



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

DANILO MARQUESINI TERZI

AVALIAÇÃO DO TEOR DE CAFEÍNA EM PRODUTOS  
DESCAFEÍNADOS

**Assis – SP**  
2010

DANILO MARQUESINI TERZI

AVALIAÇÃO DO TEOR DE CAFEÍNA EM PRODUTOS  
DESCAFEINADOS

Trabalho de Conclusão de  
Curso apresentado ao Instituto  
Municipal de Ensino Superior  
de Assis, como requisito do  
Curso de Graduação.

Orientadora: Rosângela Aguiar da Silva

Área de Concentração: Exatas – Química Industrial

**Assis – SP**  
**2010**

## FICHA CATALOGRÁFICA

TERZI, Danilo Marquesini

Avaliação do teor de cafeína em produtos descafeinados /  
Danilo Marquesini Terzi. Fundação Educacional do Município de  
Assis - FEMA - Assis, 2010.

Nº 44p.

Orientador: Rosângela Aguiar da Silva

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

1. Cafeína. 2. Café. 3. Produto Descafeinado

CDD:660  
Biblioteca da FEMA

# AVALIAÇÃO DO TEOR DE CAFEÍNA EM PRODUTOS DESCAFEINADOS

DANILO MARQUESINI TERZI

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto Municipal  
de Ensino Superior de Assis, como  
requisito do Curso de Graduação,  
analisado pela seguinte comissão  
examinadora:

Orientadora: Dra. Rosângela Aguilhar da Silva

Analisadora: Ms. Marta Elenita Donadel

**Assis - SP**  
**2010**

## DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, por sempre terem me apoiado e me incentivado, principalmente nas horas mais difíceis.

## AGRADECIMENTOS

Em especial à minha orientadora Dra. Rosângela Aguilár da Silva pela orientação e pelo constante estímulo transmitido durante o trabalho.

Aos meus companheiros de curso, pois traçamos uma difícil etapa de nossas vidas juntos e a todos que colaboraram direta ou indiretamente, na execução deste trabalho.

Aos meus familiares, que sempre me apoiaram e me incentivaram.

## RESUMO

O presente trabalho descreve algumas propriedades da cafeína, a sua ação no organismo humano, suas principais fontes e também os métodos utilizados para a sua determinação. Devido aos efeitos maléficos causados pela cafeína em algumas pessoas sensíveis a mesma, necessitou-se retirá-la ou mesmo diminuí-la significativamente em alguns produtos que são os denominados descafeínados. O objetivo deste trabalho consistiu em determinar a concentração de cafeína em produtos descafeínados: café torrado e moído comum, café torrado e moído descafeinado, café solúvel comum e café solúvel descafeinado e verificar se o teor encontrado atende à legislação vigente. O método utilizado foi o espectrofotométrico na região ultravioleta (UV), segundo métodos físico-químicos do Instituto Adolfo Lutz. As amostras foram adquiridas em supermercados da cidade de Assis. Os resultados deste trabalho mostraram que as duas amostras de café torrado e moído comum, apresentaram teor de cafeína de acordo com a legislação vigente e que uma amostra do café torrado e moído não atendeu ao padrão estabelecido. Quanto ao teor de cafeína em amostras de café solúvel comum e café solúvel descafeinado, todas as amostras analisadas estavam de acordo com a legislação específica para esses produtos. Conclui-se que todas as amostras apresentaram redução no teor de cafeína segundo a informação do rótulo do produto. Entretanto, uma das amostras não apresentou redução significativa segundo o especificado pela legislação, necessitando de maior controle de qualidade para atender às necessidades dos consumidores.

**Palavras-chave:** Cafeína; café; produto descafeinado.

## ABSTRACT

The present work describes some properties of the caffeine, its action in the human organism, its main sources and also the methods used for its determination. Due to the harmful effects caused by the caffeine, it was necessary to take it off or even to reduce it significantly of some products that are, then, denominated decaffeinated. The objective of this work consisted of determining the caffeine concentration in decaffeinated products: toasted coffee and milled common, toasted coffee and milled decaffeinated, common soluble coffee and decaffeinated soluble coffee and to verify if the content found obeys to the current legislation. The used method was the Spectrophotometry in the ultraviolet area (UV), according to Adolfo Lutz Institute's physical-chemists methods. The samples were acquired in supermarkets of Assis' city. The results of this work showed that the two samples of toasted coffee and milled common, they presented caffeine tenor in agreement with the effective legislation and that a sample of the toasted coffee and milled didn't assist to the established pattern. As for the caffeine tenor in samples of common soluble coffee and decaffeinated soluble coffee, all of the analyzed samples were in agreement with the legislation specifies for those products. It is ended that all of the samples presented reduction in the caffeine tenor according to the information of the label of the product. However, one of the samples didn't introduce reduction significant specified second him for the legislation, needing larger quality control to assist to the consumers' needs.

**Keywords:** Caffeine; coffee; decaffeinated product



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Molécula de Cafeína.....	17
Figura 2. Extração de Cafeína pelo fluido supercrítico de CO <sub>2</sub> .....	25
Figura 3. Cartilha sobre os efeitos da cafeína... ..	34
Figura 4. Cristais de cafeína após a extração do café torrado e moído comum.....	39
Figura 5. Cristais de cafeína após a extração do café torrado e moído descafeinado.....	40

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição química de um grão de café cru .....	16
Tabela 2. Produtos fontes de cafeína .....	18
Tabela 3. Teores de cafeína para café torrado em grão e café torrado e Moído .....	33
Tabela 4. Teores de cafeína para café solúvel .....	33
Tabela 5. Resultados das análises de cafeína em amostras de café torrado e moído e descafeinado .....	38
Tabela 6. Resultados das análises de cafeína em amostras de café solúvel comum e café solúvel descafeinado .....	40

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2.</b>	<b>PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DA CAFEÍNA .....</b>	<b>15</b>
<b>3.</b>	<b>PRODUTOS FONTES DE CAFEÍNA .....</b>	<b>18</b>
<b>4.</b>	<b>AÇÃO DA CAFEÍNA NO ORGANISMO .....</b>	<b>19</b>
4.1.	SISTEMA NERVOSO CENTRAL .....	19
4.2.	SISTEMA CARDIOVASCULARES .....	20
4.3.	EFEITOS NO SONO E NA ANSIEDADE .....	21
4.4.	ALGUNS CONTRAS DO CONSUMO DA CAFEÍNA.....	23
<b>5.</b>	<b>CAFÉ DESCAFEINADO .....</b>	<b>24</b>
<b>6.</b>	<b>MÉTODOS ANALÍTICOS PARA EXTRAÇÃO DE CAFEÍNA .</b>	<b>26</b>
6.1.	GRAVIMETRIA .....	26
6.2.	ESPECTROFOTOMETRIA .....	26
6.3.	CROMATOGRAFIAS DE ADSORÇÃO E CAMADA DELGADA .....	27
6.4.	CROMATOGRAFIA GASOSA .....	28
6.5.	CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA .....	28
6.6.	ELETROFORESE CAPILAR .....	29
6.7.	ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO .....	29
<b>7.</b>	<b>PLANTA DE CAFÉ SEM CAFEÍNA.....</b>	<b>31</b>
<b>8.</b>	<b>LEGISLAÇÃO PARA PRODUTOS QUE CONTÊM CAFEÍNA EM SUA COMPOSIÇÃO .....</b>	<b>33</b>
8.1.	PORTARIA 377, DA ANVISA/MS .....	33
8.2.	PORTARIA Nº 130, DA ANVISA/MS .....	33
<b>9.</b>	<b>APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO .....</b>	<b>34</b>
<b>10.</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>36</b>
10.1.	MATERIAL E REAGENTES .....	36
10.2.	PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL .....	36
10.2.1.	Construção da Curva Padrão de Cafeína .....	36

10.2.2. Análise de Cafeína em Amostras de Café torrado, moído e solúvel ....	37
11. RESULTADO E DISCUSSÃO .....	39
12. CONCLUSÃO .....	42
REFERÊNCIAS:.....	43

## 1. INTRODUÇÃO

O café é originário da Etiópia, tendo chegado à Arábia no século XIII e à Turquia no século XVI. Mas é somente com sua chegada à Itália, no princípio do século XVII, que se dá sua grande expansão, pois começaram a surgir, desde então, casas de café por toda Europa. Na segunda metade do século XVII, o café chegou à América. Ao longo dos anos, a cafeína foi identificada em muitos outros tipos de plantas, como, por exemplo, mate, nozes-de-cola, etc (SOARES; FONSECA, 2005).

Tendo se popularizado com sua chegada à Europa, foram os Estados Unidos, após sua independência, que se tornaram o principal consumidor mundial, respondendo hoje pelo consumo de cerca de 1/3 (um terço) do café cultivado no mundo. O Brasil entra, por sua vez, na estatística do café com o primeiro lugar entre os produtores, vindo acompanhado da Colômbia, detentora do segundo lugar (VIVAVOZ, 2007).

Existem inúmeras espécies de café cultivadas no mundo, mas no Brasil são conhecidas apenas duas: o café Arábica (*Coffea arabica*) e Café Robusto (*Conillon*). Cada espécie, por sua vez, tem um grande número de variedades e linhagens (LIMA, 2003).

A espécie *arábica* produz cafés de melhor qualidade, mais finos e requintados. Tem grãos de cor esverdeada, é cultivada em regiões com altitude acima de 800 metros. Tem o seu teor de cafeína em torno de 1,2% (grão) e é originária do Oriente, de onde resulta seu nome (Etiópia, Yemem). A espécie robusta é originária da África, tem um trato mais rude e pode ser cultivada ao nível do mar (altitudes mais baixas). Não possui sabores variados e refinados como a arábica, dizendo-se que tem um “sabor típico e único”. Sua acidez é mais baixa e, por ter mais sólidos solúveis, é utilizada intensamente nos cafés solúveis. Seu teor de cafeína é maior do que nos arábicas, chegando a 3,5% (grão) (LIMA, 2003).

Apesar de a cafeína ser o componente do café mais conhecido pela maioria das pessoas, não é a substância que aparece em maior concentração no grão, e também não é a que confere o sabor ao café, existindo diversas outras apesar de

não terem muita importância nutricional para organismo humano (SOARES; FONSECA, 2005).

Assim, o café, após torra ideal, possui além de uma grande variedade de minerais, aminoácidos, lipídeos, açúcares, vitamina do complexo B, niacina, também conhecida como vitamina PP (LIMA, 2003).

A cafeína é considerada a substância psicoativa mais consumida do mundo (CAMARGO E TOLEDO, 1998).

O consumo mundial de cafeína é estimado em mais de 120.000 toneladas por ano, sendo o café o alimento que mais contribui para a sua ingestão (CAMARGO E TOLEDO, 1998).

Doses terapêuticas de cafeína estimulam o coração, aumentando a sua capacidade de trabalho, produzindo também dilatação dos vasos periféricos (SMITH, 2002).

Devido ao grande consumo da cafeína pela população, começaram a se agravar doenças como a gastrite, a úlcera, a isofagite e dentre outros. Diante disso foram desenvolvidos os produtos chamados descafeinados, para que as pessoas possam consumir esse produtos sem maiores riscos a saúde (UBIJATAN, et al, 2005).

Os grãos descafeinados passam pelos mesmos processos dos cafés comuns até chegar ao consumidor nas versões torrado e moído, em sachê e solúvel. O café descafeinado entra no preparo dos mesmos pratos que costumam ser preparados com a bebida tradicional, como pudins, sorvetes, doces, e bolos. Além, naturalmente, das incontáveis bebidas (UBIJATAN, et al, 2005).

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho é determinar a concentração de cafeína em produtos descafeinados e verificar se o teor de cafeína encontrado atende à legislação em vigor.

## 2. PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DA CAFEÍNA.

A cafeína é um composto químico de fórmula  $C_8H_{10}N_4O_2$  - classificado como alcalóide, substância de caráter básico, derivado de plantas que contêm, em sua fórmula, basicamente nitrogênio, oxigênio, hidrogênio e carbono. É do grupo das xantinas e designado quimicamente como 1,3,7-trimetilxantina (LIMA, 2003).

Entre o grupo das xantinas (que incluem a teofilina e a teobromina) a cafeína é a que mais atua sobre o sistema nervoso central. Atua ainda sobre o metabolismo basal e aumenta a produção de suco gástrico (LIMA, 2003).

O café é um dos únicos produtos que, mediante um processo tão drástico como a torrefação, produz uma vitamina importante para o metabolismo humano, a niacina. Durante a torrefação, a trigonelina sofre desmetilação para formar a niacina, em quantidades que podem chegar próximo a  $20 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  de café torrado (SOARES; FONSECA, 2005).

Os compostos fenólicos são conhecidos por suas características antioxidantes *in vitro*; entre eles figuram os ácidos clorogênicos (ACG), que são considerados os mais importantes e é uns que se apresentam em maior quantidade no café (PAIS; TEIXEIRA, 2002).

Durante o processo de torrefação, esses compostos fenólicos são intensamente degradados, originando pigmentos e componentes voláteis do aroma, como fenol. A cafeína é a única substância que não é destruída com a torrefação excessiva (PAIS; TEIXEIRA, 2002).

As diferentes proporções dos seus constituintes são de 49,48% de Carbono, 5,19% de Hidrogênio, 28,85% de azoto e 16,48% de Oxigênio (LIMA, 2003).

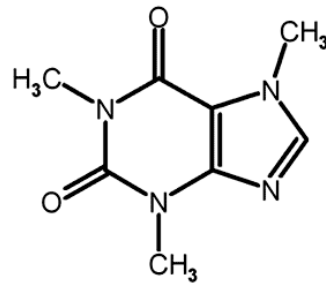
Na tabela 1, está descrita a composição química em g/100g de um grão de café cru.

COMPONENTES	<u>Café Arábica</u>	<u>Café Robusta</u>
Cafeína	1,2	2,2 – 3,5
Trigonelina	1,0	0,7
Cinzas	4,2	4,4
Ácido Clorogênico Total	6,5	10,0
Sacarose	8,0	4,0
Redutores	0,1	0,4
Polissacarídeos	44,0	48,0
Lignina	3,0	3,0
Pectina	2,0	2,0
Proteína	11,0	11,0
Aminoácidos Livres	0,5	0,8
Lipídeos	16,0	10,0

**Tabela 1 – Composição química de um grão de café em g/100g de base seca.**



A cafeína, cuja estrutura é apresentada na figura 1, apresenta-se sob a forma de um pó branco com aspecto brilhante, que se fundem à 238 °C e sublimam à 178 °C, em condições normais de temperatura e pressão. É extremamente solúvel em água quente, não tem cheiro e apresenta sabor amargo (PAIS E TEIXEIRA. 2002).



**Figura 1 – Molécula da Cafeína (FONTE: WIKIPEDIA)**

### 3. PRODUTOS FONTES DE CAFEÍNA

A tabela 2 apresenta alguns produtos e suas respectivas quantidades de cafeína.

Produtos	Quantidade média de Cafeína (mg)
Café Coado/xícara	150
Café Expresso/xícara	350
Café Descafeinado/xícara	4
Chá/xícara	70
Chocolate (200g)	7
Coca Cola/lata	45,6
Red Bull/lata	80
Analgésicos	30-200
Remédios pra resfriados	30-100

**Tabela 2 – Produtos fontes de cafeína**

A cafeína existe em mais de 60 espécies de plantas em todo o mundo. Ela está contida, naturalmente, em muitos alimentos como o chá, o cacau e o guaraná. A cafeína é adicionada, artificialmente, a muitos produtos, incluindo alguns refrigerantes à base de cafeína, “bebidas energéticas” e em algumas formulações farmacêuticas, não tendo qualquer valor nutricional para o organismo humano, restringindo-se apenas aos seus efeitos estimulantes (CAMARGO E TOLEDO, 1998).

## 4 - AÇÃO DA CAFEÍNA NO ORGANISMO

### 4.1. SISTEMA NERVOSO CENTRAL

Muito dos efeitos que a cafeína exerce tem mecanismos semelhantes aos das anfetaminas, cocaína e heroína, no entanto esses efeitos são bem mais leves (VILELA, et al. 2007).

O efeito mais conhecido da cafeína é a sua ação como estimulante do sistema nervoso central, tendo capacidade de chegar à corrente sanguínea e, deste modo, atingir o córtex cerebral exercendo aí os seus efeitos. Nos seres humanos estes efeitos traduzem-se por uma redução da fadiga levando à insônia, com uma melhoria da concentração e capacidade de pensamento mais clara e também na capacidade do desempenho de atividades motoras (FONSECA; SOARES, 2005).

Especialistas mostram que o consumo de 140 a 300 mg de cafeína, 30 a 60 minutos antes do exercício pode melhorar velocidade e resistência e fazer seu programa parecer mais fácil. Mas, para alcançar esses objetivos, eles usaram pílulas de cafeína ou refrigerantes cafeinados nos estudos. Pela seguinte razão: muitos outros componentes do café podem interferir no papel da cafeína sobre sua atividade física (ALVES; CASAL; OLIVEIRA, 2009).

Estudos confirmam que a cafeína melhora a capacidade mental, tais como testes de associação, e produz um aumento na velocidade de realização de cálculos, embora a precisão não sofra grandes melhorias. No entanto, estes benefícios só se fazem sentir até um limite de 300 mg de cafeína que, ultrapassado, pode inibir estas capacidades (FONSECA; SOARES, 2005).

O consumo diário, mas moderado do café é a melhor forma de aproveitar os benefícios desta agradável e estimulante bebida. Assim, o consumo de 4 a 6 xícaras de 50 mL tomadas ao longo do dia, é o considerado adequado (ALVES, CASAL, OLIVEIRA, 2009).

A cafeína também aumenta a concentração de dopamina no sangue (assim como as anfetaminas, a cocaína e a heroína), por diminuir a recaptação desta no SNC. A dopamina atua também como um neurotransmissor, estando relacionada com o prazer, e pensa-se que seja este aumento dos níveis de dopamina que leva ao vício da cafeína (PAIS; TEIXEIRA, 2002).

A cafeína, além destes benefícios citados, ainda reduz o risco de desenvolver a doença de Alzheimer e Parkinson, reduz o risco de suicídio e o risco de isquemia cerebral (PAIS; TEIXEIRA, 2002).

## 4.2. SISTEMA CARDIOVASCULAR

Ao tomarmos uma xícara de café, pode-se observar um leve aumento dos níveis de pressão arterial e esse efeito não está associado somente a presença de cafeína, já que o mesmo ocorre com o consumo de café descafeinado. Esse efeito hipertensivo só é constatado em pessoas que não são habituadas ao consumo de café regularmente (VILELA, et al. 2007).

O consumo regular tem efeito protetor sobre o sistema vascular. Um estudo que acompanhou mulheres por 12 anos revelou uma redução no risco de apresentar hipertensão arterial (VILELA, et al. 2007).

Um outro estudo revelou após sete anos de seguimento, que o consumo de café maior que três xícaras diárias, esteve associado a menores índices de calcificação nas artérias coronárias (marcador de aterosclerose), especialmente entre mulheres (VILELA, et al. 2007).

O café é conhecido como um dos principais antioxidantes da dieta, pois é consumido em larga escala (FONSECA; SOARES, 2005).

Além de todas as substâncias já citadas que existem no café, duas são de grande relevância para nossa saúde, o cafestol e o kahweol, que sabidamente estão associadas ao aumento de marcadores de risco vascular como o colesterol. O interessante é que tanto o cafestol como o kahweol ficam “presos” no coador, sendo

muito mais abundantes no café expresso do que no café coado. Assim o consumo regular de café coado tem o poder de reduzir os níveis do colesterol ruim (LDL), sendo que o excesso de café expresso pode aumentar seus níveis (ALVES, CASAL, OLIVEIRA, 2009).

Um outro fator importante de proteção do café, sobre nossa saúde vascular é que tem o poder de reduzir a resistência à insulina e com isso reduzir o risco de diabetes. Indivíduos que consomem de 4 a 6 xícaras, tem menores risco de diabetes que um indivíduo que consomem duas xícaras por exemplo (CAMARGO E TOLEDO, 1998).

Os seus efeitos vão além dos vasos sanguíneos. Seu consumo regular tem sido associado à redução da mortalidade, inclusive por câncer e redução de doenças crônicas do fígado (ALVES, CASAL, OLIVEIRA, 2009).

#### 4.3. EFEITOS NO SONO E ANSIEDADE

Estudos que mostram que a cafeína incrementa o período de latência do sono, reduz a sua duração, altera os patamares normais do sono e a sua qualidade é diminuída (SMITH, 2002).

De uma forma geral, a cafeína em pouco tempo, pode dificultar o sono 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 (FONSECA E SOARES, 2005).

A cafeína pode produzir efeitos no incremento de latência na primeira metade da noite, sendo diferente do que ocorre na insônia. Existem grandes diferenças individuais no efeito da cafeína no sono. Há estudos que mostram que tomar um café de manhã pode influenciar a próxima noite de sono, no entanto, existem referências de indivíduos que consomem produtos com cafeína durante todo o dia e principio da noite e não sentem qualquer efeito no sono. Existem provavelmente muitas razões para que isto ocorra como a dose de cafeína, o tempo entre a

ingestão e a hora de dormir, a idade, fatores familiares e diferenças individuais na sensibilidade e tolerância à cafeína (SMITH, 2002).

Há evidências que os indivíduos que consomem grandes quantidades de cafeína relatam menos distúrbios em nível do sono do que as pessoas que a consomem esporadicamente. Na realidade, há resultados que sugerem que o desenvolvimento da tolerância tem efeitos no sono (SMITH, 2002).

Os efeitos de pequenas doses mostram grande variabilidade individual apesar de os consumidores assíduos serem mais resistentes aos efeitos da cafeína no sono. O impacto total das mudanças induzidas pela cafeína no sono ou comportamento no dia seguinte e a saúde a longo prazo não é conhecido (SMITH, 2002).

Estudos relatam que altas doses de cafeína na dieta (>300 mg), aumentam os níveis de ansiedade e podem induzir ataques de pânico. Indivíduos com problemas de ansiedade e pânico são especialmente susceptíveis aos efeitos da cafeína. Embora muitos dos indivíduos ansiosos tendam a limitar o consumo de cafeína, alguns não o fazem e tendem posteriormente a confundir os sintomas com os provocados pela cafeína (ALVES, CASAL, OLIVEIRA, 2009).

Tudo isto sugere que o consumo deve ser controlado a fim de se evitar problemas de ansiedade e de sono, principalmente em indivíduos mais susceptíveis aos efeitos da cafeína (SMITH, 2002).

#### 4.4. ALGUNS CONTRAS DO CONSUMO DA CAFEÍNA

Em doses muito elevadas, a cafeína pode provocar a liberação intracelular de íons cálcio, desencadeando pequenos tremores involuntários, aumento da pressão arterial e da frequência cardíaca (VILELA, et al. 2007).

O consumo de cafeína na gravidez aumenta o risco de aborto espontâneo e de gerar recém-nascido de baixo peso, principalmente quando se consome acima de 200 mg/dia. É aconselhável então tomar o café descafeinado. Alguns estudos demonstram também que o café em excesso pode reduzir a fertilidade feminina (PAIS; TEIXEIRA, 2002).

O Café em excesso em idades avançadas, pode aumentar o risco de osteoporose e como consequência o nível de fraturas, pois a cafeína reduz a absorção do cálcio (LIMA, 2003).

Estudos dizem ainda que o excesso de café pode dificultar o controle de crises de enxaqueca, sendo necessário suspender seu uso (LIMA, 2003).

Generalizando, o consumo de três a quatro xícaras diárias (300mg de cafeína) está muito mais próximo de um ótimo investimento à saúde do que simplesmente um hábito que não faz mal à saúde (VILELA, et al. 2007).

## 5. CAFÉ DESCAFEINADO

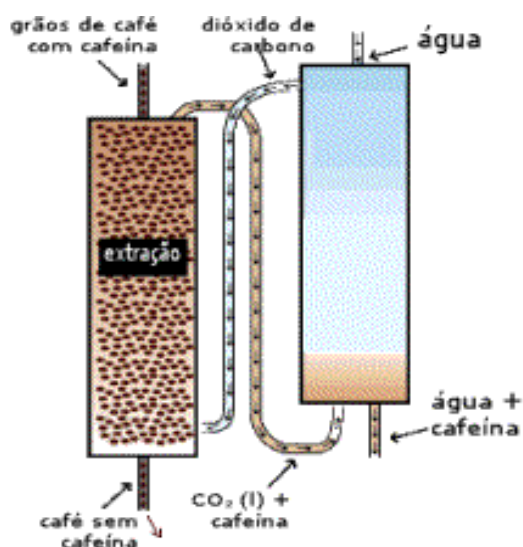
A cafeína é extraída dos grãos verdes de café, antes de eles passarem pelo processo de torra, na qual adquirem a coloração conhecida. Para ser chamado de descafeinado, um café tem que ter mais de 97% de sua cafeína retirada (SALDAÑA, 2006).

Grãos normais de café contêm entre 0,8 % e 2,5% de cafeína dependendo da sua origem e variedade. Um café descafeinado não está totalmente livre de cafeína. Pela legislação um café torrado descafeinado pode conter no máximo 0,1% de resíduo de cafeína (UBIJATAN, et al, 2005).

A retirada de cafeína do café pode ser feita de várias maneiras. As mais comuns são três: o método que utiliza solventes para remover a substância, o método suíço, que utiliza água quente, e o método de gás carbônico supercrítico, que utiliza pressões e temperaturas muito altas. No método suíço, a água retira a cafeína, mas leva junto muitos elementos importantes do café, alterando o sabor. Já o supercrítico exige instalações muito caras (SOARES; FONSECA, 2005).

O café descafeinado é obtido pela extração da cafeína dos grãos maduros recém-colhidos. Até 1980 se empregava na descafeinação o diclorometano, que dissolvia a cafeína, preservando o aroma e o sabor. Entretanto, esse processo deixava resíduos tóxicos. A partir de 1990 começou-se a utilizar no processo o fluido supercrítico de dióxido de carbono, ou CO<sub>2</sub> supercrítico, solvente mais natural e não tóxico. O processo como dito é caro, mais é muito eficiente, pois dissolve aproximadamente 99% da cafeína dos grãos (SALDAÑA, 2006).





**Figura 2 – Extração de cafeína pelo fluido supercrítico de CO<sub>2</sub> (FONTE: WIKIPEDIA)**

Acima de 72.8 atm e 304.2 K a densidade do gás CO<sub>2</sub> e de seu líquido é idêntica, e este se torna um fluido supercrítico, ou seja, é quando a temperatura e a pressão do composto estão acima do ponto crítico, onde não se pode mais diferenciar os estados da matéria (UBIJATAN, et al, 2005).

O fluido dissolve substâncias como um líquido, principalmente substâncias orgânicas, como a cafeína. O processo de extração é simples: o CO<sub>2</sub> supercrítico, sob alta pressão, "lava" os grãos de café, e dissolve cerca de 99% da cafeína presente. A cafeína, então, é isolada e vendida para indústrias farmacêuticas. E o café descafeinado vai para as prateleiras dos supermercados (TEIXEIRA, 2008).

## 6. MÉTODOS ANALÍTICOS PARA EXTRAÇÃO DE CAFEÍNA

### 6.1. GRAVIMETRIA

A gravimetria foi o primeiro método desenvolvido para análise de cafeína em produtos alimentícios. Durante muitos anos foi o método oficial da "Association of Official Analytical Chemists" (AOAC) para análise de cafeína em semente de café. 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 era determinado por gravimetria. Esse método consumia muito tempo e nem todos os interferentes eram removidos, o que causava uma superestimativa dos níveis de cafeína no produto (MOREIRA; DE MARIA. 2007).

### 6.2. ESPECTROFOTOMETRIA

A absorção de radiação eletromagnética na região do ultravioleta (UV) pela cafeína foi descrita no início do século 20 por Hartley (1905). Posteriormente, Holiday (1930) descreveu que a cafeína apresentava um limite máximo de absorção no UV entre os comprimentos de onda de 271 e 275 nm. Ishler. et al (1948). desenvolveram um método espectrofotométrico de baixo custo para análise de cafeína em produtos do café. Neste método, o extrato aquoso da matriz é tratado com óxido de magnésio e ferrocianeto de zinco para remoção de trigonelina e outros compostos interferentes e a quantificação da cafeína é conduzida com base na análise da absorbância no comprimento de onda de 272 nm. Este método é mais rápido, simples e preciso que as técnicas gravimétricas e de análise do nitrogênio total, porém os resultados ainda podem ser superestimados pela presença de interferentes (CAMARGO; TOLEDO. 1998).

### 6.3. CROMATOGRAFIAS DE ADSORÇÃO E CAMADA DELGADA

A partir da década de 60, foram publicados alguns artigos enfocando o uso da cromatografia líquida clássica para análise de cafeína em bebidas. Este método permite uma limpeza mais eficiente dos extratos, o que propicia análises mais exatas do teor de cafeína nas matrizes analisadas. Posteriormente, um trabalho colaborativo, envolvendo nove laboratórios, comparou o método cromatográfico, com quantificação da cafeína pela análise da absorbância na região do UV com o método "Bailey-Andrew". De modo geral, o estudo colaborativo indicou uma correlação satisfatória entre os dois métodos, entretanto o método "Bailey-Andrew" apresentou resultados superestimados para o café descafeinado. O método cromatográfico-espectrofotométrico consiste na passagem do extrato em uma coluna de celite básica e em seguida, a cafeína juntamente com pigmentos são dissolvidos em éter. O extrato etéreo então é passado em uma coluna celite ácida, na qual somente a cafeína fica adsorvida. Por último, a cafeína é eluída da coluna com clorofórmio e quantificada pela análise da absorbância no comprimento de onda de 276 nm. A partir da década de 80, o método cromatográfico-espectrofotométrico foi adotado oficialmente pela AOAC, em substituição ao método "Bailey-Andrew", para análise de cafeína em produtos do café (MOREIRA; DE MARIA. 2007).

A cromatografia em camada delgada também pode ser usada para detecção de cafeína em matrizes alimentícias. ABOURASHED e MOSSA (2004) determinaram o conteúdo de cafeína em alguns chás e bebidas energéticas, através da cromatografia em camada delgada de alta eficiência, sobre placas de sílica gel, com análise densitométrica na região do UV. A fase móvel é constituída de acetato de etila e metanol (85:15, v/v) e a detecção é realizada no comprimento de onda de 275 nm. O método foi testado quanto à repetibilidade, recuperação e exatidão, mostrando resultados satisfatórios (MOREIRA; DE MARIA. 2007).

### 6.4. CROMATOGRAFIA GASOSA (CG)

A partir da década de 70, houve a necessidade de se desenvolver métodos que oferecessem maior reprodutibilidade e sensibilidade e pudessem ser aplicados para análise de cafeína em pequenos volumes de amostra. A CG foi um dos métodos testados para este propósito, sendo a detecção realizada com o auxílio de um detector de ionização de chama (DIC) e a separação conduzida, principalmente, em coluna de vidro recheada com 2% de polietilenoglicol. Segundo STRAHL *et al.*, (1977) a técnica de CG permite a determinação rápida, e com alta reprodutibilidade, de pequena quantidade de cafeína em um volume reduzido de amostras de chá e café. Recentemente, THOMAS E FOSTER (2004) usaram CG para analisar uma série de compostos, dentre eles a cafeína, em efluentes oriundos de uma unidade de tratamento de resíduos aquosos. Os compostos foram isolados em um sistema de extração em fase sólida e separados em coluna capilar de sílica fundida. O método apresentou ótima especificidade e sensibilidade, sendo possível a determinação do conteúdo de cafeína na ordem de grandeza de  $\text{ng L}^{-1}$  (SALDAÑA, 2006).

## 6.5. CROMATOGRAFIA LÍQUIDA DE ALTA EFICIÊNCIA (CLAE)

A CLAE-UV é usada freqüentemente para análise de cafeína e seus metabólitos em fluidos biológicos. Esta abordagem é importante para o estabelecimento de níveis seguros de ingestão da cafeína, bem como, era usado para inibir seu uso indevido em modalidades esportivas (CAMARGO; TOLEDO. 1998).

A cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) é o método recomendado com certificação da ISO nº. 10095 de 1992 para caracterizar amostras de cafés. Contudo, essa técnica é trabalhosa e necessita de instrumentação com alto custo de aquisição e manutenção (CAMARGO; TOLEDO. 1998).

## 6.6. ELETROFORESE CAPILAR

A eletroforese capilar é uma técnica valiosa para a multianálise de compostos de baixa massa molecular em diferentes matrizes. Este método é preciso e exato, a resolução dos compostos é excelente devido à alta eficiência de separação e requer um volume de amostra da ordem de alguns nanolitros. JIMIDAR et al. (1993) usaram a eletroforese capilar de zona (ECZ) para determinar cafeína e edulcorantes em bebidas dietéticas. Esses autores compararam a ECZ com a CLAE e concluíram que a ECZ mostrou uma eficiência de separação 60 vezes maior, enquanto a CLAE foi mais sensível, apresentando um limite de detecção 10 vezes maior (MOREIRA; DE MARIA. 2007).

## 6.7. ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO

Nos últimos anos, a técnica de espectroscopia na região do IV (infravermelho) tem apresentado resultados muito interessantes quando aplicada nas áreas farmacêutica e de alimentos. Nesse contexto, deve-se destacar o uso dos espectrômetros de IV com transformadas de Fourier (IVTF), que é uma técnica de análise para colher o espectro infravermelho mais rapidamente, facilitando assim a visualização de várias substâncias em menos tempo, onde tem emprego também na identificação e dosagem de cafeína em medicamentos, chás e café. BOUHSAIN et al. (1997) usaram a IVTF para determinação simultânea de propifenazona e cafeína em fármacos. O método consiste na dissolução dos princípios ativos em clorofórmio, seguida pela filtração das soluções para remoção dos excipientes. A propifenazona foi determinada pela medida de absorvância à  $1595\text{ cm}^{-1}$ , com uma linha de base estabelecida entre  $2000$  e  $890\text{ cm}^{-1}$ , e a cafeína através do emprego dos valores da primeira derivada a  $1712\text{ cm}^{-1}$ . Foram usadas, em ambos os casos, soluções independentes dessas duas substâncias para calibração externa. Já OHNSMANN et al. (2002) utilizaram 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. O método apresenta um limite de detecção de  $1\text{ mg L}^{-1}$ , correspondendo a  $0,002\%$  (m/m) de cafeína nas folhas de chá (MOREIRA; DE MARIA. 2007).

## 7. PLANTA DE CAFÉ SEM CAFEÍNA

Utilizando uma técnica para induzir mutações em sementes, um pesquisador da Unicamp, obteve à partir de sementes de um cafeeiro já utilizado comercialmente, sete plantas que combinam produtividade e ausência de cafeína ao mesmo tempo (PIRES, 2010).

O pesquisador utilizou sementes do *coffea arábica*, que foram tratadas com dois tipos de mutagênicos (PIRES, 2010).

O estudo, apoiado pela FAPESP por meio da modalidade Auxílio à Pesquisa – Regular, foi realizado por Paulo Mazzafera, professor do Departamento de Biologia Vegetal e diretor do Instituto de Biologia da Unicamp.

Os pesquisadores estão à procura uma empresa interessada em implantar comercialmente esse café naturalmente descafeinado. Eles tem a pretensão de levar tudo a campo em 2011 (PIRES, 2010).

As plantas obtidas pelo processo só apresentam um problema: a estrutura de uma flor de café normalmente garante que a planta tenha uma alta taxa de autofecundação – próxima de 95% –, mas a flor da planta mutante abre precocemente, quando ainda está imatura, e, com isso, pode não ter a mesma taxa de autofecundação. Uma suposta alternativa seria incluir abelhas na plantação para aumentar a taxa de fecundação (MAZZAFERA, 2010).

O grande problema é que o interesse comercial pelo café descafeinado é pequeno no Brasil, diferentemente do que ocorre em outros países. Menos de 1% do café comercializado em território brasileiro é descafeinado. Nos Estados Unidos e na Europa os efeitos adversos da cafeína tem feito aumentar o mercado do café descafeinado (MAZZAFERA, 2010).

O café descafeinado corresponde a cerca de 10% do total do café comercializado no mundo. Certamente, é um mercado muito interessante e muito valorizado. A alternativa de um café desse segmento que não tem necessidade de passar por

processos industriais para ser descafeinado é bastante promissora em termos de mercado (MAZZAFERA, 2010).

Um dos principais resultados do método que envolveu indução à mutação foi a economia de tempo. O melhoramento genético tradicional poderia demorar muitos anos para chegar a gerar plantas descafeinadas produtivas (PIRES, 2010).



## 8. LEGISLAÇÃO PARA PRODUTOS QUE CONTÊM CAFEÍNA EM SUA COMPOSIÇÃO

### 8.1. PORTARIA 377, DA ANVISA/MS

A Portaria 377 de 26 de abril de 1999, fixa a identidade e características de qualidade para café torrado em grão e café torrado e moído, como mostra a tabela 3:

Cafeína, em g/100g	mínimo 0,7%
Cafeína para o produto descafeinado, em g/100g	máximo 0,1%

**Tabela 3 - Teores de cafeína para café torrado em grão e café torrado e moído**

### 8.2. PORTARIA Nº 130, DA ANVISA/MS

A Portaria nº 130, de 19 de fevereiro de 1999, fixa identidade e características de qualidade para café solúvel, como mostra a tabela 4:

Cafeína, café solúvel comum g/100g	mínimo 2,0%
Cafeína para café solúvel descafeinado, em g/100g	máximo 0,3%

**Tabela 4 - Teores de cafeína para café solúvel**

## 9. APLICAÇÃO NO ENSINO MÉDIO

Para uma aplicação no ensino médio à respeito do tema discutido neste trabalho, o professor de química pode abordá-lo iniciando por uma breve introdução como descrita abaixo.

Uma frutinha verde descoberta acidentalmente há mais de 2.000 anos por um pastor etíope que cuidava de suas cabras, transformou-se numa das bebidas mais consumidas e polêmicas da história. Acusado de fazer mal ao estômago, cortar o sono e uma série de outros malefícios, o café tem voltado à mesa reforçado de efeitos saudáveis para o organismo. Várias pesquisas científicas atestam a bebida como fator preventivo do câncer de fígado, diabetes, mal de Parkinson, depressão e outros males. No entanto, ainda provoca o aumento da pressão arterial e não se sabe ao certo os seus efeitos sobre o coração. Nas aulas de química, o professor deve usar o texto para explicar à turma o que acontece com o nosso organismo quando tomamos um simples cafezinho.

É interessante orientar os alunos a lerem o texto, e explicar que um grão de café possui apenas de 1% a 2,5% de cafeína, uma substância alcalóide que estimula o cérebro. O resto da composição é de minerais, aminoácidos, lipídios, ácidos graxos líquidos, açúcares e polissacarídeos. É necessário deixar claro que todos esses ingredientes do café não desempenham um papel ligado à nutrição, pois ocorrem em baixas quantidades. A cafeína, que é um dos estimulantes cognitivos mais conhecidos e utilizados no mundo, também atua na dilatação dos vasos sanguíneos, na diurese e na queima de gordura.

No cérebro, o alcalóide age diretamente nos neurotransmissores e altera o ânimo das pessoas. O resultado final é uma carga de estímulo nervoso com ações secundárias sobre os músculos e órgãos.

Por outro lado, a cafeína diminui a reabsorção no cérebro da dopamina, um forte regulador do humor. O efeito é semelhante ao da cocaína, porém em intensidade menor. Daí a dependência que a cafeína causa em algumas pessoas.

Para facilitar o professor pode fazer o uso de uma cartilha, como apresentada na figura 3.



**Figura 3. Cartilha sobre os efeitos da cafeína**

É importante explicar também que qualquer substância faz mal à saúde se consumida com exagero, isto é, dentro de um pequeno período no qual o organismo é incapaz de metabolizá-la e eliminá-la.

Após isso é recomendado o professor pedir aos alunos que levantem informações sobre os efeitos negativos da bebida e depois elaborem um quadro com os prós e contras do consumo.

É essencial ainda explicar aos alunos a fórmula molecular e estrutural, propriedades químicas e físicas e abordar brevemente os métodos de extração da cafeína.

Sendo a cafeína uma substância orgânica, pode-se focar em sua molécula, para explicar aos alunos as funções orgânicas, principalmente para diferenciar amina de amida, que geralmente causam muitas dúvidas entre os estudantes, por serem relativamente parecidas.

Se o professor preferir e se for possível, pode levar os alunos ao laboratório e realizar a extração da cafeína de algum produto com solventes, despertando assim o interesse e a motivação ao assunto abordado.

## 10. METODOLOGIA

### 10.1. MATERIAIS E REAGENTES:

Balança Analítica (Tecnal);  
Estufa (Tecnal);  
Água Destilada;  
Banho-maria (Tecnal);  
Evaporador Rotativo (Tecnal);  
Espectrofotômetro UV/VIS - femto 700 plus  
Dessecador com sílica gel;  
Espátula;  
Pinça;  
Bécker de 100 mL;  
Pipeta graduada de 5 mL;  
Funil de Separação de 500 mL;  
Funil de vidro;  
Balão de fundo chato de 300 mL com junta esmerilhada;  
Balão Volumétrico de 100 e 1000 mL;  
Bureta de 25 mL;  
Cafeína Anidra (Quimex);  
Clorofórmio (Quimex);  
Ácido Sulfúrico (Quimex).

### 10.2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

#### 10.2.1. Construção da curva padrão de 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 e a partir desta, com o 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 da marca femto 700 plus, usando como branco água deionizada (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

### **10.2.2 Análise de Cafeína em amostras de café torrado, moído e café solúvel**

As análises foram realizadas no Laboratório de Química da Fema (Fundação Educacional do Município de Assis).

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. Recebeu-se o filtrado e as água de lavagem no 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 (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985). Determinou-se a quantidade de cafeína correspondente, usando a curva-padrão previamente estabelecida e a fórmula 1.

$$(A-b).V / a.P.1000= \text{cafeína g/100g} \quad (1)$$

Onde A = absorvância da amostra

b = coeficiente linear da reta obtida na curva-padrão

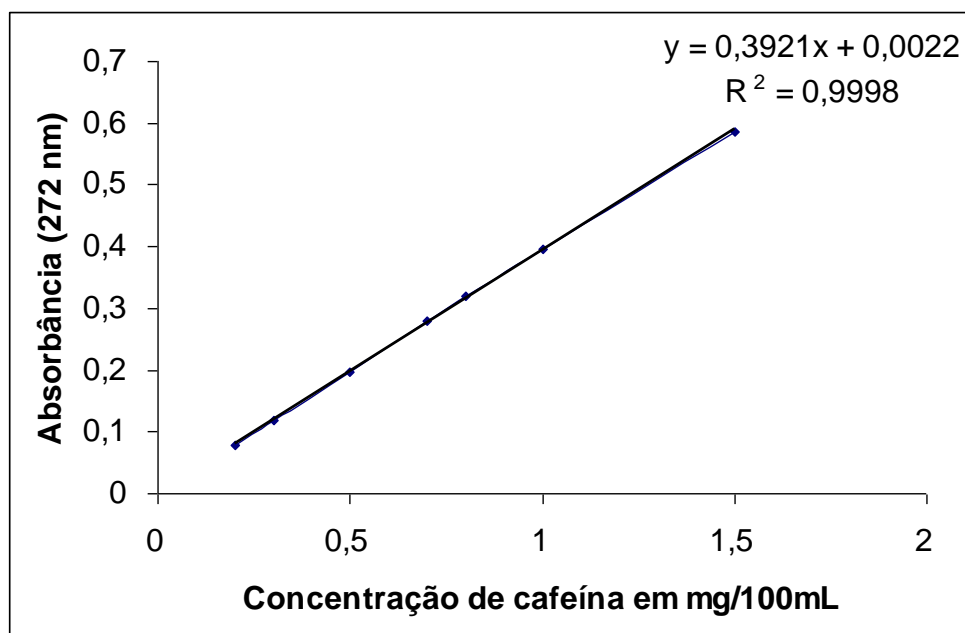
a = absortividade (coeficiente angular da reta obtida na curva-padrão)

V = volume em mL da diluição do resíduo da cafeína

P = massa da amostra em gramas.

## 11. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os valores obtidos de absorvância das soluções-padrão, utilizando programa excel, construiu-se a curva padrão com base na absorvância e na concentração de cafeína, expressa em mg/100 mL. A curva padrão, a equação da reta e  $r^2$  podem ser visualizadas no gráfico 1.



**Gráfico 1 - Curva padrão para análise de cafeína**

Os resultados das análises dos cafés torrados e moídos de 2 marcas diferentes denominadas “A” e “B” são apresentadas na tabela 5.

<b>Amostras de café</b>	<b>Cafeína, café torrado e moído g/100g</b>	<b>Cafeína, café torrado moído descafeinado g/100g</b>
Marca “A”	1,7	0,1
Marca “B”	1,4	0,16

**Tabela 5 – Resultados das análises de cafeína em amostras de café torrado e moído comum e descafeinado**

A análise dos resultados mostrou que as duas amostras de café torrado e moído comum apresentaram teor de cafeína de acordo com a legislação vigente, ou seja, superior a 0,7%. Na comparação dos cafés torrados e moídos comuns com as amostras de mesma marca, porém, com a denominação de descafeínadas, observou-se que ambas as amostras tiveram redução significativa do teor de cafeína. Entretanto, somente a marca “A” estava de acordo com a legislação vigente que estabelece um teor máximo de 0,1%.

Os cristais de cafeína após a extração do produto Café torrado e moído comum podem ser visualizados na figura 4.



**Figura 4 – Cristais de cafeína após a extração do café torrado e moído comum**

A tabela 6 apresenta os resultados de cafeína das amostras de café solúvel comum e café solúvel descafeinado. Foram analisadas 4 marcas, denominadas “C”, “D”, “E” e “F”.

Os cristais de cafeína após a extração do produto do Café torrado e moído descafeinado são apresentados na figura 5.





**Figura 5 – Cristais de cafeína após a extração do café torrado e moído descafeinado**

<b>Amostras</b>	<b>Cafeína, café solúvel comum g/100g</b>	<b>Cafeína, café solúvel descafeinado g/100g</b>
Marca "C"	2,8	0,22
Marca "D"	3	0,26
Marca "E"	2,5	0,2
Marca "F"	2,6	0,3

**Tabela 6 – Resultados das análises de cafeína em amostras de café solúvel comum e café solúvel descafeinado**

A análise dos dados referentes ao teor de cafeína em amostras de café solúvel e café solúvel descafeinado mostrou que houve redução do teor de cafeína presente no café solúvel descafeinado em relação ao café solúvel comum, o que pode ser observado para as quatro marcas analisadas. A legislação vigente para esses produtos estabelece que para o café solúvel comum o teor de cafeína deve ser no mínimo 2,0 g/100g e para o café solúvel descafeinado o teor não deve ser superior a 0,3 g/100g. Portanto, todas as amostras analisadas estavam de acordo com a legislação vigente.

## 12. CONCLUSÃO

A determinação de cafeína por espectrofotometria na região do UV, demonstrou ser um método prático e eficiente.

Todas as amostras de café torrado e moído comum, café solúvel comum e café solúvel descafeinado estavam de acordo com a legislação vigente. Das duas amostras de café torrado e moído descafeinado uma estava de acordo e a outra em desacordo com a legislação específica para esse produto.

Os consumidores estão cada vez mais informados em relação a determinados atributos dos alimentos e vêm modificando seus hábitos alimentares principalmente por motivos de saúde. Para atender a essa demanda, as indústrias de alimentos têm incentivado as pesquisas e investido em novas tecnologias com o objetivo de garantir produtos de qualidade e com as características desejadas por esses consumidores.

A cafeína desde o seu descobrimento, tem provocado grandes debates científicos, relacionados aos seus efeitos benéficos e maléficos ao organismo humano. Apesar disso, ainda não há estudos suficientes que comprovem que esta substância possa ser nociva. Por isso é recomendado seguir as orientações médicas, que indicam consumir até 300 mg de cafeína ao dia.

## REFERÊNCIAS:

ALVES, Rita C; CASAL, Susana; OLIVEIRA, Beatriz. Benefícios do café na saúde: mito ou realidade? Química Nova. Vol. 32 Nº 8, 2169 – 2180. 2009.

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.

CAMARGO. M. C. R.; TOLEDO. M.C.F. Teor de cafeína em cafés brasileiro. Ciên. Technol. Aliment, vol 18 nº 4, out/dez 1998. p. 421-424,

DE MARIA Carlos A. B; MOREIRA, Ricardo F. A.: Cafeína: revisão sobre métodos de análise. Disponível em [http://www.Scielo.br/scielo.php?pid=S010040422007000100021&script=sci\\_arttext&tlng=en%5D](http://www.Scielo.br/scielo.php?pid=S010040422007000100021&script=sci_arttext&tlng=en%5D) acessado em 2 de julho de 2010

FONSECA, Bruno Miguel Reis e SOARES, Ana Isabel Souza Montenegro. **Cafeína, será que realmente a conhece?. Faculdade de Farmácia da Universidade do Porto, 2005. p. 55**

INSTITUTO ADOLFO LUTZ, Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. V.1: Métodos Físicos e Químicos para análise de Alimentos, São Paulo IMESP. 3 ed. 1985. p. 190 – 192.

LIMA, D.R. Café e composição química. Disponível em: [www.abic.com.br](http://www.abic.com.br), acesso em 11 de junho de 2010

MAZZAFERA, Paulo. Planta de café sem cafeína. Departamento de Biologia da UNICAMP. FAPESP, 2010.

PAIS, Joana.; TEIXEIRA. Rachel. Químicas dos produtos naturais. Disponível em: <http://www.dq.fct.unl.pt/qoa/qpn1/2002/cafeina/cafeina.htm>. Acessado em 18 de junho de 2010

PIRES, Marco Túlio. Brasileiro desenvolve planta de café sem cafeína. Revista Veja. Jun. 2010

**Regulamento Técnico Para Fixação de Identificação e Qualidade de Café Torrado em Grão e Café Torrado e Moído**, Disponível em [http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/377\\_99.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/377_99.htm), acessado em 29 de junho de 2010

SALDAÑA, Marleny D. A; MAZZAFERA Paulo, MOHAMED; Rahoma S. **Extração dos alcalóides: cafeína e trigonelina dos grãos de café com co<sub>2</sub> supercrítico, 2006.**

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

TEIXEIRA, Ricardo A. Afinal café faz bem à saúde. Instituto do cérebro de Brasília (ICB), junho 2008. p. 4

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

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. set/out 2007 p. 92-105

VIVAVOZ. **Cafeína**. <http://www.scribd.com/girino2n/documents>. Acessado em 15 de agosto de 2010