



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

ANDRÉ LOPES PEREIRA

DETERMINAÇÃO DE FENÓLICOS TOTAIS NA FARINHA DO QUIABO
(Abelmoschus esculentos L. Moench)

Assis/SP
2019



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

ANDRÉ LOPES PEREIRA

DETERMINAÇÃO DE FENÓLICOS TOTAIS NA FARINHA DO QUIABO
(Abelmoschus esculentos L. Moench)

Projeto de pesquisa apresentado ao curso de Química Industrial do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, como requisito parcial à obtenção do Certificado de Conclusão.

Orientando(a): André Lopes Pereira
Orientador(a): Dr^a. Mary Leiva De Faria

Assis/SP
2019

FICHA CATALOGRÁFICA

P436d PEREIRA, André Lopes.

Determinação de fenólicos totais na farinha (*Abelmoschus esculentos* L. Moench) / André Lopes Pereira-- Assis, 2019.
42p.

Trabalho de conclusão do curso (Química Industrial). –
Fundação Educacional do Município de Assis-FEMA

Orientadora: Dra. Mary Leiva de Faria

1.Análise espectrofotométrico 2. Farinha-quiabo

CDD 544.65

DETERMINAÇÃO DE FENÓLICOS TOTAIS NA FARINHA DO QUIABO
(*Abelmoschus esculentos* L. Moench)

ANDRÉ LOPES PEREIRA

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

Orientador: _____
Dr^a. Mary Leiva de Faria

Examinador: _____
Me. Alexandre Vinícius Guedes Mazalli

DEDICATÓRIA

A Deus!

A minha família e a mim mesmo!

AGRADECIMENTOS

A Deus, o meu sincero obrigado. Por sempre me direcionar ao caminho certo e me mostrar que a felicidade pode ser encontrada mesmo nas horas mais sombrias se nos lembramos da luz. Obrigado Pai criador do universo, pela tua grandeza e pelo seu amor incondicional. Gratidão por sempre me proteger, me guardar e por me permitir viver.

À prof^o Dr^a. Mary Leiva De Faria, orientadora deste trabalho, por quem tenho grande admiração e respeito, que acreditou em mim e na minha capacidade, pelo apoio e dedicação. Há quem me ensinou muito durante todos esses anos de estudos, em diferentes maneiras, contribuindo para meu crescimento intelectual, científico e pôr sempre me surpreender como ser humano com tamanha ternura ao próximo.

Minha coorientadora prof^o Me. Elaine Amorim Soares, pelo apoio e dedicação no desenvolvimento deste trabalho, por contribuir no meu desenvolvimento intelectual durante todos esses anos me proporcionando diversos ensinamentos.

Ao professor Doutorando Alexandre Vínicos Guedes Mazalli examinador deste trabalho, por toda ajuda, incentivo e todo ensinamento.

Ao pessoal do CEPECI que se dispuseram um pouco do seu tempo a mim, ao Técnico Aleicho Agnaldo Sachete que me proporcionou um pouco do seu conhecimento. Técnico do laboratório de química Fernando Rodrigues.

Meus familiares e amigos, que acreditaram em mim e me apoiaram durante todo este percurso. Em especial ao meu pai Carlos Cândido Pereira que acreditou, incentivou e apoiou a mim desde o início, a minha mãe Cecília Francisca Lopes Pereira que mesmo com resistência ao que escolhi de início, após algum tempo entendeu e compreendeu.

Aos meus amigos de sala de aula, que se mostraram uma grande equipe durante esses quatro anos, que permaneceram unidos até o final deste percurso. Ao meu grupo e melhor grupo Beatriz, Jaqueline e Francislene.

Pensei que não seria capaz de ultrapassar os desafios que tive que enfrentar, mas sempre que as forças me faltavam, senti seu amparo. Gratidão por tudo Deus criador, por ser quem sou hoje, uma pessoa imensamente realizada, porque a divina presença do Senhor na minha vida é constante.

Pouco conhecimento faz que as criaturas se
sintam orgulhas

Muito conhecimento, que se sintam humildes

É assim que as espigas sem grãos erguem
desdenhosamente a cabeça para o céu,
enquanto que as cheias abaixam para a terra,
sua mãe.

(Leonardo da Vinci)

Faça as coisas o mais simples que você puder,
porém não se restrinja às mais simples.

(Albert Einstein)

RESUMO

O quiabo (*Abelmoschus esculentos* L. Moench) apresenta uma grande importância na alimentação humana, visto que oferece minerais, proteínas e carboidratos, sendo fonte também de compostos fenólicos com potencial antioxidante. Porém, devido ao seu alto teor de umidade o quiabo apresenta um tempo de prateleira curto, o que acarreta grandes perdas desse alimento. Desta forma a secagem é necessária para o melhor aproveitamento dessa hortaliça. A determinação de compostos fenólicos também é primordial, visto que estudos comprovam que estes compostos são responsáveis pela atividade antioxidante de alimentos, sendo importantes no processo de inibição de doenças. Assim, o objetivo deste trabalho é quantificar o teor de compostos fenólicos totais presentes na farinha do quiabo pelo método de Follin-Ciocalteu e avaliar a eficiência do solvente extrator. Para a obtenção da farinha os frutos foram higienizados, sanitizados, cortados, secos a 40°C durante 72 horas em estufa de ar forçado, triturados em liquidificador doméstico e posteriormente passado por uma peneira 18 (ABNT) de 1,00 mesh. Os extratos etanólico e metanólico foram obtidos pesando-se 2g da farinha em um erlenmeyer de 125 mL e adicionando-se 25 mL do solvente. Para obtenção dos extratos acetona 70% e 50% pesou-se 0,25g de farinha devido a maior eficiência do solvente em extrair os compostos fenólicos. A extração foi feita com proteção da luz à temperatura ambiente por 3 h. Os extratos foram filtrados em papel de filtro diretamente para balões volumétricos de 25 mL e o volume completado com água destilada. O teor de compostos fenólicos totais nos extratos foi expressa em EAG (mg/100g) através da curva de calibração de ácido gálico. O valor para o extrato metanólico, etanólico e para o sistema de solvente acetona 70 e 50% foi de $549,49 \pm 47,16$ mg EAG/100g; $110,60 \pm 6,15$ mg EAG/100g; $5025,6 \pm 8,59$ mg EAG/100g e $4691,6 \pm 3,50$, respectivamente. A metodologia espectrofotometria empregada para determinação e quantificação de fenólicos totais se mostrou adequada e apresenta alta especificidade a 760 nm, técnica simples se comparada a outras mais onerosas. A solução extratora acetona 70% apresentou maior eficiência de extração de compostos fenólicos totais. O aumento da polaridade deste sistema com o aumento da porcentagem de água não resultou em aumento da eficiência de extração.

Palavras-chave: Compostos Fenólicos, Farinha de Quiabo.

ABSTRACT

The okra (*Abelmoschus esculentos L. Moench*) present a great importance in the human food, since it offers minerals, proteins and carbohydrates, being also a source of phenolic compounds with antioxidant potential. However, due to its high moisture content, the okra has a short shelf life, which result in large losses of this food. In this way, the drying is necessary for the better use of this vegetable. The determination of phenolic compounds is also primordial, since the studies prove that these compounds are responsible for the antioxidant activity of foods, being important in the process of disease inhibition. Therefore, the objective of this work is to quantify the content of total phenolic compounds presents in okra flour by the Folin-Ciocalteu method and to evaluate the efficiency of solvent extractor. To the obtaining the flour, the fruits were cleaned, sanitized, cut, dried at 40°C for 72 hours in a heating chamber with forced-air, ground in a domestic blender and, later, passed by a 18 sieve (ABNT) of 1,00 mesh. The ethanolic and methanolic extracts were obtained by weighing 2g of the flour in a 125 mL Erlenmeyer flask and adding 25 mL of the solvent. To obtain the 70% and 50% acetone extracts, 0.25g of flour was weighed due to the higher solvent efficiency in extract the phenolic compounds. The extraction was done with light protection at ambient temperature for 3h. The extracts were filtered on filter paper directly to 25 mL volumetric flasks and the volume completed with distilled water. The content of total phenolic compounds in the extracts was expressed in EAG (mg/100g) through the gallic acid calibration curve. The value obtained for methanolic and ethanolic extract and for the 70% and 50% acetone solvent system was $549,49 \pm 47,16$; $110,60 \pm 6,15$ EAG (mg / 100g); $5025,6 \pm 8,59$ mg EAG/100g; and $4691,6 \pm 3,50$ mg EAG/100g, respectively. The spectrophotometry methodology employed for the determination of total phenolics showed adequate and present high specificity at 760 nm, a simple technique compared to other more onerous. The 70% acetone extractor solution presented higher efficiency of extraction of the total phenolic compounds. The increase of polarity of this system with the increase of the percentage of water did not result in increase of the extraction efficiency.

Keywords: Phenolic Compounds, Okra Flour.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1:	Quiabeiro	14
Figura 2:	Morfologia do quiabo	15
Figura 3:	Grupos.....	16
Figura 4:	Subgrupos.....	16
Figura 5:	Flor do quiabo.....	16
Figura 6:	Principais vias do metabolismo secundário de vegetais e suas interligações.....	19
Figura 7:	Estrutura de algumas classes de compostos fenólicos.....	20
Figura 8:	Estrutura química geral dos flavonoides.....	21
Figura 9:	Estrutura química de alguns flavonoides.....	21
Figura10:	Estrutura da Rutina.....	22
Figura11:	Soluções de ácido gálico monohidratado em diferentes concentrações.....	29
Figura12:	Reação das substâncias redutoras com reagente de Folin-Ciocalteau.....	31
Figura13:	Curva de calibração construída de 5 a 25 mg/L.....	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Construção da curva de calibração de 5 a 25 mg/L.....	32
Tabela 2:	Valores de absorbância e concentração de ácido gálico equivalente mg/L obtido no extrato metanólico.....	33
Tabela 3:	Valores de absorbância e concentração de ácido gálico equivalente (mg/L) obtido no etanólico.....	33
Tabela 4:	Valores de absorbância e concentração de ácido gálico equivalente (mg/L) obtido no extrato acetona 70%.....	34
Tabela 5:	Valores de absorbância e concentração de ácido gálico equivalente (mg/L) obtido no extrato acetona 50%.....	34
Tabela 6:	Teor de compostos Fenólicos totais em EAG (mg/100g) nos extratos metanólico, etanólico e acetona 70% e 50%.	35

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. QUIABO (<i>Abelmoschus esculentos L. Moench</i>)	14
2.1 CARACTERÍSTICAS PRODUÇÃO E CONSUMO.....	16
2.2 NUTRIENTES E USOS MEDICINAIS.....	18
3. COMPOSTOS FENÓLICOS.....	19
4. ANTOCIANINAS COMO INDICADOR ÁCIDO-BASE: A EXPERIMENTAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM	23
4.1 MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
4.1.2 Materiais.....	24
4.1.3 Reagentes.....	25
4.1.4 Procedimento Experimental.....	25
5. MATERIAIS E MÉTODOS.....	26
5.1 MATERIAIS.....	26
5.2 REAGENTES.....	26
5.3 EQUIPAMENTOS.....	26
5.4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL.....	27
5.4.1 Obtenção da farinha do quiabo.....	27
5.4.2 Determinação do Teor de Umidade.....	27
5.4.3 Preparo das Soluções Para Curva de Calibração Ácido Gálico.....	28
5.4.3.1 Solução mãe ácido gálico.....	28
5.4.3.2 Solução carbonato de sódio 4%.....	28
5.4.3.3 Solução de Folin-Ciocalteau 1:10 (v/v)	28
5.4.4 Construção da Curva de Calibração Ácido Gálico.....	28
5.4.5 Obtenção do Extrato Vegetal.....	29
5.4.6 Teor de Compostos Fenólicos Totais.....	30
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
7. CONCLUSÃO.....	32
REFERÊNCIAS.....	38

1. INTRODUÇÃO

O quiabo (*Abelmoschus esculentos* L. Moench) é originário da África e pertence à família Malvaceae, sendo cultivado tradicionalmente em regiões tropicais. Como a região nordeste do Brasil apresenta clima bastante favorável ao seu desenvolvimento, essa hortaliça tem seu cultivo bastante difundido nesta região (CARNELOSSI et al., 2005).

Algumas características desejáveis apresentadas por essa hortaliça são ciclo rápido, custo de produção economicamente viável, resistência as pragas e alto valor alimentício e nutritivo. (MOTA et al., 2005). O quiabo apresenta uma grande importância na alimentação humana, visto que oferece minerais, proteínas e carboidratos, sendo fonte também de compostos fenólicos com potencial antioxidante (LISBOA, 2017).

De acordo com Rocha et al. (2011, p. 1216), “os compostos fenólicos presentes nas plantas estão relacionados, principalmente, com a proteção, conferindo alta resistência a micro-organismos e pragas”.

Na maioria dos vegetais os compostos fenólicos constituem os antioxidantes mais abundantes e em decorrência de sua alta atividade antioxidante, a redução de danos oxidativos relacionados ao envelhecimento e a doenças como arteriosclerose, úlcera, diabetes e câncer podem ser alcançados com o consumo de alimentos que contenham quantidades significativas destes metabólitos secundários. A ação antioxidante destes compostos pode ocorrer de várias maneiras, como complexação com íons metálicos, sequestro de radicais livres e decomposição de peróxidos (BIERHALS et al., 2009; ROCHA et al., 2011).

Apesar de grande importância na alimentação humana, o quiabo apresenta um tempo de prateleira curto, devido ao seu alto teor de humidade, o que acarreta grandes perdas desse alimento. Uma forma alternativa para diminuir o desperdício é a secagem, que é um processo de redução de água com consequente diminuição do crescimento microbiano, produzindo um alimento com maior estabilidade, maior tempo de prateleira, com redução do peso e também com facilidade no transporte (LISBOA, 2017).

Desta forma a secagem é necessária para o melhor aproveitamento dessa hortaliça e a determinação de compostos fenólicos é primordial, visto que estudos comprovam que estes

compostos são responsáveis pela atividade antioxidante de alimentos, sendo importantes no processo de inibição de doenças (TIVERON, 2010).

Assim, o objetivo deste trabalho é quantificar o teor de compostos fenólicos totais presentes na farinha do quiabo pelo método de Follin-Ciocalteu e avaliar a eficiência do solvente extrator.

2. QUIABO (*Abelmoschus esculentos* L. Moench)

O quiabeiro (*Abelmoschus esculentos* L.) Moenche (figura 1), pertencente à família Malvaceae, é uma hortaliça originária da África bem adaptada às condições tropicais (MORAES et al., 2018). Foi classificado como (*Hibiscuse sculentus*), em 1937 por Linneu. Em países como a Índia e Paquistão passou a ser conhecido pelo nome de (*Abelmoschus esculentos* L.) Moenche, enquanto nos demais países permaneceu como (*Hibiscuse sculentus*). Em 1974 foi definido (*Abelmoschus sculentus* L.) por Terrel e Winters e assim tem se mantido (SANTOS, 2013).



Figura 1: Quiabeiro (In: SANTOS, 2013, p. 15)

Na composição do fruto está agregado um elevado teor de umidade, tornando seu armazenamento sensível com curto tempo de prateleira. Para tornar sua vida útil mais duradoura pode-se realizar o congelamento do vegetal ou mesmo a secagem (LISBOA, 2017).

O quiabo foi introduzido no Brasil pelos negros africanos, que o difundiu por meio de sua cultura, aos hábitos alimentares dos brasileiros. Sua produção é maior em países como Índia, Paquistão, Federação da Malásia, Continente Africano (Sudão), Bacia Mediterrânea, Estados Unidos, Brasil, Antilhas e México (BAZÁN, 2006; SANTOS 2013).

2.1 CARACTERÍSTICAS, PRODUÇÃO E CONSUMO

Possui características morfológicas de uma planta arbustiva, com caule semi-lenhoso, ereto e alto. Folhas alternadas, geralmente palmadas pentalobadas ou pentapartidas, raramente inteiras. Desenvolve dois cotilédones circulares durante a germinação (GUIMARÃES, 2008).

A raiz tem capacidade de alcançar uma profundidade de 1,9 metros. Em sua maior parte, as raízes estão localizadas a uma profundidade de 20 cm do solo. A altura do arbusto pode chegar a 3 metros (NETO, 2013).

Os frutos são do tipo cápsula, com comprimentos variando entre 6 a 15 cm, com média de 11,7 cm (figura 2). De acordo com esse comprimento podem ser classificados em curto, médio e longo (SANTOS, 2013).

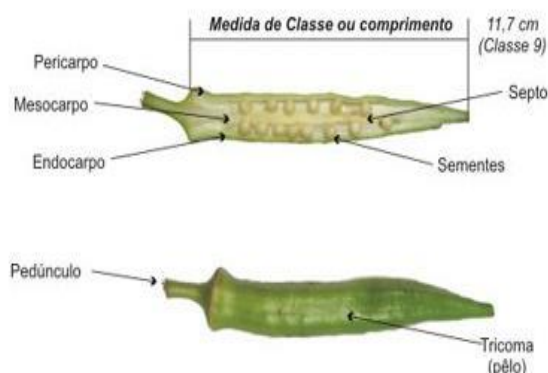


Figura 2: Morfologia do quiabo. (In: SOUSA, LIMA, LIMA, 2015, p.6)

De acordo com os dados do Centro de Qualidade em Horticultura de São Paulo e da CEAGESP, o quiabo brasileiro, com relação ao seu formato, pode ser classificado em grupo cilíndrico ou quinado (figura 3) e como subgrupo verde ou roxo (figura 4) (SANTOS, 2013).



Figura 3: Grupos (In: SOUSA, LIMA, LIMA, 2015, p. 6)



Figura 4: Subgrupos (In: SOUSA, LIMA, LIMA, 2015, p. 6)

As flores (figura 5) são hermafroditas e num período de 40 a 60 dias ocorre a floração. Flores grandes e amareladas surge primeiro na haste principal e após três semanas começa o aparecimento nas ramificações (NETO, 2013; COSTA, 2014).



Figura 5: Flor do quiabo (In: LISBOA, 2017, p.16)

No Brasil o quiabeiro encontra condições climáticas excelentes para seu cultivo, especialmente nas regiões Nordeste e Sudeste. Em regiões de clima tropical e subtropical, a cultura do quiabo é muito popular, em virtude da rusticidade das plantas e principalmente a tolerância ao calor, como ao fato de não exigir tecnologia avançada para o seu cultivo. Em clima frio com dias curtos e noites longas o quiabo não possui desenvolvimento favorável (GALATI et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2014; MORAES et al., 2008).

Seu estágio vegetativo é caracterizado em um período de 0 a 65 dias após a sua semeadura e reprodutivo após 120 dias. O período de frutificação pode superar os 120 dias e prolongar por até 200 dias por consequência da época de cultivo. Há indicação de colheita dos frutos a cada dois dias para a comercialização (SOUZA, 2012).

A rusticidade do quiabo o torna bastante cultivado no Brasil, devido a demanda de sua produção ser bem acessível à agricultura familiar. No ano de 2009, foram produzidos 2.087,53 ha de quiabo no país, 94,4% com semente de cultivares de polinização aberta e 5,6% com cultivares híbridas, de acordo com a Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas. No período de 2009 a 2013 a estimativa média da área cultivada e produção em São Paulo foram 1.731,8 há e 22.967,8 t por ano, segundo o Instituto de Economia Agrícola (PASSOS et al., 2015).

A acidez do solo ocasiona uma redução do desempenho da hortaliça, visto que indisponibiliza o fósforo na solução do solo, influenciando na dinâmica dos demais nutrientes. Assim, para que se tenha um bom resultado de seu cultivo, necessita-se de um solo bem manejado, que contenha os nutrientes ideais para a cultura como NPK, Ca e Mg. Além desses nutrientes a adubação orgânica pode trazer diversos benefícios (MORAES et al., 2018).

A planta requer um espaçamento de cultivo de acordo com as altas e baixas densidades populacionais de 90 x 23 cm, 100 x (20-50) e a última 150 x 50 cm com duas plantas por cova. A floração, o número de hastes produtivas são muito influenciados pelo espaçamento adequado podendo chegar a uma produtividade com superioridade a 15.000 kg ha⁻¹ (SEDIYAMA et al., 2009).

A colheita é feita a partir da maturidade hortícola, ponto ideal, estágio de crescimento e desenvolvimento até o nível ideal de maturação dos frutos, tenros ou macios. Esta, ocorre de 4 a 5 dias após a antese, quando os frutos estão com aproximadamente 25% do seu tamanho máximo, com 2 cm de diâmetro e 5 a 7 cm de comprimento (MOTA et al., 2005).

É cultivado o ano inteiro e consumido em diversas partes do mundo. É utilizado na culinária, principalmente para o preparo de pratos cozidos, assados, fritos ou refogados típicos regionais, por conter frutos saborosos e cheios de nutrientes (SOUSA, LIMA, LIMA, 2015; LISBOA, 2017).

2.2 NUTRIENTES E USOS MEDICINAIS

O quiabo é importante na alimentação humana em decorrência do teor de proteínas, carboidratos, minerais e vitaminas. Os açúcares solúveis, polissacarídeos como amido, as celulosas, hemicelulosas, fibras e proteínas são os componentes responsáveis pela qualidade nutricional do quiabo fresco. O fruto também é rico em vitaminas A, B1 e C. Possui ainda em sua composição minerais como potássio (K), magnésio (Mg), sódio (Na), cálcio (Ca) e ferro (Fe) (LISBOA, 2017; SANTOS, 2013).

Além de apresentar esses nutrientes o quiabo é conhecido pelas suas propriedades medicinais como anti-helmíntico, antiparasitário e indicado no tratamento de inflamações e irritação no estômago, rins e intestino (SANTOS, 2013).

Devido ao potencial antioxidante dos compostos fenólicos presentes no quiabo, seu consumo pode minimizar o risco do desenvolvimento de doenças como diabetes, pressão arterial elevada, doenças coronárias e câncer (LISBOA, 2017).

3 COMPOSTOS FENÓLICOS

Os compostos fenólicos exibem estruturas químicas diversificadas e são provenientes do metabolismo secundário de plantas, sendo produzidos quando estas são expostas a condições de estresse, como infecções, lesões mecânicas e radiação. São reconhecidos como compostos que defendem a planta contra pragas e doenças (LISBOA, 2017).

Estes compostos formam uma importante fração de compostos secundários vegetais, os quais são responsáveis por grande parte do sabor, aroma e coloração de vários vegetais empregados na alimentação, como por exemplo o aldeído cinâmico da canela (*Cinnamomum zeyllanicum*) e a vanilina da baunilha (*Vanilla planifólia*). São provenientes do ácido chiquímico ou ácido mevalônico, conforme apresentado na figura 6 (DOVICH, 2009).

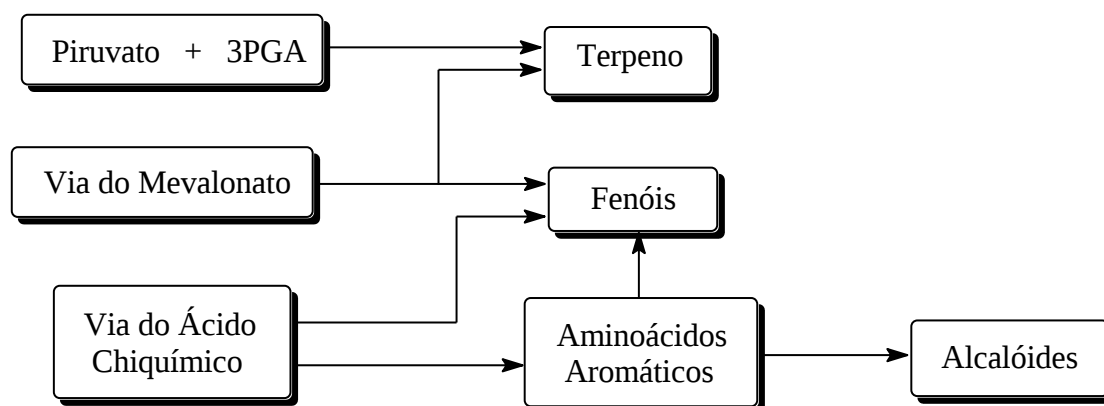


Figura 6: Principais vias do metabolismo secundário de vegetais e suas interligações (In: DOVICH, 2009, p. 22)

Compostos fenólicos são assim designados por possuírem em sua estrutura química, ao menos um anel aromático, no qual pelo menos um hidrogênio é substituído por um grupamento hidroxila. Podem ser classificados de acordo com o esqueleto principal em ácidos fenólicos, lignanas, flavonoides e estilbenos (SIMÕES et al., 2000; LISBOA, 2007).

A estrutura química de alguns destes compostos fenólicos estão apresentados na figura 7.

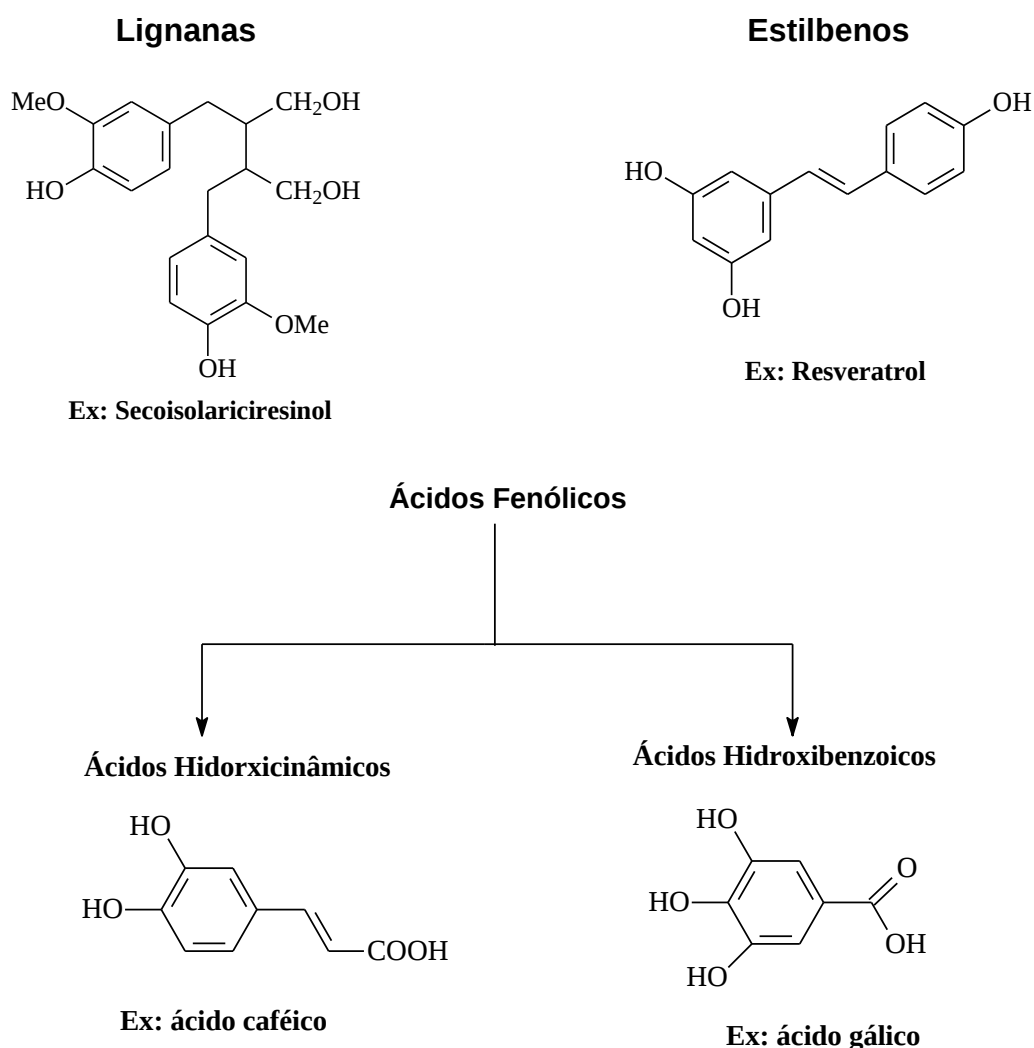


Figura 7 – Estrutura de algumas classes de compostos fenólicos (In: DOVICH, 2009, p. 25)

De acordo com a estrutura, os ácidos fenólicos são divididos em ácidos hidroxi benzoicos e ácidos hidroxicinâmicos. Os primeiros apresentam estrutura C6-C1, sendo exemplo o ácido gálico (figura 7). C6 corresponde ao anel benzênico e C1 à cadeia substituinte com um átomo de carbono. Já os ácidos hidroxicinâmicos apresentam uma estrutura C6-C3, como por exemplo, o ácido caféico (figura 7) (DOVICH, 2009, SIMÕES et al., 2000)

Dentre os compostos fenólicos, se destacam os flavonóides, os quais se caracterizam por um esqueleto de três unidades, C6-C3-C6, mostrado na figura 8. A figura 9 apresenta a estrutura de alguns flavonóides.

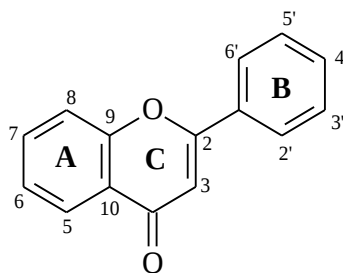
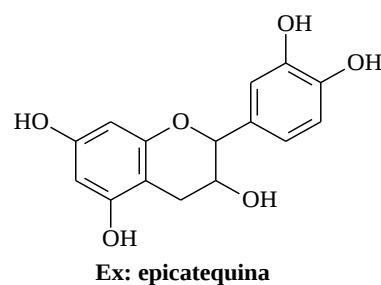
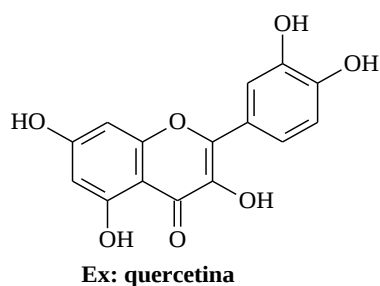
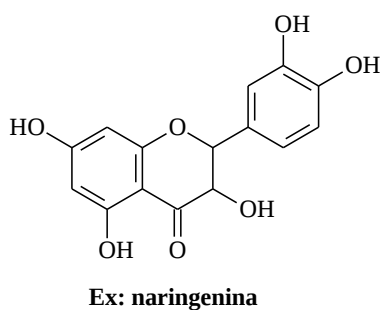


Figura 8 – Estrutura química geral dos flavonoides (SIMÕES et al., 2000, p. 491)

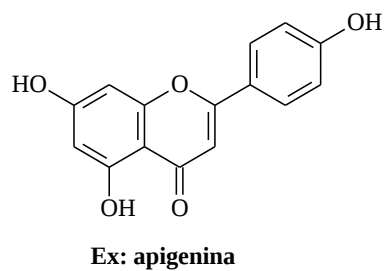
Flavonóis



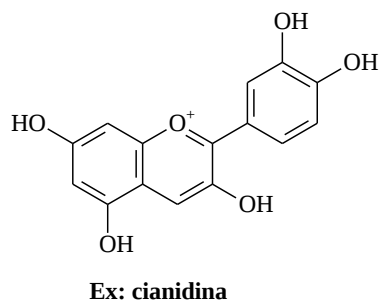
Flavanonas



Flavonas



Antocianinas



Isoflavonas

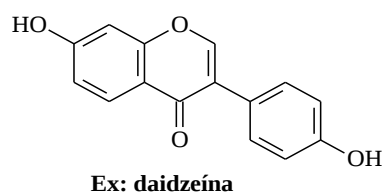


Figura 9: Estrutura química de alguns flavonoides (In: DOVICH, 2009, p. 25)

No quiabo estão presentes compostos fenólicos como derivados do flavonol, oligômeros de catequina e derivados hidroxicinâmicos (GEMED et al., 2015).

A rutina (figura 10), um importante flavonóide glicosídico que pertence à subclasse dos flavonóis, está presente no quiabo e apresenta um dissacarídeo (raminose + glicose) ligados a posição 3 do anel pirano (BRECHO, MACHADO, GUERRA, 2009).

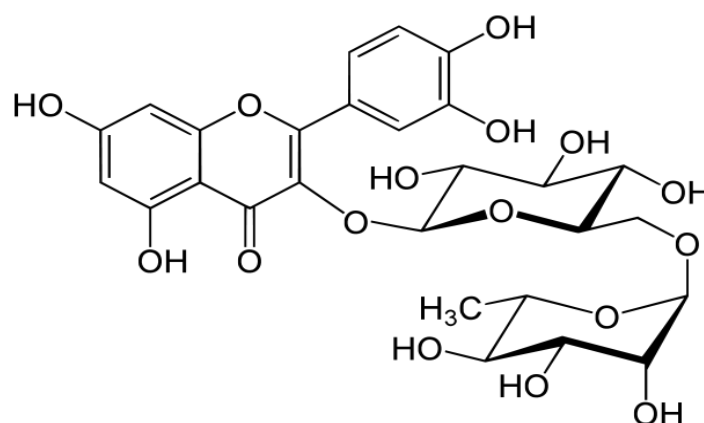


Figura 10 - Estrutura da Rutina (In: PEDRIALI, 2005, p. 22)

A rutina apresenta diversas propriedades farmacológicas, dentre elas a capacidade antioxidante, anticarcinogênica, citoprotetora, antiplaquetária, antitrombótica e vasoprotetora (DOVICH, 2009).

4 ANTOCIANINAS COMO INDICADOR ÁCIDO-BASE: A EXPERIMENTAÇÃO COMO EXTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM

O ensino de química apresenta grandes dificuldades no processo de aprendizagem. Os métodos tradicionais de ensino têm gerado nos alunos um grande desinteresse pela matéria, pois os mesmos não conseguem relacionar os conteúdos estudados com o cotidiano. Assim, verifica-se a necessidade de abordar um ensino de forma contextualizada, que estimule o raciocínio dos estudantes para que estes possam perceber a importância socioeconômica da química dentro da sociedade (ROCHA et al. 2016).

De acordo com a nova ênfase educacional, centrada na aprendizagem, o professor é coautor do processo de aprendizagem dos alunos. Dentro do ensino da química deve-se ter diferentes abordagens em relação aos conteúdos programáticos. Seguindo o planejamento de aulas um professor pode, por exemplo, ao trabalhar o tema lipídios, abordar também o tema antioxidantes e como estes compostos podem retardar ou inibir a oxidação desses lipídeos, evitando a rancificação dos mesmos (DEGÁSPARI, WASZCZYNSKYJ, 2004).

Neste foco, compostos fenólicos presente em produtos naturais podem ser utilizados para fazer uma ponte entre o conteúdo a ser abordado em sala de aula com o cotidiano do aluno. Um dos antioxidantes que pertencente a classe dos compostos fenólicos são as antocianinas, que são pigmentos naturais que pertencem ao grupo de metabólitos secundários dos vegetais. É a segunda maior classe de pigmentos naturais atrás apenas do grupo da clorofila. Algumas de suas principais funções nos vegetais são a atração de agentes polinizadores e dispersores de sementes, além de contribuir para a proteção da planta (CARDOSO; LEITE; PELUZIO, 2011).

As antocianinas são sensíveis a alterações de pH podendo ser usadas como indicadores ácido-base naturais. Assim, o extrato do repolho roxo pode ser utilizado como indicador, pois a antocianina que o compõe varia de cor acordo com pequenas alterações de pH (TARNOWSKI, 2017).

Desta forma, a experimentação empregando repolho roxo como indicador ácido-base, pode ser uma estratégia eficiente, visto que estabelece uma relação entre o que o aluno já sabe e o que ele irá aprender, o que pode tornar o processo de aprendizagem mais significativo

(GUIMARÃES, 2009). Neste foco sugere-se um experimento em que o conteúdo indicador ácido-base pode ser explorado (LEAL et al., 2015).

Através do experimento sugerido pode-se trabalhar o conceito de indicadores, dizendo que são substâncias orgânicas fracamente ácidas (indicadores ácidos) ou fracamente básicas (indicadores básicos) que apresentam cores diferentes para suas formas protonadas e desprotonadas, mudando de cor em função do pH. Pode-se ainda explorar as estruturas desses indicadores naturais e as modificações que ocorrem nas mesmas com a mudança do pH. Salientando ainda a natureza ácida ou básica das substâncias utilizadas no experimento é possível também trabalhar os conceitos de ácido e base de Arrhenius, de Bronsted-Lowry e o conceito de Lewis (TERCI; ROSSI, 2001).

Abaixo está descrito o experimento sugerido para ser trabalhado em sala de aula.

4.1 MATERIAIS E METODOS

4.1.2 Materiais

- Folha do repolho-roxo
- Tubos de Ensaio
- Conta gotas
- Béquer 250 ml

4.1.3 Reagentes

- NaOH 0,1 M
- Ácido Acético 3%
- Refrigerante
- Água destilada
- Leite
- Detergente
- Água sanitária

- Suco de limão
- Bicarbonato de sódio

4.1.4 Procedimento Experimental

Inicialmente picar três folhas de repolho-roxo com auxílio de uma lâmina metálica. Depois em um béquer de 250 mL adicionar 200 mL de água destilada e as folhas de repolho picadas. Aquecer a mistura em bico de Bunsen durante 2 min, obtendo-se ao final do processo uma solução roxa de antocianina. Esta solução será utilizada como indicador ácido-base.

Em seguida adicionar 4mL das soluções de NaOH 0,1M, ácido acético 3%, leite, refrigerante, detergente e água sanitária, respectivamente, em tubos de ensaio numerados de 1 a 6. Em seguida adicionar três gotas da solução indicador de repolho-roxo em cada tudo. Observar e anotar as alterações de cores nos tubos.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 MATERIAIS

- Balão volumétrico de 25 mL, 50 mL, 100 mL e 200mL.
- Bastão de vidro
- Pipeta volumétrica de 0,5 mL, 1mL, 2 mL, 10 mL e 25mL
- Erlenmeyer de 125 mL
- Cubeta de quartzo de 10 mm de caminho óptico
- Funil
- Peneira 18 ABNT
- Lâmina de metal

5.2 REAGENTES

- Álcool Etílico P.A. (Dinâmica)
- Álcool Metílico P.A. (Dinâmica)
- Cetona P.A. (Dinâmica)
- Folin Ciocalteu (Dinâmica)
- Carbonato de Sódio P.A. (Dinâmica)
- Ácido Gálico Monohidratado Puríssimo (Vetec)
- Hipoclorito de sódio (Dinâmica)

5.3 EQUIPAMENTOS

- Espectrofotômetro UV/Visível (Tecnal - Femto 700 Plus)
- Estufa com circulação de ar forçado (MARCONI - MA 035)
- Balança analítica (BELL ENGINEERING-M214Ai)

- Ultrassom digital (Cleaner-KONDORTECH)
- Agitador de tubos (PHOENIX - AP 56)
- Agitador magnético (Tecnal - TE-0851)
- Liquidificador

5.4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

5.4.1 Obtenção da Farinha do Quiabo

Os quiabos foram obtidos no comércio do município de Quatá-SP. Os frutos totalizando uma massa de 2000 g foram higienizados e sanitizados em solução 1 ppm de hipoclorito de sódio, durante 15 min. Após este período foram cortados e secos a 40°C durante 72 horas em estufa de ar forçado. Em seguida foram triturados em liquidificador doméstico e posteriormente passado por uma peneira 18 (ABNT) de 1,00 mesh. A farinha obtida foi utilizada para obtenção dos extratos.

5.4.2 Determinação do Teor de Umidade

Para a determinação o teor de umidade, os frutos in natura foram secos a $55 \pm 5^\circ\text{C}$ em estufa com circulação forçada de ar a 900 Watts. Os frutos totalizando (100,02 g) de quiabo foram desidratados por um período de 20 h (método AOAC 990.03, 2007). O cálculo para determinar a umidade foi realizado a partir da equação a seguir.

$$\frac{(P.P. + P.A. - P.F.) \times 100}{P.A.}, \text{ onde}$$

P.P. = peso do prato; P.A. = peso da amostra e P.F.= peso final

5.4.3 Preparo das Soluções para a curva de Calibração de Ácido Gálico

5.4.3.1 Solução mãe de Ácido Gálico

Para obtenção da solução mãe, pesou-se em um béquer 0,4 g de ácido gálico monohidratado 99%. Com auxílio de um bastão de vidro homogeneizou-se com água destilada e transferiu-se para um balão volumétrico de 200 mL, completou-se o volume com água destilada.

5.4.3.2 Solução de Carbonato de Sódio 4%

Pesou-se 4 g do reagente carbonato de sódio em um béquer e com auxílio de um bastão homogeneizou-se com água destilada. Em seguida transferiu-se para um balão de 100 mL completando-se o volume com água destilada.

5.4.3.3 Solução de Folin-Ciocalteu 1:10 (v/v)

Pipetou-se 10 mL do reagente de Folin-Ciocalteu em um balão volumétrico de 100 mL e completou-se o volume com água destilada.

5.4.4 Construção da Curva de Calibração de Ácido Gálico

Para construção da curva de calibração, foram preparadas soluções, de cinco concentrações (5,0; 10,0; 15,0; 20,0 e 25,0 mg/L), a partir da solução mãe de ácido gálico 200 mg/L. Para preparar estas soluções alíquotas desta solução (1,25 mL; 2,5 mL; 3,75 mL; 5,0 mL e 6,25 mL) foram transferidas para balões de 50 mL, completando-se o volume dos balões com água destilada. Depois 0,5 mL de cada solução, em triplicata, foi transferida para um tubo de ensaio, no qual foram adicionados 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu, diluído em água destilada 1:10 (v/v). Agitou-se a mistura que permaneceu em repouso por

5 minutos. Decorrido este tempo, foram adicionados 2 mL de carbonato de sódio 4% (p/v) e completou-se o volume para 15 mL com água destilada. Em seguida os tubos com as amostras foram imersos em banho Sonic, durante 5 min para desgaseificação. Depois os tubos foram agitados e envoltos por papel alumínio. As amostras permaneceram em repouso na ausência de luz e em temperatura ambiente durante 2 horas e as leituras das soluções padrão foram realizadas em espectrofotômetro a 760 nm, utilizando-se água destilada, folin e carbonato de sódio como solução-branco. A figura 11 representa as amostras da curva de calibração ácido gálico e as respectivas concentrações em (mg/L).



Figura 11 – Soluções de ácido gálico monohidratado em diferentes concentrações

5.4.5 Obtenção do Extrato Vegetal

Foram avaliados três solventes diferentes para a extração a frio de compostos fenólicos da farinha de quiabo: acetona a 70%, etanol absoluto e metanol. Para cada solvente testado, foram pesados 2 g da farinha e homogeneizada em erlenmeyer de 125 mL, aos quais foram adicionados 25 mL de solvente, em triplicata. A extração dos compostos fenólicos foi feita com proteção da luz à temperatura ambiente por 3 h. Os extratos foram filtrados em papel de filtro diretamente para balões volumétricos de 25 mL; o volume foi completado com água destilada. Para cada solvente avaliado, foram realizados os brancos da amostra, que seguiram os procedimentos acima, sem adição de amostra.

5.4.6 Teor de Compostos Fenólicos Totais

A análise do teor de compostos fenólicos totais foi feita conforme o método colorimétrico de Folin-Ciocalteu, utilizando-se ácido gálico como padrão (SINGLETON & ROSSI, 1965 apud MORAES-DE-SOUSA et al., 2011). Uma alíquota de 0,5 mL do extrato, foi transferida para tubo de ensaio, no qual foram adicionados 2,5 mL do reagente Folin-Ciocalteu, diluído em água destilada 1:10 (v/v). Agitou-se a mistura que permaneceu em repouso por 5 minutos. Em seguida, foram adicionados 2 mL de carbonato de sódio 4% (p/v) e os tubos deixados em repouso por 2 horas, ao abrigo da luz. A absorbância foi medida a 760 nm em espectrofotômetro. A análise de cada extrato foi feita em triplicata. Os resultados dos teores de compostos fenólicos totais foram expressos como equivalentes de ácido gálico (mg EAG/100g).

O valor de absorbância obtido utilizando-se 0,5mL de extrato etanólico não ficou dentro do intervalo da curva de calibração, com absorbância abaixo do primeiro ponto. Assim, para o extrato etanólico utilizou-se uma alíquota de 1mL.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O quiabo *in natura* apresentou um teor de umidade de 88,21%, um valor próximo ao valor encontrado por Lisboa (2017). Obteve-se 11,79 g de massa seca.

A farinha de quiabo foi obtida seguindo a metodologia de Moraes et al. (2013) com algumas modificações. A partir de 2.000g de quiabo, obteve-se 60 g de farinha.

Para a determinação a concentração de compostos fenólicos totais presentes na farinha do quiabo (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) utilizou-se o ensaio colorimétrico que emprega o reagente de Folin-Ciocalteu, um método espectrofotométrico simples que está baseado na interação de substâncias redutoras com o reagente de Folin-Ciocalteu. Os componentes desse reagente incluem o ácido fosfotúngstico ($\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$) e ácido fosfomolibdico ($\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$), os quais são reduzidos a partir dos extratos ou substâncias testadas e que, originalmente, possuem coloração amarela. Em meio alcalino, substâncias redutoras, como os compostos fenólicos são desprotonados, formando o ânion fenolato, o qual é capaz de reduzir o reagente de Folin-Ciocalteu, levando à formação do óxido de tungstênio (W_8O_{23}) e óxido de molibdênio (Mo_8O_{23}) (figura 12) (PIRES et al., 2017).

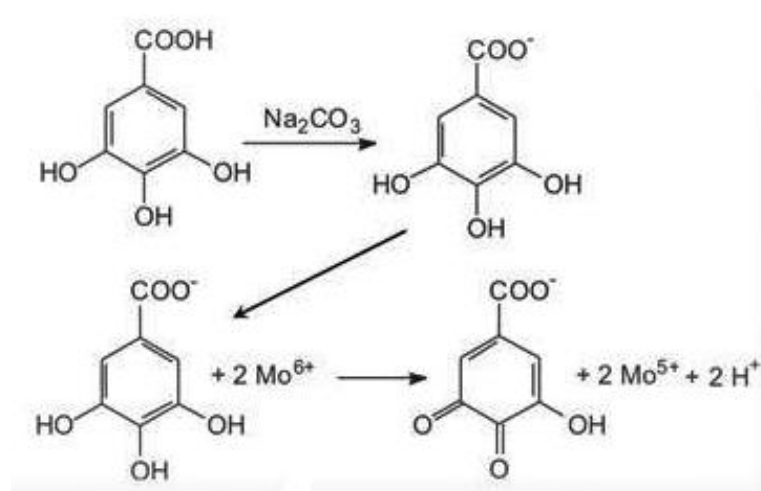


Figura 12 - Reação de substâncias redutoras com reagente de Folin-Ciocalteu. No exemplo, o ácido gálico, em condição alcalina reage com o complexo fosfomolibdico do reagente de Folin-Ciocalteu. Na reação, há a mudança na cor, de amarelo para azul, indicando que houve redução do complexo fosfomolibdico (In: PIRES et. Al., 2017, p.1)

Estes óxidos apresentam coloração azul que é detectável na banda do espectro de 760 nm, sendo possível a quantificação dessas substâncias através da espectrofotometria. No final, a coloração da reação será tanto mais azul quanto maior a quantidade de substâncias redutoras ou substâncias fenólicas (PIRES et al., 2017)

Primeiramente foi feita a construção de uma curva de calibração com concentrações conhecidas de ácido gálico. Os valores das concentrações e absorbâncias da curva de calibração estão descritos na tabela 1 e na figura 13.

Concentração mg/L	Absorbância (760 nm)
5	0,106
10	0,231
15	0,365
20	0,513
25	0,708

Tabela 1 – Concentrações (mg/L) versus as absorbâncias lidas a 760 nm.

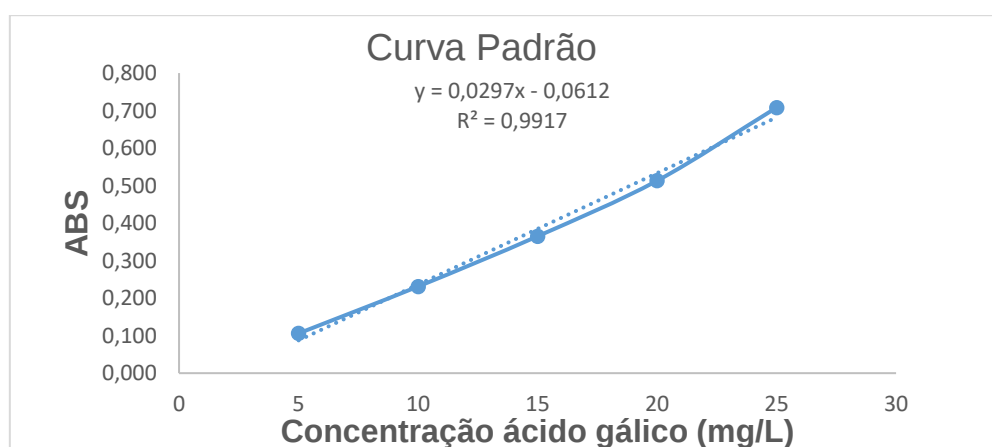


Figura 13 – Curva de calibração construída de 5 a 25 mg/L.

O coeficiente $R^2 = 0,9917$, obtido a partir da construção da curva de calibração representa boa linearidade, o que a torna eficiente e segura para ser utilizada na determinação de compostos fenólicos totais nas amostras. Equação de correlação $Y = 0,0297x - 0,0612$.

Para determinar a concentração de ácido gálico equivalente (C) nos extratos utilizou-se a equação acima, onde Y = Absorbância e X = Concentração (C). Os valores obtidos para o extrato metanólico estão apresentados na tabela 2.

Extrato Metanólico	Absorbância (760nm)	Concentração de ácido gálico equivalente no extrato (mg/L)	Diluição	Concentração final de ácido gálico equivalente no extrato (mg/L)
Amostra 1	0,303	12,262	1:30	367,86
Amostra 2	0,369	14,484	1:30	434,52
Amostra 3	0,451	17,245	1:30	517,35
Média	0,336	13.373	1:30	401,19 ± 47,16

Tabela 2 - Valores de absorbância e concentração de ácido gálico equivalente (mg/L) obtido no extrato metanólico.

Quando se utilizou 0,5 mL de extrato etanólico, a absorbância lida ficou abaixo do menor valor de absorbância da curva de calibração. Assim, repetiu-se o procedimento utilizando-se agora 1 mL de extrato. Os valores da concentração de ácido gálico equivalente (mg/L) no extrato etanólico obtidos estão apresentados na tabela 3.

Extrato Etanólico	Absorbância (760nm)	Concentração de ácido gálico equivalente no extrato (mg/L)	Diluição	Concentração final de ácido gálico equivalente no extrato (mg/L)
Amostra 1	0,128	6,370	1:15	95,55
Amostra 2	0,108	5.697	1:15	85,45
Amostra 3	0,106	5,629	1:15	84,43
Média	0,114	5,899	1:15	88,48 ± 6,15

Tabela 3 - Valores de absorbância e concentração de ácido gálico equivalente (mg/L) obtido no extrato etanólico.

Quando se utilizou 0,5 mL de extrato de acetona 70%, a absorbância lida foi maior do que o maior valor de absorbância da curva de calibração. Assim, foi feita nova extração utilizando-se agora 1 g de farinha de quiabo. Contudo, o valor da absorbância lida foi o mesmo. Para que o valor de absorbância fique compreendida entre o menor e o maior valor de absorbâncias da curva de calibração, foi realizada outra extração, empregando-se 0,25 g de farinha de quiabo. A concentração de ácido gálico equivalente (mg/L) no extrato acetona 70% está descrita na tabela 4.

Extrato Acetona 70%	Absorbância (760nm)	Concentração de ácido gálico equivalente no extrato (mg/L)	Diluição	Concentração final de ácido gálico equivalente no extrato (mg/L)
Amostra 1	0,445	17,044	1:30	511,31
Amostra 2	0,428	16,471	1:30	494,14
Amostra 3	0,436	16,471	1:30	502,22
Média	0,436	16,752	1:30	502,56 ± 8,59

Tabela 4 - Valores de absorbância e concentração de ácido gálico equivalente (mg/L) obtido no extrato acetona 70%.

Para a extração acetona 50%, utilizando-se 0,25 g de farinha de quiabo, as concentrações de ácido gálico equivalente (mg/L), como descritas na tabela 5, estão próximas as obtidas no extrato acetona 70%, não apresentando diferença significativa quanto a mudança na concentração do solvente

Extrato Acetona 50%	Absorbância (760nm)	Concentração de ácido gálico equivalente no extrato (mg/L)	Diluição	Concentração final de ácido gálico equivalente no extrato (mg/L)
Amostra 1	0,434	16,673	1:30	500,20
Amostra 2	0,428	16,471	1:30	494,14
Amostra 3	0,428	16,471	1:30	494,14
Média	0,430	16,538	1:30	496,16 ± 3,50

Tabela 5 - Valores de absorbância e concentração de ácido gálico equivalente (mg/L) obtido no extrato acetona 50%.

A determinação do teor de ácido gálico equivalente (EAG) na farinha foi feita através dos cálculos descritos.

$$\text{EAG (mg/100g b.s.)} = \frac{C \text{ (mg/L)}}{C_E \text{ (g/L)}} \times 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde

C	Concentração (mg/L) de ácido gálico equivalente no extrato
C _E	Concentração do extrato em g/L

Extrato	Concentração do extrato em (g/L)	Concentração de ácido gálico equivalente no extrato (mg/L)	Teor de compostos Fenólicos totais em EAG (mg/100g)
Metanólico	80	401,21	501,51 ± 47,16
Etanólico	80	88,48	110,60 ± 6,15
Acetona 70%	10	502,56	5.025,6 ± 8,59
Acetona 50%	10	496,16	4.961,6 ± 3,50

Tabela 6 - Teor de compostos Fenólicos totais em EAG (mg/100g) nos extratos metanólico, etanólico e acetona 70% e 50%.

Lisboa (2017) avaliou o efeito da secagem em temperaturas distintas sobre o teor de compostos fenólicos, atividade antioxidante e características físico-químicas do quiabo. A secagem foi feita em um secador de leito fixo com as temperaturas de 43°C e 65°C e uma velocidade do ar de 0,85 m/s. Observou-se que houve uma concentração de todos os nutrientes avaliados após o processo de secagem. O quiabo in natura apresentou um teor de compostos fenólicos totais de $587 \pm 0,03$ mg EAG/100g e o quiabo desidratado a 43°C e 65°C um teor de $2013 \pm 0,02$ mg EAG/100g e $2206,43 \pm 0,02$ mg EAG/100g, respectivamente. O autor afirma que variações no teor de compostos fenólicos totais no quiabo desidratado podem ser atribuídas ao método de secagem e temperatura. O valor de fenólicos totais a 43°C por Lisboa (2017), foi bem superior ao obtido neste trabalho $501,51 \pm 47,16$ mg EAG/100g para (extrato metanólico) e $110,60 \pm 6,15$ mg EAG/100g (extrato etanólico), evidenciando que a maior polaridade do solvente etanólico 20% utilizado pelo autor interferiu na concentração dos compostos fenólicos no extrato. Porém, o sistema de solvente 70% e 50% de acetona mostrou-se mais eficiente na extração dos compostos fenólicos, obtendo-se $5025,6 \pm 8,59$ mg EAG/100g para o solvente acetona 70% e $4961,6 \pm 3,50$ mg EAG/100g para o solvente acetona 50%, evidenciando que o aumento de água no sistema não aumentou a eficiência de extração.

7. CONCLUSÃO

A metodologia empregada a espectrofotometria para determinação e quantificação de fenólicos totais se mostrou adequada e apresenta alta especificidade a 760 nm, técnica simples se comparadas a outras mais onerosas.

A solução extratora acetona 70% apresentou maior eficiência na extração de compostos fenólicos totais. O aumento da polaridade deste sistema com o aumento da porcentagem de água não resultou em aumento da eficiência de extração.

REFERÊNCIAS

BAZÁN, Ulise Ramón Arias. **Avaliação de Germoplasmas de Quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*) Quanto a Resistência ao Oídio (*Erysiphe cichoracearum*)**. 2006. 59p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp – Universidade Estadual Paulista (Júlio De Mesquita Filho) – Botucatu, São Paulo, 2006.

BIERHALS, Vânia da Silva; MACHADO, Vanessa Goulart; ECHEVENGUÁ, Walesca Oliveira; COSTA, Jorge Alberto Vieira; FURLONG, Eliana Badiale. Compostos fenólicos totais, atividade antioxidante e antifúngica de multimisturas enriquecidas com a microalga *Spirulina plantensis*, **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 68, nº.1, 2009, p. 42-48.

BRECHO, J. R. M; MACHADO, H; GUERRA, M. O. Rutina-Estrutura, metabolismo e potencial farmacológico. **Revista Interdisciplinar de Estudos Experimentais**, v. 1, nº.1, 2009, p. 21-25.

CARDOSO, Luciana Marques; LEITE, João Paulo Viana; PELUZIO, Maria do Carmo Gouveia. Efeitos biológicos das antocianinas no processo aterosclerótico. **Revista Colombiana de Ciências Químico Farmacêuticas**, v. 40, nº. 1, 2011, p. 116-138.

CARNELOSSI, Marcelo Augusto G.; YAGUIU, Paula.; REINOSO, Anita Caroline L.; ALMEIDA, Gláucia Regina de O.; LIRA, Moema L.; SILVA, Gabriel Francisco da.; JALALI, Vahideh R. R. Determinação das etapas do processamento mínimo do quiabo, **Horticultura Brasileira**, v. 23, nº. 4, 2005, p. 970-975. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v23n4/a22v23n4.pdf>>. Acesso em: 25 out. 2018.

COSTA, Reinaldo Adriano.; **Cultura do quiabeiro submetida a lâminas de irrigação por gotejamento em função da evaporação em tanque classe A**. 2014. 54p. Tese (Doutorado) – Centro de Ciências Agronômicas da Unesp – Universidade Estadual Paulista (Júlio Mesquita Filho) - Botucatu, São Paulo, 2014.

DEGÁSPARI, Cláudia Helena; WASZCZYNSKYJ, Nina. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 5, nº. 1, 2004, p. 33-40.

DOVICH, Selma Sanches. **Estudo dos Efeitos dos Flavonóides provenientes do quiabo (*Abelmoschus esculentum*) em comportamentos relacionados à ansiedade em camundongos**. 147p. Tese (Doutorado) – Faculdade de ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

GALATI, V. C.; FILHO, A. B. C.; GALATI, V. C.; ALVES, A. U.; Crescimento e acumulo de nutrientes da cultura do quiabeiro. **Revista Ciências Agrárias**, v. 34, nº.1, 2013. p.191-200.

GEMED, Habtamu Fekadu; RATTA, Negussie; HAKI, Gulelat Desse; WOLDEGIORGIS. Ashagrie Z. Nutritional quality and health benefits of “Okra” (*Abelmoschus esculentus*): A review. **International Journal of Nutrition and Food Sciences**, v. 4, nº. 2, 2015; p. 208-215.

GUIMARÃES, Allan Flávio Rocha. **Rendimento Agronômico de Quiabo e Cebola em Consórcio e Monocultivo**. 2008. 63p. Dissertação – (Magister Scientiae) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semi-Árido – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, 2008.

GUIMARÃES, Cleidson Carneiro. Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem significativa. **Química Nova na Escola**, v. 31, nº 3, p. 198-202, 2009.

LEAL, Aline; SANTOS, Gisele; BARBOSA, Marcos; OLIVEIRA, Zaqueu. **Indicador ácido-base de repolho roxo**. 2015. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=lc&cod=_indicadoracido-base>. Acesso em: 30 Out. 2018.

LISBOA, Verilânea Neyonara Faustino. **Compostos Fenólicos e Atividade Antioxidante do Quiabo (*Abelmoschus Esculentus* L. Moench) em Pó Obtido em Secador de Leito Fixo**. 2017. 58 p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências e Tecnologia – Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Campina Grande, 2017.

MORAES, Emmerson Rodrigues; REIS, Aysha Cristinne dos; SILVA; Nikson Elias Pinto da; FERREIRA, Mateus; MENEZES, Felipe Garcia de. Nutrientes no solo e produção de quiabo conforme doses de silicato de cálcio e magnésio. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, nº.1, jan-mar, 2018. p. 60-65.

MORAES-DE-SOUZA, Rodrigo Aparecido Moraes; OLDONI, Tatiane Luiza Cadorin; CABRAL, Ingridy Simone Ribeiro; ALENCAR, Severino Matias de. Compostos Fenólicos Totais e Atividade Antioxidante de Chás Comercializados no Brasil. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 29, nº. 2, 2011, p. 229- 236.

MORAIS, Mônica Lopes; SILVA, Anne Caroline Rodrigues; ARAÚJO, Clisnácia Rodrigues Rocha; ESTEVES, Elizabethe Adriana; DESSIMONI-PINTO, Nísia Andrade Villela. Determinação do Potencial Antioxidante *In Vitro* de Frutos do Cerrado Brasileiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, nº 2, 2013, p. 355-360.

MOTA, Wagner F. da; FINGER, Fernando Luiz; SILVA, Derly José H. da; CORRÊA, Paulo César; FIRME, Lúcia P.; NEVES, Ludmila L. de M. Caracterização físico-química de frutos de quatro cultivares de quiabo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, nº. 3, 2005, p. 722-725. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/hb/v23n3/a06v23n3>>. Acesso em: 22 Set. 2018.

NETO, Antonio Dantas Gomes. **Rendimento do quiabo adubado com nitrogênio e esterco bovino**. 2013. 27p. Trabalho de conclusão de curso (Agronomia) – Universidade Federal de Paraíba, Areia-PB, 2013.

OLIVEIRA, Ademar P. de; SILVA, Ovídio P. R. da; SILVA, Juliete A.; SILVA, Damiana, F. da; FERREIRA, Débora T. de A.; PINHEIRO, Suany M. G. Produtividade do quiabo adubado com esterco bovino e NPK. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, nº. 10, 2014, p. 989-993.

PASSOS, F. A.; MELO, A. M. T.; FILHO, J. A. A.; PURQUEIRO, L. F. V.; SOARES, N. B.; HERNANDES, J. L.; SANCHES, J.; ANTONIALI, S.; FOLTRAN, D. E.; Novas cultivares de quiabo para a agricultura familiar. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 12, nº. 2, jul-dez, 2015.

PEDRIALI, C. A. **Síntese química de derivados hidrossolúveis da rutina: Determinação suas propriedades físico-químicas e avaliação de suas atividades antioxidantes**, 2005. 167p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Departamento de Tecnologia Bioquímica-Farmacêutica. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

PIRES, Janaína, S.; TORRES, Priscila B.; SANTOS, Déborah Y. A. C. dos; CHOW, Fungyi. **Ensaio em microescala de substâncias redutoras pelo método do Folin-Ciocalteu para extratos de algas**, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 2017, p. 1-5.

ROCHA, Joselayne Silva; VASCONCELOS, Tatiana Cristina. **Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões**. Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química (ED/SBQ). XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ) Florianópolis, SC, 2016.

ROCHA, Wesley Silveira; LOPES, Renata Miranda.; SILVA, Dijalma Barbosa da; VIEIRA, Roberto Fontes.; SILVA, Joseane Padilha da; AGOSTINI-COSTA, Tânia da Silveira.; Compostos Fenólicos Totais e Taninos Condensados em Frutas Nativas do Cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, nº 4, 2011, p. 1215-1221. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v33n4/v33n4a21>>. Acesso em: 28 de out. 2018.

SANTOS, Ivanice Ferreira. **Determinação e Avaliação Quimiométrica da Composição Mineral do *Abelmoschus sculentus* L. Comercializados na Cidade de Salvador**. Bahia, 2013. 79 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Instituto de Química, Bahia, Salvador, 2013.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R.; VIDIGAL, S. M.; SALGADO, L. T.; PEDROSA, M. W.; JACOB, L. L. Produtividade e estado nutricional do quiabeiro em função da densidade populacional e do biofertilizante suíno. **Revista Bragantia**, v. 68, nº. 4, maio, 2009. p. 913-920.

SIMÕES, Cláudia Maria Oliveira; SCHENKEL, Eloir Paulo; GOSMANN, Grace; MELLO, João Carlos Palazzo; MENTZ, Lilian Auler; PETROVICK, Pedro Ros. **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 2ª ed. rev. Porto Alegre/Florianópolis, Ed. da UFSC, 2000.

SOUSA, Andreia Paixão Benvindo de; LIMA, Flavianne Giselle da Silva; LIMA, Alessandro de. Propriedades Nutricionais do Maxixo e do Quiabo. **Revista Saúde em Foco**, v. 2, nº. 1, jan./jun., 2015, p. 113-129. Disponível em: <<http://www4.fsanet.com.br/revista/index.php/saudeemfoco/article/view/688/853>>. Acesso em: 22 Set. 2018.

SOUZA, Igor Machado.; **Produção do quiabeiro em função de diferentes tipos de adubação**. 2012. 78p. Dissertação (Mestrado) – Área de Concentração Produção Agroecossistemas – Universidade Federal De Sergipe, São Cristóvão, Sergipe, 2012.

TARNOWSKI, Karoline dos santos. **Indicador Ácido-Base de Repolho Roxo**, 2017. Disponível em: <<https://quimicaempratica.com/2017/07/06/indicador-acido-base-de-repolho-roxo>>. Acesso em: 25 Out. 2018.

TERCI, Daniela Brotto Lopes; ROSSI, Adriana Vitorino. Indicadores naturais de pH: Usar papel ou solução? **Química Nova**, v. 25, nº. 4, 2002, p. 684-688. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422002000400026>. Acesso em: 26 Out. 2018.

TIVERON, Ana Paula. **Atividade antioxidante e composição fenólica de legumes e verduras consumidos no Brasil**. 2010, 102 p. Dissertação (Mestrado) – Ciência e Tecnologia de Alimentos – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo, Piracicaba, 2010.