



Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

KAREM CAROLINE BONACIN

**QUANTIFICAÇÃO E EXTRAÇÃO DE CAFEINA EM BEBIDAS
DERIVADAS DO MATE ATRAVÉS DE ESPECTROFOTOMETRIA.**

Assis – SP

2013

KAREM CAROLINE BONACIN

**QUANTIFICACAO E EXTRAÇÃO DE CAFEINA EM BEBIDAS
DERIVADAS DO MATE ATRAVÉS DE ESPECTROFOTOMETRIA.**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisitos do Curso de Graduação.

Orientador (a): Profª Me. Gilcelene Bruzon

Área de Concentração: Química

Assis – SP

2013

FICHA CATALOGRÁFICA

BONACIN, Karem Caroline.

Extração e determinação da concentração de cafeína em bebidas derivadas do mate através de espectrofotometria. Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA – Assis, 2013.

52 p.

Orientador: Gilcelene Bruzon

Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA.

1. Cafeína. 2. Bebidas derivadas do Mate

CDD: 660
Biblioteca da FEMA.

DETERMINAÇÃO E EXTRAÇÃO DE CAFEÍNA EM BEBIDAS DERIVADAS DO MATE ATRÁVES DE ESPECTROFOTOMETRIA.

KAREM CAROLINE BONACIN

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisitos do Curso de Graduação, analisado pela seguinte comissão examinadora:

Orientador (a): Prof^a Me. Gilcelene Bruzon

Analisador: Dr. Idécio Nogueira da Silva

Assis – SP

2013

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, por sempre terem me apoiado e me incentivado, a minha Irmã e a meu noivo.

AGRADECIMENTOS

À Deus.

A professora Gilcelene Bruzon pela orientação e pelo constante estímulo transmitida durante todo trabalho.

Aos amigos e a todos que colaboraram direta ou indiretamente, na execução deste trabalho.

Aos familiares, minha mãe Sonia Castro, pai Gilberto Bonacin, irmã Ligiane Bonacin e noivo Felipe Rodrigues.

“A nossa vida se encolhe ou se expande proporcionalmente a nossa coragem”.

Anais Nin (1903-1977).

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo a extração e quantificação de alcaloide identificado como 1,3,7 – trimetilxantina, popularmente conhecido como cafeína em bebidas derivadas do erva mate. Seus aspectos histórico e culturais com suas funcionalidades e dependendo de sua concentração pode acarretar sérios riscos ao organismo. Foram analisados três tipos de bebidas, o chá mate, chimarrão e tererê realizados em duplicidades através do método espectrofotométrico fornecido pelo instituto Adolfo Lutz. No qual todas as bebidas apresentaram cafeína em sua composição, sendo o chimarrão com 5,2129 mg, chá com 2,7025 mg e terere com 1,3246 mg. Porém não há legislação específicas de cafeína em bebidas derivadas do mate e todas as análises realizadas não excederam ao nível de cafeína comparado ao café, sendo assim não apresentam risco a saúde humana.

Palavra-chave: Cafeína; erva mate; bebidas.

ABSTRACT

This present study aimed to the extraction and quantification of alkaloid identified as 1,3,7 - trimethylxanthine, popularly known as caffeine in beverages derived from herb mate. Seus historical and cultural aspects with its features and depending on its concentration may increase the risk organismo. Foram analyzed the three types of drinks, mate tea, mate and tererê performed in duplicates using the spectrophotometric method provided by the Institute Adolfo Lutz. No which all drinks had caffeine in their composition, and the mate with 5.2129 mg, tea with 2.7025 mg and 1.3246 mg. However terere with no specific legislation of caffeine in beverages derived from mate and all analyzes performed did not exceed the level of caffeine compared to coffee, so do not present risk to human health.

Keyword: Caffeine, yerba mate; drinks.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Áreas como ocorrência erva-mate.....	19
Figura 2 - Estrutura química da cafeína.....	22
Figura 3 - Arvore Erva mate.....	27
Figura 4 - Metilxantinas presentes no erva mate.....	28
Figura 5 - Fluxograma dos diferentes tipos de cromatografia.....	33
Figura 6 - Cafeína (café) no organismo.....	36
Figura 7 – Curva padrão de concentração de cafeína.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Diluição de um grama de cafeína em diferentes substâncias.....	23
Tabela 2 - Aplicação alternativa do erva mate.....	30
Tabela 3 - Produtos que contém cafeína.....	36
Tabela 4 – Ferramentas para desenvolvimento da aula pratica.....	38
Tabela 5 – Amostras com absorbância.....	44
Tabela 6 – Amostras com concentração de cafeína.....	44
Tabela 7 – Composição de produtos rotulo.....	44
Tabela 8 – Presença da composição na embalagem.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a. C.	Antes de Cristo
CG	Cromatografia gasosa
CGAR	Cromatografia gasosa de alta resolução
CLAE	Cromatografia líquida alta-eficiência
CSC	Cromatografia supercrítica
d. C.	Depois de Cristo
g	Grama
kg	Quilograma
mg	Miligrama
nm	Nanômetro
°C	Celsius
°F	Fahrenheit
pH	Potencial Hidrogeniônico
UV	Ultravioleta

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. ASPECTOS HISTORICOS E CULTURAIS	17
2.1 A LENDA DO CAFÉ E SUAS HISTÓRIAS.....	17
2.2 CHÁ OU CHÁ PRETO.....	18
2.3 ERVA MATE.....	19
3. PROPRIEDADES QUÍMICA E FÍSICA DA CAFEÍNA	22
4. EFEITOS DA CAFEÍNA NO ORGANISMO	24
4.1 BENEFÍCIOS DA CAFEÍNA NO ORGANISMO	24
4.2 MALEFÍCIOS DA CAFEÍNA NO ORGANISMO	25
5. PROPRIEDADE DA ERVA-MATE E SUA AÇÃO NO ORGANISMO.	27
6. TECNOLOGIA PARA EXTRAÇÃO DE ALCALÓIDES / MÉTODOS DE ANÁLISE	31
6.1 GRAVIMETRIA.....	31
6.2 ESPECTROFOTOMETRIA	31
6.3 ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO (IV)	32
6.4 CROMATOGRAFIA.....	32
7. LEGISLAÇÃO PARA PRODUTOS QUE CONTÊM CAFEÍNA EM SUA COMPOSIÇÃO.	34

8. APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO.	35
8.1.AULA TÉORICA.....	36
8.2.AULA PRÁTICA.....	38
9. MATERIAS E MÉTODOS	40
9.1. MATERIAS	40
9.2. REAGENTES.....	40
9.3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	41
9.3.1 Curva Padrão de cafeína	41
9.3.2 Método espectrofotômetro	42
9.3.3 Cálculo	41
10. RESULTADO E DISCUSSÃO	44
11. CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS	48
ANEXOS	52

1. INTRODUÇÃO

A cafeína é classificada como alcaloide. Faz parte do grupo dos compostos orgânicos heterocíclicos, contendo oxigênio, hidrogênio, apresentando um ou mais nitrogênios em seu esqueleto carbônico, possui origem vegetal e pertence à classe de composto chamado xantinas.

Sua história está relacionada ao consumo de bebidas que contêm cafeína, como erva mate (chá mate, chimarrão, tererê), o próprio café entre outros. Acredita-se, no entanto que sua descoberta tenha sido na Etiópia em torno de 700 a.C, onde a planta crescia naturalmente.

No século XII na Arábia surgiram as primeiras plantações de café, até então utilizadas na fabricação de vinhos e remédios. E no século XVII na Europa sendo introduzido principalmente pelos espanhóis e holandeses, no período das descobertas e na segunda metade do século XVII o café chegou à América, e em 1736 na América Latina (SOARES; FONSECA, 2005).

A cafeína é ingrediente de analgésicos, estimulantes, chocolates, suplementos, bebidas energéticas, alguns refrigerantes, antigripais. Pode ser associada com ácido acetilsalicílico, paracetamol, codeína, alívio de dores de cabeça como crises de enxaqueca, podendo trazer benefícios ou não dependendo da quantidade ingerida. (EIRAS; LEITE; MACHADO, 2007).

No organismo humano pode apresentar diversos efeitos tais como diurético, endócrino, digestivo, cardiovascular, atingir o sistema nervoso, podendo causar dependência, provocando ansiedade, irritabilidade, dores de cabeça, insônia, diarreia, palpitações do coração.

Dentre seus benefícios estão a estimulação do Sistema Nervoso Central, diminuindo a fadiga, aumentando o estado de alerta; estimula a bronco dilatação e induz ao aumento da respiração (BORTOLINI, 2010).

A dose letal para uma pessoa adulta pesando 70 kg é cerca de 10g, o que é equivalente se tomar 100 xícaras de café ou 200 latas de Coca-Cola ou ingerir 50 kg de chocolate (BRENELLI, 2003)

No Brasil dentre produtos de origem vegetal, a cafeína é extraída principalmente a partir da *Ilex paraguariensis*, cujo nome comum é erva-mate (NESELLO; ROSSATO 2009). É amplamente consumida no sul do Brasil sob a forma de chimarrão, na região centro-oeste na forma de tererê e no restante do país como chás ou infusões que contem cafeína.

Por tratar-se de uma planta nativa, o consumo do mate criou fronteiras geográficas próprias entre os povos dos diferentes países da região sul. Ao contrário do café e da cana de açúcar, trazidos de fora, o mate é um alimento extraído de uma planta nativa do Brasil (BOGUSZEWSKI, 2007).

A concentração de cafeína no chá ou café depende de vários fatores, incluindo a espécie da semente do café ou folha do chá, local de cultivo, granulações da amostra, etc. Estudos mostraram que, no caso do chá, a localização da folha na planta afeta o seu conteúdo de cafeína (WELTER, 2011).

Diversos trabalhos mostram que os compostos detectados na erva-mate possuem uma serie de funções biológicas, tais como: ação antioxidante, antiinflamatória, imunomodulatória, anticancerígena, modificação do metabolismo de glicose, reversão do quadro de resistência à insulina, entre outros. Como a população consome grande volume chá erva mate, é importante que a quantidade de cafeína atenda as legislações em vigor, a fim de alertar a população sobre os males que a ingestão exagerada pode causar.

O objetivo do trabalho foi determinar os níveis de cafeína nos diferentes tipos de bebidas que contem o mate, verificando se os produtos analisados estão de acordo com a legislação vigente, em decorrência de hábitos e costumes e a substituição de café pelo chá dentre outros produtos derivados do mate.

2. ASPECTOS HISTÓRICOS E CULTURAIS

2.1 A LENDA DO CAFÉ E SUAS HISTÓRIAS

Não há evidência real sobre a descoberta do café, mas há muitas lendas que relatam sua possível origem. E quando se fala em cafeína é difícil não se lembrar do café, é quase uma resposta imediata.

Uma dessas lendas é a do pastor Kaldi, que viveu na Absínia, hoje Etiópia, há cerca de 700 a.C. Ele observando suas cabras, notou que elas ficavam alegres e saltitantes e que esta energia se evidenciava sempre que mastigavam os frutos de coloração amarelo-avermelhada dos arbustos em alguns campos de pastoreio (NEVES, 1974).

O pastor notou que as frutas eram fonte de alegria e motivação, e somente com a ajuda delas o rebanho conseguia caminhar por vários quilômetros (NEVES, 1974).

Kaldi comentou sobre o comportamento dos animais a um monge da região, que decidiu experimentar o poder dos frutos. O monge apanhou um pouco das frutas e levou até o monastério e começou a utilizar os frutos na forma de infusão. Percebendo então que a bebida o ajudava a resistir ao sono enquanto orava. Esta descoberta se espalhou rapidamente entre os monastérios, criando uma demanda pela bebida. (NEVES, 1974).

A cafeína proveniente de fontes naturais tem sido consumida há muitos séculos atrás, sendo o chá a bebida mais antiga que contém cafeína. A sua descoberta acredita-se ter sido feita na Etiópia (antiga Abissínia), em torno de 700 a.C., onde a planta crescia naturalmente (SOARES; FONSECA, 2005).

As primeiras plantações de café apareceram na península Arábica, no século XIV, foi responsável pela propagação da cultura do café e era usada como alimento, na fabricação de vinho, palavra árabe denominada “qahwa” como remédio e para

prevenir o sono. Posteriormente, difundiu-se para os países árabes para o resto do mundo (MARTINS; AQUINO, 2008).

O hábito de tomar café foi condenado pela ortodoxia islâmica, chegou a ser considerado como algo providencial para rezar sem cair em sonolência e, como um excelente substituto das bebidas alcoólicas (SOARES; FONSECA, 2005).

O café era consumido de maneira restrita e a bebida nobre era o chá. Na Europa, o café apareceu no século XVI sendo introduzido, principalmente, pelos espanhóis e holandeses, no período das descobertas (ABIC, 2012).

Facilmente atravessa as barreiras do cérebro e da placenta e também é encontrada no leite materno. O uso superior a 300mg diários está associado ao aumento do risco de aborto e, por isso, mulheres grávidas devem evitá-lo (FERIGOLO; SIGNOR; CRESTANI, 2007).

Com o passar do tempo, as proibições desapareceram na Europa. E consta que na França, os cafés se tornaram locais de reunião dos intelectuais, entre eles Victor Hugo, Voltaire, Rousseau (GALACHO; MENDES, 2012).

Em 1736, surgem as primeiras plantações na América Latina, em Porto Rico e cerca de 20 anos depois já era o principal produto de exportação do país, o que acontece até aos nossos dias (GALACHO; MENDES, 2012).

2.2 CHÁ OU CHÁ PRETO

A primeira referência ao chá na literatura chinesa data de 350 d.C. De origem chinesa, a lenda remete sua descoberta ao imperador Chen Nung no ano 2737 a.C. Tendo se expandido no Japão e outros países orientais, chegou à Europa por volta de 1600, através de mercadores vindos do Oriente (NEVE, 1974).

No século XVII, o chá consolidou-se como a bebida nacional da Grã-Bretanha, e na segunda metade mesmo século chegou às colônias americanas (NEVES, 1974).

Atualmente, o principal consumidor mundial é a Grã-Bretanha, vindo logo em seguida os Estados Unidos. Na produção, o primeiro lugar é da Índia, com a China em segundo. O chá também é produzido no Japão, Turquia, Irã, Brasil entre outros.

2.3 ERVA MATE

Elemento básico da alimentação dos guaranis cujas tribos espalha-se pelos rios Paraná, Uruguai, Paraguai, faziam trocas de mercadorias entre território que não havia a planta, cujo transporte era feito por milhares de quilômetros, através de difíceis caminhos, que atravessavam os Andes para chegar à Bolívia, ao Peru e ao Chile (JUNIOR, 2006).

Os primeiros europeus a conhecer a erva-mate foram os conquistadores espanhóis do Peru, entre os quais logo se tornou um hábito, chegando até mesmo ser consumida pelas mulheres e damas da corte. Durante esses primeiros anos da colonização, muitos foram contra o seu consumo e até conseguiram sua proibição, pelo qual acusava de provocar danos à saúde como vício e mau costume, afastar os fiéis dos serviços religiosos (BOGUSZEWSKI, 2007).

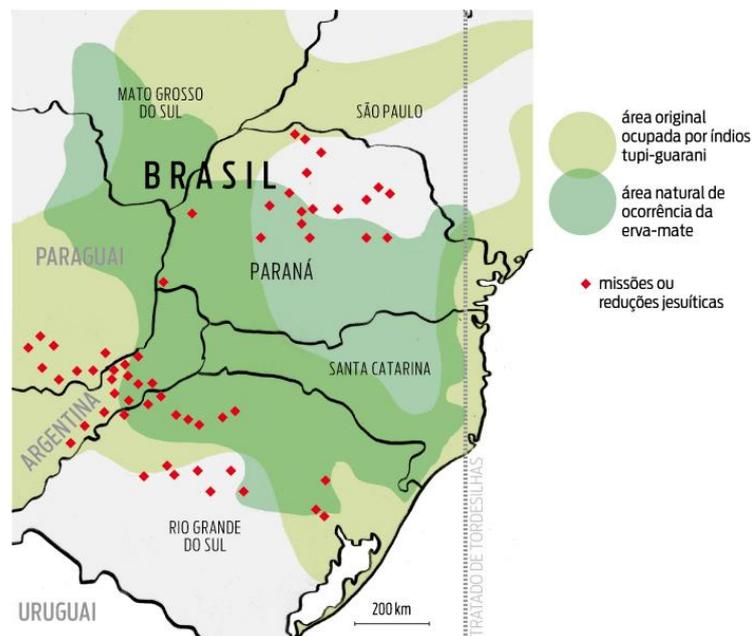


Figura 1: Áreas com ocorrência da erva-mate

A maior parte do território da erva-mate era ocupada pelas missões jesuíticas (figura 1), que tinham como objetivo iniciar a proibição do seu consumo pelas populações da região, ao final foi os jesuítas os responsáveis por aperfeiçoamentos no cultivo da planta, pelo aumento da sua produção, do seu comércio e exportação, conseguindo das autoridades espanholas monopólio para o fabrico da erva até 1768, quando foram forçados a deixar a América do Sul (BOGUSZEWSKI, 2007).

Os portugueses conheceram o mate, quando invadiram Guairá para a expulsão dos espanhóis. Verificou-se que os índios *Caingang*s que habitavam o planalto curitibano conheciam a erva-mate, a qual denominavam *congoin*. Assim, a planta que os espanhóis preferiam chamar de mate, passa a ser denominada congonha pelos portugueses de São Paulo e em consequência também pelos brasileiros. O termo mate aparece pela primeira vez em 1835 ao invés de congonha, mais tarde o uso dos dois termos conviveu durante um certo tempo até prevalecer a forma atual (BOGUSZEWSKI, 2007).

Neste aspecto, o Paraná é privilegiado, pois viu desenvolver-se com a erva-mate uma cultura original que influenciou os hábitos de castelhanos, portugueses e demais imigrantes de outras regiões do mundo, que aqui incorporaram o chimarrão e o chá-mate às suas comidas (BOGUSZEWSKI, 2007).

Apesar de alguns altos e baixos, o crescimento da exportação de erva-mate sustentou a economia do Paraná durante todo o século XIX e foi responsável pelo surgimento de uma elite econômica composta pelos “barões do mate”, proprietários dos engenhos de erva-mate, os quais jogaram toda a sua influência decidindo a vida política e cultural do estado (BOGUSZEWSKI, 2007).

No final do século XIX, os municípios de Palmas, Palmeira, São Mateus do Sul, Guarapuava e União da Vitória, concentravam a maior parte da produção de erva-mate selado no Paraná. Os produtos que tiveram maiores benefícios foram aqueles que ocorriam nos engenhos que inicialmente eram movidos à energia hidráulica, a qual era responsável pela movimentação dos soques mecânicos (BOGUSZEWSKI, 2007).

Os Estados da região Sul do Brasil são os maiores produtores e consumidores da erva-mate utilizada para chimarrão. No qual o Estado do Paraná é o maior produtor decorrente da existência de florestas com araucária ou pinheiro, que por sua vez é o habitat natural da erva-mate. O Estado do Rio Grande do Sul é tradicionalmente o principal consumidor de chimarrão e nesses últimos anos tem aumentado a sua produção a partir de ervais cultivados (FILHO, 2011).

3. PROPRIEDADES QUÍMICA E FÍSICA DA CAFEÍNA

A fórmula molecular da cafeína (figura 1) é $C_8H_{10}N_4O_2$ e o seu peso molecular é de 194,19 g/mol.

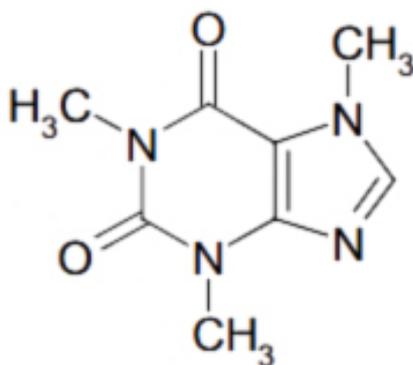


Figura 2. Estrutura química da cafeína (In: SABRINA, 2013).

A cafeína é um alcalóide, identificado como 1,3,7-trimetilxantina, cuja estrutura contém um esqueleto de purina. Caracteriza-se por ser um pó branco, cristalino, com sabor muito amargo, sem cheiro e com aspecto brilhante (SOARES; FONSECA, 2005).

Este alcalóide é encontrado em grande quantidade nas sementes de café e nas folhas de chá verde. Também pode ser achado em outros produtos vegetais, particularmente no cacau, no guaraná (*Paullinia cupana*) e na erva-mate (*Ilex paraguayensis*).

A cafeína apresenta um ponto de fusão de 23,8° C (460 F) e um ponto de ebulição de 178° C (352 F). Sublima sem que se decomponha termicamente, solúvel em água em outros solventes (tabela 1). Possui hidrofobicidade suficiente para atravessar as membranas biológicas. Sua densidade é de 1,23 g/m³ e apresenta uma volatilidade de 0,5% em pH 6,9 . (SOARES; FONSECA, 2005).

DILUIÇÃO DE CAFEÍNA(1g).
46 mL água
5,5 mL água a 80°C
1,5 mL água ebulição
66 mL álcool
22 mL álcool 60°C
50 mL acetona
5,5 mL clorofórmio
530 mL éter
100 mL benzeno
22 mL benzeno ebulição

Tabela 1: Diluição de um grama de cafeínas em diferentes substancias.

Após cinco minutos do consumo, a cafeína pode ser detectada em todo o corpo humano, atingindo o seu máximo depois de 20 a 30 minutos (BRENELLI, 2003).

Diariamente os brasileiros consomem aproximadamente 40 mg de cafeína, sendo 26mg da cafeína são consumidas pelo café, 1mg pelo chá, 10 mg pelo mate e 3 mg pela coca-cola. A maior parte é metabolizada pelo fígado e excretada pelos rins por meio da urina (FERIGOLO; SIGNOR; CRESTANI, 2007).

A dose letal para uma pessoa adulta pesando 70 kg é cerca de 10 g o que é equivalente a tomar 100 xícaras de café ou 200 latas de Coca-cola ou ingerir 50 kg de chocolate (BRENELLI, 2003).

A cafeína é um dos alcalóides com atividade biológica mais ingerida no planeta. Embora uma parcela pequena da população consuma cafeína na forma de fármacos, como por exemplo, antigripais, grande parte deste alcalóide é ingerida na forma de bebidas, tal como chá.

4. EFEITOS DA CAFEÍNA NO ORGANISMO

4.1 BENEFÍCIOS DA CAFEÍNA NO ORGANISMO

Os efeitos da cafeína sobre o comportamento humano têm sido objeto de estudos há algumas décadas.

Seus efeitos fisiológicos na saúde humana incluem estimulação do sistema nervoso central, dos músculos cardíacos, do sistema respiratório e da secreção de ácido gástrico. (ALVES; BRAGOGNOLO, 2002)

"Há evidências bastante convincentes de que pessoas que bebem café ou consumir cafeína regularmente têm um risco menor de desenvolver a doença de Parkinson" (SCHARDT, 2008).

A cafeína pode estimular a vesícula biliar para contrato, que ajuda a esvaziar pedra de formação de colesterol e pigmentos biliares. Ajuda também o corpo a queimar gordura em vez de hidratos de carbono e desponte a percepção da dor, pode aliviar a dor de cabeça, tendo sua ação pelos vasos sanguíneos que se contraem ao ingerir a substância (SCHARDT, 2008).

Esses efeitos podem ser descritos como aumento da capacidade de alerta e redução da fadiga, com melhora no desempenho de atividades que requeiram maior vigilância. Trata-se de uma droga estimulante que pode ser usada indevidamente em atividades esportivas oficiais e, portanto, necessita ser monitorada continuamente durante as competições (OLIVEIRA; AKISUE; AKISUE, 2005).

Um estudo sobre os efeitos da cafeína na saúde humana indicou que seu consumo moderado (máximo de 4,6 mg/kg de peso), praticado por adultos saudáveis em idade reprodutiva, não está associado a efeitos adversos(MARIA;MOREIRA, 2007).

Com relação à homeostase de cálcio, dados compilados em uma revisão indicam que a cafeína não é prejudicial ao metabolismo ósseo de indivíduos cujo consumo de cálcio é adequado as suas necessidades metabólicas (MARIA; MOREIRA, 2007).

4.2 MALEFÍCIOS DA CAFEÍNA NO ORGANISMO

Em contrapartida, o consumo de cafeína pode afetar negativamente o controle motor e a qualidade do sono, bem como causar irritabilidade em indivíduos com quadro de ansiedade entre outros.

Seu consumo regular parece elevar a pressão arterial de forma persistente e, desta forma, indivíduos com hipertensão, doença coronariana e arritmia cardíaca deveriam ser encorajados a reduzir seus níveis de ingestão de cafeína (MARIA; MOREIRA, 2007).

A cafeína diminui a reabsorção no cérebro da dopamina, um poderoso regulador do humor, seu efeito é semelhante ao da cocaína, porém com intensidades menores, daí a dependência que a cafeína causa em algumas pessoas. Além do humor, surgem estímulos e inibições inadequados nos sistemas circulatório, urinário e respiratório (PAIVA, 2012).

O uso superior a 300mg diários está associado ao aumento do risco de aborto e, por isso, mulheres grávidas devem evitá-lo (FERIGOLO; SIGNOR; CRESTANI, 2007). Grandes ingestões de cafeína pela população começaram a agravar doenças como a gastrite, a úlcera, a esofagite e dentre outros (URIJATAN, et al, 2005).

Em determinado período a cafeína acrescenta a latência do sono, reduz a sua duração, altera os patamares normais do sono e a sua qualidade é diminuída (SMITH, 2002). Pode dificultar o sono em pouco tempo porque bloqueia os receptores da adenosina, dá “energia” pois há libertação de adrenalina e dá uma sensação de bem-estar, pois inibe a recaptção da dopamina (SOARES; FONSECA, 2005).

Provoca a liberação intracelular de íons cálcio, em doses muito elevadas de cafeína, desencadeando pequenos tremores involuntários, aumento da pressão arterial e da frequência cardíaca (VILELA; LOURENÇO, 2007).

5. PROPRIEDADE DA ERVA-MATE E SUA AÇÃO NO ORGANISMO.

A *Ilex paraguariensis*, conhecida popularmente como erva-mate (Figura 3), é uma árvore nativa da região sul da América do Sul, pertencente à família *Aquifoliaceae* (NESELLO; ROSSATO, 2009). Apresenta cafeína em sua composição.



Figura 3: Arvore Erva mate (In: DRAETA 2013)

Os principais compostos bioativos (figura 4) presentes na erva-mate são os compostos fenólicos, as saponinas e as metilxantinas. Nesta última classe de compostos podemos citar a cafeína, a teobromina e teofilina.

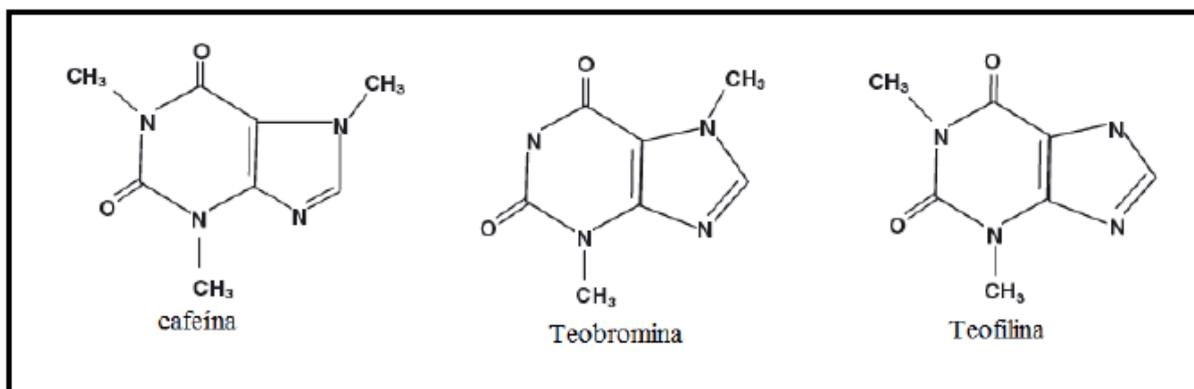


Figura 4: Metilxantinas presentes no erva mate (In: SANTOS, 2012).

Estudos recentes mostram que quando introduzida em dieta de camundongos, a erva mate provocou efeitos benéficos no combate a obesidade, indicando que o uso da erva mate por 60 dias foi capaz de melhorar o quadro de algumas condições associadas a obesidade como dislipidemia, redução de peso, resistência a insulina e ainda modificar a expressão de diversos genes ligados a obesidade (RIBEIRO, 2010).

A *Ilex paraguariensis* é utilizada na medicina popular e recomendada por herboristas para artrite, dor de cabeça, constipação, reumatismo, hemorroidas, obesidade, fadiga, retenção de líquido, hipertensão, digestão lenta e desordens hepáticas (RIBEIRO, 2010).

É consumido principalmente como chá, o chá mate, consumido quente ou gelado, chimarrão, bebida popular dos pampas, ou tererê, nome popular no Brasil e no Paraguai.

“O padrão de ingestão de mate em Pelotas, RS, é cerca de 1800 mL por usuário em média por dia, está bebida é ingerida em temperaturas de 69,5°C”. (BARROS, et al, 2000).

“Da produção brasileira, 80% destinam-se ao mercado interno, sendo 96% consumida como chimarrão e 4% como chás e refrigerantes” (JUNIOR, 2006). Embora a erva mate apresenta alta concentração em uma única forma de consumo,

possui grande potencial para usos alternativos, devido à diversidade de sua composição fitoquímica. Para a viabilidade destes tipos de utilização, o principal desafio da pesquisa é a identificação e a seleção dos componentes químicos de interesse (JUNIOR, 2006).

A erva pode ser capaz prevenir o envelhecimento precoce a diabete as, doenças cardiovasculares e tumores (MANARINI, 2012).

Um grupo de pesquisadores da Universidade Federal de Santa Catarina estudou por três anos os efeitos da erva-mate em 250 voluntários com problema de colesterol e diabetes. A mistura era composta por duas colheres de sopa de erva tostada, e não podia ser fervida ficando em torno de 90°C. Após 40 dias, o resultado foi uma queda do nível do colesterol, o chá provocou uma queda média de 10% a 12% no colesterol ruim, em alguns voluntários o resultado foi ainda melhor a redução do colesterol ruim chegou a 40%, tendo também melhora, no quadro de diabetes. Os pesquisadores descobriram que a erva-mate tem um número de propriedades antioxidante maior até que o chá verde (MEURER, 2012).

O extrato da erva já faz parte de uma variada gama de cosméticos. É que sua propriedade antioxidante garante proteção da pele, inclusive contra câncer provocados por radiação solar (MANARINI, 2012).

A erva mate tostada em forma de chá, possui grande potencial de penetração nos estados mais quentes do país. A região Sudeste é a maior consumidora de chá mate industrializado, do Paraná e acaba absorvendo em média mais de 60% do total da produção exportada para outros estados (FILHO 2011).

Hoje as indústrias, em razão das preferências dos consumidores, fabricam variados tipos de erva-mate para chimarrão, desde a erva pura até aquelas com misturas de outras ervas, com açúcar, e outros ingredientes (BOGUSZEWS, 2007). Há conhecimento de usos alternativos para o mate como mostrado na tabela 2.

Aplicação Industrial	Usos alternativos do erva-mate	
	Sub-produtos Comerciais	Forma de Consumo
Bebidas	.Chimarrão · Tereré · Chá Mate ↳ Queimado ↳ Verde / Cozido ↳ Solúvel	Infusão quente e/ou fria
	· Refrigerantes · Sucos · Cerveja · Vinho	Extrato de folhas diluído
Insumo de Alimentos	. Corante Natural · Conservante alimentar · Sorvete · Balas, bombons e caramelos. · Chicletes e gomas	Clorofila e Óleo Essencial
	.Estimulante do Sistema Nervoso Central	Extrato de Caféina e Teobromina
Medicamentos	Composto para tratamento de hipertensão, bronquite e pneumonia	Extrato de Flavonóides
	.Bactericida e antioxidante hospitalar e doméstico · Esterilizante · Emulsificante · Tratamento de esgoto · Reciclagem de lixo urbano	Extrato de Saponinas e Óleo Essencial
Produtos de Uso Pessoal	.Perfumes · Desodorantes · Cosméticos · Sabonetes	Extrato de folhas seletivo e clorofila

Tabela 2: Aplicação alternativa do erva mate (In: SEAB, 1997).

6. TECNOLOGIA PARA EXTRAÇÃO DE ALCALÓIDES / MÉTODOS DE ANÁLISE

A cafeína pode ser determinada por vários métodos, sendo comum a todos eles a necessidade de uma extração e purificação inicial, dentre eles estão:

6.1 GRAVIMETRIA

A gravimetria foi o primeiro método desenvolvido para análise em produtos alimentícios incluindo nele a cafeína. A técnica consistia na extração do produto com água ou etanol, limpeza do filtrado com óxido de magnésio, e extração subsequente com clorofórmio. Após a evaporação do clorofórmio, o conteúdo de cafeína pode ser determinado por gravimetria (MARIA; MOREIRA, 2007).

6.2 ESPECTROFOTOMETRIA

A absorção de radiação eletromagnética na região do ultravioleta. A etapa precede na quantificação, realizada por extração ácida, ou seja, pela carbonização seletiva da matéria orgânica da amostra com ácido sulfúrico para a liberação da cafeína, seguida de sua extração com clorofórmio. A cafeína extraída é quantificada por espectrofotometria na região ultravioleta a 274 nm (ADOLFO LUTZ, 1985).

O método de análise tem como característica comum a interação da radiação eletromagnética com a matéria. Existe uma relação de proporcionalidade entre a quantidade de radiação absorvida por uma espécie química e a concentração dessa espécie. Essa relação é que permite a quantificação nas amostras (WELTER, 2011).

6.3 ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO (IV)

A técnica de espectroscopia na região do IV tem apresentado resultados muito interessantes, nos últimos anos quando aplicada nas áreas farmacêutica e de alimentos. Destacando o uso dos espectrômetros de IV identificação e dosagem de cafeína em medicamentos, chás e café. O método consiste na diluição dos princípios ativos em clorofórmio, seguida pela filtração das soluções para remoção dos excipientes. (MARIA; MOREIRA, 2007).

A propifenazona foi determinada pela medida de absorvância à 1595 cm^{-1} , com uma linha de base estabelecida entre 2000 e 890 cm^{-1} , e a cafeína através do emprego dos valores da primeira derivada a 1712 cm^{-1} . Foram usadas, em ambos os casos, soluções independentes dessas duas substâncias para calibração externa.

Maria e Moreira et al.(2007) utilizaram também a técnica de IVTF para determinação de cafeína em extratos de folhas de chá. O método baseia-se na extração com amônia e clorofórmio e na determinação direta do teor de cafeína nos extratos de clorofórmio, pelo uso das medidas de absorvância associadas às alturas dos picos obtidos a $1658,5\text{ cm}^{-1}$ e por calibração externa.

6.4 CROMATOGRAFIA

A cromatografia é um método físico-químico de separação. Está fundamentada na migração diferencial dos componentes de uma mistura, que ocorre devido a diferentes interações, entre duas fases imiscíveis, a fase móvel e a fase estacionária, técnica essa também utilizada para determinação de cafeína. Apresenta grande variedade de combinações entre fases móveis e estacionárias a torna uma técnica extremamente versátil e de grande aplicação (VIEIRA; DEGANI, 2006).Pode ser classificadas de diferentes formas, sendo subdividida em cromatografia em coluna e cromatografia plana, tendo dentre essas outras divisões (figura 5).

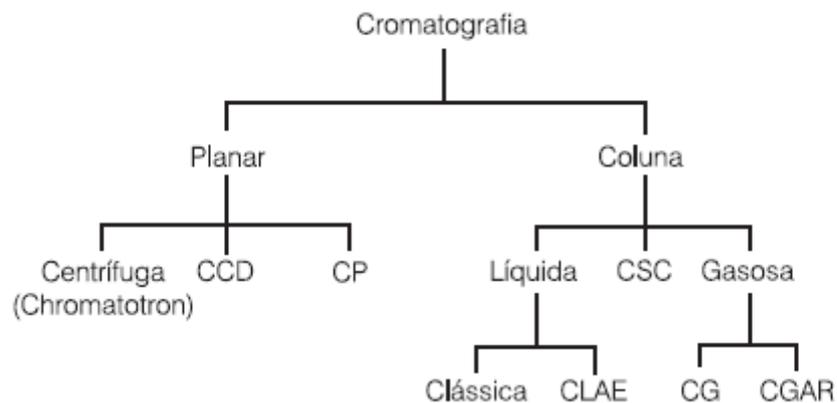


Figura 5: Fluxograma dos diferentes tipos de cromatografia (In: VIEIRA; GEGANI, 2006).

Segundo Welter em 2011 utilizou a cromatografia de líquida de alta definição, no qual foram feitas soluções padrão de cafeína em água ultrapura (obtida por filtração membranar) de concentrações 1,0 ppm, 5,0 ppm, 10 ppm, 25 ppm e 50 ppm. Estas soluções foram analisadas no CLAE por um tempo de 15 minutos a 272 nm, e pode-se obter uma curva padrão e a equação da reta, que indicam a relação entre a concentração de cafeína e a área do pico no cromatograma.

Para a determinação da concentração de cafeína nas bebidas energéticas, estas foram homogeneizadas e transferidas para béquer de 250 mL e submetidas a ultrassom por 5 minutos para a eliminação do gás carbônico.

Além dos métodos citados acima também a eletroanálise, eletroforese capilar, quimiometria, titulometria entre outros.

7. LEGISLAÇÃO PARA PRODUTOS QUE CONTÊM CAFEÍNA EM SUA COMPOSIÇÃO.

PORTARIA Nº 277, DA ANVISA

A Resolução RDC Anvisa nº 277, de 22 de setembro de 2005, da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) que estabelece o Regulamento Técnico para Café, Cevada, Chá, Erva-Mate e Produtos Solúveis. O “produto pode ser adicionado de aroma e ou especiaria para conferir aroma e ou sabor”. “O produto deve ser designado de “Chá”, seguido do nome comum da espécie vegetal utilizada, podendo ser acrescido do processo de obtenção e ou característica específicas”. Não apresentado quantidade específica nestes determinados produtos.

8. APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO.

A quantidade de cafeína em chá mate é derivado da erva mate pode ser aplicado como aula teórica e pratica para alunos do ensino médio.

Pode-se iniciar a aula falando um pouco da historia da cafeína, no qual está relacionada ao consumo de bebidas que contem a mesma, como chá mate, erva mate, o próprio café entre outros, acredita-se que sua descoberta tenha sido na Etiópia em torno de 700 a.C .Na Arábia teve inicio século XII utilizada na fabricação de vinhos e remédios, no séculos XVII na Europa sendo introduzido principalmente pelos espanhóis e holandeses, na metade do mesmo século o café chegou à América,e em 1736 na América Latina (ABIC, 2012).

Objetivo da aula teórica é discutir os efeitos da cafeína no organismo e alguns produtos que contem cafeína de uma forma didática através da cartilha e tabela como será demonstrado abaixo. Demonstrando em aula pratica alguma atividade que pode ser explorada para exemplificar numa só experiência várias operações unitárias. Executando técnicas laboratoriais presentes no currículo do ensino secundário e no conhecimento científico de alguns tópicos de Química Orgânica, tais como mecanismos de reação e coeficientes de partição entre outros.

8.1 AULA TEORICA



Figura 6. Cafeína (café) no organismo (In: PAIVA, 2012).

Produtos - Quantidades
Cocaína (240 ml) - 280 mg
Café Starbucks Tall (473 ml) - 260 mg
Café coado (200 ml) - 80 a 130 mg
Café expresso (50 ml) - 100 mg
Red Bull (240 ml) - 80 mg
Chá gelado (355 ml) - 70 mg
Aspirina Forte (uma cápsula) - 65 mg
Chá preto (um saquinho) - 50 mg
Dorflex (um comprimido) - 50 mg
Guaraná em pó (1 g) - 44 mg
Coca-Cola (355 ml) - 34 mg
Chocolate amargo (170 g) - 31 mg
Chocolate ao leite (170 g) - 10 mg

Tabela 3. Produtos que contém cafeína (In: BURGO, 2008).

Interessante destacar também alguns relatos recentes sobre o excesso de cafeína no organismo, para que sirva como exemplo para alertar os jovens que o excesso de cafeína acarretando sérios riscos a saúde

No cérebro, o alcalóide age no sistema nervoso e alterando o ânimo das pessoas. Quando uma pessoa fica aborrecidas seu organismo libera adenosina, uma substância química bloqueadora da ação das células nervosas que estimulam o humor. Por apresentar fator semelhante, a cafeína bloqueia a ação da adenosina e diminui seus efeitos em até 50% sobre o sistema nervoso central. O resultado final é uma carga de estímulo nervoso com ações secundárias sobre os músculos e órgão (PAIVA, 2012).

O FDA (agência que controla a comercialização de alimentos e medicamentos nos Estados Unidos) anunciou dia 23 de outubro de 2012 que vai investigar se cinco mortes no país estão relacionadas ao consumo de bebida energética. FDA decidiu investigar os casos após a denuncia de uma mãe que perdeu sua filha no dia 23 de dezembro de 2011 que tenta provar que a morte da filha deu-se após o consumo de bebida energética, pois segundo a autópsia constatou excesso de cafeína no organismo o que impediu o seu coração de bombear sangue.

Outro caso foi do adolescente italiano que no dia 29 de novembro de 2009 sofreu overdose por consumir dois chicletes cafeinados, adolescente foi diagnosticado com intoxicação por cafeína, o garoto foi levado pela mãe ao Hospital depois de ter chegado em casa agitado e agressivo, diferente de seu comportamento normal (BBC BRASIL, 2009).

Os exames indicaram que ele apresentava taquicardia (147 batimentos/minuto), estava ofegante e com pressão alta, o paciente reclamava ainda de dores abdominais, dor ao urinar e ardência nas pernas (BBC BRASIL, 2009).

8.2 AULA PRÁTICA

Pode-se modificar a forma de ensinar e de aprender, um ensinar mais compartilhado, orientado, flexível, com participação dos alunos, individual ou em grupo, esse é o objetivo das aulas praticas, em nosso caso, aula em laboratório.

Não podendo esquecer que cada aluno tem sua forma de aprendizado, uns aprendem na pratica, outros na forma tradicional sendo o professor um facilitador para transmitir esses conhecimentos.

Sendo assim, nossa aula de laboratório será realizada da seguinte maneira.

Consiste na extração e determinação de cafeína de folhas de chá, sem purificação.

Para o desenvolvimento da aula deve-se utilizar os seguintes (tabela 4), reagentes, matérias e equipamentos.

REAGENTES	Materias	Equip.Segurança
10 Pacotes chá (15g)	Balança Analítica	Jaleco
4g Carbonato Sódio em pó (CaCO_3)	Proveta	Óculos
5g Cloreto de Sódio (NaCl)	Kitasato	Luvas
4g Sulfato de Magnésio anidro (MgSO_4)	Papel filtro	Máscara
180 mL Água destilada	Funil Vidro	
50 mL diclorometano (CH_2Cl_2)	Funil Büchner	

Tabela 4: Ferramentas para desenvolvimento da aula pratica.

Procedimento adaptado por Azevedo e Pinto (2012).

- Pesar ~15 g de folhas de chá preto e ~5 g de CaCO_3 , e juntar a ~180 mL de água destilada;
- Aquecer a mistura à ebulição durante 30 min, agitando sempre;
- Filtrar a pressão reduzida;

- Adicionar ~5 g de NaCl ao filtrado e agitar;
- Transferir a solução para uma ampola de decantação e extrair a cafeína em duas etapas de 25 mL + 25 mL de CH₂Cl₂;
- Adiciona 4 g MgSO₄ anidro à fase inferior recolhida, e agitar vigorosamente durante 10 minutos, de forma a absorver alguma água que ainda persista;
- Proceder a uma filtração simples, transferindo a solução resultante para um balão previamente tarado;
- Destilar o diclorometano e guardá-lo num frasco devidamente rotulado;
- Pesar o balão e determinar de cafeína.

Os principais cuidados a ter em conta na execução da atividade são a transferência total da cafeína.

Finalizando a aula com apanhado de todas as substâncias e propriedades utilizadas revelando a sua importância.

9. MATERIAS E MÉTODOS

9.1. MATERIAS

Balança Analítica AY 220 e Digimed KN 15 C

Balão de fundo chato

Balão volumétrico

Béquer

Bico de bunsen

Bureta

Dessecador com sílica gel

Espectrofotômetro Femto Cirrus 80

Erlenmeyer

Estufa Tecnal Modelo TE-397/4

Filtro de papel

Funil de vidro

Funil de separação

Pinça

Pipeta graduada de 5 ml e 10 ml

Tripé de ferro

9.2. REAGENTES

Acido sulfúrico

Água destilada

Amostras

Cafeína anidra

Clorofórmio

Hidróxido potássio

9.3 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

9.3.1. Curva padrão cafeína

Secou-se a cafeína em estufa a 105 °C durante uma hora e resfriou-se em dessecador. Em seguida preparou-se uma solução estoque de cafeína com 10 mg/100 mL de água. Com auxílio de uma bureta de 25 mL transferiu-se alíquotas de 2, 3, 5, 7, 8, 10, 15 mL para balões volumétricos de 100 mL, completou-se o volume com água deionizada e homogeneizou-se. Após isso, mediu-se a absorvância a 274 nm em espectrofotômetro (Femto Cirrus 80 - modelo RS 232 C) usando um branco de água para calibração do espectrofotômetro com cubeta de cuarzo.

Com os valores obtidos, construí-se a curva-padrão por regressão linear dos valores de absorvância obtidos (eixo y) e das concentrações de cafeína (eixo x) expressa em mg/100 mL (ADOLFO LUTZ, 1985).

9.3.2 Método espectrofotômetro

A metodologia utilizada para a determinação de cafeína por espectrofotometria baseou-se na Instituto Adolfo Lutz 1985.

Pesou-se 1 g da amostra a ser analisada em um bécker de 100 mL. Adicionou-se cuidadosamente evitando a formação de grumos, com o auxílio de um bastão de vidro, 4 mL de ácido sulfúrico e homogeneizou-se. Aqueceu-se em banho-maria por 15 minutos, agitando-se ocasionalmente. Adicionou-se com cuidado 50 mL de água quente. Aqueceu-se em banho-maria por mais 15 minutos. Filtrou-se a quente para um funil de separação de 500 mL através de um papel de filtro umedecido com água. Lavou-se o bécker e o filtro com três porções de água quente acidulada com ácido sulfúrico. O filtrado e as água de lavagem foram transferidas para o funil de separação. Deixou-se o filtrado esfriar. Adicionou-se 30 mL de clorofórmio e agitou-se por dois minutos. Esperou-se esfriar as camadas. Decantou-se as camadas de clorofórmio (inferior) através de um papel de filtro umedecido com clorofórmio, para

um balão de fundo chato de 300 mL. Repetiu-se a extração com mais três porções de 30 mL de clorofórmio. Evaporou-se o extrato de clorofórmio obtido, no evaporador rotativo. Dissolveu-se o resíduo com água quente e filtrou-se para um balão volumétrico de 1000 mL . Deixou-se esfriar. Completou-se o volume com água e homogeneizou-se. Mediu-se a absorvância a 274 nm em espectrofotômetro. Determinou-se a quantidade de cafeína usando a curva-padrão como citado anteriormente.

9.3.3 Cálculo

As concentrações de cafeína nos bebidas derivadas do mate analisados foram determinadas através da equação da reta da curva de calibração de cafeína (Figura 7), $y = 0,0958x - 0,0084$, na qual y representa a absorvância e x a concentração de cafeína em mg/L.

10. RESULTADO E DISCUSSÃO

Foram realizadas as extrações da cafeína nas três bebidas contendo mate em duplicatas. Os extratos foram obtidos em balões de fundo chato 300 mL, lavados com pequenas porções de água quente para retirar toda a cafeína obtida, transferida para balões volumétricos de 1000 mL e completados os seus volumes com água deionizada.

Para a determinação da concentração de cafeína nos extratos foi construída uma curva de calibração (Figura 8) com cinco padrões de diferentes concentrações de cafeína e medindo suas respectivas absorbâncias em espectrofotômetro a 274 nm (λ_{max} da cafeína)

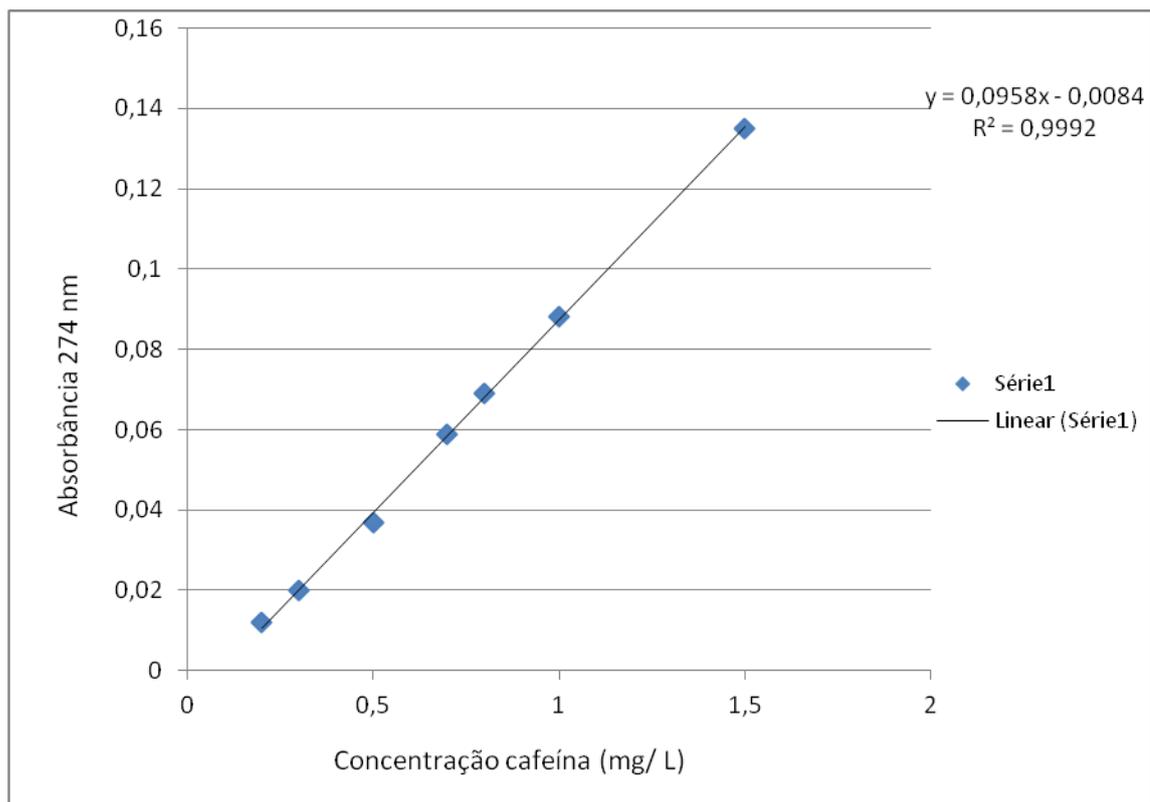


Figura 7: Curva padrão de concentração de cafeína.

Em seguida, foram feitas as leituras dos extratos de cafeína das bebidas de erva mate. A, B e C em espectrofotômetro no mesmo comprimento de onda. Na Tabela 2 são mostrados os valores de absorvância de cada extrato.

Bebidas	Replicadas	Absorbância 274 nm
Chá mate - Amostra "A"	1	0,253
Chá mate - Amostra "A"	2	0,248
Chimarrão - Amostra "B"	1	0,492
Chimarrão - Amostra "B"	2	0,490
Tererê - Amostra "C"	1	0,119
Tererê - Amostra "C"	2	0,118

Tabela 5: Amostras com absorvâncias.

As concentrações de cafeína presentes nas bebidas A, B e C, foram calculadas utilizando o cálculo do item 8.3.3 citado anteriormente.

Bebidas	Replicada 1 (Concentração cafeína em mg)	Replicada 2 (Concentração cafeína em mg)	Média
A	2,7286	2,6764	2,7025
B	5,2233	5,2025	5,2129
C	1,3298	1,3194	1,3246

Tabela 6: Amostras com as concentrações de cafeína.

Em suas respectivas embalagens contem.

Bebidas	Informação Nutricional	Composição
A	Sim – Contendo quantidade valor potássio	Não
B	Não	Sim - 70% folhas, 30% palitos
C	Sim - Contendo quantidade valor calórico, carboidratos, proteínas, gorduras totais, fibras alimentar, sódio.	Sim - 50% folhas, 50% palitos

Tabela 7: Composição do produto no rotulo.

De acordo com as informação contidas nas embalagens o chimarrão contem maior porcentagem de folhas que os demais produtos tendo ela também apresentado maior concentração de cafeína, como citado anteriormente que a quantidade cafeína esta presente em maior quantidade nas folhas dependendo de sua espécie, clima.

Analises de embalagens em supermercado de Andirá-PR.

Bebidas	Quantidade de amostra	Contêm composição embalagem
Chá Mate	7	4
Chimarrão	2	2
Tererê	4	3

Tabela 8: Presença da composição na embalagem.

11. CONCLUSÃO

A metodologia proposta é adequada para a determinação de cafeína em bebidas e apresenta a vantagem de baixo custo, possibilitando que pequenos laboratórios possam realizá-la.

Devido ao fato da cafeína estar presente em diversas bebidas, percebeu-se a necessidade de comparar a quantidade de cafeína. As bebidas escolhidas foram o chá mate, o chimarrão e o tererê no qual todos possuem o alcaloide, sendo a segunda opção apresentou maior concentração com 5,2129 mg de cafeína.

A diferença entre eles não estão apenas em suas texturas a quantidade de folhas em sua composição é muito importante para distinção. Sendo que maioria das embalagens de chá mate não contem sua composição.

As concentrações de cafeína obtidas nas pesquisas não foram suficientes para afirmar que causam problemas à saúde.

REFERÊNCIAS

ABIC, Associação Brasileira da Indústria de Café. **Historia do Café** - Disponível em <http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=38>. Acesso em 20, out, 2012.

ALVES, Adriana Barreto; BRAGAGNOLO, Neura. Determinação simultânea de teobromina, teofilina e cafeína em chás por cromatografia líquida de alta eficiência. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, vol. 38, abril, 2002, p.1.

ANVISA, Agencia Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamentação sobre chás**. Disponível: <http://portal.anvisa.gov.br/wps/portal/anvisa/anvisa/busca/!ut/p/c5/jZBBDolwFE/%3apath%3a//Anvisa%20Portal/Anvisa>. Acesso em 25 de set, 2013.

AZEVEDO, Ana Isabel P;PINTO, Luiz Manoel Matos, Obtenção de cafeína por Extração das Folhas de Chá. **ChemRus, Química Online**. p.1 a 4, 2012.

BARROS, S. D. S; GHISOLFI, S, D; LUZ, P, L; BARLEM, G, G; VIDAL, M,R; WOLFF, H, R; MAGNO, A; BREYER, P, H; DIETZ, J; GRÜBER, A, C ; KRUEL, P, D, C; PROLLA, C, J. **Mate (Chimarrão) é consumido em alta temperatura por população sob risco para o carcinoma epidermóide de esôfago**. Faculdade de Medicina da UFRGS, 2000, p 2.

BBC, Brasil. **Chiclete causa overdose de cafeína em adolescente italiano**. 2009 – UOL – Disponível em <<http://noticias.uol.com.br/ciencia/ultimas-noticias/bbc/2009/05/29/chiclete-causa-overdose-de-cafeina-em-adolescente-italiano.htm>> Acesso em 24, out, 2012.

BOGUSZEWSKI, José Humberto. **UMA HISTÓRIA CULTURAL DA ERVA-MATE: O ALIMENTO E SUAS REPRESENTAÇÕES**. 2007.130p. Dissertação (Pós-graduação) – Instituto de Ciência – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, 2007.

BORTOLINI, K.Sicka. Determinação do teor da cafeína em bebidas estimulantes. **Revista Saúde**, vol 4, p.25-26. 2010.

BURGOS, Pedro. Á base de cafeína. **Revista Super Interessante**, vol 254.p 27. Julho, 2008.

BRENELLI, E.C. S A Extração de cafeína em Bebidas Estimulantes – Uma nova abordagem para um experimento clássico em química orgânica. **Química Nova**, v.26, nº 1, p. 136-138. 2003.

DRAETA, Paulo. **Erva-mate – Origem, benefícios e preços**. As plantas medicinais. Estado de São Paulo – SP. Disponível em:<<http://www.asplantasmedicinais.com/erva-mate-origem-beneficios-preco.html>>. Acesso em: 10 jul. 2013.

EIRAS, Felipe; LEITE, Lara; MACHADO, Manuela. **Reações Adversas**. 2007. 62p. Trabalho de Conclusão de Curso (Farmácia e Bioquímica) – Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto.

FERIGOLO, Maristela e SIGNOR e CRESTANI. **Cafeína 2007 - parte 1**. Estado do São Paulo –. Disponível em:< <http://vivavoz.ufcspa.edu.br/pdfs/Cafeina.pdf.htm>>. Acesso em: 22, abril.,2012.

FILHO, Hiram da Costa Araújo, **Classificação de amostras de erva-mate de acordo com o seu envelhecimento por microextração em fase sólida (MEFS)**. Artigo técnico RQI. Rio de Janeiro, p.1-5, 2011.

GALACHO, Cristina; MENDES, Paulo. **A cafeína – 2012**. Estado de São Paulo, SP. Disponível em < <http://www.registo.com.pt/cultura/a-cafeina/#.UeBazTW5eRI>> Acesso em 02, jul.2013.

INSTITUTO ADOFLO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v.1: Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos. São Paulo: IMESP. 3.ed 1985. p. 190-192.

JUNIOR, Euclides Lara Cardoso. **Teores de metilxantinas e compostos fenólicos em extratos de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil)** 2006. 28p. Tese Doutorado – UEM / Universidade Estadual de Maringá, Paraná, Maringá, 2006.

MANARINI, Thais. **Mate: O chá da hora. Emagrece, Brasil!**. São Paulo. 2012. Disponível em: < <http://saude.abril.com.br/emagrece-brasil/beneficios-cha-mate.shtml>>>>. Acesso em: 04. Out.2012.

MARIA, Carlos A. B; MOREIRA, Ricardo F.A **Cafeína: revisão sobre métodos de análise**. 2007. Química Nova. São Paulo. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010040422007000100021>
.Acesso em: 02. Out.2012.

MARTINS, Carla de Moura; AQUINO, Francisco José Tôrres. **ESTUDO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA E DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE CAFÉS (COFFEE ARÁBICA) E DE SUAS PALHAS PROVENIENTES DO CERRADO**. 2008. 22p. Trabalho de conclusão de curso – Instituto de Química - Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2008.

MEURER, Kíria. **Erva-mate combate colesterol ruim, diabetes e até emagrece**. Rio de Janeiro - RJ. Disponível em < <http://g1.globo.com/globo-reporter/noticia/2012/02/erva-mate-combate-colesterol-ruim-diabetes-e-ate-emagrece.html>> Acesso em 09 jul, 2013.

NEVES, C. - **A estória do café**. Rio de Janeiro, Associação Brasileira de Indústria de Café, ABIC 1974. Disponível em: <<http://www.abic.com.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=38>>. Acesso em: 01. Out.2012.

NESELLO, Mariana Ávila. ROSSATO, Marcelo. **AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DE CAFEÍNA EM AMOSTRAS DE ERVA-MATE NATIVAS E COMERCIALIZADAS NO RIO GRANDE DO SUL**. 2009. 1p. Artigo – Instituto de Biotecnologia – UCS / 2009.

OLIVEIRA, F. de; AKISUE, G.; AKISUE, M. K. - **Farmacognosia** 1ª Ed. São Paulo: Atheneu, 2005.

PAIVA, Ricardo Vieira dos Santos. **Café e cafeína: dois conceitos para degustar com os jovens**. Nova escola. Disponível em: <<http://revistaescola.abril.com.br/ensino-medio/cafe-cafeina-dois-conceitos-degustar-jovens-432000.shtml>> Acesso em: 02. Out.2012.

SABRINA, Adolfo. **Plantas Medicinais com base nas metilxantinas** – Espanha. Disponível em <<http://www.etnobotania.com/2012/04/plantas-medicinales-con-bases-xanticas.html>> Acesso em 09 jul.2013.

SEAB Paraná. Diagnóstico e alternativas para a erva-mate *Ilex paraguariensis*. Curitiba, 1993. 141 p.

SCHARDT, David. Caffeine - The Good, the Bad, and the Maybe. **Nutrition Action**, vol 3, p. 3 a 7, março 2008.

SMITH, A. **Efeitos da cafeína em humanos, nos alimentos e na toxicologia química.** p.1243-1255, out 2002.

SOARES, Ana Isabel Souza Montenegro e FONSECA, Bruno Miguel Reis. **Cafeína.** Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto, p. 55.2005.

RIBEIRO, Marcelo Lima. **Avaliação da ação da erva mate (*Llex paraguariensis*) na redução do estresse oxidativo e na modulação da expressão de genes envolvidos na produção de enzimas antioxidantes e na transcrição de genes.** Departamento Ciências Alimento, Universidade São Francisco, p.43, 2010.

URIJATAN, T. C. P. Souto; DANTAS, Edilene; PONTES, J. C. Márcio; SILVA, C. Edvan; ARAÚJO, Mário César Ugulino; LYRA Wellington S; OLIVEIRA Maria do Socorro R. **Aplicação de Técnicas de Reconhecimento de Padrão para Discriminação de Cafés Descafeinados,** Departamento de Química, Universidade Federal da Paraíba, 2005, p. 1

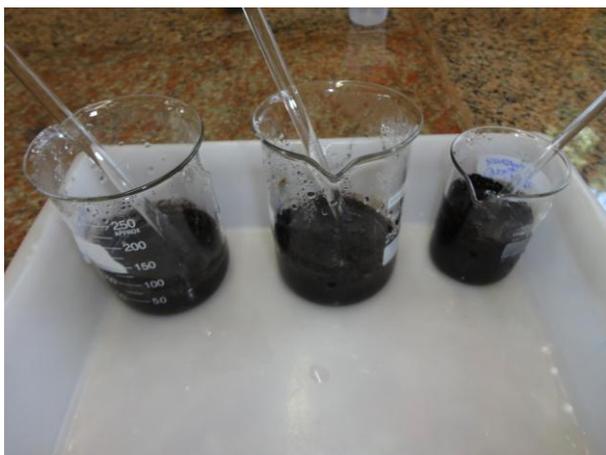
VIEIRA, Paulo C; DEGANI Ana Luiza G. Cromatografia um breve ensaio. **Explorando o Ensino,** v.4, n.33, p.18-25, abril, 2006.

VILELA, Danielle de Alencar; LOURENÇO, Keilla Dias; TAMES, Mário Luís Salvatierra; BAHIA, Rodrigo Freitas; NAVARRO, Francisco. **Revista brasileira de obesidade, nutrição e emagrecimento,** São Paulo. V. 1, n 5. p.92-105, set/out 2007.

WELTER, Sinara Queli. **EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE CAFEÍNA EM ENERGÉTICOS ATRAVÉS DE CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA E ESPECTROFOTOMETRIA.** Trabalho de conclusão de curso – Instituto de Química – UTFPR / Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, Pato Branco, p.39, 2011.

SANTOS, Angélica. **Extração da cafeína do guaraná em pó.** Belém. Disponível em < <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAfV4oAL/extracao-cafeina-guarana> po>. Acesso em 10 de nov, 2012.

ANEXOS



1ª Etapa: 1mg da amostra + 4 mL H_2SO_4 + 30 mL água quente.



3ª Etapa: Adição de 3 porção de 30 mL clorofórmio. Esperar decantar, transferir para balão.



2ª Etapa: Filtragem amostra com filme umedecido.



4ª Etapa: Evaporação do clorofórmio em rotavapor.



5ª Etapa: Levar em estufa a 105° C. Dissolver em água quente transferir para balão de 1000 mL.



7ª Etapa: Leitura no espectrofotômetro.



6ª Etapa: Completar o balão e deixar esfriar.



Procedimento curva-padrão.