

**ANÁLISE QUANTITATIVA DE POTÁSSIO EM DIFERENTES VARIEDADES DE
ABACATE**

ALINE CRISTINA PELLIS
ARTHUR DELMIRO LOURENÇO
BEATRIZ MORETTI
CAUÊ GIOVANI KAUVA
GABRIELLI BILCK
JOANA DE ALMEIDA ZANETTI
NICHOLAS DA GAMA TANAKA GUERREIRO

Jaraguá do Sul - SC

2017

ALINE CRISTINA PELLIS
ARTHUR DELMIRO LOURENÇO
BEATRIZ MORETTI
CAUÊ GIOVANI KAUVA
GABRIELLI BILCK
JOANA DE ALMEIDA ZANETTI
NICHOLAS DA GAMA TANAKA GUERREIRO

**ANÁLISE QUANTITATIVA DE POTÁSSIO EM DIFERENTES VARIEDADES DE
ABACATE**

Projeto de pesquisa desenvolvido no eixo informativo diversificado “Conectando os Saberes” do Curso Técnico em Química (Modalidade Integrado) do Instituto Federal de Santa Catarina - Câmpus Jaraguá do Sul - Centro

Orientador: Juliano Ramos

Coordenador: José Roberto Machado

Jaraguá do Sul

2017

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Flores do abacateiro.....	10
Figura 2: Tronco do abacateiro.....	10
Figura 3: Corte longitudinal com partes constituintes do abacate.....	10
Figura 4: Esquema do espectroscópio construído por Bunsen e Kirchhoff.....	20

SUMÁRIO

1 TEMA.....	6
2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	6
3 PROBLEMA.....	6
4 HIPÓTESES.....	6
5 OBJETIVOS.....	6
5.1 Objetivo Geral.....	6
5.2 Objetivos Específicos.....	7
6 JUSTIFICATIVA.....	7
7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	8
7.1 O abacate.....	8
7.1.2 Generalidades.....	8
7.1.3 Botânica e comportamento floral.....	9
7.1.4 Biologia da flor e polinização.....	11
7.1.5 Exigências climático-edáficas.....	11
7.1.6 Variedades e cultivos.....	12
7.1.7 Benefícios e nutrientes.....	12
7.1.9 Composição química.....	13
7.1.8 O óleo do abacate.....	13
7.2 Potássio.....	14
7.2.1. Aplicações.....	15
7.2.2 O potássio no corpo humano.....	16
7.3 Preparo de amostra.....	17
7.3.1 Digestão por via úmida.....	18
7.3.2 Forno tipo mufla.....	18
7.3.3 Fotometria de chama.....	19
7.3.4 Espectrofotômetro de Absorção Atômica.....	21
8 METODOLOGIA.....	22
8.1 Testes preliminares.....	23
9 CRONOGRAMA.....	25

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....25

1 TEMA

Análise quantitativa de potássio em diferentes variedades de abacate

2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Determinação quantitativa de potássio em algumas variedades de abacate (adquiridos em residências familiares ou no varejo para vendas) e comparação da quantidade deste elemento em relação a informações disponíveis na literatura de outras frutas abundantes no mesmo

3 PROBLEMA

Será que o abacate é realmente rico em potássio e a quantidade deste mineral na fruta pode ser uma opção alternativa para a substituição de outras frutas?

4 HIPÓTESES

- O abacate, em comparação a outras frutas ricas em potássio, possui o maior valor deste mineral;
- Há grande diferença na quantidade de potássio entre as espécies de abacates analisadas;
- O abacate pode substituir outras frutas com relação à sua quantidade de potássio;

5 OBJETIVOS

5.1 Objetivo Geral

Analisar quantitativamente potássio (K) em diferentes espécies de abacate comprados e/ou coletados em Jaraguá do Sul para comparação com outras frutas segundo valores obtidos a partir de conhecimento teórico.

5.2 Objetivos Específicos

- Analisar o teor de potássio na polpa das espécies de abacate investigadas;
- Investigar qual das espécies de abacate analisadas possui maior teor de potássio;
- Fazer comparação teórica do teor de potássio em diferentes espécies de abacate com outras frutas;
- Verificar metodologias adequadas para a abertura de amostra e análise do potássio;

6 JUSTIFICATIVA

Algumas frutas, como a banana, são conhecidas por serem ricas em potássio. Porém, após pesquisas realizadas a partir de artigos, descobriu-se que o abacate não é tão popular e consumido quanto a banana, embora possua, teoricamente, um valor de potássio superior a esta. Ao longo dos últimos anos, o consumo de abacate vem aumentando, uma vez que este fruto possui grande valor nutricional, despertando maior interesse por seu consumo. Por este motivo, a realização de uma pesquisa que vise enfatizar os benefícios do fruto e produzir conhecimentos diversos sobre este (uma vez que a maior parte dos estudos têm foco apenas na extração do óleo de abacate) se faz necessária no âmbito científico. A partir desta questão, surgiu interesse por parte do grupo de quantificar o potássio existente em algumas espécies de abacate e então comparar este valor ao de outras frutas, sendo os dados destas, retirados de conhecimento teórico proveniente de livros e artigos.

Pelo fato de o abacateiro ser uma planta muito abundante em regiões tropicais e subtropicais, como o Brasil, o acesso ao seu fruto torna-se bastante viável, possibilitando seu estudo, pois atualmente não há muitas pesquisas de cunho acadêmico sobre o assunto. Para que se torne possível a realização da presente pesquisa, foi necessário o conhecimento de uma possível metodologia que se adequasse à estrutura laboratorial disponibilizada pelo Instituto Federal de Santa Catarina - Câmpus Jaraguá do Sul, Centro.

7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

7.1 O abacate

O abacate é um fruto proveniente do continente americano, cujos primeiros relatos foram feitos por navegadores, logo nos primeiros anos de descoberta da América, entre 1526 e 1554 em relatos das plantas locais na antiga cidade do México, e onde hoje é a Colômbia (KOLLER, 1984). Pesquisas arqueológicas indicam que o abacate era explorado há mais de dez mil anos naquela região. A “cultura do abacate”, então, se dispersou por todo o continente americano, recebendo inclusive, nomes que variam dependendo do país, como “avocado”, citado na Jamaica e conhecido pelos países de língua inglesa. Segundo relatos, o abacateiro foi trazido ao Brasil em 1809, vindo da Guiana Francesa.

7.1.2 Generalidades

O abacate é uma fruta proveniente do abacateiro, sendo este cultivado em quase todas as regiões tropicais e subtropicais, devido à sua rápida adaptação a estes climas. Segundo o Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), o abacate é particularmente semeado em lugares como México, partes da América do Sul, América Central, Índias Ocidentais, África do Sul, Israel e Havaí. É também cultivado em menor expressão na Índia, República Malgache, Reunião, Madeira, Samoa, Taiti, Argélia, Austrália e nos Estados Unidos (Flórida e Califórnia). Segundo Roseli Aparecida Ferrari (2015), o abacate é considerado umas das plantas com maior produtividade por metro quadrado.

Em alguns países, é comum que o abacate seja consumido de forma similar a um legume, estando presente em purês, saladas com cebola e queijo (popular no México), em sopas, ou mesmo, com sal e pimenta. Já no Brasil, é frequente o consumo do fruto junto de açúcar, mel ou licores (ITAL).

Da polpa do abacate são extraídos óleos de uso comercial, substitutos do óleo de oliva. As sementes do fruto possuem uma coloração castanho-arroxeadado, utilizadas para o tingimento de roupas. Suas flores são odoríferas e atraem abelhas, pois o abacate é um fruto melífero. Na medicina popular, folhas, caroços, casca dos frutos e do tronco do abacateiro são utilizados para tratamento de doenças e algumas enfermidades.

O consumo do abacate vem se expandindo ao longo dos anos, uma vez que possui qualidades organolépticas, valor nutritivo e muitas vitaminas (ITAL).

7.1.3 Botânica e comportamento floral

Ainda segundo o ITAL, o abacateiro pertence à família *Lauraceae* e ao gênero *Persea*¹. Este compreende aproximadamente 50 gêneros, sendo *Persea americana* o mais comum. Engloba também cerca de 150 espécies, sendo que a grande maioria habita a América tropical.

O abacateiro alcança, em geral, de 12 a 18 metros de altura, sendo considerada, portanto, uma árvore de porte médio a alto. Apresenta também características como: tronco cilíndrico, com casca aromática e rugosa; Copa simétrica e ampla. Suas folhas sem estípulas, indivisas, levemente lustrosas, podendo variar de verde a verde-escuro. As flores do abacateiro são pequenas, bissexuais e produzidas em grande número. O mesocarpo (parte constituinte do pericarpo do fruto) possui consistência amanteigada e quase insípido, de cor amarelada. Possui exocarpo (parte externa do fruto) consistente e membranoso. Sua drupa é grande, de cor arroxeadada ou amarronzada, estando protegido pelo endocarpo (outra parte constituinte do pericarpo).

¹Persea: O nome vem do grego antigo, proveniente de uma árvore do Egito, a qual possuía frutos doces; sua derivação é desconhecida, provavelmente de Perseus.



Figura 1: Folhas do abacateiro

Fonte: PATRO, Raquel (2015). Abacate - *Persea Americana*. Jardineiro.net. Disponível em: <http://www.jardineiro.net/plantas/abacate-persea-americana.html>. Acesso em: 20 de novembro de 2017, às 21h:34min.



Figura 2: Tronco do abacateiro

Fonte: MONTEIRO, Waldemar Ribas. Meliponicultura. Departamento de abelhas indígenas. Disponível em: http://apacame.org.br/mensagemdoce/85/visita_tecnica.htm. Acesso em: 16 de setembro de 2017, às 21h:39min..

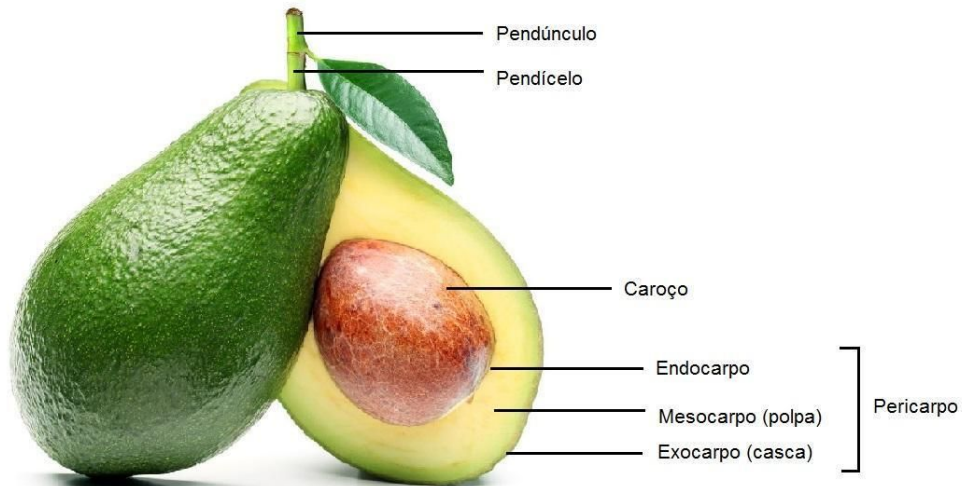


Figura 3: Corte longitudinal com partes constituintes do abacate

Fonte: ARAÚJO, Lissandra. **NÃO TENHA MEDO DE CONSUMIR ABACATE!** ProLife, setembro de 2014. Disponível em: <http://www.proliferj.com.br/blog/posts/2014/9/3/nao-tenha-medo-de-consumir-abacate>. Acesso de 10 de outubro de 2017, às 19h:45min. (adaptado).

7.1.4 Biologia da flor e polinização

A flor do abacateiro é bissexual ou hermafrodita. Isso se dá através da dicogamia, ou seja, a separação temporal na maturação dos sexos. Por este motivo, para ocorrer a polinização, necessita-se que haja outro indivíduo com comportamento floral distinto. Existem dois grupos relacionados ao tempo de abertura e fechamento das flores, designados “A” e “B”. No grupo “A”, a primeira abertura da flor ocorre logo na manhã do dia, quando o estigma² apresenta-se receptivo. Entretanto, não há a liberação do pólen para a fecundação já que as anteras³ não se abrem. A flor se fecha por volta do meio-dia para reabrir no dia seguinte à tarde, quando os estames⁴ estão maduros e provocam a abertura das anteras, todavia, o estigma não está mais receptivo. Já no grupo B, a flor se abre ao meio-dia e fecha-se ao entardecer, não havendo a liberação do pólen. Ela reabre no dia seguinte no período da manhã, quando as anteras se abrem novamente, o estigma já não é mais receptivo.

Essa variação pode ocorrer em função das condições climáticas do local que torna possível a autopolinização. Portanto, a polinização é feita principalmente por insetos, sendo a abelha o principal agente polinizador.

7.1.5 Exigências climático-edáficas

O clima é um fator essencial para o cultivo do abacateiro, sendo a temperatura e a chuva as principais exigências. Quanto à temperatura, os abacateiros da raça antilhana conhecidos por “comum” ou “manteiga” são mais sensíveis ao frio, enquanto os da raça guatemalense e mexicana são mais resistentes. A precipitação é de cerca de 1200 mm de água anuais, o suficiente para o pomar, mas necessita-se de uma distribuição durante o ano.

²Estigma: área receptiva dos pistilos das flores.

³Anteras: parte final dos estames nas flores.

⁴Estames: órgão masculino das plantas que produzem flores.

Além do clima, o solo é um importante fator para o cultivo de um abacateiro. Normalmente, o abacateiro é plantado em solo arenoso, denso e drenado, com pH neutro ou ligeiramente ácido.

7.1.6 Variedades e cultivares

Pelo fato de o abacateiro ser hermafrodita, há um grande número de cultivos. Aqueles que apresentam melhor comportamento para a comercialização são multiplicados. As principais variedades e cultivares de abacate pertencem ao grupo A e B, citados anteriormente.

No grupo A, possuem as espécies Collinson, Fortuna, Hass, Ouro Verde, Simmonds e Wagner. Quanto ao grupo B, apresentam-se as espécies Barbieri, Campinas, Fuerte, Pollock, Prince, Quintal, Reis, Solano e Tatuí, sendo essas as mais comuns.

7.1.7 Benefícios e nutrientes

O abacate é conhecido por ser um fruto gorduroso. Porém, segundo Maria das Graças Teixeira, tal fruto é uma fonte de gordura saudável, uma vez que possui ômega 3, 6, 7 e 11. Cerca de 85% de suas calorias provêm de gorduras monoinsaturadas, que auxiliam na manutenção do colesterol no corpo humano.

A polpa do abacate, em relação às outras frutas, possui alto teor proteínicas, contendo um dos maiores valores em comparação a outras frutas. Possui também alto valor de fibras e sais minerais, destacando-se o potássio, como ressalta Roseli Aparecida Ferrari (2015). Segundo o ITAL, a taxa de açúcares no abacate é muito pequena, sendo ele, antes de tudo, uma fruta essencialmente lipídica. Seu valor calorífico é cerca de duas vezes maior que o da banana. Possui vitaminas lipossolúveis que não estão presentes em muitas frutas, como vitaminas A e B em grande quantidade; D e E, com uma quantidade mediana; e vitamina C em menores quantidades.

A autora afirma que o abacate ainda possui capacidade de:

combater os radicais livres, proteger a circulação e coração, auxiliar o fígado, melhorar o sistema imune, acalmar o sistema nervoso, favorecer

práticas de esportes e embelezar pele e cabelos, o abacate pode, em vez de aumentar, evitar o ganho de peso por neutralizar os efeitos nocivos do Cortisol⁵, que estimula o estoque de gordura” (TEIXEIRA, Maria das Graças, 2015) (adaptado).

7.1.8 Composição química

Daiuto (2013) *et al.*, em sua pesquisa referente à composição do abacate, embasando também discussões quanto às propriedades antioxidantes, afirma que:

o abacate é um fruto muito nutritivo, sendo a polpa a principal parte utilizada para consumo *in natura* (em estado natural), na forma de sobremesa, saladas, molhos e cosméticos, além de ser utilizada para extração de óleo. Os resíduos, casca e semente, ainda são pouco explorados cientificamente quanto ao seu potencial nutritivo e funcional (adaptado).

Vale ressaltar que, todos os resultados quanto à composição da fruta apresentada pelos autores, foram no abacate tipo “Hass”, porém tais informações servem de base teórica para nossa pesquisa.

Os autores destacam o valor dos lipídeos benéficos no fruto, sendo encontrados em maiores concentrações na polpa. Já as fibras, são encontradas em concentrações similares na casca e na polpa. Dentre os minerais, entre os macronutrientes⁶ analisados, o potássio é o qual está em maior quantidade no fruto. Com relação aos micronutrientes⁷, o enxofre foi o elemento que apresentou menor concentração e o boro a maior. Referente a outros micronutrientes, os autores mencionam também:

a polpa mostrou teores superiores de cobre em relação à casca, seguida da semente. Os teores de ferro foram 63,27% maiores na casca em relação à polpa. O menor teor deste elemento mineral foi encontrado na semente. Já os teores de zinco da casca e da polpa foram superiores ao encontrado no caroço e não diferiram estatisticamente (DAIUTO, et al. 2013).

Cobre e zinco têm papéis essenciais no organismo humano (formação da melanina por exemplo), e os teores desses metais encontrados no abacate são consideráveis.

⁵Cortisol: conhecido popularmente como “hormônio do estresse”.

⁶Macronutrientes: nutrientes em que o organismo precisa-se em maior quantidade.

⁷Micronutrientes: nutrientes em que o organismo precisa-se em menor quantidade.

7.1.9 O óleo do abacate

Segundo Roseli Aparecida Ferrari (2015), o óleo do abacate assemelha-se ao óleo de oliva por serem extraídos da polpa de frutos e pela similaridade de suas propriedades físico-químicas, principalmente pela composição de seus ácidos graxos, predominando em ambos o ácido oleico.

Os ácidos graxos mono-insaturados, tal como o ácido oleico, auxiliam na redução da taxa de lipoproteínas de baixa densidade (LDL), as quais provocam, a longo prazo, a obstrução de veias e artérias (aterosclerose). Contudo, mantêm-se os níveis de lipoproteínas de alta densidade (HDL), responsáveis pela manutenção dos vasos sanguíneos, reduzindo assim as chances de desenvolver problemas cardiovasculares (MARSIC e YODICE, 1992; BAUR, 1995 *apud* GIOIELLI).

Segundo Oliveira et al. (2013), o ácido oleico está presente em maior concentração na polpa do abacate, pois o teor de lipídeos nesta região da fruta varia de 5% á 30%, dependendo da variedade da espécie. Outros ácidos graxos presente no fruto são ácido palmítico e palmitoleico, ambos conhecidos por ômega 7 e ácido linoleico, ou ômega 6 (OLIVEIRA; et al, 2013).

O ácido palmítico, ou ômega 7, é um ácido graxo monocarboxílico saturado comumente encontrado em alimentos de origem vegetal e animal. É o principal constituinte do óleo de palma e o segundo componente em maior quantidade no óleo de abacate. Por ser um ácido graxo saturado, seu consumo em demasia favorece o desenvolvimento de complicações no sistema circulatório, como por exemplo, a aterosclerose (MARSIC e YODICE, 1992; BAUR, 1995 *apud* GIOIELLI).

Por sua vez, o ácido linoleico, é um ácido graxo monocarboxílico di-insaturado essencial. Ou seja, faz-se necessário a sua ingestão equilibrada por meio da alimentação ou suplementação alimentar. Os ácidos oleico e linoleico contribuem na prevenção de problemas cardiovasculares.

Já o ácido palmitoleico, é um ácido graxo não essencial, monoinsaturado, popularmente conhecido como ômega 7. Este ácido está presente em todos os tecidos do corpo humano, sendo encontrado em maior concentração no fígado. Ele auxilia no combate a diabetes, aumento da saciedade, redução na taxa de LDL no

sangue, contribuindo positivamente na saúde da mental, memória e na elasticidade das artérias.

7.2 Potássio

O potássio é um mineral muito abundante na natureza, sendo encontrado principalmente em águas salgadas juntamente com outros minerais (VAITSMAN, Delmo Santiago, 2001). Segundo Vaitsman (2001), o potássio é o sétimo elemento mais abundante da crosta terrestre, com cerca de 2,4% em peso.

O potássio é um elemento químico de símbolo K (do latim, *Kalium*, nome original da sua base⁸, o hidróxido de potássio, ou KOH). Possui número atômico 19 e é um metal alcalino de massa atômica 39 u.m.a.. Segundo Peixoto (2004), o elemento em questão possui ponto de fusão (PF = 336,55K) e ponto de ebulição (PE = 1033,15K). Devido à sua alta reatividade, o potássio oxida-se com facilidade em ambientes úmidos, portanto reage drasticamente com a água, formando hidróxido de potássio (KOH) e liberando hidrogênio na reação. Assemelha-se quimicamente com o sódio, uma vez que ambos se encontram na mesma família periódica (1A). O potássio é bastante insolúvel, sendo difícil obter o metal puro a partir dos seus minerais.

O K é muito encontrado na forma de depósitos de KCl (silvita) em meio a uma mistura de KCl e NaCl, a silvinita, e na forma de sal duplo KCl.MgCl₂.6H₂O (carnalita). A principal fonte de potássio é a potassa⁹, extraída de depósitos, principalmente, na Califórnia, Novo México e Utah nos Estados Unidos, e Alemanha. Sabe-se extração do potássio do mar é economicamente inviável devido a baixa concentração de seus sais, no entanto tal processo torna-se viável ao extrair o potássio do Grande Lago Salgado (Utah) nos Estados Unidos, pois a concentração dos sais de potássio é de 20 a 25 vezes maior do que na água do mar.

⁸Humphrey Davy, em 1807 (NASCIMENTO, Marisa et al. 2008), por meio da eletrólise do KOH e NaOH, conseguiu, pela primeira vez, isolar o elemento K e o Na.

⁹ Potassa: nome comum de diversos derivados potássicos.

7.2.1. Aplicações

O potássio dispõe de várias aplicações, segundo a engenheira agrônoma Ecila Maria Nunes Giracca (2016), o potássio:

tem várias aplicações tais como metal empregado em células fotoelétricas; na forma de cloreto de potássio (KCl) e o nitrato de potássio (KNO_3) como fertilizantes; peróxido de potássio (K_2O_2) em aparelhos de respiração de bombeiros (como máscaras de oxigênio) e mineiros, o nitrato também é usado na fabricação de pólvora, o cromato de potássio (K_2CrO_4) e o dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) em pirotecnia, dentre outros empregos. (GIRACCA, Ecila Maria Nunes *et al.* 12/09/2016) (adaptado).

A maior abrangência em uso do potássio na atualidade é na agricultura, como fertilizante, por ser essencial no crescimento das plantas. Giracca *et al.*, comenta que o potássio é absorvido pelas plantas na forma do íon K^+ , e é um elemento com grande mobilidade, tanto dentro das células, como dentro de tecidos. Afirma ainda que tal elemento não é constituinte de nenhuma molécula orgânica nos vegetais, entretanto, contribui em várias atividades bioquímicas, sendo um ativador de grande número de enzimas, regulador da pressão osmótica (entrada e saída de água das células) e pela abertura e fechamento dos estômatos¹⁰. Ressalta ainda que o potássio é importante na realização da fotossíntese, na formação de frutos, resistência ao frio e às doenças.

Giracca *et al.*, também descreve que, em solos com deficiência de potássio, ocorre o acamamento (dormência) das plantas, entre outros problemas em seu desenvolvimento, como a clorose (deficiência em produzir clorofila), atraso e necrose na floração (afetando a fotossíntese), acarretando na diminuição nos frutos e no tamanho destes.

7.2.2 O potássio no corpo humano

O potássio tem grande importância no organismo humano, sendo o terceiro mineral mais abundante no corpo, inferior apenas ao fósforo e ao cálcio. Possui atuação nos nervos e músculos, sendo que, junto ao sódio, regula a quantidade de

¹⁰Estômatos: são estruturas constituídas por um conjunto de células localizadas especialmente na epiderme inferior das folhas, com a função de estabelecer comunicação do meio interno com a atmosfera, constituindo-se em um canal para a troca de gases e a transpiração do vegetal.

líquido no corpo. O órgão responsável pela regulação de potássio no corpo humano é o rim, não devendo, portanto, consumi-lo em grande quantidade, para que as funções renais não sejam sobrecarregadas, podendo, ao invés de prevenir, causar câibras, náuseas, perda de reflexos, fadiga muscular, arritmia cardíaca e aumento abdominal. Sintomas como diarreia, vômitos, sudorese (transpiração) excessiva, desnutrição, são síndromes de má absorção de potássio. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a quantidade ideal de potássio a ser ingerida por um adulto é de, no mínimo, 3,51 gramas por dia.

O sódio e o potássio, precisam estar em equilíbrio no corpo humano, pois, em conjunto, formam a “bomba” sódio-potássio, essencial para funções do organismo que estão relacionadas à concentração destes, que, quando adequada, auxiliam na respiração celular e na síntese de proteínas, além de favorecer a absorção de açúcares e aminoácidos pelas células musculares e nervosas.

A prática de exercícios físicos deve compensar a ingestão de potássio, pois o suor faz com que o organismo perca muitos sais minerais, além de a atividade muscular também esgotar mais rapidamente as reservas destes minerais no organismo.

Quando em níveis ideais no organismo, o potássio é essencial aos ossos, pois faz-se um dos responsáveis pela absorção de cálcio; na pressão arterial, pela relação de equilíbrio com o sódio; nas funções musculares, pois promove a contração e o relaxamento dos músculos, evitando fadigas e câimbra, além de que está ligado com a síntese de proteínas, ajudando na recuperação e crescimento muscular; apresenta-se também no sistema nervoso, pois ajuda na condutividade elétrica dos neurônios; no metabolismo pois regula os níveis de açúcar no organismo, por isso é considerado importante para pessoas diabéticas. Ao regular a produção de insulina, o potássio também auxilia na perda de peso, pois a insulina ajuda o organismo a acumular gordura; é essencial também ao coração, pois a junção de sódio e potássio contribui para a contração muscular, e por isso ajuda a manter o ritmo cardíaco normal, sua ausência pode levar a uma arritmia cardíaca; também é importante no que diz respeito ao estresse e ansiedade, já que o metal controla os níveis de adrenalina e cortisol, hormônios que têm relação direta com ansiedade e estresse.

7.3 Preparo de amostra

Segundo Krug (2016), o preparo de amostras envolve operações físicas e químicas, com o objetivo de preparar o material a ser analisado, minimizando interferências para que, posteriormente, este possa ser introduzido nos equipamentos de quantificação. Os procedimentos de tratamento de amostras para análise dependem da natureza da amostra e dos analitos a serem determinados e sua concentração, do método de análise e da precisão e exatidão desejadas (DUTRA *et al.*, 2004). Ainda segundo Dutra *et al.* (2004):

Dentre todas as operações analíticas, esta etapa é a mais crítica e, em geral, é onde se cometem mais erros, que se consome mais tempo e de maior custo. Idealmente, o procedimento de tratamento da amostra deve apresentar simplicidade, rapidez, utilizar pequenos volumes de ácidos, permitir a dissolução de grande número de amostras e, finalmente, produzir resultados precisos e exatos.

Apesar de existirem determinados equipamentos o qual a amostra sólida possa ser introduzida diretamente para a análise, a maioria dos instrumentos analíticos requer que as amostras estejam em soluções ou suspensões.

7.3.1 Digestão por via úmida

Também chamada de decomposição oxidativa, a digestão por via úmida consiste “na decomposição de compostos orgânicos e inorgânicos em seus elementos constituintes empregando ácidos minerais e aquecimento” (SOUSA, Rafael Arromba de; *et al.* 2015).

Alguns dos ácidos comumente usados para digestão de amostras por via úmida são o ácido sulfúrico (H_2SO_4), que tem capacidade oxidante, sendo poderoso quanto à desidratação, o que faz com que sejam digeridos todos os compostos orgânicos e permaneçam apenas os compostos inorgânicos. Outro ácido muito usado na digestão por via úmida é o ácido nítrico (HNO_3), pois ele é facilmente encontrado com alta pureza e também possui capacidade oxidante. Se usado com o ácido clorídrico (HCl), ele melhorará a eficiência da digestão.

7.3.2 Forno tipo mufla

Segundo Krug (2016), a mufla trata-se de um método simples para a decomposição de amostras orgânicas, uma vez que baseia-se na combustão destas com o oxigênio do ar, onde os resíduos orgânicos são obtidos em forma de cinzas, sendo, geralmente, solúveis em ácido diluído. A amostra é aquecida em um cadinho sob pressão atmosférica ambiente, onde os materiais orgânicos são queimados, sobrando apenas resíduos inorgânicos não voláteis. O oxigênio do ar atua como um agente oxidante resultando em óxidos de metais, sulfatos não voláteis, sulfatos, silicatos, entre outros.

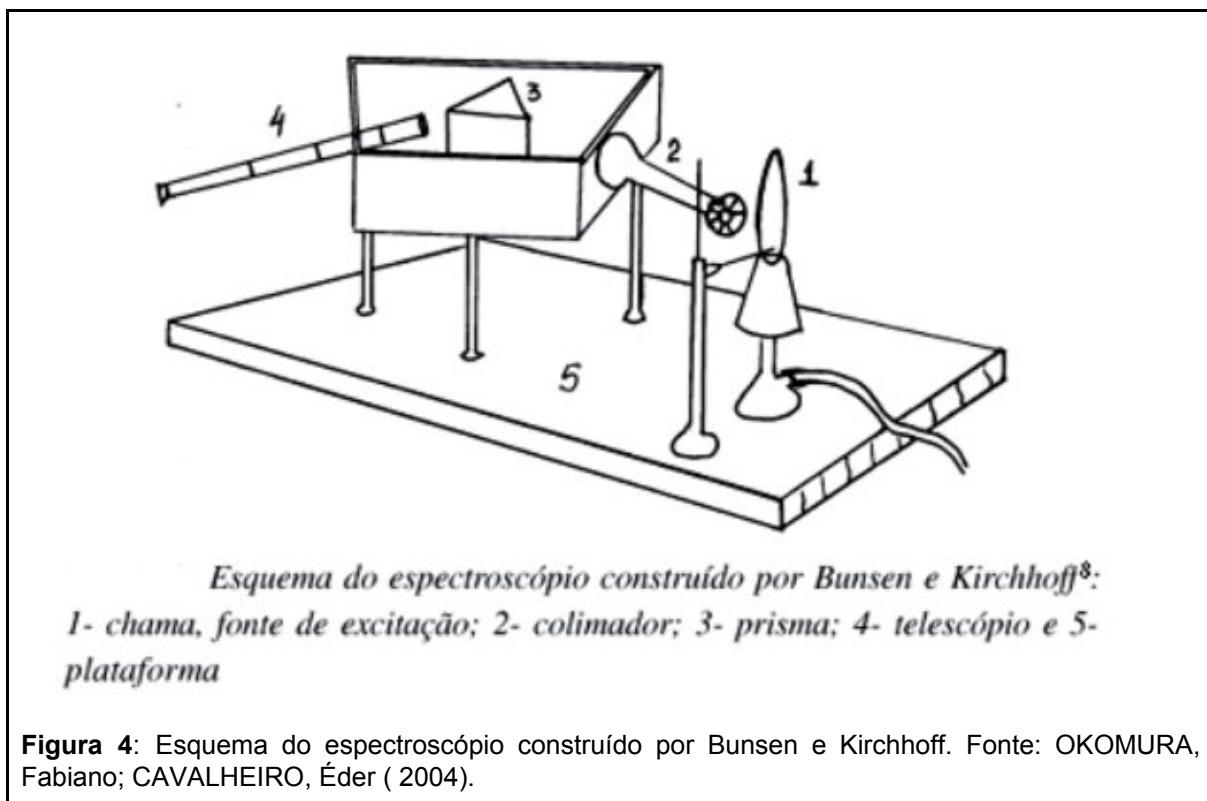
É de suma importância que haja uma temperatura ideal para o aquecimento da amostra, uma vez que esta, muito alta, pode acarretar à volatilização de alguns analitos, havendo alto risco de perdê-lo parcial ou totalmente. No entanto, com a temperatura muito baixa, pode não haver total decomposição da amostra levando a resultados inexatos. Além da temperatura, o tempo de exposição também deve ser levado em conta. Para a temperatura e o tempo aos quais a amostra deverá ser exposta (tendo em vista o material a ser obtido após a queima) é necessário que haja uma matriz como referência adequada para ambos [tempo e temperatura], a ser utilizada, podendo haver modificações conforme necessidades.

7.3.3 Fotometria de chama

A fotometria de chama é uma técnica analítica para quantificação de alguns metais da família dos Alcalinos (1A) e a família dos Alcalinos-Terrosos (2A), que possuem, respectivamente, 1 e 2 elétrons na camada de valência, conferindo-lhes, assim, baixa energia para excitar os elétrons. Deste modo, viabiliza-se a utilização da fotometria de chama, uma vez que o calor da chama será suficiente para excitar o elétron, além de apresentar baixo custo para determinação de potássio (K^+).

A técnica baseia-se na geração de átomos livres no estado gasoso, no qual a energia externa é suficiente para, além de gerar átomos gasosos, fazer com que ocorra a excitação de átomos neutros (Na, Li, Ca e K).

Os componentes básicos de um fotômetro de chama são um sistema para introdução de amostra (nebulizador); atomizador (chama); seletor de comprimento de onda (monocromador) e detector (fotomultiplicador), como ilustrado na figura 1.



De acordo com Okumoura e Cavalheiro (2004), Bunsen e Kirchhoff, reconheceram as linhas negras do espectro sendo coincidentes às linhas de emissão de sais introduzidos em uma chama. Foi a partir desses estudos que foram reconhecidas as linhas espectrais resultantes de metais que ocorrem em comprimentos de onda definidos. Cada linha representa um espectro que corresponde a um comprimento da onda, assim cada elemento possui seu espectro com suas características específicas. Portanto pode-se reconhecer os comprimentos de onda específicos do potássio (K).

Seu funcionamento ocorre quando a amostra, contendo os cátions metálicos, é inserida em uma chama, sendo esta, composta por gases submetidos à alta temperatura, como exemplos: Ar-GLP 1700 – 1900 oC ou Ar-acetileno 2125 – 2397 oC, nos quais ocorrem fenômenos físicos e químicos, como evaporação, vaporização e atomização. Os átomos excitados voltam para seu estado

fundamental, liberando parte da energia recebida na forma de radiação, em comprimentos de onda característicos para cada elemento químico.

A amostra é transformada em um aerossol líquido-gás para introdução na chama, onde os elétrons são excitados e, ao retornarem ao seu estado fundamental ocorre a emissão. Na fase gasosa os átomos são excitados pela própria chama e liberam sua energia na forma de radiação eletromagnética (luz) (OKUMURA et al, 2004)

Segundo Barques (2010), a luz passa pelo monocromador, sendo um sistema que isola a energia radiante de um comprimento de onda determinado, excluindo outros comprimentos de onda. Monocromadores podem ser filtros, prismas ou grades de difração. Os detectores transformam a energia radiante em energia elétrica, assim encerrando o processo com a leitura dos resultados, após a passagem das informações pelo circuito medidor do aparelho.

7.3.4 Espectrofotômetro de Absorção Atômica

O espectrofotômetro de absorção atômica é uma técnica analítica adequada e consolidada para quantificar diversos metais e semi-metais em uma ampla variedade de amostras. Essencialmente, o equipamento é composto por uma lâmpada de catodo oco que irá emitir um comprimento de onda específico do analito, um atomizador que é responsável por gerar átomos livres no estado gasoso, o monocromador que fará a separação de outros comprimentos de onda emitidos pela fonte de radiação e ou durante o processo de atomização e por último o detector que irá detectar a radiação (fotóns) por meio de diodos sensíveis.

O funcionamento do espectrofotômetro de absorção atômica ocorre pelo o nebulizador pneumático, que nebuliza a amostra formando um aerossol, que após haver separação das gotículas maiores das menores, entrará em contato com o atomizador, que neste caso será a chama (KRUG; NÓBREGA; OLIVEIRA, 2004).

8 METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos serão baseados em trabalho de campo (compra do abacate em mercados e feiras da região) e pesquisa em laboratório. Inicialmente serão recolhidas amostras das espécies de abacate: fortuna, manteiga e avocado (estando estes, sujeitos a substituição, dependendo da disponibilidade na época em que serão comprados) em mercados e feiras populares do município de Jaraguá do Sul, devido à acessibilidade destes na região.

Sendo objetivo principal da presente pesquisa a quantificação de potássio nas espécies de abacate anteriormente citadas, a parte a ser analisada será a polpa (mesocarpo e endocarpo) do fruto, devido a pesquisa estar focada no consumo do mesmo. De acordo com o Instituto Adolfo Lutz, a análise em triplicata é indicada como repetição mínima para análise de alimentos, portanto, a mesma será utilizada para melhor precisão de análise.

O procedimento para a execução da análise será feito com o amadurecimento dos frutos (onde estariam próprios para consumo), e logo após uma determinada quantidade do abacate será levada para o tratamento de amostra.

A mesma será digerida pelo(s) ácido(s) em um béquer dentro da capela, à temperatura e pressão (1 atm) ambientes .

A amostra, então, será levada ao forno tipo mufla do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Câmpus Jaraguá do Sul - Centro, e então aquecida à temperatura de 420°C por 4 horas. Krug (2016) sugere que o tempo necessário é de 16h, mas devido à impossibilidade de permanecer no laboratório por este período, acredita-se que 4h sejam tão eficientes e efetivas quanto. Portanto sugere-se a utilização deste período para a degradação da amostra, adaptando-se conforme a necessidade. Ainda segundo Krug (2016) (adaptado), 4h de exposição à temperatura de 420°C são condições ideais para menor perda de potássio (<1%).

Após o aquecimento adequado na mufla, restarão resíduos inorgânicos, incluindo o potássio, sendo estes levados, posteriormente, aos equipamentos de quantificação preestabelecidos pelo grupo, a saber, o espectrofotômetro de chama e absorção atômica.

Após tais procedimentos, a amostra será levada aos equipamentos de quantificação analítica, a saber, espectrofotômetro de chama e espectrofotômetro de absorção atômica. Os dados então, serão analisados, obtendo-se a quantidade de potássio presente na amostra. Após a obtenção dos mesmos, os resultados serão comparados com as quantidades de potássio de outros frutos, também comuns na região, com o objetivo de compreender se o abacate poderia ser substituído por eles, com relação ao seu teor de potássio.

8.1 Testes preliminares

No dia 22/11/2017, todos os membros do grupo compareceram ao laboratório de química do IFSC campus Jaraguá do Sul - Centro para realizar testes preliminares avaliando a metodologia de abertura de amostra proposta, especificamente, a escolha dos ácidos a serem utilizados para a digestão das amostras. Os ácidos concentrados, isolados e combinados que passaram pela avaliação foram o ácido sulfúrico (H_2SO_4), ácido nítrico (HNO_3), ácido clorídrico (HCl) e a combinação do ácido nítrico com ácido clorídrico (50% de cada).

No teste com ácido nítrico, na proporção de 10 g de abacate com 30 mL deste ácido, foi possível observar que a amostra não foi completamente digerida, ficando visível uma quantidade considerável de amostra. Deste modo, a fim de verificar uma melhor efetividade na digestão, uma massa menor foi avaliada, neste caso na proporção de 5 g de abacate para 30 mL de ácido, revelando desempenho similar à proporção anteriormente citada.

O ácido clorídrico, nas mesmas proporções que o ácido nítrico (10 g de amostra com 30 mL de ácido) também não apresentou efetividade na digestão.

A mistura de HCl com HNO_3 (50% ácido clorídrico e 50% ácido nítrico), na proporção 10 g de amostra com 30 mL da mistura dos ácidos, apresentou melhor desempenho, aparentemente, digerindo toda a amostra. Para a proporção e 5 g de abacate com 30 mL da mistura de HCl com HNO_3 , desempenho similar ou melhor, na decomposição da amostra, foi observado.

O ácido sulfúrico, na proporção 10g de amostra para 30ml de ácido, teve uma maior efetividade na digestão da amostra. Então, devido ao bom desempenho,

alterou-se a proporção para 20g de amostra para 30ml de ácido, a efetivação da digestão também foi positiva, mostrando a capacidade de a mesma quantidade de ácido, digerir maiores quantidades da amostra.

Após a realização dos ensaios preliminares, optou-se em realizar a digestão das amostras em dois meios distintos, o primeiro com o ácido sulfúrico, pelo melhor desempenho (a mesma quantidade de ácido digeriu uma maior quantidade da amostra), criando a probabilidade de trabalharmos com menor quantidade de ácido ou este diluído, diminuindo o consumo de reagentes e a produção de resíduos ácidos. O segundo meio sugerido para avaliação é a combinação de ácido nítrico com ácido clorídrico, pois também apresentaram adequada digestão da amostra, sendo escolhido também para termos uma metodologia de digestão ácida comparativa.

Este dia foi importante quanto a maturidade do grupo e projeto, pois todo os membros do grupo estavam presentes, e os mesmos tiveram contato com os principais processos que utilizaremos durante a fase de execução do projeto. Além disso, este momento proporcionou maior autonomia no laboratório, atuando de forma responsável quanto a realização das digestões, segurança e postura no laboratório, procedimento no tratamento de resíduos, entre outras, as quais são partes essenciais para o desenvolvimento do projeto e também para a formação de técnicos em química.

É necessário reafirmar que esses foram apenas testes preliminares, portanto, as escolhas dos ácidos, proporções, quantidade de amostra, tempo de digestão, entre outros fatores, estão sujeitas a eventuais alterações ou adaptações requeridas.

9 CRONOGRAMA

Atividades 2018/1	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho
Revisão Bibliográfica	X	X	X	X	X
Preparo de amostra	X	X	X		
Quantificação de K nas amostras			X	X	
Análise de dados			X	X	
Elaboração do relatório			X	X	X
Elaboração do banner				X	X
Apresentação					X

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANALYSER, Comércio e Indústria LTDA. **Manual de Instruções Fotômetro de Chama 910MS**. São Paulo, 2014. 13 p.

BASQUES, José Carlos. **Fotometria e Padronização**. Labtest Diagnóstica SA. set. 2010. Disponível em: <<http://www.labtest.com.br/download.php?a=6766>> Acesso em 20 de outubro de 2017.

Centro de Frutas - 1998. Disponível em: http://www.iac.sp.gov.br/areasdepesquisa/frutas/frutiferas_cont.php?nome=Abacate. Acesso em: 15 de novembro de 2017, às 22h23min.

Centro Médico Delta. FUKUSHIMA, Walter Yoshinori. Disponível em: http://www.centromedicodelta.com.br/website/index.php?option=com_content&view=article&id=59:por-que-a-gente-sente-caimbra&catid=36:medicina&Itemid=62. Acesso em 19 de setembro de 2017, às 17h15min.

DAIUTO, Érica Regina; et al. **ATIVIDADE DA PEROXIDASE E POLIFENOLOXIDASE EM ABACATE DA VARIEDADE HASS, SUBMETIDOS AO TRATAMENTO TÉRMICO**. 2008. Disponível em: <http://www.redalyc.org/pdf/813/81315076003.pdf>. Acesso em: novembro de 2017.

DAIUTO, Érica Regina; et al. **COMPOSIÇÃO QUÍMICA E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DA POLPA E RESÍDUOS DE ABACATE 'HASS'**. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbf/v36n2/v36n2a18> Acesso em 14/10/2017.

DUARTE, Patrícia Fonseca; et al. **Abacate: características, benefícios à saúde e aplicações**. 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782016000400747&lang=pt. Acesso em: outubro de 2017.

EMBRAPA. **ABACATE PARA EXPORTAÇÃO: ASPECTOS TÉCNICOS DE PRODUÇÃO**. 1995. Disponível em: http://livraria.sct.embrapa.br/liv_resumos/pdf/00061880.pdf Acesso em: outubro de 2017.

Faculdade Estácio. **A importância do potássio para a saúde**. 13/06/2014. Disponível em: <http://www.posestacio.com.br/a-importancia-do-potassio-para-a-saude/noticia/594>. Acesso em: outubro de 2017.

FERRARI, Maria Aparecida. et al. **Nota Científica: Caracterização físico-química do óleo de abacate extraído por centrifugação e dos subprodutos do processamento**. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/bjft/v18n1/1981-6723-bjft-18-1-79.pdf> .Acesso em: outubro de 2017.

FONSECA, Martha Reis Marques da. **Química Integral, 2o Grau**: volume único. São Paulo: FDT, 1993. 623p.. Acesso em: 3 de novembro de 2017.

GIRACCA, Ecila Maria Nunes; et al. **Potássio**. 12/09/2016. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/potassio_361446.html Acesso em: outubro de 2017.

GIOIELLI, Luiz A. **Óleos e gorduras vegetais: composição e tecnologia**. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbfar/v5n2/a08v5n2.pdf>. Acesso em: novembro de 2017.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Procedimentos e Determinações Gerais. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3.ed. São Paulo: IMESP, 1985. Cap. IV p. 13.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Abacate: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos**. TEIXEIRA, Cyro Gonçalves; CASTRO, Josalba Vidigal de; BLEINROTH; Ernesto Walter; MARTIN, Zeno José de; TANGO, João Shojiro; TURATTI, Jane Menegaldo; LEITE, Rosângela S.S Fernandes; GARCIA, Ana Eloisa Brito. Segunda edição - Revista e Ampliada. Campinas, ITAL, 1991.

JUNIOR, Ademário Iris da Silva; et al. **Absorção atômica**. Disponível em: http://www.ifrj.edu.br/webfm_send/545. Acesso em: novembro de 2017.

KOLLER, O.C. **Abacaticultura**. Porto Alegre, UFRGS, 1986.

KRUG, Francisco José. **Espectrometria de absorção atômica**. Junho 2004. Disponível em: <http://www.ufjf.br/baccan/files/2011/05/AAS-geral-parte-1-revisada.pdf>. Acesso em: novembro de 2017.

KRUG, Francisco José. **Métodos de preparo de amostras para análise elementar**. Editado por Francisco José Krug; Fábio Rodrigo Piovezani Rocha. São Paulo: EditSBQ - Sociedade Brasileira de Química, 2016. 572 p: il.

LEITE, Diego de Oliveira e PRADO, Rogério Junqueira. **Espectroscopia no infravermelho: uma apresentação para o Ensino Médio**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 34, n. 2,2504 (2012).> Acesso em 3 de novembro de 2017.

MESQUITA, Glenda Maris. **Metodologias de preparo de amostras e quantificação de metais pesados em sedimentos do Ribeirão Samambaia, Catalão-GO, empregando Espectrometria de Absorção Atômica**. *Programa de Pós-Graduação em Química - Mestrado, UFG, 2000, pg 13.*

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **OMS divulga novas orientações para consumo diário de sal e potássio**. 2010. Disponível em: <http://prodiet.com.br/blog/2013/02/14/oms-divulga-novas-orientacoes-para-consumo-diario-de-sal-e-potassio/> Acessado em: outubro de 2017.

NACHBAR, Renato T. **Efeitos do ácido palmítico e palmitoleico sobre o metabolismo de glicose no músculo sóleo de ratos**. Disponível em: file:///C:/Users/Usuario/Downloads/RenatoTadeuNachbar_Doutorado_P.pdf. Acesso em: novembro de 2017.

NASCIMENTO, Marisa. **Agrominerais: Potássio**. 2008. Disponível em: <http://www.cetem.gov.br/agrominerais/livros/08-agrominerais-potassio.pdf> Acesso em: 26 de outubro de 2017.

OLIVEIRA, Marcelo Caetano; et al. **Fenologia e características físico-químicas de frutos de abacateiros visando à extração de óleo**. 2013. Disponível em: <http://www.redalyc.org/html/331/33125632005/> Acesso em: outubro de 2017.

OKOMURA, Fabiano; CAVALHEIRO, Éder. **Experimentos Simples Usando Fotometria de Chama para Ensino de Princípios de Espectrometria Atômica em Cursos de Química Analítica**. *Quim. Nova*, Vol. 27, No. 5, 832-836, 2004.> acesso em 26 de outubro de 2017.

PEIXOTO, Eduardo Motta Alves. Elemento Químico: Potássio. **Química Nova na Escola**. 2004, maio no19. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/a14.pdf> Acesso em: 02/11/2017.

SOUZA, Rafael Arromba de; et al. **Preparação de amostras para análise elementar**. Disponível em: <http://www.ufjf.br/baccan/files/2011/07/Apostila-PREPARO-DE-AMOSTRAS-Anal%C3%ADtica-Avan%C3%A7ada.pdf>. Acesso em: 01 de novembro de 2017, às 16h38min.

TANGO, João Shojiro et al. **Caracterização física e química de frutos de abacate visando a seu potencial para extração de óleo**. Campinas, 2004. Acessado em 17/08/2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbf/v26n1/a07v26n1.pdf>

TEIXEIRA, Maria das Graças, **Abacate: Fonte de Proteínas e Boas Gorduras**, 2015. Disponível em: <http://www.mgtnutri.com.br/abacate-fonte-de-proteinas-e-boas-gorduras/>. Acesso em: 16 de setembro de 2017, às 19h45min.

VAITSMAN, Delmo Santiago; et al. **Para que servem os elementos químicos**, 2001. Ed. 1. Porto Alegre - RS.

Instituto de Tecnologia de Alimentos. **Abacate**, 1992. Acesso em: 17 de setembro de 2017, às 10h35min.

REFERÊNCIA NOVA:

http://livraria.sct.embrapa.br/liv_resumos/pdf/00061880.pdf (EMBRAPA LIVRO)

REFERÊNCIAS IMPORTANTES PARA UTILIZAÇÃO:

https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/105226/oliveira_ivm_dr_jabo.pdf?sequence=1