

IFRJ *Campus* Duque de Caxias

Jefferson Diocesano da Cruz

Análise Fitoquímica Qualitativa:
Uma abordagem temática para
prática experimental

Duque de Caxias

2018

JEFFERSON DIOCESANO DA CRUZ

ANALISE FITOQUÍMICA QUALITATIVA: UMA ABORDAGEM
TEMÁTICA PARA PRÁTICA EXPERIMENTAL

Trabalho de conclusão de curso
apresentado á coordenação do Curso de
Licenciatura em Química, como
cumprimento parcial das exigências para
conclusão do curso.

Orientador: Guilherme Veloso Machado
de Almeida Vilela

IFRJ - *CAMPUS* DUQUE DE CAXIAS

2º SEMESTRE/2018

CIP - Catalogação na Publicação

C955a Cruz, Jeferson Diocesano da
Análise fitoquímica qualitativa para práticas experimental /
Jeferson Diocesano da Cruz. -- Duque de Caxias, 2018.
166 f. : il. ; 30 cm.

Orientação: Guilherme Veloso Machado de Almeida Vilela.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) --Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Licenciatura
em química, 2018.

1. Química orgânica - Estudo e ensino. 2. Química orgânica -
Experiências. 3. Química de produtos naturais. 4. Físico - Química.
I. Título.

Elaborado pelo Módulo Ficha Catalográfica do Sistema Intranet do
IFRJ - Campus Volta Redonda e Modificado pelo Campus
Nilópolis/LAC, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Bibliotecária: Cassia R. N. dos Santos CRB-7/4903

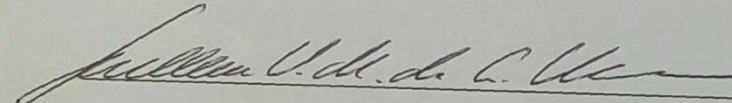
JEFFERSON DIOCESANO DA CRUZ

ANALISE FITOQUÍMICA QUALITATIVA: UMA ABORDAGEM
TEMÁTICA PARA PRÁTICA EXPERIMENTAL

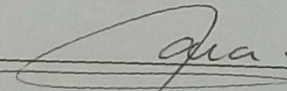
Trabalho de conclusão de curso
apresentado á coordenação do Curso de
Licenciatura em Química, como
cumprimento parcial das exigências para
conclusão do curso.

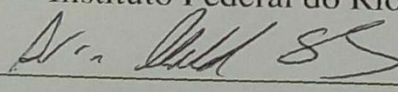
Aprovada em: 17 de DEZEMBRO de 2018.

Banca examinadora

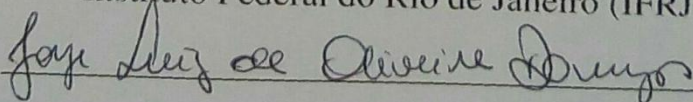

Prof. Doutor Guilherme Veloso Machado de Almeida Vilela - (Orientador)

Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)


Prof. Mestre João Carlos Martins Mafra
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)


Prof. Doutor André Von Held Soares

Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)


Prof. Doutor Jorge Luiz de Oliveira Domingos

Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)

Dedico esse trabalho a minha querida avó Anayr Silva, que me criou e inspirou a procurar mais sobre a composição química das plantas, por ajudar aos que precisavam utilizando seu conhecimento popular sobre plantas medicinais que foi ensinado por sua mãe, e que me despertou o interesse pela cura através do uso de plantas medicinais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me proporcionado conhecer um pouco do amor de Jesus Cristo mediante a Bíblia.

Agradeço a minha avó, Anayr Silva que tomou a responsabilidade de criar um neto desde bebê e que sempre deu apoio ético e moral, dando contribuições para meu desenvolvimento como pessoa, por me ensinar respeito ao próximo. Que trabalhou duro vendendo bolinhos para colocar alimento dentro de casa e nunca desistiu mesmo em momentos muito difíceis. E que continua a contribuir para essa jornada.

Agradeço ao meu tio Carlos Alberto por ter contribuído para meu crescimento profissional.

Agradeço aos meus amigos de longa data Thiago Arantes, Rafael Arantes que contribuíram em minha jornada como pessoa, pois os amigos tem o poder de moldar nossa trajetória.

Agradeço a amiga Ariane que me ajudou a estudar para a prova do primeiro concurso de nível técnico que fiz para o IFRJ.

Agradeço ao meu amigo Vanderlei, que participou da minha vida como conselheiro espiritual e acadêmico. Mostrando minhas falhas ao estudar, dando-me visão de mudança para uma percepção mais ampla das possibilidades que eu podia ter como Licenciado em Química.

Agradeço aos meus amigos do IFRJ, que sempre estiveram desde o início presentes em nessa jornada. Em especial Ianize Novais Barreto e Felipe de Moura. Que estiveram ao meu lado sempre que foi preciso.

Agradeço a professora de Cálculo I por me reprovar, por não ter conseguido entregar a lista de exercícios a tempo, pois estava viajando com meu pai por motivos de saúde. Se não fosse por isso eu não teria feito Cálculo I com outro professor e certamente não teria aprendido.

Agradeço a professora de Estágio III 2018.1, por ter ajudado a tornar minha vida mais difícil e ter me desanimado o suficiente a ponto de adoecer, mas que me tornou uma pessoa mais forte.

Agradeço ao PIBID por me proporcionar momentos com os alunos da escola estadual CIEP 199 Charles Chaplin e perceber que ser professor pode se tornar extremamente difícil, quando o sistema só contribui para a alienação dos alunos, porém me proporcionou uma boa experiência docente.

Agradeço aos professores do ensino médio em especial o professor Evangelino Nogueira Filho, que marcou meu início no pensamento sobre a Física como uma Ciência universal.

Agradeço aos professores do ensino superior que contribuíram para meu crescimento intelectual, os que não pegaram leve mesmo com discursos de colegas questionando o nível do conteúdo aplicado, com a justificativa de que seriam professores de ensino médio. Aos que relaxaram e aceitaram o discurso, esses não tem nenhum agradecimento de minha parte.

Ao professor orientador Guilherme Vilela que contribuiu com viagens mentais sobre os conteúdos que seriam abordados no TCC, e que ajudou a aglutinar uma pequena parte das muitas viagens sobre conhecimentos necessários para o entendimento dos processos envolvidos em práticas experimentais.

Agradeço a Doutora Ana Cláudia Fernandes Amaral, Doutora Aline Ramos e Doutor José Luiz Ferreira Pinto. Por terem acreditado em mim quando procurei vaga de iniciação científica na Fiocruz. Principalmente a Doutora Ana Cláudia pela oportunidade de estágio e por pegar no meu pé e me cobrar conhecimentos sobre tudo que eu estava executando em laboratório, de fato, ela foi um agente fortemente contribuidor para meu desenvolvimento intelectual. As servidoras Maria Athana por me ensinar com boa vontade procedimentos operacionais do laboratório da FioCruz e a Adélia Viviane por sempre corrigir meus erros de português e me defender.

Agradeço ao IFRJ pela oportunidade de monitoria no laboratório de Química Orgânica e Físico Química, a experiência me deu embasamento e autonomia para desenvolver práticas experimentais com os materiais presentes em laboratório, me proporcionando vivência em turmas de nível técnico e de graduação, me dando segurança para aplicar meus conhecimentos e adquirir habilidades práticas e acadêmicas.

"Um pouco de ciência nos afasta de Deus. Muito, nos aproxima."

(Louis Pasteur)

“A ciência humana de maneira nenhuma nega a existência de Deus. Quando considero quantas e quão maravilhosas coisas o homem compreende, pesquisa e consegue realizar, então reconheço claramente que o espírito humano é obra de Deus, e a mais notável.”
(Galileu Galilei)

*“Pouco conhecimento faz com
que as pessoas se sintam orgulhosas.
Muito conhecimento, com que se sintam
humildes.”*

(Leonardo da Vinci)

*"Adquire sabedoria, adquiere
inteligência, e não te esqueças nem te
apartes das palavras da minha boca."*

(Provérbios 4:5)

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo uma proposta para o ensino de química por meio de aulas experimentais de Química Orgânica, abordando a temática sobre Produtos Naturais, em especial plantas de uso cotidiano, trazendo uma abordagem CTS. Os conhecimentos da Química foram vistos como um todo, utilizando-se de material de apoio que servirá de ponto de partida para os conhecimentos teóricos que envolvem os experimentos realizados. Os experimentos foram direcionados ao ensino técnico e cursos de graduação nas áreas relacionadas à Química. Foi elaborada uma proposta envolvendo uma sequência de experimentos, os produtos naturais escolhidos foram a erva doce (*pimpinella anisum*); chá verde e chá preto (*Camelia sinensis*) e boldo do Chile (*Peumus Boldus*). Estes foram escolhidos por sua relevância comercial, efeitos farmacológicos e facilidade de acesso à planta no comércio comum. A análise das plantas foi baseada em três classes de metabólitos secundários, terpenoides, flavonoides e alcaloides. Foi proposto um conjunto de seis experimentos envolvendo a materiais vegetais e classes de metabólitos secundários presentes nos extratos escolhidos. 1ª – Destilação por arraste a vapor; 2ª – Cromatografia em camada fina referente ao extrato obtido na primeira prática; 3ª – Extração ácido-base; 4ª – Cromatografia em placa fina das frações enriquecidas com alcaloides obtidos na terceira prática; 5ª – Extração por decocção e partição líquido-líquido; 6ª – Cromatografia em camada fina dos extratos obtidos na quinta prática. Os terpenoides foram trabalhados com o experimento de destilação por arraste a vapor dos frutos de erva doce, o experimento envolveu conhecimentos de Físico-Química como pressão de vapor, coeficiente de partição, polaridade e solubilidade de compostos orgânicos, que também foram abordados no segundo experimento proposto. Utilizando o mesmo material adquirido no procedimento de arraste a vapor, foi realizada uma cromatografia em placa fina, que envolve conhecimentos de Físico-Química e Química, como polaridade, solubilidade, coeficiente de adsorção e dessorção, absorção de luz, fluorescência e reações orgânicas de condensação. Os experimentos escolhidos foram realizadas extrações ácido-base, afim de extrair alcaloides como boldina e cafeína. Foram feitas extrações por decocção com o objetivo de se obter extratos para realização do perfil químico através de cromatografia em camada fina das frações obtidas da decocção, afim de observar as diferenças entre o perfil dos extratos e do fracionamento. Foram utilizados reagentes reveladores como vanilina sulfúrica para os terpenoides, iodo/iodeto ácido para alcaloides e cloreto férrico para flavonoides. Todos os mecanismos envolvidos nos reagentes de revelação estão evidenciados no material de apoio. O material foi enviado para três professores de áreas correlatas a química, dois deles responderam a um questionário de avaliação. O material produzido mostrou relevância para aplicação em disciplinas experimentais.

Palavras-chave: Aulas experimentais. Produtos naturais. Fitoquímica. *Camellia sinensis*. *Peumus boldus*. *Pimpinella anisum*. Química orgânica. Físico-Química.

ABSTRACT

This work had as objective a proposal for the teaching of chemistry through experimental classes of Organic Chemistry, addressing the thematic about Natural Products, especially plants of daily use, bringing a science, technology and society (STS) approach. The knowledge of Chemistry was seen as a whole, using support material that serves as a starting point for the theoretical knowledge that involves the experiments performed. The experiments were directed to technical education and undergraduate courses in the areas related to Chemistry. A proposal was made involving a sequence experiments all related to the topic addressed, the natural products chosen were the Fennel (*pimpinella anisum*); green tea and black tea (*Camellia sinensis*) and boldo from Chile (*Peumus Boldus*). These were chosen because of their commercial relevance, pharmacological effects and ease of access to the plant in the common trade. Plant analysis was based on three classes of secondary metabolites, terpenoids, flavonoids and alkaloids. It was proposed a group of six experiments involving plant materials and classes of secondary metabolites present in the selected extracts. 1st – steam distillation; 2nd - Thin layer chromatography for the extract obtained in the first practice; 3rd - Acid-base extraction; 4th - Thin-plate chromatography of the fractions enriched with alkaloids obtained in the third practice; 5th - Decoction extraction and liquid-liquid partition; 6th - Thin layer chromatography of the extracts obtained in the fifth practice. The terpenoids were worked with the steam-distillation experiment of the fruits of fennel, this experiment involved knowledge of Physical Chemistry as vapor pressure, partition coefficient, polarity and solubility of organic compounds, which were also approached in the second experiment proposed. Using the same material acquired in the steam-dragging procedure, thin-plate chromatography was performed, involving physicochemical and chemical knowledge, such as polarity, solubility, adsorption and desorption coefficient, light absorption and fluorescence, and organic reactions of condensation. The selected experiments were carried out through acid-base extractions, in order to extract alkaloids like boldine and caffeine. Decoction extractions were done in objective to obtain extracts to perform the chemical profile through thin layer chromatography of the fractions obtained from the decoction, in intension to observe the differences between the extracts profile and the fractionation. Were used reagents such as sulfuric vanillin for terpenoids, iodine / acid iodide for alkaloids and ferric chloride for flavonoids. All mechanisms involved in the development reagents will be evidenced in the support material. The material was sent to three professors from areas related to chemistry, two of them answered a questionnaire evaluate the content present in the material. The material produced showed relevance for application in experimental disciplines.

Keywords: Experimental classes. Natural products. Phytochemistry. *Camellia sinensis*. *Peumus boldus*. *Pimpinella anisum*. Organic Chemistry. Physical Chemistry.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Diagrama do ciclo biossintético dos metabólitos secundários | 40 |
| Figura 2: Ácido chiquímico dando origem aos ácidos cinâmico e p-cumárico através de reações enzimáticas | 41 |
| Figura 3: Anetol, Estragol, p-anisaldeído e Cumarina | 41 |
| Figura 4: Estrutura Química de alguns mono e sesquiterpenos | 42 |
| Figura 5: Estrutura básica dos flavonoides e quercetina | 43 |
| Figura 6: Estrutura química da boldina | 44 |
| Figura 7: Estrutura química da cafeína e teobromina | 44 |
| Figura 8: Ficha de informações agronômicas | 48 |
| Figura 9: Comparação entre extratos de diferentes óleos essenciais comparados aos padrões de T1(anetol) e T2(safrol) | 58 |
| Figura 10: Estrutura química das moléculas de estragol, trans anetol, safrol e eugenol | 58 |
| Figura 11: Amostras de extrato de boldo de diferentes tipos | 58 |
| Figura 12: Estrutura química da boldina | 59 |
| Figura 13: Estrutura química dos flavonoides: mirecetina, Kaempferol e quercetina. | 61 |
| Figura 14 - Estrutura química da cafeína e teobromina | 64 |
| Figura 15: Estrutura química da rutina, ácido clorogênico e hiperosídeo | 64 |
| Figura 16: Cromatografia em placa fina de diferentes extratos | 64 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1: Relação de unidades isoprênicas, número de carbonos e classificação dos terpenoides | 42 |
| Tabela 2: Afinidade de alguns solventes por substâncias de metabólitos secundários | 53 |
| Tabela 3: Relação das amostras de óleos essenciais e substâncias padrão com seu Rfs | 57 |
| Tabela 4: Relação entre amostras aplicadas na placa, Rf e agentes reveladores usados | 59 |
| Tabela 5: Relação entre amostras aplicadas na placa, Sistema de eluente e agentes reveladores | 60 |
| Tabela 6: Relação de teor de flavonoides nas amostras de chá verde e chá preto | 61 |
| Tabela 7: Informações de composição do chá verde | 61 |
| Tabela 8: Informações de composição do chá preto | 62 |
| Tabela 9: Informações de composição do chá Branco | 62 |
| Tabela 10: Informações de composição do chá Vermelho | 62 |
| Tabela 11: Informações de composição Banchá | 63 |
| Tabela 12: Relação entre amostras aplicadas na placa, Rf e agentes reveladores usados | 65 |
| Tabela 13: Relação entre amostras aplicadas na placa, Sistema de eluente e agentes reveladores | 65 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|-----|---------------------------------|
| CTS | Ciência, Tecnologia e Sociedade |
| OMS | Organização mundial da saúde |
| CCF | Cromatografia em camada fina |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 22 |
| 2. PROBLEMA | 26 |
| 3. HIPÓTESE | 27 |
| 4. OBJETIVOS | 28 |
| 4.1 Objetivo geral | 28 |
| 4.2 Objetivos específicos | 28 |
| 5. JUSTIFICATIVA | 29 |
| 6. REFERENCIAL TEÓRICO | 31 |
| 6.1 Ensino de Química | 31 |
| 6.2 A importância da experimentação no ensino de química | 33 |
| 6.3 Produtos naturais como tema gerador | 36 |
| 6.4 Uso de apostilas no ensino de química | 37 |
| 6.5 Produtos naturais | 38 |
| 6.5.1 Metabólitos secundários | 39 |
| 6.5.2 Classificação dos metabólitos secundários | 40 |
| 6.5.3 Fatores que afetam a produção de metabólitos secundários | 44 |
| 6.6 Produtos naturais como base para medicamentos | 45 |
| 6.7 Introdução à análise fitoquímica | 46 |
| 6.7.1 Coleta e preparação do material vegetal | 46 |
| 6.7.2 Extração | 47 |
| 6.7.3 Métodos de extração | 50 |
| 6.7.3.1 Extração a frio (maceração) | 50 |
| 6.7.3.2 Percolação | 51 |
| 6.7.3.3 Turbo-extração | 51 |
| 6.7.3.4 Extrações a quente em sistemas abertos | 51 |
| 6.7.3.5 Extrações a quente em sistemas fechados | 52 |
| 6.7.4 Fracionamento de extratos vegetais | 52 |
| 6.7.4.1 Partição líquido-líquido | 53 |
| 6.7.4.2 Cromatografia | 54 |

| | |
|--|-----|
| 6.7.4.2.1 <i>Fingerprint</i> (impressão digital) | 55 |
| 6.7.4.2.2 Fase estacionária | 55 |
| 6.8 Plantas medicinais de uso comum | 56 |
| 6.8.1 <i>Pimpinella anisum</i> (erva doce) | 56 |
| 6.8.2 <i>Peumus Boldus</i> (Boldo do Chile) | 57 |
| 6.8.3 <i>Camellia sinensis</i> (L.) | 60 |
| 6.8.3.1 Indicações e Ação Farmacológica (<i>Camellia sinensis</i>) | 63 |
| 7. METODOLOGIA | 66 |
| 7.1 Prática 1: Destilação por arraste a vapor | 67 |
| 7.2 Prática 2: Cromatografia em camada fina | 68 |
| 7.3 Prática 3: Extração ácido-base | 69 |
| 7.4 Prática 4: Cromatografia dos extratos de chá preto, chá verde e boldo-do-chile | 69 |
| 7.5 Prática 5: Decocção e partição líquido-líquido | 69 |
| 7.6 Prática 6: Cromatografia em camada fina | 70 |
| 8. RESULTADOS E DISCUSSÕES | 71 |
| 8.1 Resultados das avaliações | 71 |
| 8.2 Questionário avaliativo | 71 |
| 8.3 Considerações | 73 |
| 9. CONCLUSÃO | 75 |
| 10. REFERÊNCIAS | 76 |
| 11. APÊNDICE | 81 |
| 11.1 APÊNDICE A - ANÁLISE FITOQUÍMICA QUALITATIVA: UMA ABORDAGEM TEMÁTICA PARA PRÁTICA EXPERIMENTAL - MATERIAL DE APOIO ÀS AULAS PRÁTICAS | 82 |
| 11.2 APÊNDICE B - ANÁLISE FITOQUÍMICA QUALITATIVA: UMA ABORDAGEM TEMÁTICA PARA PRÁTICA EXPERIMENTAL - ROTEIROS EXPERIMENTAIS | 155 |

1. INTRODUÇÃO

O uso de plantas como alimento e medicamento é anterior a descoberta da própria escrita. O conhecimento de que elas poderiam ser benéficas ou maléficas foi adquirido através do conhecimento empírico e observação dos herbívoros que se alimentavam destas plantas (TOMAZZONI; NEGRELLE; CENTA, 2006).

Dentre as plantas medicinais existem os chás, que no ano de 200 a.C já eram explorados suas propriedades medicinais, como por exemplo, seu efeito desintoxicante, todavia somente entre o século IV e V suas propriedades tonaram-se mais conhecidas. Ainda nesta época iniciava-se o cultivo em larga escala de diversas variedades de chás, desde os oferecidos aos imperadores até os mais populares (BRAIBANTE, et al. 2014).

Uma das lendas mais conhecidas data de 2737 a.C. e relata que um imperador chinês teria sido o primeiro a saborear o chá. Segundo essa lenda, o imperador ShenNung, que só bebia água fervida por medidas de higiene, em um de seus passeios, parou para descansar à sombra de uma árvore, quando algumas folhas caíram no recipiente em que ele havia colocado água para ferver. Ele não as retirou, observou-as e notou que a água ficou colorida. Impressionado, decidiu provar e achou a bebida saborosa e revitalizante. Não existem registros históricos que comprovem essa história, mas sabemos que os chineses produzem e utilizam o chá desde a antiguidade (BRAIBANTE, et al. 2014).

Ao longo dos tempos observamos o uso de plantas medicinais em praticamente todas as civilizações antigas. Segundo um dos primeiros relatos históricos de uso de plantas como medicamentos data de 2800 a.C na obra chinesa Pen Ts'ao (“a grande fitoterapia”), de ShenNung. No Egito antigo, papiros mostravam que a partir de 2000 a.C grandes números de médicos utilizavam as plantas como remédios e consideravam a doença como causa natural e não atribuída a espíritos. Destes um dos mais interessantes é o papiro de Ebers de cerca de 1500 a.C, foram mencionadas cerca de 700 drogas, onde eram incluídos extratos de plantas e fórmulas específicas para doenças conhecidas, dentre essas umas utilizadas até hoje. A partir da segunda metade da década de 70 e 80 houve um grande crescimento na busca das medicinas alternativas incluindo a fitoterapia, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) acredita-se que 80% da população mundial faz o uso de plantas como medicamentos para tratamento de doenças comuns. Entre os anos de 1999 e 2000 pode-se evidenciar uma crescente busca por medicamentos fitoterápicos no mercado mundial, neste período suas vendas aumentaram cerca de 15% e a de medicamentos sintéticos apenas 4% (TOMAZZONI; NEGRELLE; CENTA, 2006).

De acordo com uma pesquisa feita em uma unidade básica de saúde familiar em Campina Grande, Paraíba, a maior parte das pessoas afirmou que o conhecimento sobre o uso das plantas medicinais foi adquirido de forma oral e passado por parentes, e sobre o questionamento sobre se o seu uso pudesse causar algum dano à saúde pouco mais da metade afirmou que não causa dano algum (ARAÚJO, 2014).

A forma que o conhecimento é passado necessita de uma conscientização sobre o uso correto e os danos que algumas plantas podem causar a saúde, por exemplo, o uso excessivo de chá verde pode provocar gastrite e úlcera, esse tipo pesquisa mostra que deve se pensar em uma forma de esclarecer as pessoas sobre o uso mais consciente desses fitoterápicos. Nessa mesma linha de pensamento podemos fazer uso de uma estratégia metodológica como a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). A interligação dos conhecimentos científicos, envolvendo os materiais e produtos já existentes no cotidiano, faz o link direto ao conhecimento prévio e a fatores sociais (ARAÚJO, 2014; CHASSOT, 2003; SANTOS, 2002).

Segundo Cavalcanti, et al. (2010), um dos maiores desafios no Ensino de Química é construir uma ponte entre o conhecimento adquirido em sala de aula com o mundo cotidiano. Uma forma de quebrar paradigmas e despertar o interesse dos alunos para com as unidades curriculares é o uso de aulas temáticas, tornando-as mais atraentes aos olhos dos mesmos. Por isso é muito importante buscar formas de associar conteúdos de Química com temas que visam efetivamente contextualizar os conteúdos programáticos. Os professores vêm almejando não se ater somente aos livros didáticos, mas também fazer uso da abordagem CTS para ensinar ciências.

Dentre muitos temas contextualizadores existe a temática sobre os chás. Este por sua vez é um tema muito rico conceitualmente, permitindo desenvolver o conhecimento intelectual despertando-lhes uma maior conscientização da química com o mundo a sua volta, permitindo aos estudantes despertar o espírito crítico de maneira positiva (SANTOS, 2002).

Com a temática é possível abordar vários tópicos de Química Orgânica. A análise das estruturas químicas das substâncias presentes no mesmo e seus princípios biologicamente ativos, métodos de extração desses princípios ativos, grupos funcionais, reações químicas, indicadores de pH. Além disso, possibilita atividades diferenciadas, tais como pesquisa das substâncias presentes nas bebidas utilizadas por pessoas de uma determinada região, através de atividades experimentais (BRAIBANTE, et al. 2014).

Em concordância com este pensamento é possível dizer que pode se alfabetizar cientificamente os alunos. Segundo Chassot (2003) a alfabetização científica se dá pela compreensão do mundo natural assim como a habilidade de poder entender a natureza com um conjunto de conhecimentos interligados que facilitam as pessoas a fazer a leitura do mundo em que vivem.

Em uma estratégia de ensino que envolva aulas temáticas e CTS não pode se esquecer a interdisciplinaridade que por sua vez é muito importante, pois promove uma junção entre conteúdos de diversas unidades curriculares, isto faz com que o aluno entenda a importância do saber não apenas de uma unidade, mas sim do conjunto de unidades, assim formando ligações entre o conhecimento e a aplicação conhecida (GONDIM; MÓL, 2008).

Para Fachini, Pfiffer e Silva (2013), a formação do cidadão exige preparo embasado na relação entre diferentes áreas do conhecimento. Com reflexos nas práticas pedagógicas. Por isso é importante aprofundar as relações pedagógicas que tratam de interdisciplinaridade e da alfabetização científica, contextualizar o ensino e estabelecer inter-relações com diferentes áreas do conhecimento. Essas são maneiras de abordar conteúdos do cotidiano de forma interdisciplinar. A metodologia do trabalho interdisciplinar deve ter um método que permita envolver a integração dos conteúdos, fazer com que eles passem da forma fragmentada que ele é passado, para a forma de concepção relacional do conhecimento. Tal conhecimento que não ocorre em apenas um período, mas sim ao longo de toda uma vida acadêmica. Cada unidade tem uma linguagem para descrever o mundo, por isso propor uma intensificação do diálogo, das trocas e da integração conceitual de diferentes campos do saber é importante para que se torne aplicável em um ambiente acadêmico real, não apenas em escolas modelo de educação. A integração entre professores de diferentes áreas é um ponto chave para viabilizar uma real interdisciplinaridade. Visto que o aluno detém um conhecimento prévio, é importante a aula apresentar temas cotidianos de caráter CTS. Em uma abordagem interdisciplinar o tema chás pode se ligar à História visto que o conhecimento sobre o uso de plantas é passado em sua maioria de geração em geração.

Para muitos educadores e alunos a experimentação tem um caráter motivador e lúdico, que também aumenta a capacidade de interação entre os alunos e o assunto teórico abordado. Há mais de 2300 anos, Aristóteles já evidenciava a experimentação como algo essencial para compreensão da natureza, dessa forma a experimentação faz com que possamos ignorar o particular e essencialmente atingir o conhecimento universal (MOREIRA, 2011).

Ter a noção sem experiência cai no risco de formular explicações equivocadas. A partir do século XVII as leis formuladas deveriam passar por comprovações empíricas dentro de uma lógica, sequencia de formulação de hipóteses e verificação de consistência. Segundo Giordan (1999), o experimento permite que o aluno possa fazer observações cuidadosas, coletar dados e registra-los de forma que possa dar alguma explicação sobre o ocorrido.

Quase sempre tem-se criticado o ensino tradicional, onde o aluno é apenas um ouvinte que recebe o conhecimento sem poder refletir, principalmente porque, na maioria das vezes essa informação passada pelo professor não tem relação nenhuma com o cotidiano do aluno. Isso reforça a importância da abordagem de temas cotidianos na experimentação, para que possa proporcionar uma aprendizagem significativa. Onde a aprendizagem significativa acontece quando uma nova informação esta interligada a conceitos relevantes a vivência do dia a dia dos alunos (GUIMARÃES, 2009).

Ao se deparar com alguns produtos naturais que estão presentes em nosso cotidiano podemos citar alguns chás que possuem substâncias biologicamente ativas como a cafeína que faz parte das xantinas e a boldina. Os chás mais comuns que contém cafeína são café (*Coffea arábica*), Erva-mate (*Ilexparaguariensis*). O chá preto, chá verde e chá de *oolong* são originados da planta *Camellia sinensis*, as diferenças entre eles estão em seus métodos de preparo, o chá mais comum que possui o alcaloide boldina é o Chá de boldo do Chile (*Peumus boldus*) e está presente em nosso dia-a-dia, ele normalmente é usado como remédio para o estômago (MOREIRA, 2007).

2. PROBLEMA

A busca por novos medicamentos que sejam economicamente viáveis e com menor reação adversa no organismo vem crescendo exponencialmente, e os produtos naturais estão cada vez mais sendo utilizados na produção desses medicamentos ou como fontes de bases moleculares para produção de novos fármacos sintéticos.

Muitas das vezes o aluno não tem noção que um produto natural envolve Química, para eles a Química acaba ficando restrita a produtos sintéticos e industrializados. Apesar de se existir uma proposta no *Campus* para mostrar os produtos naturais com experimentos envolvidos. Nos cursos de graduação e técnico relacionados a Química, não se vê um material de apoio que possa dar embasamento teórico e práticas envolvendo um assunto que é de suma importância para o desenvolvimento da temática envolvendo a Química de Produtos Naturais. As práticas experimentais por muitas vezes trazem o experimento sem uma compreensão teórica que traga ao experimento o conhecimento sobre diversas áreas da Química envolvidas em um mesmo experimento.

3. HIPÓTESE

Quando uma temática que envolve um tipo de conhecimento que os alunos já estão habituados a ver no cotidiano, os alunos acabam sendo incentivados naturalmente, por se tratar de algo que eles veem aplicações no cotidiano. A proposta pode servir para desmistificar a Química de produtos naturais como algo que não envolve Química em si, a partir do momento em que o assunto é inserido em uma unidade curricular os alunos consequentemente acabam tendo uma visão mais ampla sobre o determinado tema que antes não era tratado como Química.

O emprego de análises preliminares para classificação de classes de substâncias presentes nas plantas são importantes tanto para identificar classes funcionais, como para o embasamento no Ensino de Química Orgânica nas unidades curriculares teóricas e experimentais. A Química de Produtos Naturais é um tema muito rico e interdisciplinar, que pode abordar muitos conceitos físicos e químicos envolvidos.

A elaboração de roteiros experimentais que tragam consigo uma abordagem cotidiana, e um material de apoio relacionado aos conceitos teóricos necessários para compreensão do experimento pode ser uma ótima estratégia para diminuir a distância entre a teoria e a prática.

Segundo Delizoicov e Angotti (1992, p. 22): “Na aprendizagem de Ciências Naturais, as atividades experimentais devem ser garantidas de maneiras a evitar que a relação teoria-prática seja transformada numa dicotomia”.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Por meio de análise qualitativa de extratos de produtos naturais, observar as principais funções orgânicas dos metabólitos secundários produzidos pela espécie vegetal e evidenciar técnicas extrativas e cromatográficas em aulas experimentais.

Produzir um material que possa ser usado junto aos experimentos para dar direção aos conhecimentos químicos presentes nas práticas experimentais propostas. Seguir todos os experimentos em uma mesma linha de raciocínio utilizando a mesma temática.

4.2 Objetivos específicos

- Produzir um material de apoio a prática experimental direcionado ao IFRJ (*Campus Duque de Caxias*);
- Proporcionar o conteúdo necessário para aprendizagem da teoria envolvida por trás das práticas;
- Propor aulas experimentais em sequência utilizando à temática produtos naturais;
- Diferenciar as funções orgânicas envolvidas nas classes de metabólitos produzidos pela espécie vegetal; *Pimpinella anisum*; *Peumus Boldus* e *Camellia sinensis*;
- Demonstrar a relação direta dos produtos químicos de insumos naturais com a Química aplicada;
- Identificar classes metabólicas de acordo com suas funções;
- Analisar qualitativamente extratos de insumos de produtos naturais;
- Obter um retorno positivo dos professores avaliadores sobre o material produzido neste trabalho.

5. JUSTIFICATIVA

O uso de fitoterápicos é muito comum no dia-a-dia em nossa sociedade. Abordar temas cotidianos é importante para contextualizar conceitos químicos no intuito de promover significativamente uma melhoria no processo ensino-aprendizagem. Além do mais, alguns alunos desconhecem a Química associada aos Produtos Naturais (vegetal ou animal), mesmo estando num Curso de Graduação em Química. O tema fitoterápicos por sua vez é um tema muito rico conceitualmente, permitindo desenvolver o conhecimento intelectual despertando-lhes uma maior conscientização da Química com o mundo a sua volta, permitindo aos estudantes despertar o espírito crítico de maneira positiva (SANTOS, 2002).

Unir os conhecimentos adquiridos em uma unidade curricular de Química Orgânica com os conhecimentos prévios dos alunos, tomando como base seus princípios ativos, destacando suas propriedades Físicas e Químicas através de técnicas de extração e purificação dos compostos orgânicos e métodos de análise qualitativa. Em aulas temáticas e práticas de laboratório que envolvam o tema Química de produtos naturais (Fitoquímica). Proporcionando uma aprendizagem mais enriquecedora envolvendo o ensino de Química Orgânica.

Segundo Cavalcanti, et al. (2010), um dos maiores desafios no Ensino de Química é construir uma ponte entre o conhecimento adquirido em sala de aula com o mundo cotidiano. Com relação entre o conhecimento teórico e a aplicação deste em termos práticos, as aulas de laboratório estão distantes de serem aulas que possam ser aplicadas no dia a dia dependendo das condições da escola. Isto faz com os alunos vejam a Química de forma abstrata. Isto por sua vez implica no aprendizado dos mesmos, fazendo assim com que o conhecimento teórico seja considerado ineficaz.

Em uma estratégia de ensino que envolva aulas temáticas e CTS é muito importante, pois promove uma união entre conteúdos de unidades curriculares diferentes, isto faz com que o aluno entenda a importância do saber, não apenas um conteúdo abordado em uma unidade curricular, mas sim do conjunto de unidades curriculares, podendo assim formar ligações entre o conhecimento e uma aplicação conhecida (GONDIM; MÓL, 2008).

O trabalho é importante para aproximar os conhecimentos, relacionando-os com questões costumeiras de suas vidas. A proposta pode ser aplicada em alunos do Ensino Médio/Técnico, Técnico em Plásticos, Petróleo & Gás e Química, Ensino de Graduação em

Química, Produtos Naturais, Farmácia e áreas afins. Todavia, mesmo com modificações profundas e adaptações esse projeto dificilmente pode ser aplicado no Ensino Médio Regular mesmo num modelo com um número menor de conteúdos químicos em uma intensidade menos aprofundada dos tópicos da Química Orgânica.

Segundo Câmara, 2012 as apostilas, de modo geral, não trazem abertura para a pesquisa de forma externa ao conteúdo que se é mostrado nela, não possuem fontes de abertura para pesquisa adicional. Trás uma linguagem mais informal para diminuir a distância entre professor e aluno. São centradas em um ensino mais direto e mecanizado.

Para este trabalho foi elaborado um material de apoio que promova um conjunto de conhecimentos iniciais para que o aluno possa dar continuidade ao conhecimento em uma linha de pesquisa mais ampla, o material servirá para abrir ainda mais o espectro de conhecimentos químicos e físicos necessários para a compreensão mais aprofundada sobre um determinado experimento como um conjunto de processos naturais que ocorrem. De modo a elucidar o conhecimento adquirido.

6. REFERENCIAL TEÓRICO

6.1 Ensino de Química

Segundo Chassot (2003), a velocidade da globalização e do fluxo de informações faz com que os alunos tenham mais acesso a informação, de modo que antigamente em um modelo de escola de nossos avós a sala de aula não sofria as influências externas. Fazendo com que a escola fosse referência pelo conhecimento que ali continha. Com a globalização os alunos tem a possibilidade de superar os professores por terem essa fonte de informação, fazendo com que a escola e o professor diminua o posto de centro de conhecimento, se tornando como um ambiente mediador do conhecimento a ser adquirido. A alfabetização científica consiste em que um indivíduo possa ler a linguagem da natureza, um analfabeto científico é incapaz de compreender a natureza, levando a necessidade direta de um mediador do conhecimento o professor.

Ajudar a compreender a natureza podendo se alfabetizar cientificamente pode se utilizar de uma abordagem com caráter CTS, nesse enfoque, o objetivo CTS é educativo. Para se utilizar desse elemento para uma abordagem educacional se faz necessário seguir alguns parâmetros. Primeiramente deve se questionar as formas de como se ensinar aos alunos sobre as leis da natureza, modificar o sistema educativo de forma a se fazer uma contextualização em função da necessidade dos alunos e da sociedade (PINHEIRO. et al., 2007).

Nesse encaminhamento, o ensino-aprendizagem passará a ser entendido como a possibilidade de despertar no aluno a curiosidade, o espírito investigador, questionador e transformador da realidade. Emerge daí a necessidade de buscar elementos para a resolução de problemas que fazem parte do cotidiano do aluno, ampliando-se esse conhecimento para utilizá-lo nas soluções dos problemas coletivos de sua comunidade e sociedade. (PINHEIRO, 2007, p.77)

O conhecimento que as pessoas tem sobre uso de produtos naturais como medicamentos, muitas das vezes só contam com os benefícios, mas não trás os malefícios que podem causar com o uso indiscriminado. Por isso deve se pensar em uma forma de trazer informações que sejam úteis para o uso mais consciente dos chás como medicamentos. Nessa mesma linha de pensamento podemos fazer uso de uma estratégia metodológica como a abordagem CTS.

Segundo Santos (2002), desde a década de sessenta os currículos com ênfase CTS vem sendo desenvolvidos no mundo inteiro, tais currículos visam como objetivo preparar os alunos para o exercício da cidadania, e tem a característica de abordar conceitos científicos no

contexto social. Diante deste pensamento é possível elaborar uma estratégia de conscientização do uso de medicamentos através da temática chás.

O material deve dar suporte as atividades pedagógicas, trazendo para sala de aula conteúdos que abordem experiências de vida, interesses e necessidades dos estudantes, propiciando a reflexão e favorecendo a interação e o diálogo dinâmico. Ou seja, a partir da interdisciplinaridade efetiva entre os vários campos do saber, estudantes e professores podem tornar-se conscientes e conhecedores das inter-relações entre Ciência, cultura, tecnologia, ambiente e sociedade, favorecendo o desenvolvimento de uma visão holística do mundo. (GONDIM, 2008, p.3-4)

O entrelaçamento entre a CTS tem uma relação muito íntima, não só apenas para a educação como na formação de um cidadão, que está envolvido com a tecnologia e a natureza. Isso faz com que tudo funcione como um organismo único onde tudo tem uma determinada função. A Ciência por sua vez está no centro da sociedade, pois as necessidades sociais e econômicas dependem dela para o funcionamento como um todo. Podemos descrever separadamente os elementos Ciência, Tecnologia e Sociedade, mas não podemos individualizar os termos, pois eles formam um conjunto em que a Ciência e a tecnologia contribuem diretamente para sociedade, e só se faz ciência pela necessidade de atender aos apelos das demandas da sociedade. A sociedade acredita que quanto maior a produção científica maior a produção de tecnologia, levando em consideração o aumento de riquezas para o país e uma melhor qualidade de vida para sua população.

Em complemento, a Ciência, então, é considerada como um conhecimento verdadeiro, para a descoberta de novas leis e fenômenos; a tecnologia, um conjunto de conhecimentos científicos aplicáveis à produção ou melhoria de bens ou serviços; e a sociedade um grupo de indivíduos que vivem em um determinado sistema (VAZ, et al. 2009).

Assim podemos perceber a importância do enfoque CTS na educação, sendo inserido nos currículos escolares, para proporcionar a formação de indivíduos críticos, não só conhecendo seus direitos e deveres, mais tendo uma visão crítica da sociedade em que vivem, trazendo amplos segmentos sociais, culturais, religiosos e políticos com as novas imagens da Ciência e da tecnologia, melhorando sua realidade neste contexto. (VAZ, 2009, p.114)

O objetivo do ensinar Química no Ensino Médio Regular ou Técnico não é formar cientistas, e sim dar todo um embasamento teórico para que ele possa observar o mundo de uma forma diferenciada. No Ensino de Graduação a formação em Química pede e necessita formar indivíduos capazes de observar, compreender e atingir conclusões sobre determinados assuntos envolvidos em sua área de formação, pois há certa demanda em relação as atividades empíricas nos cursos de Licenciatura, fazendo com que muitos formandos fiquem inseguros

em relação a produção de experimentos com os alunos, indivíduos que não tiveram uma graduação com o foco na formação de um professor cientista (MACHADO e MOL, 2007).

Segundo Moresi (2003), para ser um cientista não é necessário ser excepcional, e sim ter ou ser formado com algumas qualidades fundamentais que todo cientista deve ter.

Um cientista não tem que ser necessariamente um indivíduo excepcional. Não há dúvida que alguns cientistas foram, de fato, indivíduos excepcionais. Mas são raros. A grande maioria é constituída de pessoas comuns. Isso não quer dizer então que qualquer um pode ser cientista, é desejável que ele possua um certo número de qualidades naturais: curiosidade, paciência, perseverança, imparcialidade, imaginação, memória, inteligência, etc. Mas, a qualidade principal é o espírito científico que se caracteriza pelo amor à verdade, pela honestidade intelectual e pela dúvida metódica. (MORESI, 2003, p.15)

Segundo Chassot (2010), a contextualização dos conteúdos com questões sociais, políticas e ambientais faz com que se promova uma aprendizagem significativa. Conteúdos descontextualizados, sem relevância de significado estabelecem uma limitação restrita a memorização de conteúdos, prejudicando a alfabetização científica e a aprendizagem significativa.

6.2 A importância da experimentação no ensino de Química

É consenso que a experimentação é uma atividade fundamental no ensino de Ciências da natureza, já que a Ciência se desenvolveu através da abordagem experimental. Desde a implantação da experimentação nas escolas, ocorrido a mais de 100 anos, essa proposta é extremamente importante no curso de Licenciatura em Química para a formação do químico professor, servindo de impulso para provocar a compreensão dos futuros docentes. O aprofundamento teórico em uma unidade curricular de cunho experimental pode ser muito mais relevante diante do conhecimento exclusivamente teórico, que é repassado para os alunos do Ensino Médio Técnico e Graduação. Algumas habilidades podem ser adquiridas com a experimentação, entre elas: verificação, coleta e análise de dados, aprender conceitos pela prática, método científico e técnicas de laboratório (GALIAZZI, et al, 2001).

Nas unidades curriculares puramente teóricas, geralmente os professores enfatizam o ensino dos tipos de reação, ácidos, soluções, estruturas e etc. Na forma que são trabalhadas não representam uma aprendizagem significativa. Isso faz com que conhecimento químico seja simplificado a meras fórmulas matemáticas com aplicação de regras de três que devem ser apenas treinadas, sem ao menos se pensar em como se chegou a aquele resultado. A

Química é uma ciência experimental, sendo assim, o Ensino de Química deveria ser desenvolvido a partir de observações e participação dos alunos em aulas experimentais, que permitam a compreensão das transformações químicas que acontecem no mundo microscópico com as que estão ocorrendo macroscopicamente. Com isso estreitando a relação do conhecimento científico com as aplicações tecnológicas e suas implicações políticas, sociais, econômicas e ambientais (DIAS, 2003).

Há inúmeros motivos para a realização das atividades experimentais, dentre eles podemos citar: estimular a observação apurada e o registro cuidadoso dos dados; promover métodos de pensamento científico simples e de senso comum; desenvolver habilidades manipulativas; treinar resolução de problemas; esclarecer a teoria e promover a sua compreensão; verificar fatos e princípios aprendidos anteriormente; tornar os fenômenos mais reais por meio da experiência. Entre muitos outros exemplos que se pode citar o que é mais considerado pela escola é motivar e manter o interesse na unidade curricular (HODSON, 1998).

A experimentação estimula o enriquecimento sobre a natureza da Ciência, é a partir da experimentação que se chega à teoria que explica o fenômeno. A atividade experimental tem o poder de extrair a teoria a partir da observação. A experimentação pode ser seguida de um diálogo anterior em sala de aula, para favorecer a explicitação e a contextualização do conteúdo levando considerações da importância de transcender e apontar relações sociais, culturais, econômicas e políticas. Considerações tais que contribuem para construção do conhecimento científico e o processo de questionamento (GALIAZZI e GONÇALVES, 2004).

Seguindo Guimarães (2009), a experimentação no Ensino de Ciências como um todo, pode ser usada para criar problemas reais e conectar conhecimentos prévios permitindo a contextualização dos conteúdos. Fazendo com que o educando tenha possibilidade de responder aos próprios questionamentos feitos durante a interação dentro do determinado contexto que está sendo trabalhado. O conhecimento científico não é atóxico, necessitando de um direcionamento aos questionamentos evidenciados na prática experimental. Devemos levar em consideração que o Ensino de Ciência na escola é totalmente diferente do fazer Ciência no campo científico. O uso do laboratório estimula a curiosidade dos alunos, porém o laboratório sozinho não faz isso, para isso os alunos devem ser desafiados cognitivamente com certos questionamentos pertinentes dentro do conteúdo abordado.

A experimentação possibilita a compreensão de conteúdos a partir de suas implicações macroscópicas por meio de análises qualitativas dos fenômenos químicos observados. Permite conhecer a aplicação dos conceitos químicos na sociedade. Muitos professores não utilizam a experimentação com frequência por não terem desenvolvido as habilidades e rotinas de laboratório durante o período de graduação, fazendo com que a formação do professor fique defasada, não qualificando adequadamente os licenciados. Isso demonstra uma importância das unidades curriculares experimentais que levem o graduando a compreender as propriedades da Química e a influência nas explicações do mundo macroscópico (MACHADO e MOL, 2008).

Em unidades curriculares experimentais de cursos técnicos e de graduação em Química e áreas afins, comumente são empregadas práticas que envolvem técnicas de extração de algumas substâncias presentes em extratos vegetais pode ser uma ótima opção envolvendo produtos naturais e técnicas de extração e isolamento. A cafeína é um dos exemplos mais comuns tanto pela facilidade de extração e isolamento quanto pelo sentido econômico. Um experimento que envolve um produto já inserido no cotidiano pode servir de motivação para a aprendizagem e interesse dos alunos (BRENELLI, 2003).

A sequência didática tem a necessidade de se trabalhar temas que possibilitem ao educando a ver a relação entre o conteúdo abordado e a vivência cotidiana. A experimentação auxilia a compreensão de conceitos sobre interações que ocorrem entre as moléculas. Desse modo é importante existir um material de apoio que traga conceitos básicos sobre o assunto. Para que o aluno possa entender conceitos básicos sobre essas interações deve se ter obtido um conhecimento prévio do conteúdo de interações intermoleculares para que o aluno consiga observar a interação entre os fenômenos físico-químicos que antes eram incompreendido pelo mesmo (PERREIRA; PIRES, 2012).

Apesar de se considerar as atividades experimentais como instrumento de aprendizagem em ciências, muitos dos que as aplicam desconhecem possíveis contribuições e abordagens para o ensino de ciências, e tem visões equivocadas sobre suas finalidades educacionais (OLIVEIRA, 2010).

Apesar da pesquisa sobre essa temática revelar diferentes tendências e modalidades para o uso da experimentação, essa diversidade, ainda pouco analisada e discutida, não se explicita nos materiais de apoio aos professores. Ao contrário do desejável, a maioria dos manuais de apoio ou livros didáticos disponíveis para auxílio do trabalho dos professores consiste ainda de orientações do tipo “livro de receitas”, associadas fortemente a uma abordagem tradicional de ensino. (ARAÚJO; ABIB, 2003, p.177)

Desta forma devemos responder aos questionamentos sobre as atividades experimentais que vem sendo aplicadas corriqueiramente. Questões que são levantadas e devem ser respondidas e modificadas. A primeira questão se enquadra em que competências e habilidades podem ser desenvolvidas pelos alunos ao realizarem as atividades experimentais? Atividades experimentais podem ser aplicadas com muitas finalidades, com diferentes abordagens. Todas as modalidades de atividades experimentais assim como as demonstrativas, de verificação e investigativa podem ser utilizadas pelo professor. O importante é que suas diferenças sejam bem compreendidas (OLIVEIRA, 2010).

6.3 Produtos naturais como tema gerador

O tema gerador tem o objetivo de trazer um conteúdo específico através de um mais abrangente, esse tema deve abordar conteúdos pertinentes ao cotidiano dos alunos a conceitos químicos envolvidos. O tema gerador como o nome já diz deve abranger outros temas que possam envolver outras unidades curriculares e gerar um conhecimento específico a partir de um geral. A utilização do tema gerador para introduzir conteúdos se mostra um ótimo caminho para relacionar os conceitos aprendidos em Química (SANTOS & SCHNETZLER, 2002).

Nesse mesmo enredo a temática em questão tem a ver com a sociedade como um todo, pois engloba conhecimentos populares, milenares e científicos. O estudo da Química de produtos naturais recebe uma característica multidisciplinar pelo conhecimento da farmacognosia que segundo a definição da sociedade brasileira de farmacognosia é o ramo mais antigo das Ciências farmacêuticas tendo como o principal alvo o estudo dos princípios ativos de produtos naturais, sendo animais ou vegetais. A partir de 1815 foi introduzido o termo farmacognosia, que deriva do grego *pharmakon* (fármaco) e *gnosis* (conhecimento). Em uma definição mais ampla do termo é a aplicação simultânea de várias unidades curriculares científicas com o objetivo de conhecer fármacos naturais sob todos os aspectos. É a Ciência multidisciplinar que contempla o estudo das propriedades Físicas, Químicas, Bioquímicas e Biológicas dos fármacos potenciais de origem natural (SIMÕES. et al, 1999).

A temática emprega abordagem de temas cotidianos, mostrando ser muito importante durante o período de ensino-aprendizagem dos alunos. Visto que muitas pessoas já fazem o uso de produtos naturais, tanto *in natura* quanto padronizado e vendido na farmácia, a temática possibilita abordar a Química envolvida nos medicamentos fitoterápicos, tomando

como base seus princípios ativos, destacando suas propriedades Físicas e Químicas através de técnicas de extração e purificação dos compostos orgânicos. Em aulas temáticas e práticas de laboratório que envolvam o tema Química de produtos naturais (Fitoquímica). Proporcionando uma aprendizagem mais enriquecedora envolvendo o Ensino de Química Orgânica (JUNIOR; PINTO; MACIEL, 2005).

Um tema gerador sobre plantas medicinais, propiciam a valorização dos saberes tradicionais, investigação de grupos funcionais presentes em seus constituintes, relações entre as propriedades físicas, químicas e farmacológicas. (LOYOLA E SILVA, 2017).

Em consideração a importância do Ensino de Ciência para uma participação ativa da sociedade, a oficina temática tem o objetivo de tratar os conhecimentos de forma contextualizada e envolver os alunos no processo de construção do conhecimento. As temáticas podem se basear em atividades teóricas e práticas de um determinado tema, no caso produtos derivados de origem natural, podendo ser explorados conhecimentos químicos estreitando a relação com as aplicações cotidianas. As temáticas podem ser feitas por meio de ferramentas adequadas ou de improvisações pensadas conscientemente. Precisa de um tema gerador, tema tal que deve permitir o estudo da realidade, sendo importante que o aluno reconheça a importância da temática para si e para sociedade que ele está inserido. Na seleção do tema deve se ter em mente assuntos que sejam de interesse social e que já estejam inseridos na sociedade, temas pertinentes e às vezes até intrigantes a compreensão do funcionamento químico. Deve se selecionar experimentos que permitam explorações conceituais, de fácil aplicação, reagentes de fácil acesso e baixa toxicidade (MARCONDES, 2008).

6.4 Uso de apostilas no Ensino de Química

Os alunos na atualidade possuem meios de conhecimento que vão além da pesquisa em livros, como sites aplicativos, tutoriais e etc. No entanto o material didático exposto pelo professor é um dos principais e algumas vezes o único recurso utilizado pelos alunos, e no final acaba sendo a principal fonte de pesquisa e estudos consultadas por eles. As apostilas geralmente trazem conteúdo técnico sem demonstrar algo útil para o dia a dia (MOTA, 2015).

Um experimento sozinho não garante a aprendizagem do aluno, ele não é o suficiente para desenvolver as explicações para os resultados experimentais encontrados. Por isso se faz necessário o acompanhamento constante do professor que deve dar embasamento teórico para

que o aluno possa entender e aprender o conceito abordado no experimento. O material de apoio destinado ao experimento auxilia nessa compreensão (BIZZO, 2002).

Relatos sobre o uso de apostilas indicam que elas se mostram muito superficiais e que os conteúdos presentes nas apostilas não são suficientes para o aluno entender o assunto. Muitas das vezes se trabalhar com apostilas de forma fechada pode impossibilitar a ampliação do conhecimento (MAIA; VILLANI, 2016).

Em uma comparação entre livros didáticos e apostilas, observamos que a maior diferença é entre a profundidade e superficialidade dos conteúdos. Isso devido ao livro ser usado como material de consulta durante um longo período de tempo e que pode ser usado como meio de aprendizagem específica de um determinado conteúdo, a apostila deve ser consumida em um período de tempo muito menor em um ou dois meses no máximo, pois é utilizada para trazer os conceitos básicos para o entendimento mínimo do conteúdo abordado. Por isso a apostila traz conhecimentos mais superficiais, por necessitar de uma absorção rápida de conteúdos, não importando a reflexão sobre o assunto. A apostila organiza a aprendizagem de forma centralizada na aquisição dos conhecimentos (CÂMARA, 2012).

6.5 Produtos naturais

A Química de produtos naturais é uma ciência que pode ser considerada ancestral, a preparação de alimentos, produção de corantes, medicamentos e estimulantes são exemplos de atividades tão antigas como a humanidade. No século XVIII os químicos deram o salto para fora do mundo dos mitos e entrada para ciência moderna. As propriedades dos extratos obtidos de produtos naturais despertaram a curiosidade entre os cientistas. Eles começaram a separar, purificar e fazer análises dos compostos produzidos por células vivas. Os métodos de separação vieram para estimular o desenvolvimento das técnicas de refino com as que temos nos dias de hoje (TORSSELL, 1983)

Os produtos naturais tem sido o pilar da medicina tradicional, nas regiões mais remotas do mundo desde a antiguidade até hoje em dia, e seu uso terapêutico já é conhecido a milênios antes de cristo. Hipócrates (460-377 a.C), descreveu aproximadamente 400 espécies diferentes de insumos naturais provenientes de plantas e animais usados para fins medicinais. Ao longo dos anos elas assumiram papel fundamental na civilização moderna como fonte natural de quimioterápicos, pois há uma busca muito grande por drogas alternativas (DOUGHARI, 2012).

De acordo com a organização mundial da saúde planta medicinal é qualquer planta que em um ou mais de seus órgãos (folhas, raízes, rizomas, galhos, cascas, flores, frutas e sementes) contenha substâncias que possam ser utilizadas no controle e tratamento de doenças, ou seja, para fins terapêuticos, e que também podem ser precursores para síntese e semi-síntese de produtos farmacêuticos (DOUGHARI, 2012).

O termo produto natural refere-se a metabólitos ou substâncias provenientes de origem natural podendo ser de origem animal, vegetal, bacteriana e fúngica. Esses compostos são produtos dos metabolismos secundários das plantas e não são essenciais para o organismo que os produz. Já os metabólitos primários são essenciais para a vida do organismo. Entre os metabólitos primários estão carboidratos, lipídeos, aminoácidos, nucleotídeos e etc (MANN, 1995).

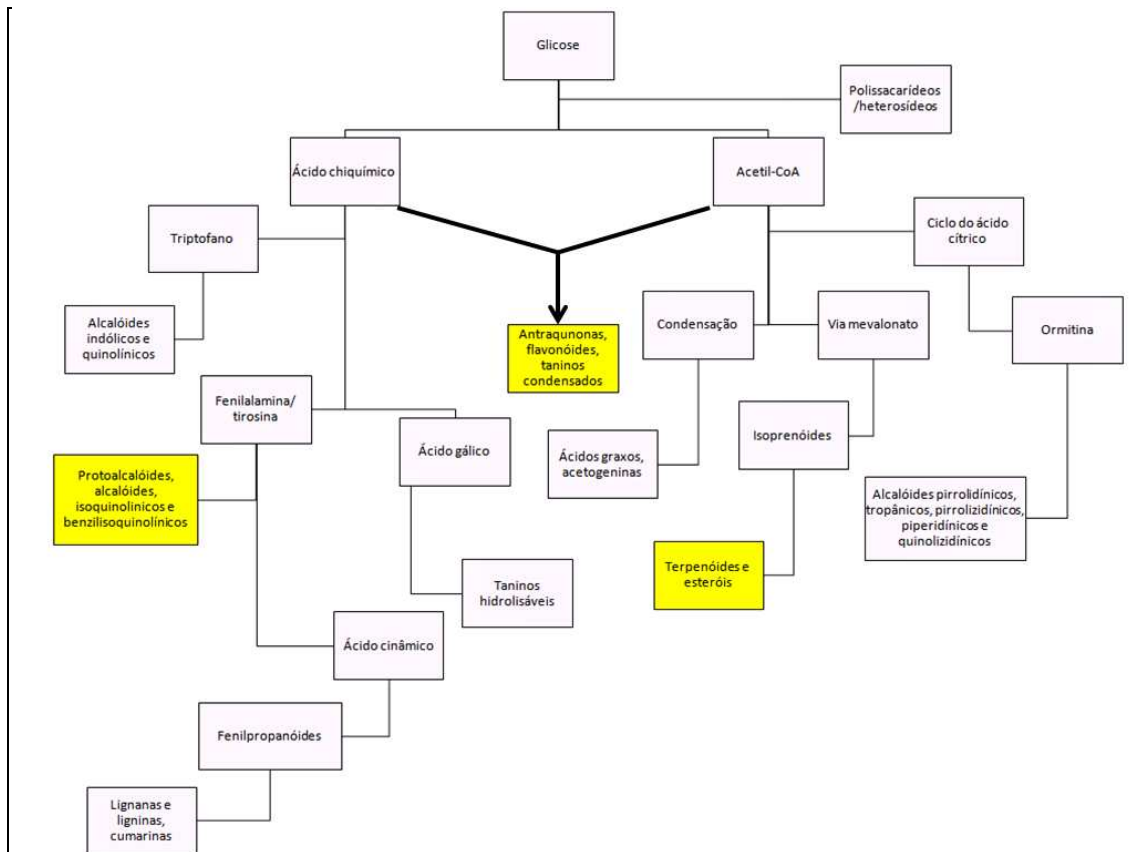
6.5.1 Metabólitos secundários

Os metabólitos secundários são compostos orgânicos que não estão envolvidos no crescimento do organismo, mas que participam executando funções secundárias, embora a falta deles não interfiram imediatamente em seu metabolismo, a longo prazo interferem em fatores como a defesa contra insetos, fungos, bactérias, vírus, radiação e etc. Os metabólitos secundários são classificados por suas rotas de biossíntese. Esses metabólitos secundários são divididos em três classes principais: terpenoides, fenólicos, e compostos nitrogenados (alcaloides). Essas três classes anteriormente citadas são divididas em outras subclasses relacionadas a cada uma das três classes principais. Estes compostos têm diferentes funções orgânicas, estruturas bem diversificadas e atividades biológicas relacionadas a classe ou não (AGOSTINI-COSTA, 2012).

Metabólitos secundários são oriundos de rotas biossintéticas ou ciclo biossintético,

Figura 1.

Figura 1: Diagrama do ciclo biossintético dos metabólitos secundários.



Fonte: adaptado de SIMÕES, et al, 2004, p. 411.

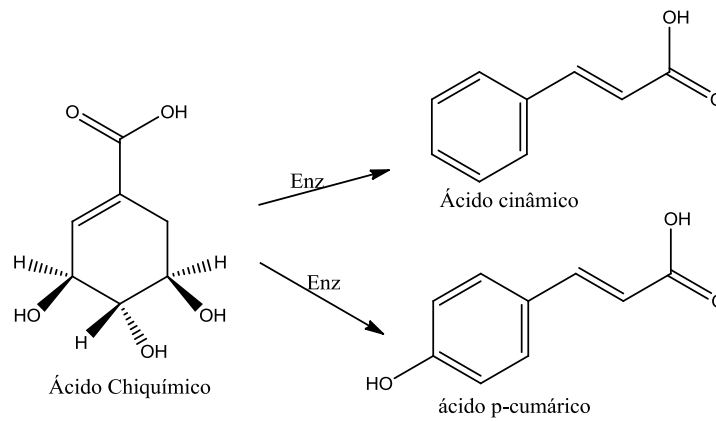
Neste trabalho só serão abordados os metabólitos secundários de interesse que são os terpenoides, fenilpropanoides, flavonoides e alcaloides.

6.5.2 Classificação dos metabólitos secundários

Os metabólitos secundários são divididos em classes, que tem origem biossintética, como explicitado no tópico anterior. Algumas das classes são caracterizadas por sua rota sintética e por sua estrutura química básica, que contém núcleos comuns. Podem ser citados como metabólitos mais comuns os grandes grupos de compostos que incluem os terpenos, compostos fenólicos e alcaloides. Estes são subdivididos em outras classes em grupos mais específicos que serão citados a seguir (AGOSTINI-COSTA, 2012).

A maioria dos óleos essenciais é composta basicamente por fenilpropanoides e terpenoides, os fenilpropanoides são formados a partir do ácido chiquímico que forma a unidade básica dos ácidos cinâmico e p-cumárico, **Figura 2**. Por meio de reações de oxidação, redução e ciclização enzimática, são convertidos aos mais diversos compostos (SIMÕES, et al, 2004).

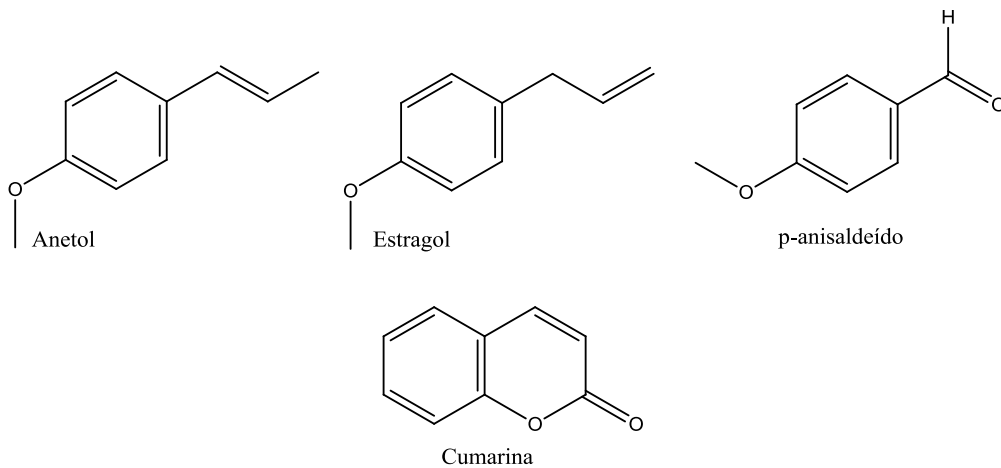
Figura 2: Ácido chiquímico dando origem aos ácidos cinâmico e p-cumárico através de reações enzimáticas.



Fonte: adaptado de SIMÕES. et al, 2004.

No óleo essencial de erva doce podemos encontrar anetol, estragol e p-anisaldeído como exemplos de fenilpropanoides. Nas reações de redução enzimáticas são produzidos o anetol e estragol, e nas reações de oxidação o p-anisaldeído é produzido. Nas reações de ciclização enzimática do ácido cinâmico são produzidas as cumarinas, **Figura 3** (SIMÕES. et al, 2004).

Figura 3: anetol, estragol, p-anisaldeído e cumarina.



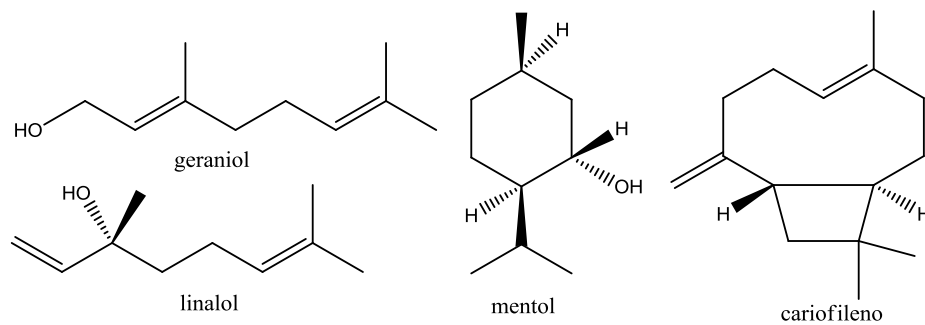
Fonte: Arquivo pessoal

Terpenoides: são a maior e a mais diversificada família de produtos naturais, variando entre estruturas de forma linear a moléculas policíclicas. Essas moléculas são formadas pela unidade fundamental de isopreno, que dá origem aos terpenoides. Um exemplo bem comum que pode ser dados é a borracha natural que compreende a milhares de unidades fundamentais, moléculas que dão sabor e aroma como mentol, linalol e geraniol, são exemplos de monoterpenos que são formados por duas unidades isoprênicas (monoterpenos,

dez carbonos). Sesquiterpenos são formados por três unidades isoprênicas (quinze carbonos), cariofileno é um exemplo, esses que geralmente são voláteis, **Figura 4**. Diterpenos que contém 4 unidades isoprênicas (vinte carbonos), triterpenos com 6 unidades isoprênicas (trinta carbonos) e assim por diante, **Tabela 1** (AGOSTINI-COSTA, 2012).

Os triterpenoides são a base fundamental dos esteroides que compartilham semelhança com núcleos esteroidais de hormônios (SIMÕES. et al,2004).

Figura 4: Estrutura Química de alguns mono e sesquiterpenos.



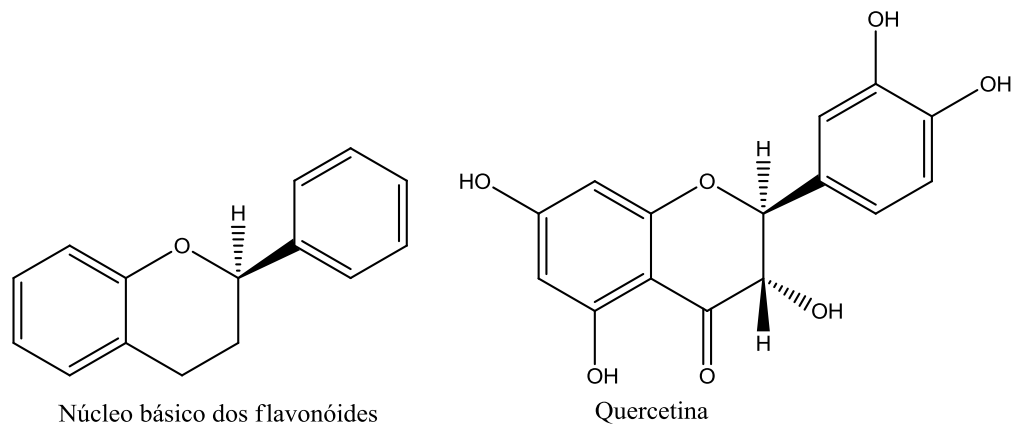
Fonte: Arquivo pessoal

Tabela 1: Relação de unidades isoprênicas, número de carbonos e classificação dos terpenoides. Fonte: adaptada de (SIMÕES. et al,2004).

| N° de unidades | Número de átomos de carbono | Classificação |
|----------------|-----------------------------|-------------------|
| 1 | 5 | Isopreno |
| 2 | 10 | Monoterpenoides |
| 3 | 15 | Sesquiterpenoides |
| 4 | 20 | Diterpenoides |
| 5 | 25 | Sesterpenos |
| 6 | 30 | Triterpenoides |
| 8 | 40 | Tetraterpenoides |
| n | n | Polisoprenoides |

Os flavonoides constituem um grupo de pigmentos vegetais de ampla distribuição na natureza. Sua presença está relacionada com funções de defesa como proteção ao excesso de raios ultravioleta, ações antifúngicas e bactericidas. Seu esqueleto básico é constituído por dois anéis aromáticos conectados por uma ponte de 3 carbonos, **Figura 5** (SIMÕES. et al, 2004).

Figura 5: Estrutura básica dos flavonoides e quercetina.



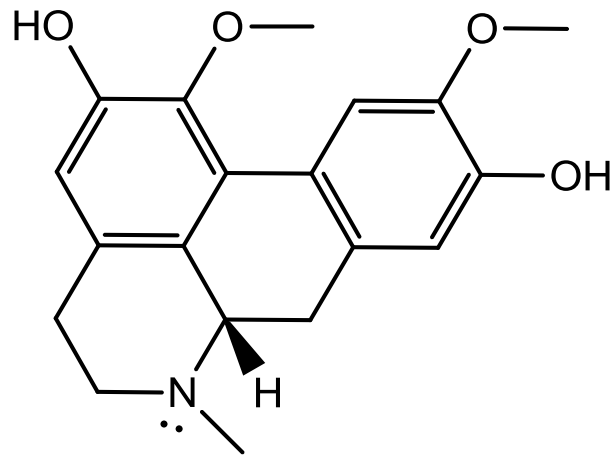
Fonte: adaptado de (MATSUBARA, 2006)

São metabólitos secundários de plantas e podem ser subdivididos em seis classes: flavonas, flavanonas, isoflavonas, flavonóis, flavanóis e antocianinas. O que diferencia os flavonóis dos demais flavonóides é a presença do grupo hidroxila e do grupo carbonílico em diferentes posições no anel. Os flavonóis ocorrem em alimentos geralmente como O-glicosídeos, com mono, di ou trissacarídeos. Os glicosídeos mais encontrados são glicose, galactose, ramnose e frutose (MATSUBARA, 2006).

Alcaloides são compostos nitrogenados originalmente ativos, encontrados em vegetais que fazem parte das angiospermas. Em sua grande maioria tem um caráter alcalino, mas que possuem algumas exceções. A definição de Pelletier (1988) diz que “um alcaloide seria uma substância orgânica de origem natural, cíclica, contendo um nitrogênio em um estado de oxidação negativo e cuja distribuição é limitada entre os organismos vivos”. Por apresentar caráter básico pode formar um sal a partir da adição de um ácido inorgânico, e ser obtido através de uma extração ácido-base (SIMÕES, 2004).

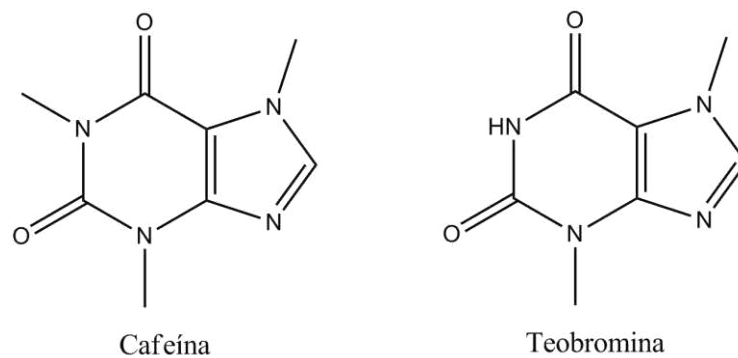
São divididos em diversas classes, mas só vamos considerar os derivados da L-tirosina os aporfínicos, pois a boldina se enquadra nessa classificação, e os derivados das purinas, as xantinas, pois a cafeína está enquadrada nessa classificação, **Figuras 6** mostra a estrutura química da boldina e a **Figura 7** a estrutura química da cafeína e teobromina. (SIMÕES. et al, 2004).

Figura 6: Estrutura química da boldina.



Fonte: arquivo pessoal

Figura 7: Estrutura química da cafeína e teobromina.



Fonte: Arquivo pessoal.

6.5.3 Fatores que afetam a produção de metabólitos secundários

As plantas por serem seres biológicos que possuem metabolismo e dependem de fatores externos para realizar tal atividade, são sujeitas a esses fatores, tais que podem influenciar na sua produção metabólica. Apesar de existir a existência do fator genético que determina o tipo de metabólito que será produzido pelo organismo, a produção de seus metabólitos secundários sofre modificações resultantes das interações de processos bioquímicos, fisiológicos, ecológicos e outros. O metabolismo secundário é uma resposta entre a interação entre as plantas e o ambiente circundante sendo sua produção dependente de fatores externos como, índice pluviométrico, temperatura, altitude, radiação ultravioleta, ataque de pragas, sazonalidade, ritmo circadiano e estágio de desenvolvimento da planta, poluição atmosférica, nutrientes presentes no solo e etc...

A época de coleta da planta é um dos fatores de maior influência na produção de metabólitos secundários, pois os vegetais não produzem a mesma quantidade de substâncias o ano inteiro pode se perceber isso em comparação com a época de colheita de frutos. As variações sazonais modificam praticamente todas as classes de metabólitos. Há diversos exemplos que se pode citar sobre essas modificações como: no *Ginkgo biloba*, que é comumente usado para o tratamento de varizes e problemas circulatórios, que tem seus princípios ativos modificados; O *Panax ginseng*, apresenta grande aumento de seu princípio ativo ginsenosídeo no verão; A *Valeriana officinalis*, que é comumente utilizada como sedativo moderado, tem o teor de seus princípios ativos modificados de acordo com a época do ano. Pode se citar inúmeros exemplos dessas modificações dos princípios ativos apenas com relação a época do ano. Não podendo esquecer todas as outras citadas anteriormente (GLOBBO-NETO e LOPES, 2006).

6.6 Produtos naturais como base para medicamentos

O profundo conhecimento sobre as plantas e de que forma foram identificadas pelos povos primitivos e indígenas foi considerado fator fundamental para o descobrimento de substâncias tóxicas e medicamentosas ao longo do tempo. Despertando o interesse científico pelo arsenal químico da natureza. Ao longo das pesquisas pode se relacionar os efeitos e interações entre a estrutura Química de um determinado composto e suas propriedades biológicas, fornecendo assim informações valiosas de muitos modelos moleculares que fundamentaram os estudos sobre estrutura Química e atividade biológica, inspirando assim o desenvolvimento da Síntese Orgânica baseada nessas estruturas de produtos naturais (VIEGAS JR; BOLZANI; BARREIRO, 2006).

Uma pesquisa feita em países que utilizam como fármacos compostos puros derivados de plantas, indicou que de 122 compostos identificados 80% deles eram de 94 espécies de plantas. Alguns exemplos relevantes são o Khellin que veio da *Ammi visnaga* (L), levou ao desenvolvimento de Cromolyn (na forma de cromoglicato de sódio) como bronco dilatador; galegina, da *Galega officinalis*, que foi modelo para síntese da metomorfina e outros tipos de bisnaguanidina que são drogas antidiabéticas; a papaverina de origem da *Papaver somniferum* conhecida como papoula, que formou a base para o verapamil que é usado no tratamento para hipertensão, e também conhecida como a fonte dos analgésicos morfina e codeína. Nessa mesma linha de pensamento podemos citar a descoberta dos antimalariais como a Quinina e artemisinina. O medicamento antimalarial quinina extraído e

isolado da casca da árvore das espécies da Cinchona (*Cinchona officinalis* L), como uma alternativa economicamente viável. Essa substância já era usada como medicamento pelos indígenas contra as febres, e foi relatado em 1820 pelos farmacêuticos Franceses, Caventeu e Pelletier. Justamente a Quinina foi a base farmacêutica para a síntese da cloroquina que é usada comumente para o tratamento da malária (CRAGG, 2013).

Produtos naturais são fontes de uma infinidade de substâncias isoladas biologicamente ativas, além das que foram citadas anteriormente que além de serem usadas, também foram base estrutural para novos medicamentos sintéticos. Pode se citar inúmeras substâncias como os glicosídeos cardiotônicos como digitoxina e digoxina, que são usados para insuficiência cardíaca e que foram obtidos *Digitalis Purpurea* L, e *Digitalis Lanata* Ehr. Alguns que tem ação antitumoral como alcaloides extraídos da espécie vegetal *Catharanthus roseus* G. Don (Apocynacea), que são usados também no tratamento de leucemia assim como os taxóides extraídos das espécies *Taxus brevifolia* Nutt. (Taxaceae) (teixo do pacífico) e *Taxus baccata* L. para cânceres ginecológicos (FOGLIO, 2006).

6.7 Introdução à análise Fitoquímica

A análise fitoquímica tem o objetivo de avaliar e conhecer a constituição química das espécies vegetais, principalmente para a procura de moléculas biologicamente ativas ou que possam servir como estrutura de partida para síntese de novos fármacos. Essa análise pode ser de caráter preliminar para identificar grupos de moléculas de algumas classes de metabólitos. A análise fitoquímica deve seguir um padrão desde a coleta do material vegetal, até as etapas de isolamento, e elucidação da estrutura química. Passaremos brevemente por cada uma dessas etapas a seguir (SIMÕES. et al, 2004).

6.7.1 Coleta e preparação do material vegetal

É a primeira etapa da investigação fitoquímica, o material vegetal deve ser identificado por um profissional que possa efetuar a classificação e identificação botânica da espécie vegetal. Deve ser feita uma separação de cada órgão da planta como: Folhas, caule, frutos, flores, raízes e etc. Observando se há alguma anomalia como indícios de ataque de insetos, parasitas, doenças ou corpos estranhos, até mesmo partes de outras plantas.

Deve ser preenchida uma ficha como no exemplo abaixo para identificação da matéria prima vegetal. Todos os dados da ficha são extremamente importantes, já que como visto em fatores que influenciam na produção de metabólitos secundários, podemos observar

que todas as exigências da ficha de informações devem ser preenchidas para possíveis modificações nas proporções dos metabólitos secundários ou até mesmo na produção do mesmo.

Por isso, a etapa de coleta, preparo e armazenamento se faz de suma importância para o avanço da investigação fitoquímica. Em determinadas espécies vegetais e os tipos de metabólitos de interesse a matéria prima ainda fresca se torna indispensável, como a obtenção de óleo essencial que por ser muito volátil pode evaporar e ter sua concentração diminuída com a secagem, mesmo que uma parte fique presa dentro da membrana celular do vegetal. O material vegetal seco é empregado por ser mais estável, pois o metabolismo ocorre em meio aquoso, sem água o metabolismo vegetal é interrompido, evitando a produção de subprodutos do metabolismo após a coleta. A secagem impede as reações de hidrólise e crescimento microbiano. A operação é feita pela exposição do material vegetal a temperaturas inferiores a 60°C por um longo tempo, às vezes em torno de 7 dias. É importante dividir bem o material para que sua superfície de evaporação seja aumentada.

A radiação solar pode alterar a composição química do material, por isso deve ser seco ao abrigo de luz solar, como também de insetos e em local bem seco livre de contaminação por fungos.

Após a secagem o material pode ser moído, com a finalidade de reduzir o tamanho das partículas para aumentar a área de contato com o líquido extrator, tornando a etapa de extração mais efetiva.

O material vegetal deve conter uma ficha de informações agronômicas, afim de identificar de onde veio o material, espécie vegetal, mês de coleta, tipo de solo e outras informações relevantes para o estudo do material. Um exemplo de ficha de informações agronômicas, **Figura 8** (SIMÕES. et al, 2004).

Figura 8: Ficha de informações agronômicas.

| FIA | Nome da empresa Endereço: | Ficha N° |
|---|---------------------------|----------|
| Ficha de informações agronômicas | | |
| Nome do fornecedor: | CEP: | |
| Endereço: | Tel: | |
| Município/Estado: | Inscrição no IBAMA: | |
| Nome do destinatário: | | |
| Endereço: | CEP: | |
| Município/Estado: | Tel: | |
| Nome Científico: | N° da Exsicara*: | |
| Nome popular: | | |
| Botânico que identificou: | | |
| Origem do material: Silvestre/Cultivado | | |
| Nome do coletor: | | |
| Data da coleta: | | |
| Local de coleta: | | |
| Parte da planta colhida: | | |
| Fase de desenvolvimento da planta: | | |
| Tipo de solo: | | |
| Tratamento especial: | | |
| Condições do tempo durante a coleta: | | |
| Método de secagem: | Temperatura de secagem: | |
| Observações e informações complementares: | | |
| Nome do informante: | | |
| Data: __/__/__ | _____ | |
| | Assinatura do informante | |

Fonte: (SIMÕES. et al, 2004).

6.7.2 Extração

Uma extração pode ser dita como uma operação que promove a migração de uma ou mais substâncias contidas em uma fase, para outra fase. A extração é promovida entre duas fases, uma com a substância a ser extraída e uma outra fase com a substância que será o extrator. Pode se ter uma extração líquido-líquido (ambas as fases encontram se em estado líquido), sólido-líquido (uma das fases se encontra em estado sólido e a outra líquido, assim como o a amostra líquida pode ser extraída por um sólido (COSTA NETO, 2004).

Ao se iniciar a extração esse processo devemos levar em conta diversos fatores que influenciam diretamente na extração. Sabendo que as substâncias presentes na matéria prima vegetal estão dentro de suas estruturas celulares a extração deve ser eficiente para fazer com que essas substâncias sejam extraídas de seu interior. A estrutura dos órgãos dos vegetais são bastante heterogêneas. As raízes e caules tem o tecido geralmente bastante compactados

(xilema), as folhas apresentam tecidos mais delicados. O poder de penetração do solvente, a consistência do tecido que forma o material vegetal, quanto maior a rigidez do tecido maior deve ser sua granulometria (menor o tamanho das partículas), afim de aumentar a superfície de contato entre o solvente o material vegetal a ser extraído seus metabólitos (SIMÕES. et al, 2004).

O solvente extrator deve ser o mais seletivo possível, a fim de se obter extratos enriquecidos com determinadas substâncias ou classes de substâncias alvo. Essa seletividade depende muito de algumas características Físico Químicas como, polaridade, solubilidade e pKa da substancia alvo, de certa forma tudo isso pode ser avaliado para se obter um método de extração mais eficiente possível em relação a uma determinada classe de substâncias ou até mesmo uma substância específica (SIMÕES. et al, 2004).

Em uma análise fitoquímica, quando embarcamos em uma espécie desconhecida, que não sabemos ao certo que tipo de substâncias vamos encontrar, é costumeiro segui um padrão de extração por solventes, partindo do mais apolar, para o mais polar. Fazendo sucessivas extrações obtendo se assim uma extração fracionada em que essas frações possuem ordem de polaridade crescente (SIMÕES. et al, 2004).

No processo de extração são dependentes de fenômenos de difusão, de modo que a renovação do solvente em contado com o material vegetal desempenha um papel importante na velocidade e na eficiência da extração, a agitação faz com que esse tempo de extração seja diminuído. Assim como o aumento da temperatura faz com que a solubilidade das substâncias no solvente extrator seja aumentada, deve se tomar cuidado com as substâncias sensíveis ao calor, podem ser modificadas quimicamente pela ação do calor. A grande maioria dos metabólitos secundários apresentam solubilidade em misturas etanólicas ou metanólicas a 80%. Na escolha do solvente extrativo, além de levar em consideração a eficiência do processo extrativo, podendo ou não usar agitação e calor (SIMÕES. et al, 2004).

Pode se fazer também extração em meio aquoso mediante a variação de pH do líquido extrator. Em um exemplo clássico de extração por variação de pH é a extração de alcaloides, que tem caráter básico e são protonados em seu nitrogênio como uma base de Lewis e se tornam solúveis em água através de seu sal formado em meio ácido (SIMÕES. et al, 2004).

Tipos de substâncias são preferencialmente extraídas em alguns solventes específicos. Como por exemplo:

Éter de petróleo e hexano são usados para extrair lipídios, ceras, pigmentos e furano cumarinas; Tolueno, diclorometano e clorofórmio são bastante usados para extrair bases livres de alcaloides, antraquinonas livres, óleos voláteis e glicosídeos cardiotônicos; Acetato de etila e n-butanol para extrair flavonoides e cumarinas simples; Metanol e etanol pra heterosídeos em geral; Misturas hidroalcolícas de água extraem saponinas e taninos; Água acidificada extrai com muita eficiência alcaloides; Água alcalinizada extrai também as saponinas. Devem ser considerados fatores como toxicidade do solvente, riscos de manuseio, estabilidade das substâncias extraídas com o solvente, disponibilidade e custos relativos a ele (SIMÕES. et al, 2004).

6.7.3 Métodos de extração

6.7.3.1 Extração a frio (maceração)

É a extração da matéria prima vegetal realizada em um sistema fechado e a temperatura ambiente, para que ocorra a extração é necessário um período prolongado em contato com o solvente extrator, pode ser por horas ou até mesmo dias, podendo ser usada agitação ou não, sem renovação do líquido extrator (processo estático). Ela não leva ao esgotamento do material vegetal, devido a saturação do líquido extrator ou o estabelecimento do equilíbrio de difusão entre as células vegetais e o meio extrativo. Algumas variações do método fazem com que ele seja mais eficiente. Desses temos os sistemas de digestão, maceração dinâmica, remaceração, percolação e turbolização (BARBOSA. et al, 2001; SIMÕES. et al, 2004).

Digestão: consiste na maceração, realizada em sistema aquecido a 40 – 60°C; Maceração dinâmica: maceração feita sob agitação mecânica constante; Remaceração: quando a operação é repetida utilizando o mesmo material vegetal, renovando-se apenas o líquido extrator. Essa técnica é bastante empregada pelo fato de ser simples e com custos reduzidos. As drogas vegetais mais indicadas para serem extraídas por maceração são aquelas ricas em substâncias ativas que não estão vinculadas a estrutura celular, como gomas e resinas. Os líquidos extratores mais usados são etanol, metanol e misturas hidroalcolícas de no mínimo 80% de álcool, por causa da proliferação microbiana. Solventes voláteis não são muito

utilizados, mas seu uso não é restrito, dependendo das condições de extração (SIMÕES. et al, 2004).

6.7.3.2 Percolação

A percolação, diferente da maceração é um tipo de extração dinâmica, se faz pelo arraste do princípio ativo pela passagem contínua do líquido extrator, levando ao esgotamento da planta através do gotejamento do extrato de forma lenta. Permite obter frações de extrato concentrado, percolação fracionada com gradiente de polaridade permite uma melhor extração, esta consiste em, trocar o tipo de solvente utilizado gradativamente. Ela é indicada para processos extrativos de substâncias farmacologicamente muito ativas, presentes em pequenas quantidades. A fração de percolado de cada extração vai diminuindo sua concentração (SIMÕES. et al, 2004).

6.7.3.3 Turbo-extração

Nessa técnica, a extração ocorre concomitantemente com a redução do tamanho da partícula, resultado da aplicação de elevadas forças de cisalhamento em rotações de 5000 a 20000 rpm. A redução drástica do tamanho de partícula e o conseqüente rompimento das células favorece a rápida dissolução das substâncias, resultando em tempos de extração da ordem de minutos e o quase esgotamento da droga. Apesar de ser uma técnica rápida tem suas limitações, por liberar muito calor não pode ser utilizado solventes voláteis, e a temperatura deve ser controlada constantemente, não pode ser empregado em materiais de elevada dureza ou muito fibrosos como caules, raízes, rizomas ou lenhos. . Em laboratório pequenos pode ser empregado o uso de um liquidificador (SIMÕES. et al, 2004).

6.7.3.4 Extrações a quente em sistemas abertos

Infusão: Na infusão a extração dos constituintes do vegetal acontece pelo contato do material vegetal durante um período de tempo em água fervente. É aplicada para partes moles do vegetal. Que pode ser cortada ou triturada de maneira a reduzir o tamanho de partícula do vegetal, afim de aumentar a superfície de contato entre o material o líquido extrator (água). Decocção: é parecido com o método anterior, se mantém o material em contato com a água em ebulição contínua durante todo o processo em um determinado período de tempo. O processo é restrito pois podem ocorrer modificação das substâncias por conta do período prolongado de tempo. É de costume se usar em materiais vegetais duros e de natureza lenhosa (BARBOSA. et al, 2001; SIMÕES. et al, 2004).

6.7.3.5 Extrações a quente em sistemas fechados

Arraste por vapor d'água normalmente é utilizado para a extração de óleos voláteis. Os óleos voláteis possuem pressões de vapor muitas vezes menores que as da água, sendo arrastadas pelo vapor d'água. Em pequena escala emprega-se o aparelho de Clevenger ou cabeça de Claysen. O óleo volátil obtido, após separar-se da água deve ser seco com Na_2SO_4 anidro. Esse procedimento embora clássico, pode levar à formação de derivados de degradação por meio da alta temperatura empregada no sistema. Preferencialmente, esse método é utilizado para extrair óleos voláteis de plantas (SIMÕES. et al, 2004).

Extração em aparelho de Soxhlet: É utilizada em sólidos utilizando solventes voláteis, sendo necessário o uso do aparelho de Soxhlet. Ele permite ciclos de operação de modo que o solvente é trocado a quente a cada descarga e devolvido ao balão. No processo o material vegetal entra em contato com o solvente renovado, e o processo possibilita uma extração de alta eficiência com quantidade reduzida de solvente. Sua desvantagem é o aquecimento prolongado dos extratos, podendo levar a degradação das substâncias e formação de artefatos (SIMÕES. et al, 2004).

A aparelhagem de Soxhlet é um processo de extração contínua que não exige a adição de volume de solvente, ele permanece praticamente constante e a amostra sólida pode ser extraído com quantidades excessivas de solvente, pois quase todo o volume é recuperado. Feita a quente na temperatura de ebulição do solvente utilizado (COSTA NETO, 2004).

6.7.4 Fracionamento de extratos vegetais

O fracionamento de um extrato vegetal seco ou em solução, de solvente que seja miscível no extrato. A maceração da matéria prima vegetal enquadra se em uma espécie de extração seletiva, quando iniciamos a extração por maceração com solventes de ordem crescentes de polaridade, como por exemplo: Macerar com hexano, esgotar o material, depois macerar com diclorometano e por fim com acetato de etila. Pode-se iniciar o fracionamento de um extrato vegetal através da partição por solventes orgânicos de polaridade crescente. Esse fracionamento por partição (método de extração líquido/líquido), resultará na separação provável dos principais metabólitos secundários de acordo com sua polaridade e coeficiente de partição entre os solventes (SIMÕES. et al, 2004).

Tabela 2: Afinidade de alguns solventes por substâncias de metabólitos secundários. Fonte: adaptada de Simões. et al, 2004. p. 232.

| Solvente | Substâncias preferencialmente extraídas |
|---------------------------------------|--|
| Éter de petróleo ou hexano | Lipídios, ceras, pigmentos e furanocumarinas |
| Tolueno, diclorometano ou clorofórmio | Bases livres de alcaloides, antraquinonas livres, óleos voláteis e glicosídeos cardiotônicos |
| Acetato de etila ou butanol | Flavonoides e cumarinas simples |
| Etanol ou metanol | Heterosídeos em geral |
| Misturas hidroalcoólicas ou água | Saponinas e taninos |
| Água acidificada | Alcaloides |
| Água alcalinizada | Saponinas |

A partição líquido-líquido pode ser feita uma partição ácido base ou apenas por dois solventes de polaridades diferentes e imiscíveis entre si. Se aplica pelo princípio da dissolução seletiva e distribuição entre as fases. A concentração de cada substância ou classe de substâncias em cada fase é diretamente relacionada com seu coeficiente de partição. Esse método é realizado em funil de separação (SIMÕES. et al, 2004).

6.7.4.1 Partição líquido-líquido

A partição líquido-líquido é regida por uma lei conhecida como lei de Nernst, que diz que, em um sistema de duas fases líquidas imiscíveis, que se adiciona um substrato, a razão dentre suas proporções em relação as concentrações do soluto nas duas fases é definida como um coeficiente que pode ser representada matematicamente a partir de dados experimentais são obtidos valores reais. Essa constante depende do soluto e dos solventes envolvidos e da temperatura do sistema, esse coeficiente é denominado coeficiente de partição (COSTA NETO, 2004).

Entendemos que a fórmula abaixo indica $C_{i,A}$ = concentração do composto **i** na fase **A**; $C_{i,B}$ = concentração do composto **i** na fase **B**; $K_{i,A/B}$ = constante de partição do componente **i** nas fases **A** e **B**. Se a fase **A** for considerada a fase aquosa e fase **B** como fase orgânica, quanto maior a concentração do substrato na fração **B** após a mistura, maior será o valor de $K_{i,B/A}$. Se a concentração é dada pela massa sobre volume temos que:

$$\frac{C_{i,B}}{C_{i,A}} = K_{i,B/A} \quad ; \quad \frac{C_{i,B}}{C_{i,A}} = \frac{\frac{m_{i,B}}{V_B}}{\frac{m_{i,A}}{V_A}} = K \quad (1)$$

A quantidade de substância presente após a mistura, fase orgânica **B** passa a ser $m_{B,1}$ e em **A** $m_{A,1}$ então $m_{B,1} + m_{A,1} = m_{A,0}$. Se toda a substância **i** está presente inicialmente na fase aquosa **A**, após a primeira parte da substância **i** passa para fase orgânica **B**. Se forem feitas extrações sucessivas com a adição de mais solvente **B** para extrair de **A**. então a equação fica como:

$$K = \frac{C_{i,B}}{C_{i,A}} = \frac{\frac{m_{B,1}}{V_B}}{\frac{m_{A,1}}{V_A}} = \frac{\frac{m_{A,0} - m_{A,1}}{V_B}}{\frac{m_{A,1}}{V_A}} = \frac{m_{A,0}V_A - m_{A,1}V_A}{m_{A,1}V_B} \quad (2)$$

Reorganizando temos:

$$Km_{A,1}V_B = m_{A,0}V_A - m_{A,1}V_A ; Km_{A,1}V_B + m_{A,1}V_A = m_{A,0}V_A \quad (3)$$

Colocando $m_{A,1}$ em evidência temos:

$$m_{A,1}(KV_B + V_A) = m_{A,0}V_A \text{ ou } \frac{m_{A,1}}{m_{A,0}} = \frac{V_B}{KV_B + V_A} \quad (4)$$

E a massa $m_{A,2} + m_{B,2} = m_{B,1}$, reescrevendo temos que para infinitas partições a massa **m** dissolvida em **B** é dada por $m_{B,n}$ e a fração residual em **A** é dada por f_n :

$$m_{B,n} = m_{A,0} \left(\frac{KV_B}{KV_B + V_A} \right)^n ; f_n = \left(\frac{KV_B}{KV_B + V_A} \right)^n \quad (5)$$

6.7.4.2 Cromatografia

6.7.4.2.1 *Fingerprint* (impressão digital)

Organismos biológicos como as plantas, possuem componentes específicos para cada uma delas, que na maioria das vezes são presentes em baixas concentrações, eles possuem grande importância para a qualidade, eficácia e segurança de um produto fitoterápico. Possuem efeitos terapêuticos baseados em relações sinérgicas e interações com inúmeros constituintes (TISTAERT, 2011).

Com o rápido crescimento da produção de medicamentos a base de plantas a organização mundial da saúde (OMS), tem se preocupado cada vez mais com a segurança e eficácia dos medicamentos que usam extratos vegetais. O controle de qualidade é muito importante, pois sua eficácia depende das concentrações de seus ingredientes ativos. Inúmeros fatores podem influenciar nas concentrações das substâncias ativas das plantas, como: clima, condições de cultivo, período de colheita, secagem, armazenamento e processo de extração.

Adulterações do produto podem colocar a saúde das pessoas em risco. Por isso são usadas técnicas de identificação cromatográficas para identificar e quantificar os constituintes do extrato vegetal (TISTAERT, 2011).

Os extratos usados para produzir medicamentos fitoterápicos podem conter até centenas de substâncias, algumas delas em pequenas proporções, mas que podem ser importantes para qualidade e eficácia do medicamento. A cromatografia combinada com a técnica de detecção adequada é uma ferramenta muito poderosa para separar os componentes do extrato e desenvolver um perfil característico, chamado *fingerprint* (impressão digital) (TISTAERT, 2011).

A *fingerprint* é como a identidade da planta, ela identifica substâncias que são ativas e suas concentrações no extrato. Cada planta tem sua impressão digital de constituição química, que pode ser identificada e quantificada (TISTAERT, 2011).

A cromatografia em camada fina (CCF) é usada para fazer uma avaliação rápida, podendo reconhecer o perfil químico, diferenciar adulterações e até diferentes espécies de plantas relacionadas. Apesar de ter suas limitações quanto a resolução e reprodutibilidade. Por ser uma técnica simples e barata, é largamente utilizada. Atualmente a cromatografia *fingerprint* é uma técnica geralmente aceita para assegurar o controle de qualidade de produtos de bases naturais (TISTAERT, 2011).

6.7.4.2.2 Fase estacionária

A sílica foi o material empregado nas primeiras separações cromatográficas, no início dos anos 60 eram empregados na cromatografia líquida pressurizada, partículas de sílica porosa de formato bastante irregular e tamanhos de partículas na faixa de 40-50 μ m, com ela realizando-se a cromatografia de fase normal. Com o passar dos anos foi se obtendo novas técnicas de preparação da sílica, que fizeram com que seus tamanhos de partículas pudessem ser reduzidos, fazendo com que o tempo de análise tivesse decréscimo. No desenvolvimento dessas fases estacionárias, o emprego da sílica de alta pureza, com baixo teor de metais. A evolução em relação a sílica não tão pura para a de alta pureza, se dá pela não diminuição do pH provocado nos grupos silanóis (Si-OH) pela presença desses metais, essa acidez faz com que esses grupos interajam tão fortemente com os compostos em análise que chega a ser 50 vezes a maior, fazendo com que as moléculas fiquem mais grudadas na fase estacionária levando a má resolução da análise. O desenvolvimento da cromatografia líquida de alta

eficiência proporcionou a melhor purificação e análise em muitas áreas de pesquisa, como: indústrias farmacêuticas, alimentícias, agropecuárias e químicas. Estas fazem o uso da cromatografia líquida, para manter a qualidade do produto e analisar possíveis contaminações, para atender as exigências das agências reguladoras vigentes. Uma das aplicações está relacionada a fitoquímica. Com a necessidade de se obter substâncias puras provenientes de extratos brutos de plantas, que são extremamente complexos em relação a composição química. As novas fases estacionárias são essenciais para esse processo. Dentre as fases estacionárias mais utilizadas, a sílica continua sendo a mais empregada, porém fica restrito a algumas faixas de pH e temperatura, pois em pH acima de 8 a sílica se dissolve na fase móvel, e em pH menores que 2 acontece a hidrólise da ligação (Si-O-Si), e suas ligações são quebradas. Em ambas as situações ocorre a quebra das ligações da fase estacionária fazendo com que ela não possa ser usada, assim como em temperaturas acima de 60°C associado ao uso de solvente aquoso como fase móvel leva ao colapso do leito cromatográfico por dissolução da fase. Isso levou ao desenvolvimento de novas fases estacionárias que resistam a uma faixa maior de temperatura e as mais diversificadas condições químicas. Hoje temos fases estacionárias diversificadas, que possuem tamanhos de partículas bem menores que as anteriores, porosidade e composição química diferenciada em seus grupos ligados ao suporte, que interagem de formas diferentes com os compostos orgânicos (MALDANER, 2010).

6.8 Plantas medicinais de uso comum

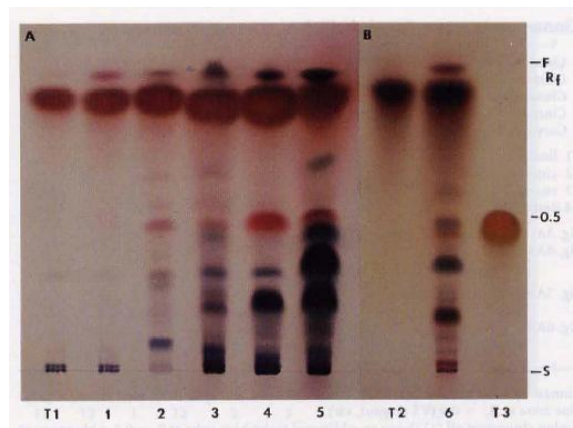
6.8.1 *Pimpinella anisum* (erva doce)

A *Pimpinella anisum* é uma planta aromática que é usada na medicina tradicional especialmente suas sementes, que tem relatos de efeitos carminativos (efeitos contra gases intestinais e flatulência), antifúngicos, antivirais, relaxante muscular, contra melancolia, pesadelos, insônia, convulsões entre outros. Em seu óleo essencial os principais constituintes são: *trans*-anetol, estragol, paranisalaldeído e metil chavicol. Seus constituintes também são utilizados como reagentes de partida para síntese de novos medicamentos. Possui entre 1,5-6,0% em óleo essencial que possui aproximadamente 75% de anetol no óleo essencial da semente. Em alguns estudos de comparação de diferentes áreas geográficas da Europa mostraram que dependendo do local de plantio a composição do óleo essencial pode variar entre 76,9-93,7% em massa de anetol presente no óleo. A planta possui constituintes flavonoides que são quercetina 3-glucuronídeo, rutina entre outros. A semente possui também

8-11% em massa de lipídios ricos em ácidos graxos gordos como o palmítico e oleico, 4% de carboidratos e 18% em proteínas (SHOJAI; FARD, 2012).

O perfil Cromatográfico de frutas de anis *Pimpinella anisum* já foram descritos na literatura, obtendo se um perfil cromatográfico dos óleos essenciais. Para comparação entre o óleo essencial de anis podemos considerar a alta proporção de anetol no óleo essencial, de modo que o outro constituinte é menos abundante mas aparece na cromatoplaça, com esses dados podemos identificar colocando um padrão de anetol junto ao extrato. Na cromatoplaça abaixo são listados alguns óleos essenciais e contrapostos com 3 padrões , T1 (anetol); T2 (safrol) e T3 (eugenol). A amostra de interesse é a 1 (Frutas de anis), por ser teoricamente semelhante ao óleo essencial obtido das sementes de erva doce comercial, **Tabela 3**. O sistema de eluente utilizado foi tolueno:acetato de etila na proporção de (93:7), cujas placas foram reveladas com vanilina sulfúrica. O anetol pode ser identificado com o reagente revelador com a coloração violeta avermelhado no Rf de 0,9-0,95. Seu isômero metil chavicol ou estragol possui valor de Rf (*ratio to front*) semelhante mas possui coloração mais escura, como mostrado na **Figura 9** (WAGNER & BLADT, 1996).

Figura 9: Comparação entre extratos de diferentes óleos essenciais comparados aos padrões de T1(anetol) e T2(safrol).

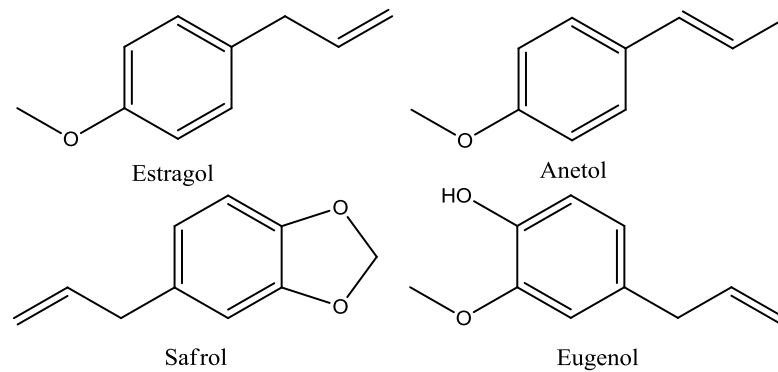


Fonte: (WAGNER & BLADT, 1996).

Tabela 3: Relação das amostras de óleos essenciais e substâncias padrão com seu Rfs. Fonte: adaptado de (WAGNER & BLADT, 1996).

| Amostra | Óleo/substância | Rf |
|---------|--------------------------|----------|
| 1 | Frutos de anis | Misto |
| 2 | Frutos de anis estrelado | Misto |
| 3 | Funcho amargo | Misto |
| 4 | Funcho doce | misto |
| 5 | Manjeriçã | Misto |
| 6 | Sassafrás | misto |
| T1 | Anetol | 0,9-0,95 |
| T2 | Safrol | 0,95 |
| T3 | Eugenol | 0,5 |

Figura 10: Estrutura química das moléculas de estragol, *trans* anetol, safrol e eugenol.

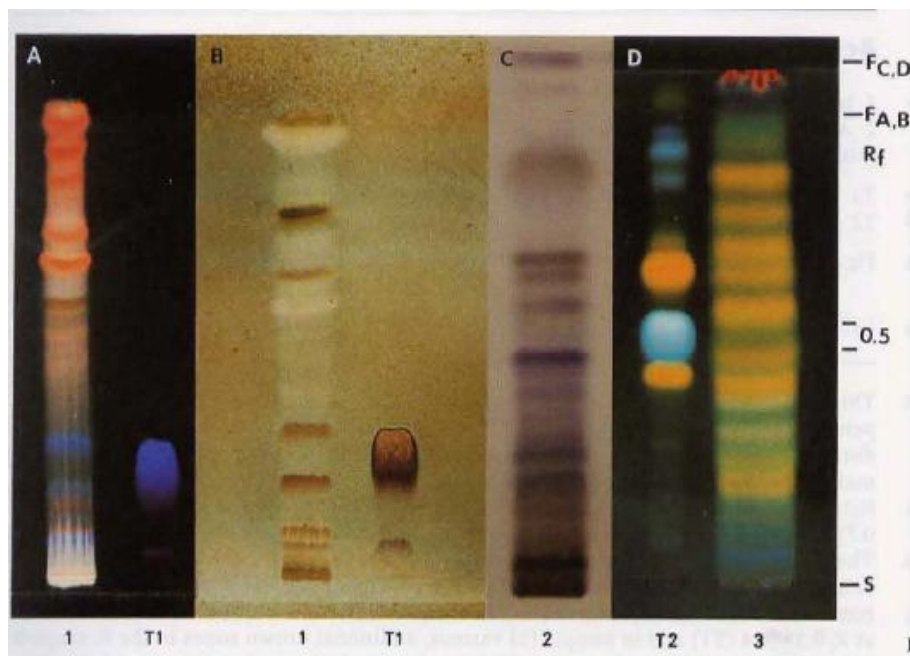


Fonte: Arquivo pessoal.

6.8.2 *Peumus Boldus* (Boldo do Chile)

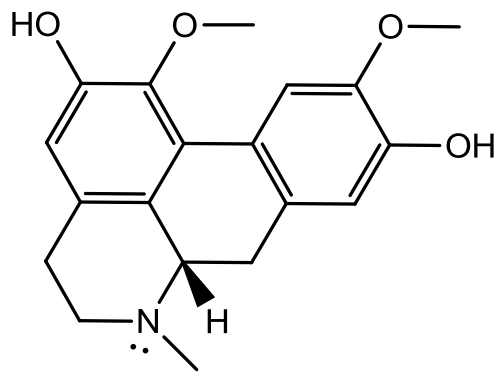
O *Peumus boldus* da família Monimiaceae também conhecido como boldo-do-chile ou também boldo verdadeiro. É muito utilizado na medicina popular para tratar dor do estômago, azia e má digestão. O uso a decocção (chá) das folhas são usadas para tratar estas enfermidades, seu óleo essencial também é utilizado (REZENDE; MONTEIROCOCO, 2002)

Figura 11: Amostras de extrato de boldo de diferentes tipos. Fonte: WAGNER & BLADT, 1996. p.45.



Fonte: Arquivo pessoal.

Figura 12: Estrutura química da boldina.



Fonte: arquivo pessoal.

Na imagem podemos observar a cromatografia em placa fina do extrato de *Boldo folium*, **Figura 11**.

Amostra 1: representa o extrato de alcaloides preparado pelo método descrito no livro. O método de preparo consiste em pegar 1 grama de folha em pó e adicionar a uma mistura de 1 mL de solução de amônia 10% e 5 mL de metanol, deixando em contato por 10 min em banho Maria. Ao final pipetar 20 μ L e 100 μ L do extrato filtrado para realizar a CCF.

Amostra 2: representa o óleo essencial extraído por microdestilação térmica.

Amostra 3: foi obtida por extração com metanol 1g/10 mL, retirando-se 10 μ L para CCF.

A amostra 2 do óleo essencial foi eluída com tolueno/acetato de etila na proporção de (93:7), e revelado com reagente de vanilina sulfúrica. Que mostrou dez faixas, e uma delas é o composto 1,4-cineol com o $R_f \sim (0,4)$ e ascaridol com $R_f \sim (0,8)$ (WAGNER; BLADT, 1996).

Tabela 4: Relação entre amostras aplicadas na placa, R_f e agentes reveladores usados. Fonte: adaptada de (WAGNER & BLADT, 1996).

| Amostra | Substância/extrato | R_f | Revelador |
|---------|--------------------------------------|---------------|-------------------------------|
| 1 | Extrato ácido-base | misto | UV 365nm (A); Dragendorff (B) |
| 2 | Óleo essencial | misto | Vanilina sulfúrica (C) |
| 3 | Extração por maceração | misto | NP-PEG (D) e UV 365nm |
| T1 | Boldina | 0,35/0,45/0,6 | UV 365nm (A); Dragendorff (B) |
| T2 | Rutina/ácido clorogênico/hiperosídeo | 0,4/0,5/0,65 | NP-PEG (D) |

Tabela 5: Relação entre amostras aplicadas na placa, Sistema de eluente e agentes reveladores. Fonte: adaptada de (WAGNER & BLADT, 1996).

| Placa | Eluente | Revelador |
|-------|--|------------------------|
| A | tolueno/acetato de etila/dietilamina na proporção de (70:20:10) | UV-365nm |
| B | tolueno/acetato de etila/dietilamina na proporção de (70:20:10) | Dragendorff (B) |
| C | tolueno/acetato de etila na proporção de (93:7) | Vanilina sulfúrica (C) |
| D | acetato de etila/ácido fórmico/ácido acético glacial/água na proporção de (100:11:11:26) | NP-PEG (D) e UV 365nm |

6.8.3 *Camellia sinensis* (L.)

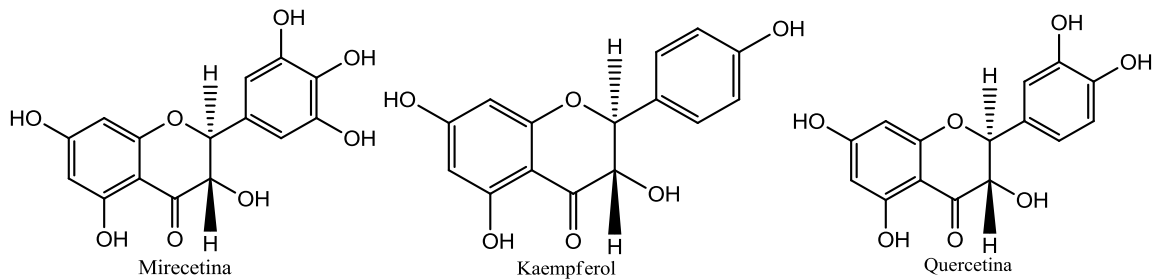
Nomes populares da *Camellia sinensis* estão associados ao seu uso como chá, que são: chá verde, chá preto, chá da Índia, chá branco, chá vermelho, banchá. Todos esses dependem do processo de produção e grau de fermentação. A composição química das folhas contém proteínas, glicídios, ácido ascórbico, vitaminas do complexo B e bases púricas, especialmente cafeína que em algumas vezes pode apresentar quantidades superiores as do café. Polifenóis: O-heterosídeos de flavonóis e flavanonas, C-heterosídeos de flavonas, epicatecol, epigallocatecol e seus ésteres gálicos e taninos,. Bases Xantínicas: compostas basicamente por cafeína e teofilina. O Extrato pó micronizado deverá conter no mínimo 5%;1,5%;20% e 40% de polifenóis totais, variando conforme o tipo (FLORIEN, 2017).

O chá, uma das bebidas mais consumidas no mundo, é uma das fontes mais ricas em flavonóides. Produzidos a partir de folhas de *Camellia sinensis*, os chás verde e preto são largamente consumidos em países orientais e ocidentais, respectivamente. O chá verde é constituído de folhas secas colhidas de diferentes partes da planta, o que determina os vários tipos de chás disponíveis. Já o chá preto passa por diversas etapas de processamento, dentre elas a de “fermentação”, que consiste, na verdade, de uma oxidação enzimática dos flavanóis a teaflavinas, que constituem um grupo característico deste tipo de chá (MATSUBARA, 2006).

Um estudo realizado por Matsubara, (2006) mostrou que os teores de flavonoides são diferenciados pela forma de fermentação do chá de *Camellia sinensis* (chá preto e chá verde). Na tabela abaixo serão mostrados os valores observados para 3 flavonoides, miricetina, quercetina e kaempferol. Os extratos foram preparados por infusão, **Tabela 6, Figura 13.**

Tabela 6: Relação de teor de flavonoides nas amostras de chá verde e chá preto. Fonte: Adaptado de (MATSUBARA, 2006).

| Amostra | Miricetina | Quercetina | Kaempferol |
|-----------|------------|------------|------------|
| Chá verde | 2,8mg/L | 5,2mg/L | 2,8mg/L |
| Chá preto | 0,7mg/L | 4,7mg/L | 2,7mg/L |

Figura 13: Estrutura química dos flavonoides: mirecetina, Kaempferol e quercetina.

Fonte: Adaptado de (MATSUBARA, 2006).

Chá Verde: O Chá Verde é totalmente não fermentado por causa do processo de eliminação das enzimas. A folha e o caldo verde são as principais características do Chá Verde. A eliminação de enzimas, a secagem e a mistura são os processos básicos para a preparação do Chá Verde. Na preparação do insumo para o chá verde as folhas são colhidas ainda jovens. Procede-se rapidamente a secagem e são enroladas ainda quentes para a formação do Chá Verde. As folhas são expostas a vapor d'água e depois as expõem a altas temperaturas com a finalidade de eliminar a fermentação. Logo após são secas rapidamente, adquirindo assim um produto final de cor verde escura e forma enrolada, **Tabela 7** (FLORIEN, 2017).

Tabela 7: Informações de composição do chá verde. Fonte: (FLORIEN, 2017).

| Fermentação | Eliminação de enzima | Polifenóis (média) | Taninos (média) | Cafeína (média) |
|-------------|----------------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| 0% | Sim | 10% | 8% | 1,5% |

Chá Preto: O Chá Preto é completamente fermentado. Há quatro etapas principais para a preparação do Chá Preto, que são: desidratação das folhas e caules frescos, mistura das folhas e caules já secos (durante a mistura ocorre o aumento do aroma característico do Chá Preto), fermentação (o sabor e a coloração específicos do Chá Preto são acentuados nessa etapa) e secagem através de evaporação de toda a água presente nas folhas e caules utilizados para a preparação do mesmo. Quando comparado aos demais chás provenientes da árvore de *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, o chá Preto apresenta um sabor mais forte e acentuado, isso

ocorre pelo processo de fermentação, **Tabela 8**. O odor aromático é devido à presença de compostos voláteis, formados durante as operações de fermentação e secagem: derivados cetônicos, resultantes da degradação de carotenos; hexenal, formado pela oxidação de ácidos graxos insaturados e heterocíclicos diversos, produtos da oxidação e rearranjo estrutural de monoterpenos (FLORIEN, 2017).

Tabela 8: Informações de composição do chá preto. Fonte: (FLORIEN, 2017).

| Fermentação | Eliminação de enzima | Polifenóis (média) | Taninos (média) | Cafeína (média) |
|-------------|----------------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| 95% | Não | 14% | 9% | 1,8% |

Chá Branco: É classificado como um “Chá Especial”, por causa do seu processo de preparação ser complexo e sua produtividade ser baixa. O processo básico para preparação do Chá Branco consiste em: secar, desidratar, selecionar, aquecer, cortar e misturar, **Tabela 9** (FLORIEN, 2017).

Tabela 9: Informações de composição do chá Branco. Fonte: (FLORIEN, 2017).

| Fermentação | Eliminação de enzima | Polifenóis (média) | Taninos (média) | Cafeína (média) |
|-------------|----------------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| 5% | Não | 16% | 10% | 2% |

Chá Vermelho: O Chá Vermelho diferencia-se pela fermentação que ocorre no final do processo de preparo do mesmo. A primeira etapa de preparação do Chá Vermelho é a eliminação das enzimas. Logo em seguida, as folhas são misturadas (o que irá aumentar o aroma do chá). Após a mistura, permanece certo período secando. Para finalizar, ocorrem as etapas de fermentação, onde o Chá Vermelho irá adquirir a sua coloração característica, e secagem. Somente após todas as etapas descritas acima, as folhas são selecionadas e a preparação do Chá Vermelho se encerra, **Tabela 10** (FLORIEN, 2017).

Tabela 10: Informações de composição do chá Vermelho. Fonte: (FLORIEN, 2017).

| Fermentação | Eliminação de enzima | Polifenóis (média) | Taninos (média) | Cafeína (média) |
|-------------|----------------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| 80% | Sim | 7% | 4% | 1,5% |

Chá Amarelo: A principal diferença do chá amarelo é o tempo da colheita e fermentação, que caracteriza sua cor e seu sabor, que é um grande diferencial por ser bem mais suave e, ainda é possível sentir um leve adocicado na bebida. O chá amarelo possui

grandes quantidades de ácido gálico, que é um grande amigo do seu fígado, é rico em polifenóis e catequinas. Esse ponto se deve ao fato do tempo de fermentação ser mais lento, resultando em uma maior quantidade dos polifenóis. O que diferencia é o tempo da colheita e da fermentação (FLORIEN, 2017).

Banchá: também conhecido como Sencha ou Steamed Green. É totalmente não fermentado e possui uma característica peculiar de eliminação de enzimas o que garante seu frescor e sabor originais, **Tabela 11** (FLORIEN, 2017).

Tabela 11: Informações de composição Banchá. Fonte: (FLORIEN, 2017).

| Fermentação | Eliminação de enzima | Polifenóis (média) | Taninos (média) | Cafeína (média) |
|-------------|----------------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| 0% | Parcialmente | 13% | 8% | 0,3% |

6.8.3.1 Indicações e Ação Farmacológica (*Camellia sinensis*)

A *Camellia sinensis*, em especial o Chá Verde e aplicável também ao Chá Branco, trata-se de um poderoso antioxidante, rica fonte de flavonóides (que reduz o risco de derrames). Os antioxidantes polifenóis presentes no Chá Verde impulsionam as atividades antioxidantes no sangue em até 50%, esse impulso ocorre aproximadamente meia hora depois de se tomar o chá. Também melhora a eficiência do sistema enzimático de desintoxicação do fígado. Utilizado como diurética, lipolítica, tônica, para estimular a secreção da adrenalina e liberar os ácidos graxos (FLORIEN, 2017).

O chá verde tem efeito protetor contra diversos tipos de enfermidades como doenças cardiovasculares e câncer, propriedades antialérgicas, antiesclerótica, antibacteriana, rico em sais minerais e vitamina K. O chá preto possui ações contra radicais livres e trás os mesmos benefícios que o chá verde. Por isso o chá é considerado alimento funcional que trás inúmeros benefícios a saúde humana (LIMA, 2009).

Os flavonoides inibem a peroxidação lipídica *in vivo* e *in vitro*. Existem relatos de inibição de autoxidação do ácido linoleico, oxidação de LDL, peroxidação de fosfolipídios da membrana, peroxidação lipídica microsomal e mitocondrial, lise e peroxidação de eritrócitos e fotoxidação e peroxidação de cloroplastos. A cafeína acompanhada de um pouco de xantina, teofilina e adenina, possui propriedades estimulantes (FLORIEN, 2017).

Figura 14: Estrutura química da cafeína e teobromina.

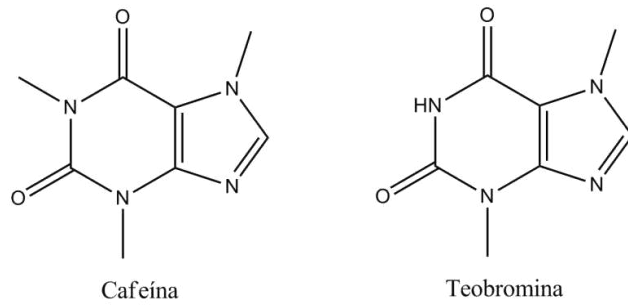


Figura 15: Estrutura química da rutina, ácido clorogênico e hiperosídeo.

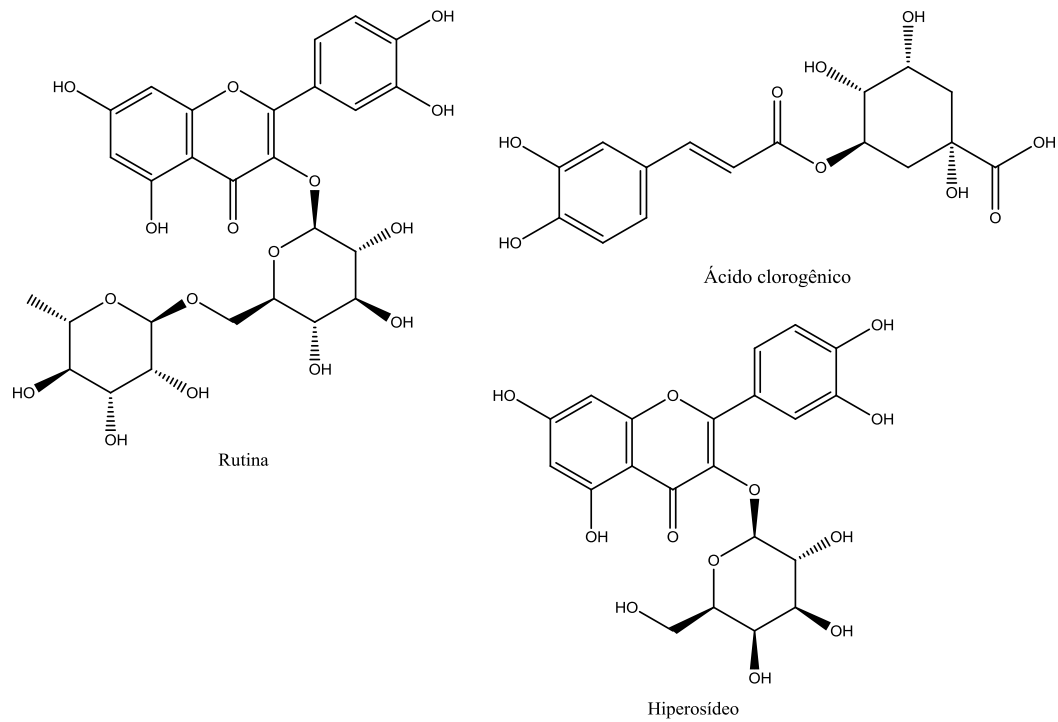
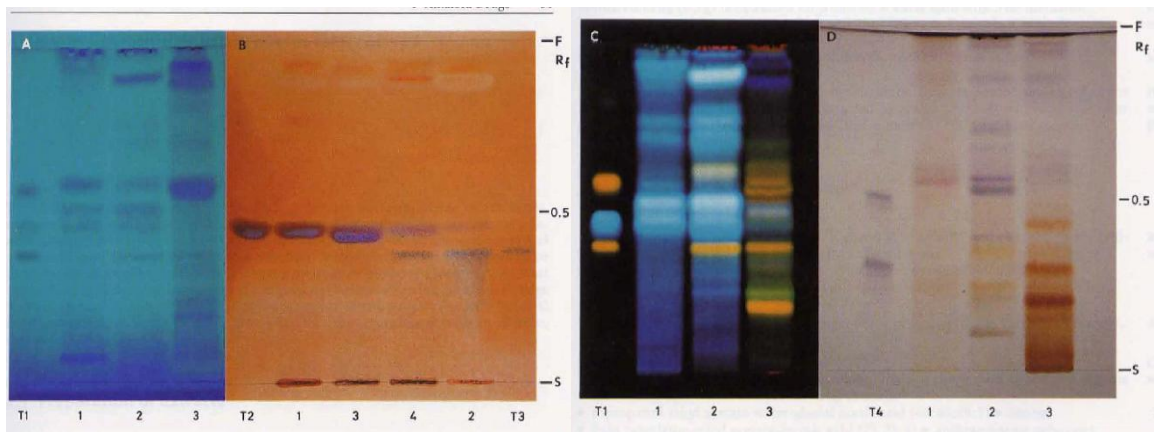


Figura 16: Cromatografia em placa fina de diferentes extratos.



Fonte: WAGNER & BLADT, 1996. p. 50.

Na imagem acima podemos observar a cromatografia em placa fina do extrato de folhas de chá preto, *camellia sinesis*.

Tabela 12: Relação entre amostras aplicadas na placa, Rf e agentes reveladores usados. Fonte: adaptada de (WAGNER & BLADT, 1996).

| Amostra | Substância/extrato | Rf | Revelador |
|---------|--------------------------------------|-------------------|---|
| 1 | Sementes de café | misto | UV 254nm (A); NP-PEG (C) |
| 2 | Folhas de mate | misto | UV 254nm (A); iodo e iodeto clorídrico (B); NP-PEG (C); Anisaldeído sulfúrico (D) |
| 3 | Chá preto | misto | UV 254nm (A); iodo e iodeto clorídrico (B); NP-PEG (C); Anisaldeído sulfúrico (D) |
| 4 | Sementes de cacau | misto | iodo e iodeto clorídrico (B) |
| T1 | Rutina/ácido clorogênico/hiperosídeo | 0,35/0,45 /0,6 | UV 254nm (A); NP-PEG (C) |
| T2 | Cafeína | 0,45 | iodo e iodeto clorídrico (B) |
| T3 | Teobromina | 0,40 | iodo e iodeto clorídrico (B) |
| T4 | Aesina/Aesinol | 0,25/0,45 | Anisaldeído sulfúrico (D) |

Tabela 13: Relação entre amostras aplicadas na placa, Sistema de eluente e agentes reveladores. Fonte: adaptada de (WAGNER & BLADT, 1996).

| Placa | Eluente | Revelador |
|-------|---|--------------------------|
| A | solvente Acetato de etila/ácido fórmico/ácido acético glacial/água na proporção de (100:11:11:26) | UV-254nm |
| B | acetato de etila/metanol/água na proporção de (100:13,5:10) | iodo e iodeto clorídrico |
| C | solvente Acetato de etila/ácido fórmico/ácido acético glacial/água na proporção de (100:11:11:26) | NP/PG em UV-365nm |
| D | clorofórmio/ácido acético glacial/metanol/água na proporção de (60:32:12:8) | Anisaldeído sulfúrico. |

Pode se observar que a amostra de chá preto contém rutina, ácido clorogênico e hiperosídeo. Em comparação com as amostras padrão de cafeína e teobromina, mostrou se que o extrato de chá preto pode conter tanta cafeína quanto o extrato da própria semente de café, que acreditamos se uma rica fonte de cafeína (WAGNER & BLADT, 1996).

7. METODOLOGIA

A metodologia utilizada seguirá a proposta baseada em Pereira, (2012) e Oliveira, (2010) na elaboração de uma sequência didática de atividades de verificação experimental.

As atividades de verificação experimental tem a finalidade de verificar ou confirmar alguma lei ou teoria. Será oferecido um material de apoio às práticas experimentais que servirá de base para embasamento inicial na compreensão dos fenômenos físico-químicos envolvidos na experiência.

Os professores que empregam tais atividades em suas aulas destacam que elas servem para motivar os alunos e, sobretudo, para tornar o ensino mais realista e palpável, fazendo com que a abordagem do conteúdo não se restrinja apenas ao livro texto. Ou seja, proporcionado aos alunos oportunidades nas quais possam de fato visualizar fenômenos que obedecem à lógica da teoria apresentada, a aprendizagem é favorecida. (OLIVEIRA, 2010, p. 148-149).

Ao observar o experimento somos impactados pela magia e curiosidade, mas nem sempre isso vem junto a um conhecimento teórico sobre o mesmo. Os experimentos por mais simples que sejam são ricos em conceitos que nem sempre são vistos pelo aluno que está executando ou observando o experimento. Para isso devemos ampliar essa percepção da natureza, dando subsídios teóricos para que o aluno possa identificar em uma relação mais ampla a aplicação dos conceitos teóricos. A execução e a observação deve ser acompanhado de uma teoria sólida e embasada (LABURÚ, 2006).

O ideal é que o aluno possa compreender fisicamente e quimicamente o que está acontecendo no experimento, mas como o ideal não é o real, muitas das vezes o ideal só se reproduz em condições que não se aproximam em nada com a realidade. Por isso devemos promover uma abordagem que seja mais significativa para o aluno real (LABURÚ, 2006).

É de senso comum que atividades de cunho experimental trazem grande expectativa para os alunos. É interessante trazer essas ideias como estratégia no Ensino de Ciências com experimentos adequados ao conteúdo que está sendo trabalhado. O experimento deve ser abordado junto a conceitos de interesse do aluno, fazendo com que as atitudes de inércia, desatenção e apatia possam ser minimizadas ou até suprimidas. Assim os alunos podem dedicar se de forma mais efetiva às tarefas que são consideradas árduas e menos prazerosas (LABURÚ, 2006).

Difícilmente um estudante vai se interessar por um conteúdo abordado em sala de aula, se não conseguir ver utilidade no que ele está aprendendo e não conseguir enxergar a relação desse conteúdo ao mundo natural. A dificuldade aumenta quando o aluno não consegue enxergar os porquês das coisas (LABURÚ, 2006).

Nos conteúdos mais elementares, que servem de base para a aprendizagem de um conhecimento mais aprofundado, experiências muito marcantes que possuem muitas imagens e pouco conteúdo são falsos centros de interesse. É indispensável para que ocorra o aprendizado do conteúdo, o professor deve continuamente passar da mesa se experimentos para a explicação no quadro, com a intenção de extrair o mais despreza possível o abstrato do concreto. (LABURÚ, 2006).

Para realização das atividades experimentais foi escolhida uma sequência de 6 práticas, todas relacionadas com três espécies vegetais comumente utilizadas no dia-a-dia, *Camellia sinensis* (Chá preto e Chá verde); *Peumus boldus* (Boldo-do-chile) e *Pimpinella anisum* (erva-doce), conferindo um caráter CTS para as práticas experimentais.

Seguindo uma ordem de 2 experimentos para cada tipo de extração, de modo que a segunda prática da sequência seja abordada a cromatografia em placa fina, afim de possibilitar a visualização do perfil químico dos extratos trabalhados. Todos os experimentos abordados se apoiam em conceitos físico-químicos diretamente relacionados à prática, que provavelmente estavam ocultos pela falta de conhecimento prévio.

O material de apoio foi produzido segundo algumas orientações descritas em Leitão et al. (2005), que diz que o material deve proporcionar conhecimentos fundamentais para compreensão crítica do conteúdo; estimular a reflexão e resolução de problemas; fornecer conteúdos mínimos que possibilitem a organização do conhecimento, trazendo referências para que o aluno possa buscar o próprio conteúdo; promover interação entre as unidades de aprendizagem. Esses itens listados devem estar englobados no material de apoio para dar os subsídios necessários para a aprendizagem inicial do aluno.

7.1 Prática 1: Destilação por arraste a vapor

O material de apoio criado para prática trará conceitos como pressão parcial entre vapores; propriedades físico-químicas dos constituintes presentes no óleo essencial de erva doce e suas proporções; coeficiente de partição entre fases.

Será extraído o óleo essencial da erva doce que será utilizado para dar sequência na prática seguinte, o procedimento de cromatografia em camada fina com a intenção de verificar o perfil da composição química do óleo essencial.

Um procedimento opcional adicionado na prática pode se fazer uma partição líquido-líquido do extrato aquoso residual da prática, a fim de comparar com o óleo essencial. Sabe-se que uma parte do óleo estará na fase aquosa, a parte opcional possibilita o aluno entender as diferenças nas extrações.

7.2 Prática 2: Cromatografia em camada fina

O material de apoio para essa prática contém elementos essenciais para o entendimento de como o fenômeno da cromatografia ocorre, o conteúdo explica inicialmente a composição de uma placa cromatográfica, princípios básicos de funcionamento, tipos de fase estacionária, sistemas de eluentes, algumas variáveis operacionais como concentração da amostra, aplicação, cálculos de R_f e etc.

Em conjunto com o material oferecido sobre cromatografia se encontra presente uma introdução sobre a detecção e revelação das amostras aplicadas, de modo a oferecer o conteúdo inicial para entender como se processa a revelação por métodos físicos não destrutivos como absorção de luz e fluorescência. Métodos químicos de detecção, bem como seus mecanismos de atuação, demonstração de alguns exemplos de cromatoplasmas reveladas com os diferentes métodos e o preparo dos reagentes comumente utilizados nesse processo.

Na segunda prática será feita a cromatografia do óleo essencial extraído na prática anterior, dando sequência ao experimento da extração por arraste a vapor da erva doce, será feito um *fingerprint* (impressão digital) do óleo essencial. Será realizada a revelação por meio de luz ultravioleta e por reagentes reveladores indicados na prática experimental que no caso para revelar terpenos e fenilpropanóides será utilizada a vanilina sulfúrica. Ao final comparar com parâmetros expostos no material de apoio oferecido.

O objetivo fundamental do experimento é propor a visualização dos constituintes do óleo essencial, revelados com métodos físicos e métodos químicos. Para mostrar ao aluno as diferenças nos processos de revelação dos constituintes.

7.3 Prática 3: Extração ácido-base

O material utilizado na terceira prática envolve uma abordagem inicial sobre polaridade e solubilidade de compostos orgânicos, substâncias de caráter ácido e básico, identificação desse caráter por meio de suas constantes de acidez.

O material trás também os diferentes métodos de extração comumente empregados, fracionamento das substâncias presentes nos extratos vegetais de acordo com suas características e solventes utilizados. Prospecção dos extratos, partição líquido-líquido, teoria ácido-base e coeficiente de partição relacionado as características do extrato.

Nessa prática será feita a extração ácido-base da cafeína presente no chá verde e chá preto e a boldina presente no chá de boldo-do-chile. Que serão verificados por meio de cromatografia para comprovar a presença dos alcaloides no extrato.

A comparação entre os 3 extratos em uma mesma placa é fundamental para entender a diferença entre sua composição química. Por isso os grupos devem aplicar suas amostras em uma mesma placa em perfil de comparação.

7.4 Prática 4: Cromatografia dos extratos de chá preto, chá verde e boldo-do-chile

O material será o mesmo utilizado na prática número 2, pois apresenta o mesmo princípio básico.

Por meio dos extratos obtidos da extração ácido base realizados na prática 3ª prática será feita uma cromatografia, que será revelada por meio de luz ultravioleta e do agente revelador indicado para metilxantinas.

7.5 Prática 5: Decocção e partição líquido-líquido

Nessa prática será usado o método mais comum de extração, a decocção é muito utilizada para se fazer os chás. O objetivo geral dessa prática é experimentar a técnica de extração comum e a afinidade de certos tipos de substâncias por um determinado solvente, por sua polaridade e coeficientes de partição. Será usado sachês de chá verde de chá preto (*Camellia sinensis*), para fazer uma decocção e após uma partição líquido líquido com dois solventes distintos de polaridade crescentes. A prática servirá para mostrar a diferença dos constituintes extraídos com solventes de polaridades distintas.

7.6 Prática 6: Cromatografia em camada fina

Será feita uma cromatografia em placa fina dos extratos obtidos na prática anterior, todos eles devem ser aplicados e eluidos em uma mesma placa para comparar o perfil químico dos extratos diclorometano e acetato de etila.

Todas as práticas visam explorar ao máximo os conceitos intrínsecos às propriedades físico químicas com a extração e separação de substâncias, assim como alguns reagentes reveladores e as reações promovidas por eles.

8. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O trabalho foi realizado pensando em uma abordagem para aula experimental dentro dos cursos presentes no IFRJ *Campus* Duque de Caxias, de modo a oferecer um material que possa ser aplicado em turmas do Ensino Técnico e de Graduação.

Ao observar que muitas das vezes as unidades curriculares experimentais ministradas no *campus* não trazem um material que os alunos possam consultar e servir como base de estudos, que seja especificamente direcionado a cada unidade curricular experimental. Pensando nisso foi elaborado um conjunto de roteiros experimentais vinculados a um material de apoio aos roteiros das aulas práticas propostas dentro da temática produtos naturais. O material de apoio trás conceitos iniciais para que os alunos possam ter um embasamento teórico para conseguir resolver problemas experimentais que ocorrem comumente durante as aulas práticas.

O conteúdo do material envolve conceitos bem específicos e trás referências de livros e artigos, que podem ser usadas para consultas mais aprofundadas.

O material de apoio produzido foi entregue para avaliação de três professores de áreas distintas da Química. **Professor 1** (Química Orgânica), **Professor 2** (Físico-Química) e **Professor 3** (Fitoquímica). A escolha dos professores de áreas diferenciadas além da Fitoquímica serviu para avaliar a relevância do trabalho para aplicação em outras unidades curriculares relacionadas a Química. O material foi entregue junto a um questionário que serviu de base para eventuais modificações no conteúdo dos roteiros e do material de apoio.

8.1 Resultados das avaliações

Ao receber as respostas dos questionários foram feitas algumas modificações no conteúdo do material, que envolveram correção de erros nas imagens, correção de conceitos, melhorias no texto e adição de imagens ilustrativas que foram sugeridos pelos professores 1 e 3.

8.2 Questionário avaliativo

1- Acha válido utilizar o material de apoio proposto para dar embasamento teórico as práticas experimentais propostas nos roteiros?

Esta questão só era necessário a resposta sim ou não, essa questão os professores 1 e 3 responderam que sim.

2- Pensando em uma perspectiva de que o aluno geralmente entra no laboratório antes da prática com poucos conhecimentos prévios sobre o experimento que será realizado. E que ao realizar o experimento muitas das vezes o faz de forma mecânica. Os conteúdos abordados no material de apoio possibilitam uma melhor quebra desta barreira entre a teoria e prática? Os conteúdos do material são adequados ao contexto?

Resposta professor 1: *“Considero que o conteúdo apresentado está plenamente de acordo com o objetivo de apresentar ao aluno de maneira clara e direta a teoria referente as práticas. O material está muito bem descrito e amplamente ilustrado”.*

Resposta professor 3: *“Sim. O conteúdo do material de apoio é de extrema relevância para o aprendizado do aluno. O material de apoio sob análise ajuda a estimular o aluno na compreensão dos assuntos abordados nas aulas práticas, pois mostra que os resultados obtidos nas atividades realizadas no laboratório podem ser previstas pelos conceitos teóricos”.*

3- O roteiro experimental proposto, embora seja uma adaptação de algumas práticas relacionadas as unidades curriculares de Química Orgânica, mas que são em parte apresentadas na unidade curricular de fitoquímica experimental. Acha que esse material poderia ser incluído no cronograma de práticas experimentais de Química Orgânica sem comprometer o conteúdo básico da unidade curricular?

Resposta professor 1: *“Certamente que sim. Seria uma ótima oportunidade de mostrar uma das aplicações do conteúdo de química orgânica que norteiam as técnicas experimentais”.*

Resposta professor 3: *“Acredito que sim. A fitoquímica apresenta um conteúdo de informações muito abrangente sobre os diversos aspectos químicos relacionados aos metabólidos secundários encontrados no reino vegetal e que são fundamentalmente substâncias orgânicas”.*

4 - Pensando no roteiro experimental, o que acha que pode ser, adicionado ou retirado do conteúdo para melhorar?

Resposta professor 1: *“Talvez pudesse ser adicionado um link para que os alunos pudessem ter acesso a mais informações gerais sobre o conteúdo abordado, tais como: história sobre o*

desenvolvimento da técnica, tipos de equipamentos mais empregados, aplicações industriais e importância comercial dos produtos que possam ser gerados através da técnica estudada”.

Resposta professor 3: *“Por serem muito úteis hoje em dia poderia ser acrescentado nas aulas práticas, além da cromatografia em camada delgada, o emprego de outras técnicas cromatográficas para uma melhor compreensão de como e quando usá-las de acordo com as necessidades do trabalho.*

5- Pensando no material de apoio, que conteúdos poderiam ser adicionados ou retirados para melhoria do material ?

Resposta professor 1: *“Talvez pudesse adicionar alguns dos tópicos sugeridos na resposta da pergunta 4”.*

Resposta professor 3: *“O material de apoio proposto contém a meu ver os conceitos necessários e suficientes para que os alunos compreendam o que eles estão executando na bancada do laboratório, e que está em perfeita consonância com os critérios de trabalho elaborado no roteiro experimental”.*

6- O material como um todo é utilizável?

Resposta professor 1: *“Certamente que sim”.*

Resposta professor 3: *“Sim. Não só utilizável como necessário”.*

7 - Campo de observações importantes e sugestões extras (opcional).

A questão de número 7 foi entregue pelos professores 1 e 3 em um documento separado, mostrando considerações ao longo do texto para que pudessem ser modificadas e melhoradas.

8.3 Considerações

De modo geral as avaliações dos professores sobre o trabalho foram boas, exceto pelo professor 2 que não respondeu ao questionário. Algumas das sugestões feitas pelos professores avaliadores não puderam ser consideradas por falta de tempo hábil para executá-las com afinco, mas que foram consideradas muito importantes para que o trabalho se torne mais abrangente sem fugir do objetivo da proposta, e que traria um enriquecimento adicional ao conteúdo teórico presente no trabalho.

As sugestões feitas pelo professor 1 em resposta a questão 4 são realmente muito pertinentes ao conteúdo trabalhado, pois conhecer um pouco das aplicações industriais e equipamentos utilizados que envolvam a fabricação de um produto comercial é muito pertinente, pois apresenta a fabricação de algo que está presente no nosso dia-a-dia como medicamentos e cosméticos. As considerações feitas pelo professor 3 também são muito pertinentes, pois conhecer outras técnicas cromatográficas além da cromatografia em camada delgada é muito importante para que o aluno de fato conheça os diferentes tipos de cromatografia como técnica de identificação, separação e isolamento de compostos químicos, e não fique restrito apenas a técnica mais simples delas.

Como o foco do conteúdo é dar embasamento teórico a conteúdos que envolvem diretamente os experimentos propostos nos roteiros, algumas das considerações não foram feitas de forma direta.

9. CONCLUSÃO

O pensamento inicial para o desenvolvimento deste trabalho iniciou se em uma demanda sobre aulas experimentais. Como aluno de Graduação, a primeira unidade experimental trouxe mais dúvidas do que soluções, em todas as aulas eram usados roteiros prontos e ao final a elaboração de um relatório. Muitos alunos entram no laboratório sem nenhum conhecimento prévio do experimento que será realizado, não tendo autonomia para desenvolver as próprias conclusões sobre o que ele está executando ou o que está acontecendo no experimento dele.

Com a experiência como monitor de Laboratório de Orgânica e Físico-Química pude notar que os alunos, tanto do Técnico quando de Graduação, não levam um conhecimento prévio sobre os assuntos que envolvem o experimento. Isso faz com que tenham dificuldade em associar o que esta acontecendo no experimento com os conhecimentos aprendidos nas unidades curriculares que deveriam dar embasamento teórico as aulas práticas. A ideia de trazer um conteúdo prévio através de um material de apoio que envolve roteiros experimentais propostos em uma sequência de experimentos que se relacionam entre si. Trazer um pouco de elementos do cotidiano com uma temática sobre produtos naturais uso de chás e sua composição química envolve uma abordagem CTS.

A avaliação dos roteiros experimentais e do material de apoio foi feita por três professores de áreas distintas da química e serviu para melhorar a abrangência do conteúdo abordado neste trabalho, de modo que ele possa ser utilizado e aplicado não só exclusivamente a unidades de Química Orgânica ou Fitoquímica.

Os resultados obtidos na avaliação do material mostrou a relevância do trabalho para o Ensino de Química experimental, dando mais sentido as aulas experimentais trazendo uma abordagem cotidiana ligada a conceitos puramente teóricos que estão envolvidos com as práticas, proporcionando uma aprendizagem mais significativa com um enfoque CTS.

10. REFERÊNCIAS

AGOSTINI-COSTA, Tânia da S. et al. Secondary Metabolites. In: DHANARASU, Sasikumar. **Chromatography and Its Applications**. [s.l.]: Ed, 2012. p. 131-163. Disponível em: <<https://cdn.intechopen.com/pdfs-wm/32744.pdf>>. Acesso em: 02 jan. 2018.

ARAÚJO, Cristina Ruan Ferreira de et al. Perfil e prevalência de uso de plantas medicinais em uma unidade básica de saúde da família em Campina Grande, Paraíba, Brasil. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, Campina Grande, v. 2, n. 35, p.233-238, 2014.

ARAÚJO, M. S. T; ABIB, M. L. V. S. Atividades Experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.25, n.2, p.176-194, 2003.

BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes et al. A Química dos Chás. **Química Nova na Escola**, São Paulo-sp, v. 0, n. 0, p.1-8, jan. 2014. Mensal.

BARBOSA, W.L.R. et al. Manual para Análise fitoquímica e Cromatografia de Extratos Vegetais. Edição revisada, Belém, 2001.

BIZZO, Nélio. Ciências: fácil ou difícil. São Paulo: Ática, 2002.

BRENELLI, Eugênia Cristina Souza et al. A extração de cafeína em bebidas estimulantes – uma nova abordagem para um experimento clássico em Química orgânica. **Química Nova**, Niterói - Rj, v. 26, n. 1, p.136-138, 2003.

CÂMARA, Naiá Sadi. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE O LIVRO DIDÁTICO E A APOSTILA. **Anais do Sielp**, Uberlândia, v. 2, n. 1, p.1-7, 2012. Disponível em: <http://www.ileel.ufu.br/anaisdosielp/wp-content/uploads/2014/07/volume_2_artigo_239.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2018

CAVALCANTI, Jaciane Alves et al. Agrotóxicos: uma temática para o ensino de Química. **Química Nova na Escola**, [s.l.], v. 32, n. 1, p.31-36, fev. 2010.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social**. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, v. 22, n. , p.89-100, abr. 2003.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 5. ed. Ijuí: Ufrs, 2010. 368 p.

COSTA NETO, Claudio. **Análise orgânica: Métodos e procedimentos para a caracterização de organoquímicos**. Rio de Janeiro: Ufrj, 2004. 736 p.

CRAGG, Gordon M.; NEWMAN, David J.. Natural products: A continuing source of novel drug leads. **Biochimica Et Biophysica Acta (bba) - General Subjects**, [s.l.], v. 1830, n. 6, p.3670-3695, jun. 2013.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.A. Metodologia do Ensino de Ciências. São Paulo: Cortez, 1992.

DIAS, M. V.; GUIMARÃES, P. I. C.; MERÇON, F. Corantes naturais: Extração e emprego como Indicadores de pH. *Química nova na escola*, Rio de Janeiro, n.17, p.27-31, maio.2003.

DOUGHARI, J. H. *Phytochemicals: Extraction Methods, Basic Structures and Mode of Action as Potential Chemotherapeutic Agents*. Rijeka, Croácia: Intechopen, 2012. Disponível em : <<http://www.intechopen.com/books/phytochemicals-a-globalperspective-of-their-role-in-nutrition-and-health>>. Acesso em: 03 jan. 2018.

FACHINI,F; PFIFFER, C.S; SILVA, V.L.S. Interdisciplinaridade no ensino de ciencias: Uma experiência pedagógica inovadora. **IX Congreso Internacional Sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias**,Girona, vol.00, n. 0, p.3297-3301, 2013.

FLORIEN. **CAMELIA SINENSIS**. Disponível em: <<http://florien.com.br/wp-content/uploads/2017/05/CAMELLIA-SINENSIS.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2018.

FOGLIO, Mary Ann; QUEIROGA, Carmen Lucia; SOUSA, Ilza Maria de Oliveira. Plantas Medicinais como Fonte de Recursos Terapêuticos: Um Modelo Multidisciplinar. **Multicência**, Natal, v. 7, n. 1, p.1-8, 01 fev. 2006. Mensal.

GALIAZZI, M. C., GONÇALVES, F. P. **A Natureza Pedagógica da Experimentação: Uma Pesquisa na Licenciatura em Química**. *Química Nova*, Vol. 27, no. 2, 326-331, 2004.

GALIAZZI, M. C., ROCHA, J. M. B., SCHIMITZ, L. C., SOUZA, M. L., GIESTA, S., GONÇALVES, F. P. **Objetivos das Atividades Experimentais no Ensino Médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências**. *Química Nova na Escola*, 239-250, 2001.

GLOBBO-NETO, Leonardo; LOPES, Norberto P.. Plantas Medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Quim. Nova**, Ribeirao Preto, v. 30, p.374-381, 31 out. 2006.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no Ensino de Ciências. *Química Nova na Escola* v. 10, p. 43-49, 1999.

GONDIM, Maria Stela da Costa; MÓL, Gerson de Souza. Saberes Populares e Ensino de Ciências: Possibilidades para um Trabalho Interdisciplinar. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 30, p.3-9, nov. 2008.

GUIMARAES, Cleidson Carneiro et al. **Experimentação no ensino de Química: caminhos e descaminhos rumo a aprendizagem significativa**. *Química Nova*, Bahia, v. 31, n. 3, p.198-202, ago. 2009.

HODSON, D. **Ensino e Aprendizagem da Ciência: Rumo a uma abordagem personalizada**. Buckingham: Open University Press Buckingham: Imprensa da Universidade Aberta, 1998.

JUNIOR, F., Valdir; PINTO, Angelo C.; MACIEL, Maria Aparecida M.. Plantas medicinais: cura segura?. **Quimica Nova**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 3, p.519-528, 28 fev. 2005.

LABURÚ, Carlos Eduardo. Fundamentos para um Experimento Cativante. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Londrina, v. 23, n. 3, p.382-404, 2006.

LEITÃO, Cleide et al (Org.). **ELABORAÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO IMPRESSO PARA PROGRAMAS DE FORMAÇÃO A DISTÂNCIA: ORIENTAÇÕES AOS AUTORES**. Rio de Janeiro: Programa de Educação A Distância Ead/ensp/fiocruz, 2005. 21 p. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/nucleoad/documentos/ENSPMaterial.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2018.

LIMA, Juliana Domingues et al. Chá: aspectos relacionados à qualidade e perspectivas. **Ciência Rural**, Santa Maria, p.1270-1278, jul. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v39n4/a132cr546.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2014.

LOYOLA, Cristiana Oliveira de Barbosa; SILVA, Fernando César. Plantas Medicinais: Uma Oficina Temática Para o Ensino de Grupos Funcionais. **Química Nova: na Escola**, São Paulo, v. 39, n. 1, p.59-67, fev. 2017.

MACHADO, P. F. L. e MÓL, G. S. **Experimentando Química com Segurança**. Química Nova na Escola, n.27, p.57-60, jun. 2007.

MAIA, Juliana de Oliveira; VILLANI, Alberto. A relação de professores de Química com o livro didático e o caderno do professor. **Revista Electrónica de Enseñanza de Las Ciencias**, São Paulo, v. 15, n. 1, p.121-146, 2016. Disponível em: <http://reec.uvigo.es/REEC/spanish/REEC_older_es.htm>. Acesso em: 28 mar. 2018.

MALDANER, L.; COLLINS, C. H.; JARDIM, I. C. S. F. FASES ESTACIONÁRIAS MODERNAS PARA CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA EM FASE REVERSA. **Química Nova**, Vol.33, n.7, p.1559-1568, 2010.

MANN, J. **Secondary metabolism**. 2. ed. Oxford: Clarendon Press, 1995. 374 p.

MARCONDES, M. E. R. **Proposições metodológicas para o Ensino de Química: Oficinas Temáticas para a Aprendizagem da Ciência e o Desenvolvimento da Cidadania**. Revista Em extensão, Uberlândia, vol. 7, 2008.

MATSUBARA, S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.. CONTEÚDO DE MIRICETINA, QUERCETINA E KAEMPFEROL EM CHÁS COMERCIALIZADOS NO BRASIL. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p.380-385, jun. 2006.

MOREIRA, Ana Cláudia Souza. **Uma visão vygotkyana das atividades experimentais de física em revistas de ensino de ciências**. 2011. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de pós-graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

MOREIRA, Márcio Dionízio et al. USO DE INSETICIDAS BOTÂNICOS NO CONTROLE DE PRAGAS. In: PENTEADO, Silvio Roberto et al. **Controle Alternativo**. Viçosa: Empraba, 2007. p. 1-27.

MORESI, E. Metodologia da Pesquisa. In: PPROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO STRICTO SENSU EM GESTÃO DO CONHECIMENTO E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO. Brasília-DF: UNIVERSIDADE CATÓLICA DE BRASÍLIA – UCB, 2003.

MOTA, Cristiane Beviláqua. O USO EFICIENTE DE APOSTILAS NO ENSINO PÚBLICO E PRIVADO. **Revista Eletrônica Científica da Faesb**, Santa Bárbara, v. 1, n. 1, p.1-10, abr. 2015. Disponível em: <<http://www.faesb.com.br/revista/>>. Acesso em: 22 dez. 15.

OLIVEIRA, Jane Raquel Silva de. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, [s.l.], v. 12, n. 1, p.140-156, jun. 2010.

PEREIRA, Ademir de Souza; PIRES, Dario Xavier. UMA PROPOSTA TEÓRICA-EXPERIMENTAL DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE INTERAÇÕES INTERMOLECULARES NO ENSINO DE QUÍMICA, UTILIZANDO VARIAÇÕES DO TESTE DA ADULTERAÇÃO DA GASOLINA E CORANTES DE URUCUM. **Investigações em Ensino de Ciências**, Santarém – Pa, v. 2, n. 17, p.385-413, 2012.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A.. **CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE: A RELEVÂNCIA DO ENFOQUE CTS PARA O CONTEXTO DO ENSINO MÉDIO**. **Ciência e Educação**, Ponta Grossa, v. 13, n. 1, p.71-84, 2007.

REZENDE, Helena Aparecida de; MONTEIROCOCCO, Maria Inês. A UTILIZAÇÃO DE FITOTERAPIA NO COTIDIANO DE UMA POPULAÇÃO RURAL. **Rev Esc Enferm Usp**, Campinas, v. 3, n. 36, p.282-288, 2002.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. Educação em Química. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2003.
SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio: Pesquisa em Educação e Ciência**, Minas Gerais, v. 2, n. 2, p.1-23, dez. 2002.

SHOJAIL, Asie; FARD, Mehri Abdollahi. Review of Pharmacological Properties and Chemical Constituents of Pimpinella anisum. **Isrn Pharmaceutics**, Tehran, v. 2012, p.1-8, 03 maio 2012. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.5402/2012/510795>.

SIMÕES, C.M.O.; SCHENKEL, E.P.; MENTZ, L.A. ;PETROVICK, P.R. **FARMACOGNOSIA: da planta ao medicamento**. org. 2001 Editora da UFRGS/Editora da UFSC, 1999.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G. Farmacognosia: da planta ao medicamento. 5. ed. A: Ufsc, 2004. 1202 p.

TISTAERT, C. T.; DEJAEGHER, B.; HEYDEN, y. V. Chromatographic separation techniques and data handling methods for herbal fingerprints: A review. **Analytica Chimica Acta**. Brussels, Belgium, n.690, p.148-161, 2011.

TOMAZZONI, M. I.; NEGRELLE, B. R. R.; CENTA, M. L. Fitoterapia popular: a busca instrumental enquanto prática terapêutica. **Texto Contexto Enferm**, Florianópolis, v. 15, n. 1, p.115-121, fev. 2006.

TORSSELL, Kurt B. G.. **Natural Product Chemistry: A mechanistic and biosynthetic approach to secondary metabolism**. Toronto: John Willey & Sons Ltd., 1983. 387 p.

VAZ, C. R.; FAGUNDES, A. B.; PINHEIRO, N. A. M. **O Surgimento da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) na Educação: Uma Revisão**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1., 2009, Ponta Grossa. Anais... . Ponta Grossa: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2009. p. 98 - 116.

VIEGAS JUNIOR, Cláudio; BOLZANI, Vanderlan da Silva; BARREIRO, Eliezer J.. Os produtos naturais e a Química medicinal moderna. **Química Nova**, São Paulo, p. 326-337. 20 jan. 2006.

WAGNER, H.; BLADT, S. **Plant drug analysis - a thin layer chromatography atlas**. 2.ed. Berlin: Springer, 1996. 384 p.