

**METODOLOGIAS DE EXTRAÇÃO DE CAFEÍNA A PARTIR DE VEGETAIS E VIABILIDADE TÉCNICA DE DESCAFEINAÇÃO**

T. T. SILVA¹, A. P. S. CAPUCI², E. J. RIBEIRO², J. R. D. FINZER^{1*}

¹Universidade de Uberaba, Departamento de Engenharia Química

²Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Química, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química

*e-mail: jrdfinzer@uol.com.br

RESUMO – A cafeína é um produto de interesse comercial devido a sua versatilidade de aplicação na indústria farmacêutica e alimentícia. Isso decorre das propriedades fisiológicas no organismo humano, como estimulante do sistema nervoso central e ação diurética. No entanto, quando consumida em excesso pode desencadear descontrole motor, insônia e irritação em indivíduos com quadro de ansiedade. Sendo assim, faz-se necessário o controle da quantidade de cafeína presente nos produtos comercializados, a qual está sob a forma legislativa delegada pelo órgão de vigilância nacional, ANVISA. As principais fontes vegetais de cafeína, visando a sua comercialização, estudadas pelo presente trabalho, foram café (*Coffea sp.*), chá verde (*Camilla sinensis*), guaraná (*Paullinia cupana*), cacau (*Theobroma cocoa*) e erva-mate (*Ilex paraguayensis*). Os métodos de extração abordados foram a extração por água, por solventes, com diclorometano e clorofórmio, e por CO₂ supercrítico. Dentre as plantas citadas, o cacau não se apresentou como fonte viável de cafeína, consequência de seu cenário comercial e geográfico, e o melhor método de extração foi pelo fluido CO₂ supercrítico, o qual manteve melhor as características do produto final e gerou menos resíduo.

INTRODUÇÃO

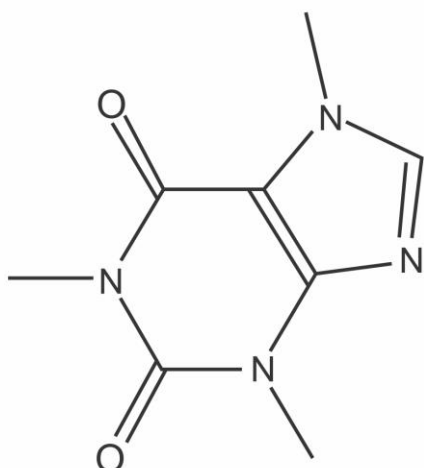
A cafeína é um composto que pertence ao grupo dos alcaloides, apresentando característica cristalina e gosto amargo. Um dos principais efeitos da cafeína no organismo humano é a sua ação estimulante do sistema nervoso (Lopes e Prietsch, 2011). Com sua ação farmacológica variada, também provoca outros efeitos, relacionados a alterações no sistema cardiovascular e homeostase de cálcio, como a diurese. Quando consumida em excesso, a cafeína pode desencadear o descontrole motor e a insônia, bem como causar irritabilidade em indivíduos com quadro de ansiedade (De Maria e Moreira, 2007).

A cafeína (1,3,7-trimetilxantina) é o composto de metilxantina encontrado em

maior quantidade na natureza. Além da presença no café (*Coffea sp.*), pode-se encontrar a mesma em outros vegetais, como no chá verde (*Camilla sinensis*), guaraná (*Paullinia cupana*), cacau (*Theobroma cocoa*) e erva-mate (*Ilex paraguayensis*) (Baqueta, 2016). A estrutura química da cafeína é representada pela Figura 1.

O mercado de cafeína apresentou crescimento notório para os segmentos farmacológico e alimentício. Ressalta-se aqui, que a cafeína vendida para tais segmentos industriais, geralmente, cobre os custos do processo de extração, considerando o CO₂ supercrítico como fluido extrator (Saldaña, 1997).

Figura 1: Estrutura química da cafeína



A descafeinização de grãos e folhas é uma técnica que está tornando-se atrativa economicamente. Isto ocorre pela possibilidade de obtenção de duas linhas comerciais de produtos: os produtos descafeinados e cafeína, sendo a última um bioproduto de valor agregado utilizado em refrigerantes tipo cola e produtos farmacêuticos e cosméticos (Brun, 2012).

A técnica de descafeinação utiliza o método de extração sólido-líquido de cafeína das fontes vegetais. Os principais métodos são a hidrodestilação, destilação por solventes, com diclorometano e clorofórmio, e por CO₂ supercrítico (Fernandes, 2007).

Devido aos aspectos supracitados, o presente trabalho teve como objetivo fazer uma revisão bibliográfica dos métodos de extração e sua viabilidade processual, considerando as variedades de plantas mais consumidas que são fontes de cafeína: café, chá verde, guaraná, cacau e erva-mate.

MATERIAIS E MÉTODOS

Teor de cafeína nas principais fontes de cafeína

Há na natureza mais de 63 espécies de plantas contendo cafeína. Essa situação é favorecida devido à disposição geográfica e climática das vegetações (Fernandes, 2007). As principais fontes de extração da cafeína são indicadas na Tabela 1.

Tabela 1: Principais fontes de cafeína

PLANTAS
Café (<i>Coffea sp.</i>)
Chá verde (<i>Camilla sinensis</i>)
Guaraná (<i>Paullinia cupana</i>)
Cacau (<i>Theobroma cocoa</i>)
Erva-mate (<i>Ilex paraguayensis</i>)

Café (*Coffea sp.*): O consumo de café no mundo ultrapassa a casa de 400 bilhões de copos de bebida por ano, o que equivale a cerca de 103 bilhões de sacos (60 kg) produzidos por ano. O Brasil é o maior produtor desse vegetal do mundo, sendo que a maior parte dessa produção é realizada pela região sul do estado de Minas Gerais. A cafeína presente no café é associada, na maioria das vezes, com os efeitos fisiológicos causados no organismo humano (Cardozo e Castro, 2014).

Coffea arabica, representada pela Figura 2, é a espécie mais cultivada no Brasil. Dependendo da espécie, o conteúdo de cafeína nas sementes do cafeeiro em *C. arabica*, pode chegar a 12 g/kg; e em *C. canephora* 22 g/kg (Chaves *et al.*, 2004).

Comercialmente, a ANVISA (Brasil, 1999 e 1978) prevê o mínimo de 0,7% de cafeína, em massa para pó homogêneo, fino ou grosso, ou grãos inteiros torrados. Prevê também o máximo de 0,1% cafeína para o produto descafeinado, em massa, e o mínimo de 2,0% m/m de cafeína para café solúvel.

Chá verde (*Camilla sinensis*): A região do Vale do Ribeira, no estado de São Paulo, é a principal produtora de chá verde e chá preto do Brasil. O método de preparação das folhas de chá, após a colheita, caracteriza o tipo de chá. O chá verde é caracterizado pelas folhas recém coletadas e imediatamente estabilizadas (sem fermentação), enquanto que o chá preto é caracterizado pelas folhas recém coletadas quando submetidas à fermentação prolongada (totalmente fermentado).

A folha de chá, representadas pela Figura 3, contém teores normalmente compreendidos entre 2,5 e 5,5% do extrato seco, sendo estes de impacto no sabor do chá.

Figura 2: Representação do café da espécie *Coffea arabica*



Fonte: (Uconn, 2017)

A parte da planta que possui maior conteúdo de cafeína é o gomo terminal e a primeira folha. A quantidade de cafeína presente no chá é proporcional ao tamanho da folha e ao seu tempo de infusão em solvente aquoso: quanto menor é a folha, maior a quantidade de cafeína; e quanto maior o tempo de infusão em água do chá verde ou preto, maior a concentração de cafeína (Lopes; Prietsch, 2011).

Comercialmente, a ANVISA (Brasil, 1978) prevê a quantidade mínima de cafeína em 1,5% m/m.

Figura 3: Representação do chá verde da espécie *Camilla sinensis*



Fonte: (NC State University, 2017)

Guaraná (*Paullinia cupana*): O guaranazeiro, representado pela Figura 4, é uma planta típica do Amazonas, o qual teve crescimento de plantio de caráter comercial

aos arredores de Manaus, e atualmente nos estados do Pará e da Bahia.

Seu valor comercial está nas sementes secas. Entre as espécies produtoras de cafeína, o guaraná apresenta teor, aproximadamente, de 3,25 a 6,98%, dependendo da parte da planta utilizada na extração de cafeína. No tegumento o teor pode variar de 1,88 a 2,7%, enquanto que na amêndoa de 2,7 a 5,59% (Spolodore, 1987).

Comercialmente, a ANVISA (Brasil, 1978) prevê a quantidade de cafeína como sendo o mínimo de 3,0% m/m.

Figura 4: Representação do guaraná da espécie *Paullinia cupana*



Fonte: (Ubc, 2009)

Cacau (*Theobroma cocoa*): Esse fruto é natural da Amazônia, representado pela Figura 5, localizando-se ao longo das bacias dos rios Amazonas e Orenoco, e possui plantio de caráter comercial localizado na Bahia. No entanto, o cacau sofreu uma decadência na última década e tenta recuperar ao longo dessa, com investimentos em tecnologias. Alguns motivos que colaboraram para a crise cacaeira no Brasil foram a baixa do preço do cacau no mercado internacional, a concorrência com os países africanos, o fim da possibilidade de extensão das terras cultiváveis na região Nordeste, a falta de investimentos em técnicas modernas de plantio, a falta de otimização da produção dos compostos de

interesse nas etapas de fermentação e a disseminação da praga “vassoura-de-bruxa” que infestou as plantações baianas.

A semente de cacau possui teor, aproximadamente, de 0,8% de cafeína (Nogueira, 2015).

Comercialmente, a ANVISA (Brasil, 1978) prevê a quantidade de cafeína como sendo de 1 a 4% m/m para pasta de cacau, cacau em pó, pó parcialmente solúvel e desengorurado.

Erva-mate (*Ilex paraguayensis*): O estado do Rio Grande do Sul tem a erva-mate como produto símbolo. A descafeinização dos grãos e folhas da erva-mate é economicamente atrativa, pois possibilita a obtenção de produtos descafeinados e cafeína, um bioproduto de valor agregado utilizado em segmentos industriais como na fabricação de refrigerantes tipo cola, e produtos farmacêuticos e cosméticos.

Figura 5: Representação do cacau da espécie *Theobroma cocoa*



Fonte: (Uconn, 2017)

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*), representada pela Figura 6, apresenta

concentração mássica de aproximadamente 0,5 – 2,0 % de cafeína. A presença desse composto limita o consumo da planta por parte de uma parcela da população, o que justifica, a remoção parcial da mesma, a fim de atingirem-se níveis especificados, segundo a legislação existente que regulamenta a produção de erva-mate descafeinada (Brun, 2012).

Comercialmente, a ANVISA (Brasil, 2002) prevê a quantidade de cafeína como sendo máximo 0,1 g/100 g para erva-mate descafeinada.

Figura 6: Representação da erva-mate da espécie *Ilex paraguayensis*



Fonte: (Ufrgs, 2011)

Métodos de extração de cafeína

Atualmente, há um grande esforço para desenvolver e utilizar metodologias que não sejam prejudiciais ao ambiente e não afetem a qualidade final do produto desejado. Assim, para os métodos de extração de cafeína são utilizados solventes em extração sólido-líquido, e os mais comuns são os orgânicos. Há também métodos que utilizam solventes solúveis em água, porém, não são muito usuais (Fernandes, 2007).

Vale ressaltar que as etapas desses dois tipos de processos são onerosas e demoradas, desde que o foco seja na qualidade do produto. Outro ponto é a descaracterização da cafeína devido à submissão da mesma em elevadas temperaturas durante o processo de extração e purificação. Portanto, faz-se necessário a escolha do método de maior benefício para o processo (Fernandes, 2007).

Ao revisar a bibliografia, nota-se que para o processo de extração, é necessário fazer

um pré-tratamento do vegetal que consiste no processamento e separação da parte de interesse, bem como, realizar o teste de umidade a fim de se conhecer a teor de água presente no vegetal. Conhecendo-se a taxa de umidade pode-se fazer análises quanto ao tempo ótimo e a temperatura ideal de torrefação, que evaporará a água presente, não sublimando a cafeína e favorecendo a maior quantidade extraída deste composto (Saldaña, 1997; Brun, 2002; Fernandes, 2007).

A torrefação e a moagem, respectivamente, são condições processuais seguinte ao pré-tratamento. A primeira controla a umidade presente na matéria orgânica e facilita a moagem, e a segunda, por sua vez, controla o diâmetro de interesse. Não há um diâmetro pré-definido para a extração de cafeína, sendo que estudos analíticos de diâmetro ótimo devem ser efetuados. Porém, sabe-se que quanto menor o tamanho da partícula maior taxa de extração por aumento de superfície de contato. Esta informação deve ser levada em consideração nos estudos, uma vez que o tamanho mínimo da partícula não deve interferir no funcionamento de equipamentos, causando por exemplo, entupimentos de tubulações e filtros (Saldaña, 1997; Brun, 2002; Fernandes, 2007).

Após a moagem, ocorre o processo de extração. Os métodos mais utilizados são os demonstrados pela Tabela 2.

Tabela 2: Principais métodos de extração

MÉTODOS DE EXTRAÇÃO
Hidrodestilação
Extração com solventes
Tecnologia supercrítica

Hidrodestilação: O material vegetal entra em contato com a água e a cafeína é extraída por difusão. Em seguida, é utilizado um solvente orgânico para recuperação do alcaloide podendo ser recuperado pela destilação da solução (Fernandes, 2007).

Extração com solventes, clorofórmio: A extração sólido-líquido também aplica-se utilizando solventes orgânicos como o clorofórmio. O material vegetal entra em contato com clorofórmio e a cafeína é extraída.

Em seguida, o solvente é separado e recuperado por destilação.

O clorofórmio também pode ser empregado em uma extração líquido-líquido, na qual a cafeína, presente em uma solução aquosa, pode ser extraída pela adição desse composto sob agitação constante da mistura.

O clorofórmio apresenta as seguintes características que o atribuem como um dos solventes mais utilizados nessa metodologia: facilidade na separação de soluto e solvente, já que possui baixo ponto de ebulição (Fernandes, 2007).

Extração com solventes, diclorometano: Segundo Fernandes (2007), dentre os solventes orgânicos, nenhum tem melhor seletividade que o diclorometano. Essa metodologia é muito utilizada e a extração pode ser aplicada de forma semelhante a extração por clorofórmio.

Tecnologia supercrítica, CO₂ supercrítico: É considerada uma tecnologia limpa e de alta seletividade, devido a facilidade de separação do solvente e soluto apenas pela diminuição da pressão e elevação da temperatura. O CO₂ supercrítico apresenta pressão crítica maleável (72,9 atm) e uma temperatura crítica baixa (31,2°C), e isso resulta numa penetração mais rápida no material sólido, resultando em um processo mais eficiente de transferência de massa (Cardozo e Castro, 2014).

DISCUSSÃO

Ao analisar as principais fontes vegetais de cafeína, alinhado com o que foi revisado bibliograficamente, percebeu-se que as folhas de chá possuem uma quantidade de cafeína quase proporcional a do café em grãos verdes, com base na matéria seca. No entanto, o teor de cafeína nelas torna-se de 20% a 30% menor quando são preparadas em infusões (Lopes e Prietsch, 2011).

Dentre as fontes vegetais apresentadas que são viáveis para o processo de extração de alcalóides, visando obter cafeína para comercialização, o cacau (*Theobroma cocoa*) apresentou o menor teor de cafeína, como demonstrado na Tabela 3. Partindo desta análise, e estudando a situação comercial (a

baixa do preço do cacau no mercado internacional, a concorrência com os países africanos), e geográfica (impossibilidade de extensão das terras cultiváveis na região Nordeste) atual do cacau no país, não é recomendada a utilização desta planta para esse fim.

Tabela 3: Comparação entre os teores de cafeína presente nas matérias vegetais estudadas

Teor de cafeína presente nas matérias vegetais	
Cacau	0,8%
Café	1,20%
Chá verde	2,5 a 5,5%
Erva-mate	0,5 a 2,0%
Guaraná	3,25 a 6,98%

A remoção parcial dos alcaloides faz-se necessária visto que devem atingir níveis especificados, segundo a legislação, portarias e resoluções da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), existente. Esse órgão regulamenta a produção de erva-mate descafeinada, café descafeinado e com teores definidos de cafeína (dentre suas variações), chá, guaraná e cacau também com teores definidos de cafeína para comercialização (Brasil, 1978, 1999 e 2002).

Como foi descrito anteriormente, as metodologias aplicadas pelas indústrias, durante o processo de extração de alcaloides, são trabalhosas, e podem utilizar tecnologias relativamente onerosas para o processo de fabricação. Isso demonstra a preocupação do setor industrial na preservação da qualidade do produto final.

No entanto, algumas metodologias são melhores no que remetem a qualidade do produto final e emissão de resíduos. Fernandes (2007) defende o uso de solventes orgânicos como melhor técnica para extração de cafeína, visto que o uso de diclorometano e clorofórmio proporcionam alta seletividade do composto em questão, 12,9g de cafeína/100g de solvente e 9g de cafeína/100g de solvente (Tabela 4), respectivamente, e o custo de instalação de indústria de descafeinação é menos oneroso comparado a instalação desse

segmento aplicando outras metodologias. Porém, há desvantagens quanto a toxicidade do solvente utilizado e a geração de resíduos após a extração. Cardozo e Casto (2014) afirmam que a manipulação de produtos tóxicos pode ser perigosa e comprometer o processo, além de favorecerem a formação de resíduos indesejáveis, os quais são provenientes dos solventes químicos usados na extração. Outro ponto é a possibilidade de a qualidade do produto final ser afetada devido à degradação térmica em função das altas temperaturas alcançadas durante as etapas de extração e purificação.

Cardozo e Castro (2014) defendem a modernização da tecnologia utilizando o método de extração por CO₂ supercrítico. Segundo sua pesquisa, a extração por CO₂ supercrítica é considerada uma tecnologia alternativa limpa no ramo industrial, pois apresenta uma alta seletividade e facilidade de separação do soluto e do solvente apenas por redução na pressão e aumento da temperatura, gerando produtos com uma qualidade superior, preservando sabor e aroma. Os autores citam o resultado do estudo de Saldaña (1997), que verificou que para um rendimento ótimo são necessários 5 g de café verde moído para extrair 241 mg de cafeína, a uma temperatura de 343 K e pressão a 40 MPa. Além disso, é possível minimizar a produção de resíduos químicos. Em contrapartida, o rendimento pode ser afetado devido às propriedades fisiológicas do vegetal e o custo de instalação de uma indústria de descafeinação por tecnologia supercrítica, que é mais oneroso do que o convencional. Porém, a cafeína comercializada para segmentos industriais de interesse, inclui os custos do processo de extração (Saldaña, 1997).

Quanto a extração por água, suas vantagens são a obtenção de uma cafeína de elevada pureza devido a elevada taxa de extração, 2,11g de cafeína solúvel em 100g de água a 25°C (podendo a solubilidade da cafeína aumentar a medida que a temperatura aumenta), conforme Tabela 4, e eliminação de ceras insolúveis. Já a solubilidade das substâncias importantes que caracterizam sabor e aroma serem solúveis em água, é a maior desvantagem do processo, visando a

fabricação de produtos como cafés e chás descafeinados (Saldaña, 1997).

A tabela 4 demonstra um comparativo entre a eficiência dos métodos de extração,

Tabela 4: Comparativo entre solubilidade da cafeína nos meios extratores

Métodos de extração	Temperatura °C	Solubilidade cafeína g/100g solvente
Hidrodestilação	25	2,11
Extração com solvente Clorofórmio	17	12,9
Extração com solvente Diclorometano	33	9

Fonte: Saldaña, 1997

CONCLUSÃO

Ao discorrer sobre as condições de instalação de uma indústria de descafeinação consideraram-se as principais fontes vegetais de cafeína e os métodos de extração mais utilizados, chegou-se à conclusão de que dentre as fontes vegetais apresentadas que são viáveis para o processo de extração de alcalóides, a utilização do cacau (*Theobroma cocoa*) não é recomendada para esse fim, pois essa planta apresentou o menor teor de cafeína, em comparação as outras plantas, e sua situação comercial e geográfica atual é instável no país.

Quanto ao método de extração de cafeína, a técnica realizada com o fluido CO₂ supercrítico mostrou-se uma solução viável, com benefícios qualitativos para sua implantação, uma vez que, a cafeína vendida para tais segmentos industriais farmacêuticos e alimentícios, geralmente, incluem os custos do processo de extração. E além disso, o CO₂ supercrítico é de fácil manipulação, e esse método é muito eficaz quanto à preservação do sabor e aroma do produto final e econômico, no aspecto de gerenciamento de resíduos, já que há redução dos mesmos que são obtidos pela extração e purificação do alcaloide. No entanto o rendimento pode ser variável em função da estrutura física da matéria vegetal.

A metodologia de extração com solventes é a mais convencional devido a elevada taxa de solubilidade da cafeína no meio, considerando o clorofórmio e diclorometano como agentes extratores, e a implantação de tecnologias para esse tipo de linha produtiva ser menos onerosa comparada com a do parágrafo anterior. Porém faz-se necessário o controle de segurança quanto a toxicidade e gerenciamento de resíduos.

Partindo das reflexões anteriores, conclui-se que a viabilidade técnica ocorre quando o estudo analítico do comportamento da matéria-prima é realizado durante o pré-tratamento, torrefação e moagem, para adaptação ao método de extração. Ressalta-se ainda a continuidade das análises de eficiência dos meios extratores.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais – FAPEMIG pelo suporte dado à elaboração deste trabalho no ENEMP 2017.

REFERÊNCIAS

- BAQUETA, M. R. (2016), Extração e caracterização de compostos do resíduo casca de café. UTFPR – Campo Mourão – PR, p.55. (dissertação de conclusão de curso).
- BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária/ANVISA. Resolução - RDC nº 302, de 07 de novembro de 2002. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade para Erva-Mate. Diário Oficial da União. Brasília – DF.
- BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária/ANVISA. Resolução - CNNPA nº 12, de 1978. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade para Guaraná. Diário Oficial da União. Brasília – DF.
- BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária/ANVISA. Resolução - CNNPA nº 12, de 1978. Regulamento Técnico

- para Fixação de Identidade e Qualidade para Cacau. Diário Oficial da União. Brasília – DF.
- BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária/ANVISA. Resolução - CNNPA nº 12, de 1978. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade para Café solúvel. Diário Oficial da União. Brasília – DF.
- BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária/ANVISA. Portaria nº 377, de 26 de abril de 1999. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade para Café torrado em grãos e Café torrado e moído. Diário Oficial da União. Brasília – DF.
- BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária/ANVISA. Resolução - CNNPA nº 12, de 1978. Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade para Chá. Diário Oficial da União. Brasília – DF.
- BRUN, G. W. (2012), Processo de produção de erva-mate descafeinada e de micro/nanopartículas de cafeína usando dióxido de carbono supercrítico. PGETEMA - Porto Alegre – RS, 118p. (dissertação de doutorado).
- CARDOZO, I. G. P.; CASTRO, L. O. S. (2014), Projeto de um Processo Piloto para extração de cafeína. UNIFAL - Poços de Caldas – MG, 42p. (dissertação de conclusão de curso).
- CHAVES, G. C. D.; MIYAZAWA, M.; BLOCH, M. F. M.; YAMAKAMI, K. (2004), “Estimativa do teor de cafeína nas sementes de café baseada na sua concentração nas folhas de mudas e de plantas adultas”. Acta Scientiarum. Agronomy, Vol. 26, No. 3, p.287-292.
- DE MARIA, C. A. B.; MOREIRA, R. F. A. (2007), “Cafeína: Revisão sobre métodos de análise”. Química Nova, Vol. 30, No. 1, p.99-105.
- FERNANDES, G. (2007), Extração e purificação da cafeína da casca de café. UFU – Uberlândia – MG, p.107. (dissertação de mestrado).
- NC STATE UNIVERSITY. (2017), “*Camellia sinensis*”. Disponível em: <<https://plants.ces.ncsu.edu/plants/all/camellia-sinensis/>>. Acesso em: 27 jun. 2017. (figura 3).
- NOGUEIRA, B. L. (2015), Processamento do cacau: avaliação nutricional do chocolate e dos outros derivados do cacau. USP – Lorena – SP. p.46. (dissertação de conclusão de curso).
- PRIETSCH, R. F.; LOPES, M. R. S. (2011), “Detecção de cafeína em cápsulas de chá verde através da cromatografia em camada delgada”. Revista átomo, No. 11, p.1-12.
- SALDAÑA, M. D. A. (1997), Extração de cafeína, trigonelina e ácido clorogênico dos grãos de café com CO₂ supercrítico. UNICAMP – Campinas – SP, 186p. (dissertação de mestrado).
- SPOLADORE, D. S.; BOAVENTURA, M. A. M.; SÂES, L. A. (1987), “Teor de cafeína em sementes matrizes do guaranazeiro”. VI Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo – Campinas – SP, p.425-429.
- UBC, Botanical Garden. (2009), “*Paullinia cupana*”. Disponível em: <http://botanyphoto.botanicalgarden.ubc.ca/2009/08/paullinia_cupana/>. Acesso em: 27 jun. 2017. (figura 4).
- UCONN, Biodiversity Education & Research Greenhouses. (2017), “*Coffea arabica*”. Disponível em: <<http://florawww.eeb.uconn.edu/198500493.html>>. Acesso em: 27 jun. 2017. (figura 2).
- UCONN, Biodiversity Education & Research Greenhouses. (2017), “*Theobroma cacao*”. Disponível em: <<http://florawww.eeb.uconn.edu/198500319.html>>. Acesso em: 27 jun. 2017. (figura 5).
- UFRGS. (2011), “*Ilex paraguariensis*”. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/fitoecologia/floras/open_sp.php?img=5818>. Acesso em: 27 jun. 2017. (figura 6).