização em Psicopedagogia (USJT), Graduada em Letras-Tradutor/Intérprete (FIA), Docente da Faculdade de Tecnologia Padre Anchieta e da Faculdade de Campo Limpo Paulista.

⁵ Doutor em Microbiologia (ESALQ/USP), Mestre em Microbiologia (ESALQ/USP), Engenheiro Agrônomo do Instituto de Biologia (UNICAMP), Docente de Graduação e de Pós-Graduação do UNIANCHIETA

⁶ Doutorando em Química Inorgânica na área de catálise/organometálicos (UNICAMP), Mestre em Química Inorgânica na área de organometálicos (UNICAMP), Docente do UNIANCHIETA e do Ensino Médio e Curso Técnico de Química das Escolas Padre Anchieta.

⁷ Doutoranda em Educação (UNICAMP), Mestre em Educação Matemática (UNICAMP), Licenciatura Plena em Matemática (UNICAMP), Docente do UNIANCHIETA e da Faculdade Estadual de Tecnologia (FATEC).

1 INTRODUÇÃO

Tradicionalmente, as disciplinas de cursos superiores são apresentadas de forma segmentada. Esta estrutura não oferece uma visão geral e as disciplinas não se complementam e nem se integram, dificultando a perspectiva global que favorece a aprendizagem. (MANSUR; MORETTO, 2000). As diretrizes curriculares dos cursos superiores de tecnologia indicam que cada disciplina – cuja terminologia adequada é unidade curricular – deve ser abordada pelo docente de forma integrada, e cuja base tecnológica apresentada aos alunos deve ser feita de forma complementar às bases tecnológicas das demais unidades curriculares. Nesse contexto, os alunos da primeira turma do Curso Superior de Tecnologia em Controle de Processos Químicos da Faculdade de Tecnologia Padre Anchieta desenvolveram um experimento de extração de óleos essenciais, com a orientação e acompanhamento dos docentes das unidades curriculares do primeiro semestre letivo, sendo elas Química Geral e Experimental, Microbiologia, Metodologia do Trabalho Técnico-científico, Inglês Instrumental, Matemática Aplicada e Relações Humanas no Trabalho.

O projeto interdisciplinar possibilita ao aluno desenvolver competências e habilidades gerais e específicas em cada unidade curricular, oferece oportunidade de intercâmbio científico e tecnológico entre os alunos, entre alunos e professores, e entre os professores, além de possibilitar uma forma mais elevada de aprendizagem, a chamada aprendizagem significativa.

Os óleos essenciais são misturas de diversas substâncias químicas produzidas pelas plantas aromáticas, entre elas os terpenos e compostos terpênicos, sesquiterpenos e compostos sesquiterpênicos e derivados de fenilpropano (LAVABRE, 1992). Terpenos e sesquiterpenos são hidrocarbonetos, constituídos por dez e quinze átomos de carbono respectivamente, sendo ambos obtidos pela mesma via biossintética. Os diterpenos – moléculas com vinte átomos de carbono – são dificilmente encontrados nos óleos essenciais. As plantas também sintetizam moléculas com trinta ou quarenta átomos de carbono, mas estes não são óleos essenciais. Os óleos essenciais são relativamente fluidos, mas alguns são sólidos a temperatura ambiente. Diferenciam-se dos óleos graxos por sua natureza altamente volátil, sendo insolúveis em água, fracamente solúveis em ácido acético, muito solúveis em álcool, podendo ser misturados com óleos vegetais, gorduras e ceras. Outros grupamentos funcionais, como cetonas, aldeídos, ésteres, álcoois terpênicos, fenóis e cineol também podem ser encontrados nos óleos essenciais.

Dependendo da família e espécie da planta e das condições climáticas e locais de cultivo, serão produzidos diversos compostos químicos, formando um óleo essencial específico em cada planta, com características próprias, especialmente em termos de odor e de uso. As principais aplicações dos óleos essen-

ciais são em perfumaria, cosmética, fármacos, alimentos, sanitização e aromaterapia. Para as práticas de laboratório do curso foram escolhidos o eucalipto e o cravo-da-índia para a obtenção dos óleos essenciais e posterior avaliação da ação antimicrobiana.

Os microrganismos fazem parte do nosso ambiente, estando intimamente ligados à atividade humana, seja como agentes benéficos na área farmacêutica, alimentícia, agrícola, ambiental e industrial em geral, seja como agentes patogênicos em animais, vegetais e no ambiente (contaminações do ar, solo, água). O controle de microrganismos se faz necessário do ponto de vista negativo, quando da sua ação contaminante e/ou patogênica. Quando este controle se dá pelo uso de substâncias químicas sintéticas, há grande possibilidade dos mesmos se tornarem resistentes pelo uso contínuo dessas drogas, aumentando o risco de intoxicações ambientais, humanas, e seleção de linhagens altamente resistentes, criando-se situações de difícil controle do ponto de vista biológico. Dessa forma, o estudo de substâncias químicas naturais capazes de controlar ou inibir o crescimento de fungos é uma alternativa muito apreciada, pois possibilita a aplicação de extratos de plantas como agentes químicos controladores de microrganismos.

Dentre os diversos microrganismos, os fungos desempenham importante papel nas atividades acima citadas, principalmente na questão de saneamento ambiental e de saúde humana, devido às inúmeras patologias e contaminações decorrentes da sua presença. Culturas do deuteromiceto *Metarhizium anisopliae* foram utilizadas nas avaliações de ação antifúngica de extratos de óleos essenciais obtidos em aula prática de laboratório de química, como parte do treinamento acadêmico de alunos e para aprendizado de trabalhos em grupo com a finalidade de um maior contato experimental com objetivos técnico-científicos de um curso de tecnologia química.

1.1 PROJETO INTERDISCIPLINAR

O projeto interdisciplinar como recurso pedagógico tem por objetivo, entre outros, desenvolver no aluno competências gerais e específicas como, por exemplo, comunicar, representar, investigar e compreender os conhecimentos e processos tecnológicos, diagnosticar e enfrentar problemas reais e construir argumentações. Essas atividades devem possibilitar o exercício da observação, da formulação de indagações e estratégias para respondê-las, como a seleção de materiais, instrumentos e procedimentos adequados e das condições de trabalho seguras, da análise e sistematização de dados. Essas estratégias já devem ser usadas para desenvolver tais competências no aprendiz desde o ensino médio, construindo um perfil de aluno cidadão e preparando-o para o ensino superior e o mercado de trabalho (SEMTEC, 2002).

Esse tipo de projeto cria condições para uma aprendizagem significativa dos conceitos por parte dos alunos. Segundo Ausubel, Novak e Hanesian (1980), a aprendizagem significativa processa-se quando os novos materiais, idéias e informações, que apresentam uma estrutura lógica, ligam-se a conceitos relevantes, inclusivos e claros, já disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo. Em outras palavras, quando o aprendiz tenta reter uma informação nova, relacionando-a ao que já foi aprendido, ocorre a aprendizagem significativa. Além disso, a aprendizagem significativa se dará em uma tarefa de aprendizagem que seja logicamente relevante ao aluno, no caso do atual trabalho, um projeto interdisciplinar. A idéia principal é evitar que a aprendizagem ocorra apenas de forma mecânica, que requer apenas a memorização de fórmulas e procedimentos, muitas vezes sem sentido para o estudante.

1.2 ÓLEOS ESSENCIAIS

Há mais de seis mil anos, os egípcios já conheciam o poder das substâncias químicas aromáticas e sua influência sobre a saúde do corpo, da mente e do espírito. Estas substâncias, chamadas de óleos essenciais, são encontradas em inúmeras plantas aromáticas, sob a forma de pequenas gotas entre as células, onde agem como hormônios, reguladores e catalisadores (LAVABRE, 1992).

Os óleos essenciais não são exatamente óleos e sim líquidos oleosos, menos densos que a água, e com aroma e sabor muito acentuados. São sensíveis à luz, muito voláteis e insolúveis na água, dissolvendo-se bem no álcool e em óleos vegetais (BORNHAUSEN, 1991).

A composição química de um óleo essencial é bastante complexa e varia de acordo com família da planta aromática. Uma mesma planta, porém com espécies diferentes, também produz diferentes tipos de substâncias químicas e em concentrações diferentes. A Tabela 1 aponta a composição percentual dos principais constituintes do óleo de eucalipto de várias espécies.

Tabela 1: Composição porcentual dos principais constituintes dos óleos essenciais de eucalipto⁸

⁸ Espécies da República Democrática de Congo, segundo Cimanga et al (2002)

Compostos	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
α -Pineno	4,3	5,4	2,3	1,2	10,1	9,3	20,3	5,6	8,3	-
Camfeno	-	1,6	0,3	-	0,3	23,1	0,6	0,3	-	-
β -Pineno	25,3	0,1	1,7	0,7	2,1	2,7	9,3	-	2,5	6,3
Limoneno	4,6	5,4	-	2,6	6,4	5,1	3,2	10,1	-	3,5
1,8-Cineol	5,2	58,9	1,2	35,7	57,7	44,3	32,4	61,3	6,2	4,3
<i>p</i> -Cymeno	7,4	2,1	-	-	-	1,6	6,3	7,2	28,6	27,3
Citronelal	-	-	72,7	-	-	-	-	-	-	-
β -Terpineol	13,6	-	-	6,3	-	-	-	-	-	-
Mirtenal	0,2	3,5	-	-	-	-	-	-	-	12,8
Cryptono	-	1,1	-	25,4	0,4	1,3	-	3,7	17,8	-
α -Terpineol	6,2	2,7	0,7	1,4	1,3	0,3	7,4	3,1	5,6	6,3
Citronelol	2,3	-	6,3	-	-	0,1	1,6	-	-	-
Myrtenol	-	4,3	-	7,4	0,1		-	-	-	-
Geraniol	-	2,1	-	-	-	0,2		-	-	-
Globulol	2,4	1,6	-	3,1	4,4	7,3	2,6	0,3	0,5	-
Eugenol	-	-	3,5	-	-	-	-	-	-	-
α -Eudesmol	2,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
β -Eudesmol	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-

I=Eucalyptus cuba; II=Eucalyptus camadulesis; III=Eucalyptus citriodora; IV=Eucalyptus deglupta; V=Eucalyptus urophylla; VI=Eucalyptus globulus; VII=Eucalyptus propinqua; VIII=Eucalyptus saligna; IX=Eucalyptus tertiornis; X=Eucalyptus robusta.

Muitas espécies de eucalipto são usadas como medicamentos pela sociedade brasileira para uma variedade de aplicações médicas. Por exemplo, extrato obtido com água quente (efusão) de folhas secas de eucalipto citriodora é tradicionalmen-

te usado como remédio, com ação analgésica, antiinflamatória e antipirética, para os sintomas de infecções respiratórias, tal como resfriados. O óleo essencial de eucalipto também é muito utilizado em cosmética, alimentação e produtos de higiene. Estudos recentes com o extrato de eucalipto da espécie citriodora, tanto na área acadêmica como na área industrial, apontam para aplicações inéditas.

O uso de óleos de eucalipto foi recentemente avaliado para tratamento de problemas respiratórios em relação às propriedades analgésicas e antiinflamatórias usando espécies de eucaliptos citriodora, tereticornis e globulus aplicados a testes experimentais padrão com ratos. Segundo Silva *et al.* (2003), todas as espécies induziram efeitos analgésicos e produziram efeitos antiinflamatórios.

Várias patentes têm sido requeridas recentemente apresentando como princípio ativo extratos de eucaliptos. As patentes requeridas com o uso da espécie citriodora apontam para uma larga aplicação como: tratamento de doenças da pleura pulmonar (DARMOGRAI, 2005); repelente de mosquitos (*Culex pipiens*) e carrapatos (MENTKOW, 2004; NAGARA, 2004); inseticida (NATUROBIOTECH, 2003, 2004); propriedades contra ecto e endoparasitose (UFMG, 2004); propriedades antiinflamatórias para cabelos (KAO, 2005); anti-larva de inseto (*Aedes aegyptii*, *Anopheles, quadrimaculatus, Culex sp.*) (COUNCIL, SCI., 2005); agente antialérgico (rinite alérgica, conjutivite, dermatite tópica e asma) (CCI, 2003).

Nativo das ilhas Molucas, o cravo é uma das especiarias mais conhecidas do mundo, junto da pimenta-do-reino, canela e noz-moscada. No passado, o cravo foi tão precioso que chegou a provocar guerras, pois seu comércio era praticamente monopolizado pelos portugueses, a quem pertenceram as ilhas Molucas até o século XVII, quando os holandeses os expulsaram (LAVABRE, 1992). Os cravos são protetores poderosos e as “pomanders”, que são laranjas e maçãs cobertas com cravo, são o maior exemplo de sua proteção contra microrganismos, pois as frutas não apodrecem e duram muitos anos (BORNHAUSEN, 1991). São também considerados pelos espiritualistas como “protetores energéticos” e na Europa existem inúmeros enfeites para os quartos de bebê com cravos, além de ser comum pendurá-los em berços e carrinhos.

O óleo de cravo possui ação antisséptica, expectorante e estimulante estomacal. É utilizado para diminuir a sensibilidade da polpa dentária, tendo sido muito utilizado em odontologia como analgésico. Também é um excelente reidratante para a pele, principalmente na época de verão. Na Pérsia era utilizado como afrodisíaco, e Paracelso acreditava que um cravo na boca aumentava os poderes de um hipnotizador.

Com a evolução das pesquisas na área da química, muitas substâncias presentes nos óleos essenciais têm sido sintetizadas industrialmente, fato que reduziu a produção dos óleos essenciais pelos diversos métodos de extração existentes. Assim, muitas essências industrializadas de eucalipto são simplesmente misturas de substâncias sintéticas, como o pineno, limoneno, cineol e globulol.

1.3 MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE ÓLEOS ESSENCIAIS

Os óleos essenciais são misturas de substâncias químicas, sendo extraídos das plantas por vários procedimentos, os quais dependem sobretudo da natureza do óleo essencial a ser extraído; assim, por exemplo, os métodos empregados para a extração do óleo essencial de menta não são aplicáveis para o óleo essencial de rosas.

Os métodos industriais para a obtenção dos óleos essenciais são: destilação por arraste a vapor, enfleurage, maceração, prensagem, extração com solventes e, mais recente, extração com dióxido de carbono supercrítico.

1.3.1 DESTILAÇÃO POR ARRASTE A VAPOR

A extração por arraste a vapor pode ser aplicada para a obtenção de quase todos os óleos essenciais, fornecendo bom rendimento com boa qualidade. A extração pode ser feita com “vapor úmido” e com “vapor seco”, encontrando-se o material a tratar imerso ou não em água.

A destilação por arraste a vapor processa-se numa caldeira de destilação com um prato perfurado, sobre o qual se põe o material a destilar, carregando-se a caldeira pela parte superior; a caldeira fica quase repleta de água, sendo por isto fechada. A água entra em ebulição, mediante uma fornalha colocada sob a caldeira; o vapor gerado pela vaporização da água da caldeira arrasta a essência através de um condutor passando por uma serpentina de resfriamento, condensando uma mistura de óleo-água.

Para obtenção de óleos essenciais de alguns tipos de flores, a destilação a vapor não é indicada, pois o produto delas resultante decompõe-se pela ação do calor (ULLMANN'S, 2002).

1.3.2 ENFLEURAGE

Os princípios da enfleurage são simples. Flores, como o jasmim, possuem a propriedade fisiológica de perder seus perfumes sempre após serem colhidas. A aplicação de gordura (graxas) possuidora de alto poder de absorção em contato com flores aromáticas absorve o perfume emitido.

Este princípio, metodicamente aplicado em larga escala, constitui a enfleurage. Durante o período de colheita, nas últimas oito ou dez semanas, as flores cortadas de fresco são estendidas sobre a superfície de um preparado especial à base de gorduras, por determinado tempo (24 horas no caso de jasmim), sendo substituído, depois, por flores frescas. Até o fim da colheita, a gordura que não é removida durante o processo torna-se completamente saturada com óleo de flores. Por fim, o óleo é extraído da gordura por tratamento com álcool (MARQUES et al., 1973).

1.3.3 MACERAÇÃO

Os processos de maceração são análogos aos da enfleurage com a fundamental diferença de que, no caso da maceração, é empregada gordura quente.

O método de maceração, nos dias atuais, é pouco empregado. Entretanto, em tempos passados, foi considerado como o melhor processo de extração de óleos essenciais (MARQUES et al., 1973).

1.3.4 PRENSAGEM

A prensagem é um método físico pelo qual a planta é “espremida”, obtendo-se deste processo o óleo essencial. Um bom exemplo é a retirada de óleo essencial de plantas cítricas, como o limão, a laranja e a bergamota. Quando retiramos a casca de uma fruta cítrica e a esprememos, é possível retirar facilmente o seu óleo essencial.

1.3.5 EXTRAÇÃO COM SOLVENTE

O princípio da extração com solvente volátil é simples: flores frescas são colocadas dentro dos extratores em temperaturas adequadas, com um solvente (usualmente éter de petróleo). O solvente penetra nas flores e dissolve-lhes o perfume natural e também ceras e corantes.

Comparando os óleos essenciais obtidos por destilação aos obtidos por extração com solventes, verifica-se que os últimos reproduzem mais fielmente o perfume natural presente nas flores. Apesar dessa vantagem, o processo de extração com solvente volátil, dependendo do óleo essencial a ser extraído, pode tornar o processo inviável pelo o alto custo, já que a aparelhagem é muito mais complexa.

1.3.6 EXTRAÇÃO COM DIÓXIDO DE CARBONO HIPERCÍTICO

No estado hipercítico, a temperatura de 33°C, o dióxido de carbono é um excelente solvente para fragrâncias e substâncias aromáticas, com muitas vantagens sobre os outros métodos de extração, à exceção do alto custo, pois os equipamentos para este processo mais recente de extração devem ser muito resistentes (LAVABRE, 1992).

1.4 FUNGOS

Os fungos são microrganismos que desempenham importante papel socioeconômico e agroambiental, participando da produção de alimentos como bebidas alcoólicas e outras fermentadas, queijos finos, pães, álcool doméstico e combustível, antibióticos, várias enzimas para uso industrial, ácido cítrico, etc. Outro importante papel dos fungos, como o deuteromiceto *Metarhizium anisopliae* é a capacidade de causarem doenças em invertebrados, sendo entomopatógenos bastante utilizados como agentes microbianos de controle de insetos/pragas na agricultura, como broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*), cigarrinhas das pastagens (*Deois flavopicta*, *Zulia entreriana*), cigarrinha da cana-de-açúcar (*Mahanarva fimbriolata*, *M. posticata*) e mosca das frutas (*Anastrepha fraterculus*), e em saúde pública no controle de pernilongos e bicho barbeiro (*Panstrongylus megistus*, *Triatoma infestans*), representando uma grande alternativa ao uso de inseticidas químicos, diminuindo a contaminação do ambiente e do homem (ALVES, 1998). Em sua maioria, os fungos são saprofitos e alguns desempenham importante papel ecológico pela capacidade de degradar matéria orgânica em decomposição resultando em melhoria da qualidade nutricional dos solos.

No aspecto negativo, os fungos são causadores de muitas doenças em plantas, de grande importância econômica para a agricultura, pois a ação dos fungos fitopatogênicos é bastante ampla em diversas culturas agrícolas, como: ferrugem do café (*Hemileia vastatrix*), requeima da batata (*Phytophthora infestans*), pinta preta dos citros (*Guignardia citricarpa*), antracnose do feijoeiro (*Glomerella cingulata*), etc. Também são causadores de muitas doenças humanas como micoses de pele e mucosas, candidíases, aspergiloses, problemas respiratórios, etc.

Os antimicrobianos químicos como benzimidazóis, hidrocarbonetos aromáticos e inibidores da biossíntese de esteróis e muitos outros são bastante usados, entretanto, o constante uso destes produtos químicos tem desenvolvido resistência nos fungos. Dessa forma, altas concentrações destas substâncias têm sido usadas e isso acarreta um grande problema, aumentando os riscos de altos níveis de resíduos tóxicos no ambiente (CAKIR *et al.*, 2005).

Cakir *et al.* (2005) estudaram as propriedades antifúngicas de óleo essencial (cadinene, farnesene, muurolene e spathulenole, entre outros) e extratos crus de *Hypericum linarioides*, planta extensivamente estudada para uso medicinal como antidepressivo, ansiolítico, antiviral e antimicrobiano, tendo testado estes compostos contra 11 fungos fitopatogênicos, obtendo atividade antifúngica contra *Rhizoctonia solani* e *Verticillium albo-atrum*.

A atividade antimicrobiana do óleo essencial extraído (pineno, myrceno, perpineno, cymol terpinoleno, linalol, entre outros) de *Origanum majorana*, cujos extratos são bastante utilizados em fragâncias cosméticas e aromas para alimentos, também com aplicações farmacêuticas, foi testada contra linhagens de fungos e bactérias presentes em alimentos, resultando que estes extratos possuem ação

como preservativos em alimentos e cosméticos (VÁGI *et al.*, 2005).

2 OBJETIVOS

A proposta do trabalho teve como objetivos:

- introduzir o aluno na pesquisa e na produção de produtos químicos naturais;
- desenvolver um trabalho interdisciplinar na área da química utilizando as bases tecnológicas das unidades curriculares do semestre;
- avaliar a atividade antifúngica dos óleos essenciais de eucalipto e cravo-da-índia;
- despertar no aluno a iniciativa de desenvolvimento de tecnologias da área química.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Durante a semana de planejamento, que antecedeu o início do primeiro semestre letivo de 2005, foi proposta a realização de um trabalho interdisciplinar, que seria definido de acordo com as características dos alunos ingressos, divididos em duas turmas, 1ºA e 1ºB.

Na reunião pedagógica de março ficou definido que o trabalho interdisciplinar estaria relacionado aos processos de extração de óleos essenciais e que cada docente ficaria responsável pelas orientações das atividades abordadas em sua unidade curricular, assim distribuídas: Química Geral e Experimental: discussão teórica e acompanhamento prático; Metodologia do Trabalho Técnico-científico: normas e acompanhamento do relatório final; Matemática Aplicada: cálculos gerais; Inglês Instrumental: resumo e abstract; Microbiologia: testes microbiológicos; Relações Humanas no Trabalho: trabalho em equipe.

A apresentação da proposta do trabalho foi feita aos alunos a partir de uma discussão teórica sobre óleos essenciais. Depois, os alunos foram divididos em equipes de trabalho, que iniciaram a pesquisa bibliográfica e os métodos de extração de óleos essenciais, com posterior montagem de equipamento para produção em escala de laboratório. Após a obtenção dos óleos de eucalipto e de cravo, foram realizados testes físicos, químicos e microbiológicos com os produtos.

O cronograma inicial de atividades, proposto na primeira discussão teórica, foi adequado pelos grupos no decorrer do trabalho. Ao final, foi entregue um relatório, discutido e avaliado pelos docentes, e cujo valor atribuído integrou a nota de eficiência de cada unidade curricular.

3.1 EXPERIMENTO QUÍMICO

O procedimento realizado majoritariamente foi de extração por arraste a vapor. No caso, utilizou-se da metodologia de hidrodestilação: as folhas ficaram submersas no solvente, processo mais prático em escala laboratorial para a produção de vapor.

Alguns grupos fizeram extração com uso de solventes usando um *extrator de soxhlet* (capaz de realizar várias “lavagens” de solvente sobre a amostra a ser extraída) e outro grupo fez a extração com solvente deixando todo o vegetal imerso por 24 horas no solvente (“molho”) seguindo-se a destilação do solvente.

Seqüencialmente foram realizados testes de solubilidade em vários solventes e determinação da densidade do óleo obtido.

Ao final, foram realizados testes para avaliar a ação antifúngica dos óleos essenciais obtidos.

3.2 TESTES MICROBIOLÓGICOS

Para a realização dos testes microbiológicos foram utilizados os seguintes materiais:

- Meio de Cultura BDA: 200g de batata (caldo); 20g de dextrose e/ou glicose; 20g de ágar, 1000ml de água destilada (q.s.p.). O meio de cultura foi autoclavado a 1atm / 121°C / 20min, mantido o pH em 6,5.

- Fungo: linhagem E₉ do fungo filamentosso *Metarhizium anisopliae* (Monilliales: Monilliaceae), deuteromiceto.

Este fungo foi utilizado como modelo-teste, sendo que suas características genotípicas e fenotípicas são muito similares às de outros fungos dos gêneros *Aspergillus Penicillium*, importantes do ponto de vista ambiental e acadêmico.

Os testes microbiológicos de atividade antifúngica foram realizados de acordo com os métodos:

a) Sistema de inoculação em superfície: o fungo foi crescido em meio BDA por 10 dias a 28°C em B.O.D.

b) Sistema de inoculação em Pour Plate (no momento da aplicação dos extratos oleicos).

Os óleos extraídos foram testados quanto à sua atividade antifúngica em ensaios de inibição do crescimento micelial (*in vitro*). As emulsões foram aplicadas nas placas de Petri contendo o meio BDA com a cultura do fungo, fazendo-se um poço central de 3mm de diâmetro no meio de cultura onde foram depositadas as alíquotas diluídas e concentradas dos extratos.

As avaliações foram feitas 3 dias após a aplicação inicial, medindo-se o raio de inibição no desenvolvimento das culturas fúngicas. Foram realizadas 3 repetições em cada tratamento. O mesmo tratamento foi feito para um grupo testemunha, não

contendo apenas o extrato de óleo.

As emulsões dos óleos essenciais de eucalipto citriodora e de cravo foram preparadas da seguinte forma: 0,5ml de detergente; 7,25ml de água destilada; 2,25 ml de óleo essencial.

As alíquotas de aplicação ficaram assim definidas: d0= sem solução (testemunha); d1= 10ml de emulsão; d2= 20ml de emulsão; d3= 40ml de emulsão; d4= 10ml de óleo essencial puro.

3.3 PARTE TEXTUAL

A elaboração e estruturação da redação acadêmica do trabalho final foi orientada pelos docentes das unidades curriculares Metodologia do Trabalho Técnico-Científico e Inglês Instrumental.

Primeiramente, os alunos cumpriram a tarefa de levantamento bibliográfico. Foram pesquisadas a história, utilidades químicas e rentabilidade comercial do produto que seria extraído. Logo feito o levantamento bibliográfico, foram discutidas as etapas de um relatório, como também formatação, *layout* e apresentação.

As etapas de experimentação, análises e resultados foram redigidas pelos alunos, que trocaram informações entre os grupos para que fossem discutidos os estilos da escrita e formato padrão dos textos.

A partir do resumo inicial em português, os alunos elaboraram um *abstract* em inglês. Para essa tarefa, foi feito um levantamento de todo vocabulário que poderia ser utilizado por eles na elaboração do relatório, tendo como base os artigos acadêmicos em inglês na área de química trabalhados em sala de aula.

Também foi entregue um relato pessoal, onde o estudante discorreu sobre a experiência obtida através da aprendizagem dos conteúdos em questão, em paralelo com a prática percebida em sua vivência na equipe de trabalho, durante a realização do projeto.

3.4 RELAÇÕES HUMANAS

No Curso Superior de Tecnologia em Controle de Processos Químicos, a unidade curricular Relações Humanas no Trabalho possui como principal eixo norteador o desenvolvimento de novos conhecimentos, habilidades, competências e valores, relacionados ao trabalho de equipe dentro do contexto organizacional. Assim, durante o semestre, vários temas foram discutidos e muitas dinâmicas e vivências foram realizadas, visando maximizar nos alunos suas potencialidades e motivações para o desenvolvimento de positivas relações interpessoais, para o alcance de um verdadeiro trabalho grupal, no qual as diferenças individuais pudessem somar e não dividir. Também foram estudados conceitos como: auto-conhecimento,

inteligência emocional, comunicação, liderança, administração de conflitos, negociação, qualidade e produtividade, clima organizacional, administração do tempo, entre outros, que, segundo os estudantes, foram de suma importância para fazê-los chegar a um bom resultado em seu projeto interdisciplinar.

O trabalho desenvolvido para esta disciplina foi a entrega de um relato pessoal, onde o estudante discorreu sobre a experiência obtida através da aprendizagem dos conteúdos em questão, em paralelo com a prática percebida em sua vivência na equipe de trabalho, durante a realização do projeto.

4 RESULTADOS

A apresentação de uma situação-problema para os alunos fez despertar o senso da busca de informação e análise dos dados obtidos, processo essencial para início de uma pesquisa. Vários questionamentos sobre o método a ser utilizado e sobre os processos industriais sugerem que houve um grande interesse pela extração do óleo essencial. As questões referentes ao rendimento *versus* viabilidade conduziram diferentes escolhas para ambas as turmas.

A avaliação do trabalho também demonstrou um bom amadurecimento acadêmico, visto que os estudantes fizeram análises críticas fundamentadas tanto em suas atuações como nas atuações de seus colegas.

Na área da química, muitos conceitos importantes foram trabalhados de forma experimental, como destilação, extração, solubilidade em solventes, polaridade, densidade, ponto de ebulição e misturas, facilitando o entendimento de conceitos teóricos apresentados em sala de aula. As variações entre os métodos do mesmo tipo de extração conduziram a rendimentos diferentes. Os dados foram tabulados e comparados com os valores de cada equipe.

Aos questionamentos sobre o método *versus* rendimento, a grande maioria dos alunos conseguiu chegar a uma única conclusão: a quantidade de água influencia na quantidade de óleo obtida, porém há necessidade de maior tempo para obtenção do óleo.

Na extração do óleo de eucalipto, as folhas usadas de forma inteira renderam maior quantidade de óleo (1,9% de óleo) em relação às folhas picadas e maceradas. Para extração do óleo essencial de cravo-da-índia, cravos inteiros renderam maior quantidade de óleo essencial (11% de óleo), porém o processo usando cravo picado não apresentou sucesso na extração, devido à ebulição tumultuosa do solvente durante a destilação.

Os resultados obtidos pelos testes microbiológicos, descritos nas tabelas 2 e 3, demonstraram uma maior eficiência antifúngica dos extratos de óleo essencial de cravo-da-índia, quando comparados com os dados obtidos da atividade antifúngica dos extratos de óleo essencial de eucalipto, representando um potencial agente antifúngico de origem natural.

Tabela 2: Eficiência/Inibição com uso de óleo essencial de eucalipto citriodora

Fungo cultivado em meio BDA, por superfície:				
d0	d1	d2	d3	d4
0%	33 %	54%	70%	77%
Fungo cultivado em meio BDA, Pour plate:				
d0	d1	d2	d3	d4
0%	31,5%	90%	90%	90%

Tabela 3: Eficiência/Inibição com uso de óleo essencial de cravo-da-índia

Fungo cultivado em meio BDA, por superfície:				
d0	d1	d2	d3	d4
0%	30 %	30 %	30 %	80%
Fungo cultivado em meio BDA, Pour plate:				
d0	d1	d2	d3	d4
0%	90 %	90 %	90 %	100%

Observou-se melhor atividade antifúngica nos experimentos onde o fungo foi cultivado pelo sistema Pour Plate, sugerindo que a ação antimicrobiana dos extratos de óleo em estudo pode ser mais eficaz neste sistema pelo fato de que nesta forma de cultivo juntamente com a aplicação simultânea do extrato, este teve maior poder de controle do crescimento do microrganismo. Os dados obtidos representam a porcentagem do halo de inibição em relação à área total da placa de Petri contendo a cultura do fungo, representando a ação antifúngica do extrato de óleo essencial aplicado (*in vitro*). Todos os valores resultantes de experimentação representam a média de 3 repetições.

Como resultado geral, todos os objetivos propostos foram alcançados, incluindo uma apresentação experimental relacionada ao óleo essencial de eucalipto na IX Semana de Estudos Universitários do UNIANCHIETA.

5 CONCLUSÕES

O projeto interdisciplinar foi muito interessante, pois os estudantes puderam

transformar alguns conceitos teóricos em procedimentos práticos, observando a real e enorme distância existente entre tais dimensões. Além da dinamização do processo ensino-aprendizagem, houve também uma maior interação e integração entre os participantes, fazendo com que certas barreiras da subjetividade e do egocentrismo pudessem dar lugar a um estimulante trabalho de equipe. Com certeza, foi uma experiência ímpar que deve ser analisada, aprimorada e repetida, com as devidas melhorias.

Esse trabalho foi de grande importância para a avaliação do primeiro semestre letivo do curso por parte dos alunos e dos docentes. No caso da unidade curricular Inglês Instrumental, por exemplo, foi possível observar a aplicação das técnicas de leitura aprendidas no curso para a elaboração do glossário que os ajudaria a confeccionar o *abstract*, em um idioma do qual a maioria do grupo não tinha domínio ao ingressar no curso.

Sem dúvida, a experiência foi de muito proveito para todos os envolvidos, pois, apesar de todas as dificuldades e desafios encontrados ao longo do caminho, os resultados foram interessantes e motivadores.

6 AGRADECIMENTO

Aos alunos da primeira turma do Curso Superior de Tecnologia em Controle de Processos Químicos – ingressos em fevereiro/2005 – pelo empenho no desenvolvimento do trabalho interdisciplinar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, S. B. *Controle Microbiano de Insetos*. Piracicaba, SP: FEALQ/USP, 1998.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Tradução de Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BORNHAUSEN, R. L. *As ervas do sítio – história, magia, saúde, culinária e cosmética*. São Paulo: MAS, 1991.

CAKIR, A.; KORDALI, S.; KILIC, H.; KAYA, E. *Biochemical Systematics and Ecology*, 33, 245-256, 2005.

CCI, KK. *Antiallergic agent used for preventing and treating allergic rhinitis, allergic conjunctivitis, atopic dermatitis and asthma, comprises water extract of Eucalyptus citriodora and Cynara scolymus*, JP2003286184-A; 29 Mar. 2002, 07 Oct. 2003.

CIMANGA, K.; KAMBU, K.; TONA, L.; APERS, S.; De BRYNE, T.; HERMANS, N.; TOTTÉ, J.; PIETERS, L.; VLIETINCK, A. J. *Journal of Ethnopharmacology*, 79, 213, 2002.

COUNCIL, SCI. & IND. RES.; TRIPATHI, A. K.; PRAJAPATI, V.; KHANUJA, S. P. S. *Herbal insecticidal formulation for use in killing larvae of mosquito species, e.g. Aedes aegyptii, comprises essential oil from plant Foeniculum vulgare and additional essential oil from other plant sources*, US6623766-B1; WO2003079796-A1; AU2003201074-A1; JP2005520842-W; 21 Mar. 2002, 14 Jul. 2005.

DARMOGRAI, V. N.; MIKHEEV, A. V.; TRUSHIN, S. N.; DARMOGRAI, S., V. *Method of treating acute nonspecific suppurative pulmonary and pleural diseases*, RU2257906-C2; 08 Jul. 2003, 10 Aug. 2005.

KAO, CORP. NOMURA, T. *Scalp hair cosmetics useful as hair conditioner, hair lotion, pack, cream and conditioning mousse, contains Eucalyptus extract, polyhydric alcohol, moisturizer and antiinflammatory agent*, JP2005206539-A, 23 Jan. 2004, 04 Aug. 2005.

LAVABRE, M. *Aromaterapia – a cura pelos óleos essenciais*, Rio de Janeiro: Record, 1992.

MANSUR, O. C.; MORETTO, R. A. *Aprendendo a Ensinar*, São Paulo: Elevação, 2000.

MARQUES, S. C. *Enciclopédia das Ciências e Artes do Engenheiro e do Arquiteto*. 6. ed. Porto Alegre: Globo, 1973.

MENTKOW, J. W. *Composition useful as insect e.g. mosquitoes, ticks and gnats repellent comprises eucalyptus citriodora oil, citronella oil, lemongrass oil and pennyroyal oil*, US2004241258-A1, 28 May. 2003, 02 Dec. 2004.

NAGARA, KAGAKU; KOGYO, KK. *Pest-repellant sticker for sticking to clothes and tent, contains liquid pest-repellant agent impregnated to sticker, one side of which is adhesively affixed to cardboard with adhesive agent*, JP2004210689-A, 27 Dec 2002, 29 Jul 2004.

NATUROBIOTECH, CO. LTD.; AHN, Y. J.; KIM, E. H.; KIM, H. G.; KIM, S. I.; LEE, E. H.; LEE, G. S. *Insecticidal composition for controlling mosquitoes, ants, ticks, cockroach and the like*, KR2004062480-A, 31 May. 2004, 07 Jul. 2004.

NATUROBIOTECH, CO. LTD.; AHN, Y. J.; KIM, E. H.; KIM, H. G.; KIM, S. I.; LEE, E. H.; LEE, G. S. *Vegetable oil and compound having insecticidal properties*, KR2003033722-A, 24 Oct. 2001, 01 May. 2003.

SEMTEC - SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA. *PCN + Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

SILVA, J.; ABEBE, W.; SOUZA, S. M.; DUARTE, V. G.; MACHADO, M. I. L.; MATOS, F. J. A. *Journal of Ethnopharmacology*, 89, 277, 2003.

UFMG, UNIVERSIDADE FEDERAL MINAS GERAIS; SOUZA, C. A. C.; CERQUEIRA, L. R.; TEIXEIRA, P. H. *Antiparasite emulsifiable vegetable essential oil concentrate includes stabilized eucalyptus oil in e.g. soap and shampoo form*, BR200105957-A, 18 Oct. 2001, 22 Jun. 2004.

ULLMANN'S. *Encyclopedia of Industrial Chemistry*, WILEY-VCH. 6. ed. CD-ROM, 2002.

VÁGI, E.; SIMÁNDI, B.; SUHAJDA, Á.; HÉTHELYI, É. *Food Research International*, 38, 51, 2005.