



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

KÁTIA LEITE VITAL

**EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS
DA ROMÃ**

Assis

2014

KÁTIA LEITE VITAL

EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS DA ROMÃ

Trabalho de conclusão de curso de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação em química industrial.

Orientador: Dr.^a Silvia Maria Batista

Área de Concentração: Química

Assis

2014

FICHA CATALOGRÁFICA

VITAL, Kátia Leite

Extração e Quantificação de Compostos Fenólicos na Romã/ Kátia Leite Vital. Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA -- Assis, 2014.

44p.

Orientador: Dr.^a Silvia Maria Batista.

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

1. Romã. 2. Radicais Livres. 3. Antioxidantes.

CDD: 660
Biblioteca da FEMA

EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DOS COMPOSTOS FENÓLICOS DA ROMÃ

KÁTIA LEITE VITAL

Trabalho de conclusão de curso de Curso apresentado ao Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, como requisito do Curso de Graduação em química industrial.

Orientador: Dr.^a Silvia Maria Batista

Área de Concentração: Química

Assis

2014

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, aos meus pais que sempre me incentivaram e acreditaram na minha capacidade, aos meus irmãos e especialmente aos meus filhos e meu marido que foram pacientes, carinhosos, e sempre me deram força nos momentos mais difíceis dessa caminhada.

AGRADECIMENTO

Agradece em primeiro lugar a Deus, a quem devo tudo o que sou.

Aos meus pais Valdemir e Neide que formam os meus 1º incentivadores, aos meus irmãos e em especial a minha irmã Simone.

A meu marido Rodrigo por todo apoio, paciência e incentivo durante a realização do curso.

Aos meus filhos que foram os mais pacientes dos filhos, que souberam entender minha ausência, e que sempre me darem muita força para concluir o curso.

Quero agradecer a todos os professores do curso de Bacharelado e Licenciatura em Química da Faculdade de Ensino Superior de Assis – FEMA, em especial aos professores; Silvia Maria Batista de Sousa, Idécio Nogueira da Silva e Elaine Amorim S. Menegon, por todo ensinamento e oportunidade concedida para o término deste curso.

E agradeço aos amigos Valter Lucio, Fernanda Zanchetta e Gabriel Bedinotte que foram os melhores amigos que alguém pode ter nesse momento” Amigos pra se guardar no lado esquerdo do peito”.

E a todos que de alguma maneira contribuíram para realização desse trabalho.

“Julgue seu sucesso pelas coisas que você teve que
renunciar para conseguir”.

Dalai Lama

RESUMO

Originária do Oriente Médio e pertencente a família das *Punicácea*, a romã é rica em cálcio, ferro, potássio, magnésio, sódio, fósforo, vitamina C, lipídeos, esteróis, compostos fenólicos como antocianinas e outros polifenóis. A preocupação atual com a saúde e com a qualidade de vida, estimula as pesquisas na área de alimentos. Considerando a dieta como uma variável que influencia diretamente a saúde dos indivíduos, encontramos na alimentação uma alternativa para uma vida mais saudável. Os compostos fenólicos presentes na romã além de atuarem como um dos mais importantes antioxidantes naturais são os responsáveis pela intensa coloração vermelha do suco, a qual é um dos parâmetros de qualidade que mais influencia na aceitação sensorial dos consumidores. Os antioxidantes são agentes responsáveis pela inibição e redução das lesões causadas pelos radicais livres nas células. O objetivo do trabalho foi realizar a extração e quantificação dos compostos fenólicos presentes na romã, por extração aquosa e hidroalcoólica do suco concentrado de romã. Inicialmente a romã foi processada em uma centrifuga doméstica o suco concentrado foi homogeneizada em Erlenmeyer com magnético, a construção da curva padrão foi realizada com padrão ácido gálico em concentrações de 0,002 g/L a 0,020 g/L . Para quantificação de compostos fenólicos foi realizado o método de Folin-Ciocalteu com leitura de absorbância em 720 nm. Os resultados encontrados foram de 788,95 mg em EAG/100 g no extrato aquoso e de 764,03 mg em EAG/100g no extrato hidroalcoólico. Estes resultados indicam uma alta concentração de compostos fenólicos no suco de romã.

Palavras-chave: Romã, radicais livres, antioxidantes, compostos fenólicos.

ABSTRACT

From the Middle East and belonging to the family of Punicácea, the pomegranate is rich in calcium, iron, potassium, magnesium, sodium, phosphorus, vitamin C, lipids, sterols, phenolic compounds such as anthocyanins and other polyphenols. The current concern with health and quality of life, stimulate research in the area of food. Considering the diet as a variable that directly influences the health of individuals, found in feeding an alternative to a healthier life. The phenolic compounds present in pomegranate in addition to acting as one of the most important natural antioxidants are responsible for the intense red color of the juice, which is one of the quality parameters that most influences the sensory acceptance of consumers. Antioxidants are agents responsible for the inhibition and reduction of injuries caused by free radicals in cells. The objective was to perform the extraction and quantification of phenolic compounds in pomegranate, for aqueous and hydroalcoholic extraction of concentrated pomegranate juice. Initially pomegranate was processed in a domestic juice centrifuge concentrate was homogenized in Erlenmeyer flask with magnetic, the construction of the standard curve was performed with standard gallic acid at concentrations of 0.002 g / l 0.020 g / l. For quantification of the phenolic compounds was carried out using the Folin-Ciocalteu. With absorbance reading at 720 nm. The results were 788.95 mg / 100 g EAG in aqueous extract and 764.03 mg / 100 g EAG in hydroalcoholic extract, indicating a high concentration of phenolic compounds in pomegranate juice.

Keywords: Pomegranate, free radicals, antioxidants, phenolic compounds.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 – Partes da Romã.....	16
Figura 2 – Compostos Fenólicos de baixo peso molecular.....	17
Figura 3 – Demonstra o esquema de redução tetravalente do oxigênio molecular (O_2) na mitocôndria até a formação de água (H_2O). Varias espécies reativas de O_2 são formadas no processo.	22
Figura 4 – Antioxidantes sintéticos estruturas do BHA, BHT, PG e TBHQ	24
Figura 5 – estrutura de unidade de: (a) estrutura molecular de galotaninos, (b) estrutura molecular de ácido gálico, (c) estrutura de elagitaninos e (d) estrutura molecular de ácido elágico.....	27
Figura 6 – Esqueletos básicos de flavonóides.	28
Figura 7 – Estrutura química geral dos ácidos benzoicos e cinâmicos.....	29
Figura 8 – Curva Padrão solução ácido gálico.....	36

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Fontes endógenas e exógenas de geração de radicais livres.....	23
TABELA 2 - Concentração g/L e leitura de absorvância da solução de ácido gálico.....	36
TABELA 3 - Representação de absorvância, concentração de fenólicos totais g/L e concentração final de fenólicos totais EAG (mg/100g)	37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. ROMÃ.....	16
2.1 HISTÓRIA DA ROMÃ.....	16
2.1.1 Alimentos Funcionais.....	19
3. RADICAIS LIVRES.....	21
4. ANTIOXIDANTES.....	24
4.1 SISTEMA DE DEFESA ENZIMÁTICO (ENDOGENO).....	25
4.2 SISTEMA DE DEFESA NÃO ENZIMÁTICO (EXÓGENO).....	26
4.2.1 Compostos Fenólicos.....	26
5. EXPERIMENTO ENVOLVENDO ÓXIDO-REDUÇÃO E DIFERENÇA DE PRESSÃO COM MATERIAIS DO DIA-A-DIA COMO TEMÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO.....	30
5.1 OBJETIVO.....	31
5.1.1 Procedimento.....	31
6. MATERIAIS E MÉTODOS.....	32
6.1 MATERIAIS.....	32
6.1.1 Romã.....	32
6.1.2 Equipamentos e vidrarias.....	32
6.1.3 Reagentes.....	33
6.2 MÉTODOS.....	33
6.2.1 Preparação da amostra.....	33
6.2.2 Preparação do extrato aquoso.....	33
6.2.3 Preparação do extrato hidroalcoólico.....	34

6.2.4 Construção Curva Padrão Ácido Gálico.....	34
6.2.5 Determinação de fenóis totais pelo método de Folin Ciocalteau.....	35
7. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
8. CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIA.....	39

1. INTRODUÇÃO

A romã (*Punica granatum L.*) é uma fruta originária do Oriente Médio pertencente à família *Punicacea*, a romãzeira cresce em regiões de clima árido, e sua frutificação acontece entre os meses de setembro a fevereiro (JARDINI; FILHO, 2007).

A romã é rica em cálcio, ferro, potássio, magnésio, sódio, fósforo, vitamina C, lipídeos, esteróis, compostos fenólicos como antocianinas e outros polifenóis (SEVERIANO, 2014).

Os compostos fenólicos presentes na romã além de atuarem como um dos mais importantes antioxidantes naturais são os responsáveis pela intensa coloração avermelhada do suco, a qual é um dos parâmetros de qualidade que mais influencia na aceitação sensorial dos consumidores (NASCIMENTO et al., 2013).

Compostos fenólicos, presentes em plantas, são definidos como metabólicos secundários. São substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais grupos hidroxila. Os principais grupos fenólicos são os flavonóides, ácidos fenólicos polifenóis (taninos) (JARDINI, 2010). A atividade antioxidante de compostos fenólicos decorre do fato destes atuarem como doadores de hidrogênio e em quelar metais, agindo na etapa de iniciação e na propagação do processo oxidativos. Os produtos formados pela ação destes antioxidantes são relativamente estáveis, devido à ressonância do anel aromático apresentada por estas substâncias (RAMALHO; JORGE, 2006).

Antioxidantes primários são capazes de doar ao radical livre impedindo o início do processo de oxidativo nesta classificação encaixam-se os compostos fenólicos, o tocoferol, os aminoácido e os tocoferóis. Antioxidantes secundários atuam no bloqueio da decomposição dos peróxidos e hidroperóxidos, convertendo-os à forma inativa, nesta classificação estão compostos fenólicos, as vitaminas A, C e E. Radicais livres são espécies altamente reativas geradas nos organismos vivos com a finalidade de proteção. Entretanto, em algumas circunstâncias, estes são responsáveis pela ocorrência ou agravamento de danos teciduais (MANENTE et al., 2011).

Estudos realizados com os compostos fenólicos presentes na romã (suco e casca) demonstram sua capacidade antioxidante, assim como seu possível efeito na

prevenção de diversas enfermidades cardiovasculares, cancerígena e neurológica. De maneira geral, a ação benéfica dos compostos fenólicos na saúde humana vem sendo relacionada com a atividade antiinflamatória e com a atividade que impede, não só a aglomeração das plaquetas sanguíneas, mas também a ação de radicais livres no organismo. Uma vez que protegem moléculas como DNA, podem vir a abortar alguns processos carcinogênicos (SILVA et al., 2010).

Considerando a preocupação atual com a saúde e a qualidade de vida, encontramos na alimentação uma alternativa de vida mais saudável o que estimula a pesquisa na área de alimentos, esse trabalho objetiva a extração e quantificação dos compostos fenólicos da romã contribuindo para este conhecimento.

2. ROMÃ

2.1 HISTÓRIA DA ROMÃ

A romã (*Punica granatum L.*) é um fruto oriundo da Pérsia ou Irã que se espalhou a milhares de anos por toda a Ásia, África, pelo Mediterrâneo e já ha alguns séculos, pelas Américas. Fruta mencionado frequentemente na Bíblia, diz ter sido originado no Jardim do Éden, na mitologia acreditava-se que a primeira árvore de Romã foi plantada por Afrodite por isso seus poderes afrodisíacos. Para os judeus, a romã é um símbolo religioso com profundo significado no ritual do ano novo, quando acreditam que o ano que chega sempre será melhor do que aquele que vai embora (SILVA, 2014).

É um fruto comum no Mediterrâneo Oriental é Médio Oriente, onde é tomado como aperitivo, sobremesa, suco ou é transformado numa bebida alcoólica. Fruto de tamanho de uma maçã, com casca dura, com cor que vai do alaranjado até o vermelho escuro (SANTOS et al., 2010).

Sua casca grossa lhe confere maior durabilidade se comparado a outras frutas, por esta razão forma usadas como alimentos, assim como a cebola e o alho (SILVA, 2014).

A romã é constituída pelas seguintes partes: casca, membranas carpelares, arilos e sementes (Figura 1).



FIGURA 1 – Partes da Romã. FONTE: (IN: SÁNCHEZ; BORRACHINA, 2014).

O suco da romã apresenta em sua composição compostos fenólicos como: antocianinas (delfinidina, cianidina e pelargonidina), quercetina, ácidos fenólicos (caféico, catequínico, clorogênico, *orto* e *paracumárico*, elágico, gálico e quínico) e taninos (punicalagina) (JARDINI, 2010).

Os compostos fenólicos podem ser divididos em dois grupos (Figura 2): os flavonóides (polifenóis) e os não flavonóides (fenóis simples ou ácidos), sendo que ambos são compostos de baixo peso molecular (VOLP et al., 2008).

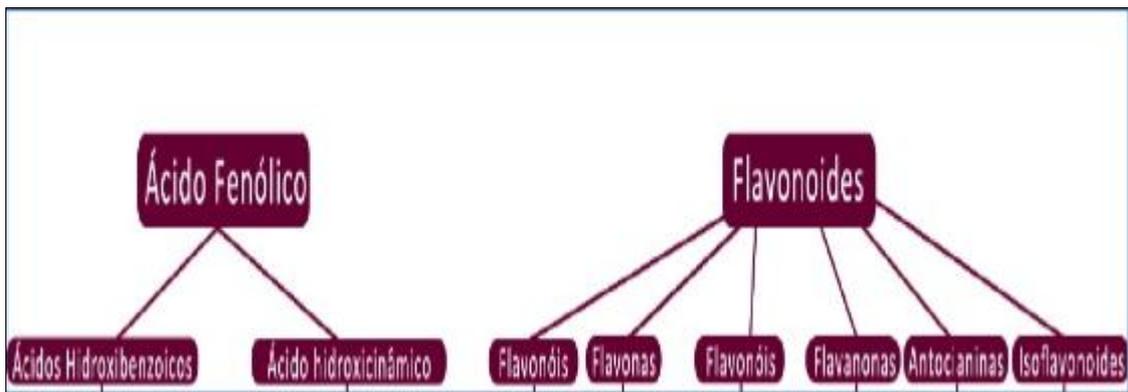


FIGURA 2 – Compostos fenólicos de baixo peso molecular. FONTE: (IN: SÁNCHE; BORRACHINA, 2014).

As romãzeiras são cultivadas em todos os continentes, com exceção da Antártida. A Califórnia, estado americano, é o maior produtor, seguido pela Turquia, Tunísia e Espanha. Apesar de existirem registro de 3.000 cultivares somente uma variedade, a *Wonderful*, é comumente plantada no mundo todo, especialmente na Califórnia, Chile e Israel (FILHO, 2014).

A romãzeira se adapta melhor em climas mais quentes, e a produção no hemisfério sula traz uma vantagem competitiva para quem as cultiva. Enquanto frutas importadas chegam ao Brasil no final do ano, no hemisfério sul as frutas são colhidas entre fevereiro e abril, período em que o mercado já está desabastecido da romã americana (FRAGA, 2012).

No Brasil, a produção da romã saltou nos últimos dez anos de aproximadamente, 37.000 caixas (com 5 quilos) para 406.000 caixas, em 2011, a caixa subiu de R\$ 8,00 para R\$ 11,00 (FRAGA, 2014). A cultura da romãzeira apresenta um grande apelo comercial mundial devido ao aumento da demanda que nos dias atuais é

muito maior que a oferta, por frutas “in natura” e processadas com propriedades funcionais (SANTIAGO et al., 2011).

O fruto é uma rica fonte de compostos fenólicos, as antocianinas são o grande destaque na sua composição. Além da atuação como um dos mais importantes antioxidantes naturais, elas são as responsáveis pela intensa coloração vermelha do suco de romã o que é um dos parâmetros de qualidade que mais influenciam na aceitação sensorial dos consumidores (SANTIAGO et al, 2011).

O aspecto suculento da polpa que envolve a semente é devido ao alto teor de água da Romã. Com poucas calorias devido a uma baixa quantidade de carboidratos, o fruto tem qualidades significativas de vitamina A, E, B6, folatos e Potássio (UATLANTICA, 2014).

Segundo Kuster (2011), “a romã, de fato, tem grande potencial como alimento funcional”, entretanto, ele destaca que os benefícios reais da ingestão da fruta, somente poderão ser vislumbrados após avaliação clínica e laboratorial criteriosa, feita por médicos e nutricionistas em indivíduos que fazem uso regular dos frutos (SEVERIANO, 2014).

São dois os tipos de romãs: a vermelha, que possui uma grande quantidade de sementes e um pequeno mesocarpo (parte carnosa), e a amarela com um pequeno número de sementes e um grosso mesocarpo, tipo mais comum no Brasil (PINTO; CORRÊA), 2014).

Na agroindústria, já são reconhecidas como super frutas: a cereja negra (blackcurrant ou blackdes – encontrada na Europa e Ásia), mirtilo, açai, romã, morango, ameixa, cramberry, redcurrant (variedade de cereja encontrada em vários países da Europa), uva tinta, laranja, maçã, mangustão, noni (FRUTAS E DERIVADOS, 2008).

2.1.1 Alimentos Funcionais

Alimentos funcionais podem ser definidos como aquele que apresenta efeitos fisiológicos benéficos à saúde do homem, tanto para prevenção quanto no tratamento de doenças (BARBOSA; FUMAGALLI; SILVA, 2012).

O conceito de alimento funcional esta entre as citações mais antigas, há cerca de 2.500 anos o filósofo grego Hipócrates preconizava: “permita que o alimento seja teu medicamento e que o medicamento seja teu alimento” (BARROS, 2011).

A preocupação com a saúde e a qualidade de vida atualmente, tem se tornado estímulo para pesquisas na área de alimentos. Considerando a dieta como uma variável que influencia diretamente a saúde dos indivíduos. Encontramos na alimentação uma alternativa para uma vida mais saudável e conseqüentemente mais longa, sendo o alimento uma fonte de novos conhecimentos (VIZZOTTO; KROLOW; TEIXEIRA, 2010).

A concepção de alimentos funcionais foi lançada no Japão na década de 80, através de um programa de governo que tinha como objetivo desenvolver alimentos saudáveis para uma população que envelhecia e apresentava uma grande expectativa de vida (MORAES; COLLA, 2006).

A classificação de alimentos funcionais pode ser feita da seguinte forma: quanto à fonte ou quanto aos benefícios que oferecem, atuando em seis áreas do organismo: no sistema gastrointestinal, no sistema cardiovascular, no metabolismo de substratos, no crescimento, no desenvolvimento e diferenciação celular, no comportamento das funções fisiológicas e como antioxidante.

Os alimentos funcionais apresentam as seguintes características:

- Devem ser alimentos convencionais e serem consumidos na dieta usual;
- Devem ser compostos por componentes naturais, algumas vezes, em elevada concentração ou presentes em alimentos que normalmente não os supririam;
- Devem ter efeitos positivos além do valor básico nutritivo que pode aumentar o bem-estar e a saúde e/ou reduzir o risco de ocorrência de

doenças promovendo benefícios à saúde além de aumentar a qualidade de vida, incluindo o desenvolvimento físico, psicológico e comportamental;

- A alegação da propriedade funcional deve ter embasamento científico;
- Pode ser um alimento natural ou um alimento no qual um componente tenha sido modificado;
- Alimento onde a natureza de um ou mais componentes tenha sido modificada;
- Alimento no qual a bioatividade de um ou mais componentes tenha sido modificada (MORAES, 2013).

3. RADICAIS LIVRES

Quimicamente o termo radical livre refere-se a um átomo ou molécula altamente reativo. Esta reatividade ocorre devido ao não emparelhamento de elétrons em sua última camada eletrônica, com um número ímpar de elétrons em sua última camada, tornando-se altamente instáveis ele tende a se associar muito rapidamente a outras moléculas. Neste cenário de reações de óxido-redução, onde pode ceder o elétron solitário, oxidando-se, ou recebendo outro elétron, reduzindo-se, promovendo danos aos sistemas biológicos (FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

Os radicais livres (RL) são naturalmente produzidos em nosso organismo, através de processos metabólicos oxidativo e são úteis ao funcionamento do organismo, em situações como, na ativação do sistema imunológico, (por exemplo, os macrófagos utilizam o peróxido de hidrogênio para destruição de bactérias e outros elementos estranhos); na desintoxicação de drogas, e nos processos que desencadeiam o relaxamento de vasos sanguíneos (SCHNEIDER; OLIVEIRA, 2004).

As espécies reativas de oxigênio tendem a ligar-se a outras estruturas próximas a sua formação, comportando-se como receptores (oxidantes) ou como doadores (redutores) de elétrons, nessas condições formam os intermediários reativos, como o radical superóxido ($O_2^{\cdot-}$), o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) que apesar de não ser um radical livre, pela ausência de elétrons desemparelhados na última camada, é um metabólito de oxigênio extremamente deletério, porque participa da reação que produz o radical (OH^{\cdot}) (FERREIRA; MATSUBARA, 1997), sendo o radical (OH^{\cdot}) o mais reativo das espécies (OLIVEIRA, 2011).

O oxigênio singlete ($^1 O_2$) que é a forma excitada de oxigênio molecular e não possui elétrons desemparelhados em sua última camada. O ($^1 O_2$) tem importância em certos eventos biológicos, mas poucas doenças forma relacionadas à sua presença. Na figura 3 é demonstrado o processo de redução tetravalente do oxigênio molecular (O_2) (FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

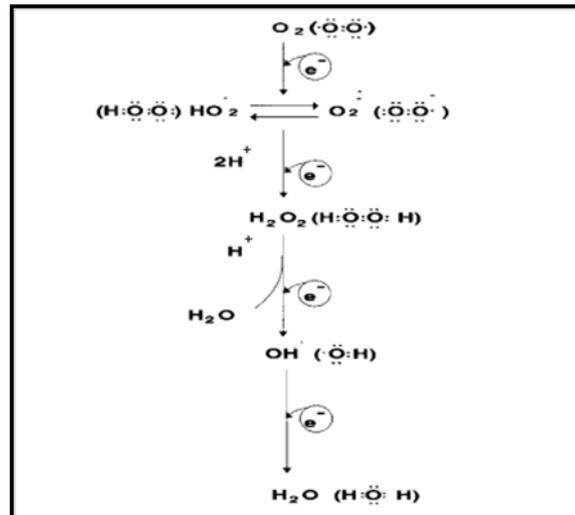


Figura 3 – Demonstra o esquema de redução tetravalente do oxigênio molecular (O_2) na mitocôndria até a formação de água (H_2O). Varias espécies reativas de O_2 são formadas no processo. FONTE: (IN: FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

Porém, a produção excessiva que pode ocorrer devido a maior geração intracelular ou pela deficiência dos mecanismos antioxidantes conduz o organismo a um estado de estresse oxidativo (EO), causando danos aos tecidos e algumas doenças (FERREIRA; MATSUBARA, 1997). Dentre as doenças causadas pela geração de radicais livres pode-se citar: artrite, diabetes, cataratas, esclerose múltipla, inflamações crônicas, aterosclerose, doenças do sistema imune, câncer, envelhecimento, enfisema, cardiopatias e disfunção cerebral (BIANCHI; ANTUNES, 1999).

Os mecanismos de defesa antioxidante têm por objetivo limitar os níveis intracelulares de radicais livres e controlar os danos causados pela produção excessiva. A produção contínua de radicais livres durante os processos metabólicos culminou no desenvolvimento de mecanismos de defesa antioxidante (BIANCHI; Antunes, 1999).

Fatores externos também podem contribuir para o aumento da formação dessas moléculas. Entre esses fatores estão: Estresse, Raios-X, radiação ultravioleta e radiação gama em alimento, poluição ambiental, resíduos de pesticidas, presentes nos alimentos cultivados em grandes quantidades e que abastecem as grandes cidades, substâncias presentes em alimentos e bebidas (aditivos químicos,

hormônio, entre outros). A tabela 1 representa fontes endógenas e exógenas de radicais livres (SINHORINI, 2010).

Tabela 1 – Fonte endógena e exógena de geração de radicais livres

ENDÓGENAS	EXÓGENAS
Respiração aeróbica	Ozônio
Inflamações	Radiação gama e ultravioleta
Peroxisomos	Medicamentos
Enzimas do citocromo	Dieta
	Cigarro

Tabela 1 – Fontes endógenas e exógenas de geração de radicais livres.

FONTE: (IN: BIANCHI; ANTUNES, 1999).

4. ANTIOXIDANTES

Compostos antioxidantes podem ser definido como substância que em baixas concentrações, previne ou retarda a oxidação do substrato (lipídios ou outras moléculas). Antioxidantes atuam na captura de espécies oxidantes, tais como as espécies reativas de oxigênio, impedindo danos aos tecidos biológicos, evitando o início ou propagação das reações em cadeia de oxidação (DEGASPARI; WASZCZYNSKYJ, 2011). Do ponto de vista químico, os antioxidantes são compostos aromáticos que contém, no mínimo, uma hidroxila, podendo ser sintéticos, como o butilhidroxianisol (BHA) e o butilhidroxitolueno (BHT), conforme figura 4, amplamente utilizado na indústria alimentícia, ou naturais, substâncias bioativas, tais como organosulfurados, fenólicos e terpenos, que fazem parte da constituição de diversos alimentos (FOOD INGREDIENTES BRASIL, 2009).

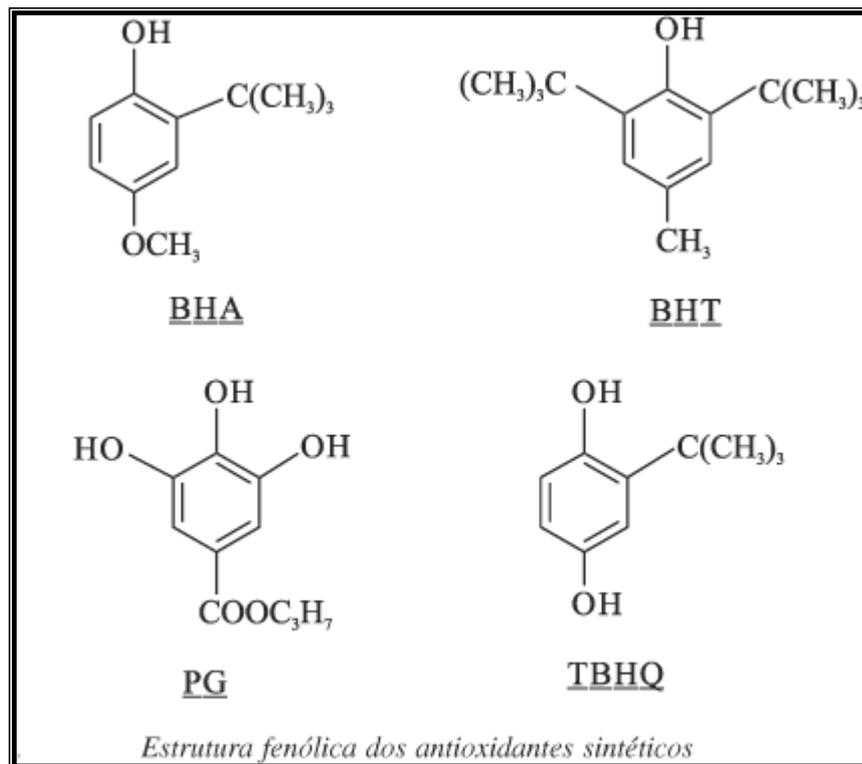


Figura 4 – Antioxidantes sintéticos estruturas do BHA, BHT, PG e TBHQ (RAMALHO; JORGE, 2006).

A capacidade dos antioxidantes em reagir com radicais livres é a mais conhecida, dentre seus mecanismos de ação. As espécies reativas são estabilizadas e a propagação da reação diminui. Possui características como: capacidade de

deslocamento do radical formado em sua estrutura, propriedade de quebras de metais de transição envolvidos no processo oxidativo e o acesso ao local de ação. Os antioxidantes são classificados como primários ou secundários, de acordo com seu mecanismo de ação antioxidante (JARDINI, 2010).

Antioxidantes primários são capazes de doar prótons ao radical livre impedindo o início do processo oxidativo, nesta classificação encaixam-se os compostos fenólicos o tocoferol, os aminoácidos e os tocoferóis. Antioxidantes secundários atuam no bloqueio da decomposição dos peróxidos e hidroperóxidos, convertendo-os a forma inativa, nesta classificação estão os compostos fenólicos, as vitaminas A, C e E (JARDINI, 2010).

O potencial antioxidante de um composto é determinado pela reatividade dele como um doador de elétrons ou hidrogênio, capacidade de deslocar ou estabilizar um elétron desemparelhado, reatividade com outro antioxidante e reatividade com oxigênio molecular. Outros efeitos fisiológicos de ação de compostos antioxidantes seria, sua atuação como anticancerígenos e antimutagênicos sempre considerando que estes problemas ocorram por ação de radicais livres (MORAES: COLLA, 2006).

Os antioxidantes são agentes responsáveis pela inibição e redução das lesões causadas pelos radicais livres nas células (BIANCHI; ANTUNES, 1999).

O sistema de defesa antioxidante tem a função de inibir e/ou reduzir os danos causados pela ação deletéria dos radicais livres e/ou espécies reativas não radicais. Esse sistema é dividido em enzimático, e o não enzimático, que é constituído por grande variedade de substâncias antioxidantes, conjuntamente atuam com o objetivo de detoxicar os efeitos deletérios causados pelos radicais livres dentro das células (BARBOSA et al., 2010).

4.1 SISTEMA DE DEFESA ENZIMÁTICO (ENDÓGENO)

O sistema enzimático é formado pelas enzimas superóxido dismutase (SOD), glutathione-peroxidase e catalase. A ação dessas enzimas ocorre por meio de mecanismo de prevenção, impedindo e/ou controlando a formação de radicais livres e de espécies não radicalares envolvidas no processo de iniciação das reações em

cadeia que culminam com a propagação e amplificação do processo. E por consequência gera danos oxidativos (BARBOSA et al., 2010).

4.2 SISTEMA DEFESA NÃO ENZIMÁTICO (EXÓGENO)

O sistema de defesa não enzimático destacam-se alguns minerais (cobre, manganês, zinco, selênio e ferro), vitaminas (ácido ascórbico, vitamina E, vitamina A.), carotenóides (beta-caroteno, licopeno e luteína), bioflavonóides (genisteína), quercetina) e taninos (catequinas), compostos provenientes da dieta ou de suplementação, são denominados antioxidantes (MOREIRA; SHAMI, 2004).

4.2.1 Compostos fenólicos

Amplamente distribuídos na natureza os compostos fenólicos detectados já ultrapassam de 8.000 variedades. Esse grande e complexo grupo faz parte dos constituintes de uma variedade de vegetais, frutas e produtos industrializados. Podem ser pigmentos, que dão a aparência colorida aos alimentos, ou produtos do metabolismo secundário, normalmente derivado de reações de defesa das plantas contra agressões do ambiente. Compostos fenólicos agem como antioxidantes, não somente pela sua habilidade em doar hidrogênio ou elétrons, mas também em virtude de seus radicais intermediários estáveis, que impedem a oxidação de vários ingredientes do alimento, particularmente de lipídios (SILVA et al., 2010)>

Os compostos fenólicos englobam desde moléculas simples até outras com alto grau de polimerização, estando presentes nos vegetais na forma livre ou ligados a açúcares (glicosídeos) e proteínas (SOARES, 2002). A figura 5 mostra a estrutura de alguns dos compostos fenólicos.

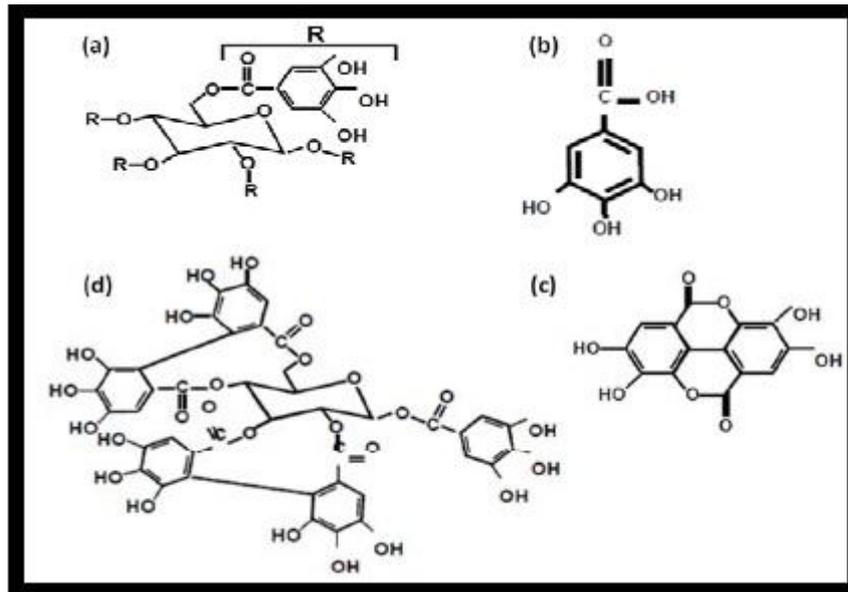


Figura 5 – Estrutura de unidade de: (a) estrutura molecular de galotaninos, (b) estrutura molecular de ácido gálico, (c) estrutura molecular de elagitanino e (d) estrutura molecular de ácido elágico. FONTE: (IN: SARTORI, 2012).

Ribéreau-Gayon (1968) adotou a seguinte classificação para estes compostos: pouco distribuídos na natureza, polímeros e largamente distribuídos na natureza (OLIVEIRA, 2011).

Vários são os critérios disponíveis para a classificação de compostos fenólicos, entretanto a forma mais simples, e a mais utilizada são: fenóis simples, fenóis compostos e os flavonóides, que se constituem na família mais vasta de compostos fenólicos naturais e estão amplamente distribuídos nos tecidos vegetais (SILVA et al., 2010).

Compostos fenólicos pertencem à classe de compostos que inclui diversidade de estruturas simples e complexas, com pelo menos um anel aromático no qual, ao menos um hidrogênio é substituído por grupamento hidroxila (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2009).

Compostos fenólicos apresentam uma grande diversidade e divide-se em flavonóides (polifenóis) e não flavonóides (fenóis simples ou ácidos) (SILVA et al., 2010).

Estudos feitos ao longo de anos evidenciam que o consumo de compostos fenólicos trazem benefícios ao organismo, o que está relacionado ao seu poder oxidante, a

exemplo disto se pode citar, a ação dos fenólicos presentes no vinho tinto e que foram capazes de inibir a oxidação da LDL (low density lipoproteins) *in vitro*. Fato que sustenta a explicação para o “paradoxo francês”: apesar do alto consumo de lipídios, a população estudada apresenta boa equalização dos valores relativos às lipoproteínas, o que foi relacionado ao elevado teor de flavonóides provenientes da dieta (JARDINI et al., 2010).

Os flavonóides representam um dos grupos fenólicos mais importantes e diversificados entre os produtos de origem natural, encontrados em frutas, vegetais, sementes, cascas de árvores, raízes, talos, flores e em seus produtos de preparação, tais como os chás e vinhos. Apresenta um núcleo característico C6-C3-C6, são metabólitos secundários. Flavonóides apresentam grande diversidade estrutural que pode ser atribuída ao nível de oxidação e as variações no esqueleto carbônico básico, promovidas por reações de alquilação, glicosilação ou oligomerização. As estruturas dos esqueletos básicos de flavonóides são mostradas na figura 6 (COUTINHO; MUZITANO; COSTA, 2009).

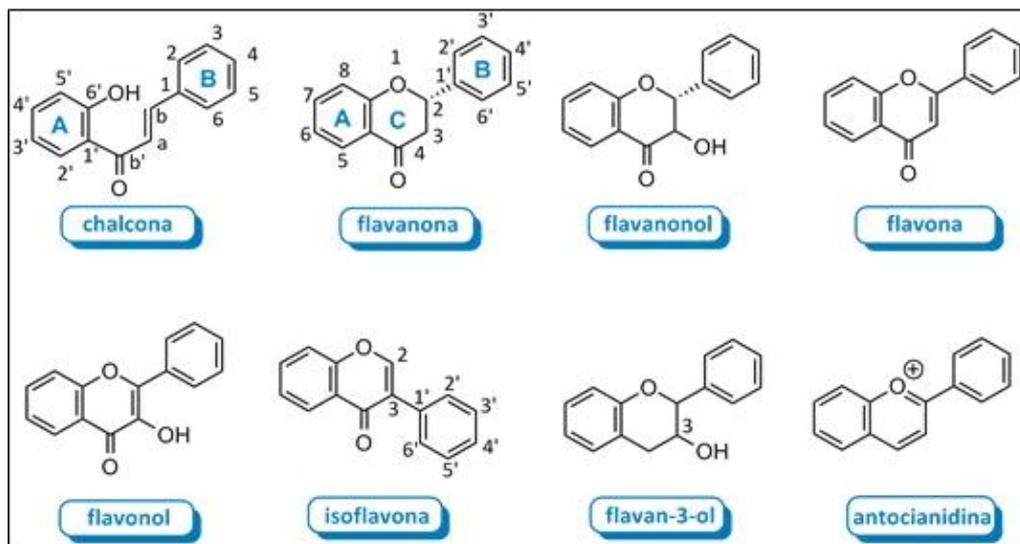


Figura 6 – Esqueletos básicos de flavonóides. FONTE: (IN: COUTINHO; MUZITANO; COSTA, 2009).

Ácidos fenólicos (não-flavonóides) são divididos em três grupos: ácidos benzóicos, ácidos cinâmicos e as cumarinas. Os primeiros são os ácidos fenólicos mais simples encontrados na natureza, possui sete átomos de carbono (C6-C1), fórmulas gerais e denominações estão representadas na figura 7. O segundo é formado pelos ácidos

cinâmicos que possuem nove átomos de carbono (C6-C3), sendo sete deles os mais comumente encontrados no reino vegetal.

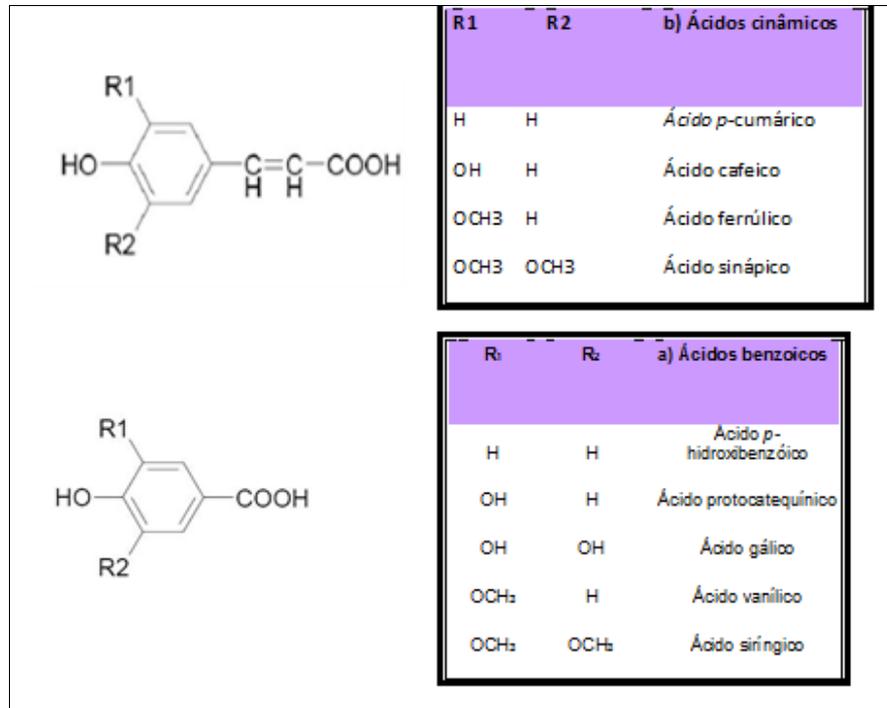


Figura 7 – Estrutura química geral dos ácidos benzoicos e cinâmicos.

Adaptado de FONTE: (IN: SOUTINHO, 2012).

Os ácidos fenólicos, além de se apresentarem sob a forma natural, podem também se ligar entre si ou com outros compostos (SOARES, 2002).

Os derivados hidrobencóicos são encontrados em quantidades pequenas nos vegetais e fazem parte das estruturas complexas como os taninos hidrolisáveis (galotaninos e elagitaninos). Já os derivados hidroxinâmicos são encontrados em maiores quantidades em relação aos hidroxiácidos nos vegetais (JARDINI, 2010).

Taninos são definidos como, metabólitos secundários de natureza polifenólica extraídos de plantas, taninos vegetais, que foram classificados em dois grupos: as proantocianidinas, que são os taninos condensados, responsáveis pelas características normalmente atribuídas a estas substâncias, como adstringência, precipitação de proteínas etc., e os taninos hidrolisáveis, que são ésteres do ácido gálico e seus dímeros (ácidos digálico ou hexa-idroxidifênico e elágico) com monossacarídeos, principalmente a glucose (QUEIROZ; MORAIS; NASCIMENTO, 2002).

5. EXPERIMENTO ENVOLVENDO ÓXIDO-REDUÇÃO E DIFERENÇA DE PRESSÃO COM MATERIAIS DO DIA-A-DIA COMO TEMÁTICA PARA O ENSINO MÉDIO

Nem sempre é possível fazer com que os alunos tenham interesse pela química. Sendo assim, deve-se procurar proporcionar aulas que deem a eles um maior interesse pela matéria, algo que chame atenção, que desperte neles o interesse pela química, facilitando assim, cada vez mais o aprendizado.

Segundo a Lei de Diretrizes e Bases (LDB), uma educação básica deve suprir os jovens que atingem o final do Ensino Médio de competências e habilidades adequadas, de modo que sua formação tenha permitido galgar os quatro pilares da educação do século XXI: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a viver juntos e aprender a ser (LIMA; MOITA, 2011).

A relação teoria-prática e Química-cotidiano é praticamente inexistente, permitindo concluir que o ensino, baseia-se, geralmente na transmissão de conhecimentos, sem relação com o cotidiano dos alunos e sem o desenvolvimento de habilidades investigativas dos mesmos (PAZ; PACHECO, 2008). A química se torna, ao longo da execução dos experimentos (aulas praticas), um componente curricular prazeroso para o aluno, o que lhe possibilita melhor compreensão e interesse pela disciplina; assim o ensino-aprendizagem representa um papel mais significativo não apenas como disciplina obrigatória do currículo escolar desses alunos, mas principalmente como a disciplina que de forma efetiva está presente em sua vida (BEZERRA; SANTOS, 2012).

Observa-se que quanto mais integrada estiver a teoria e a prática, mais sólida se torna a aprendizagem de Química, ela cumpre sua verdadeira função dentro do ensino, contribuindo para a construção do conhecimento químico, não de forma linear, mais transversal, ou seja, não apenas trabalha a química no cumprimento da sua sequência de conteúdo, mais interage o conteúdo com o mundo vivencial dos alunos de forma diversificada, associada à experimentação do dia-a-dia, aproveitando suas argumentações e indagações (FARIAS; BASAGLIA; ZIMMERMANN, 2009).

5.1 OBJETIVO

A atividade experimental realizada objetivou permitir a verificação do efeito das reações de óxido-redução, redução conhecida usualmente como ferrugem, a observação do fenômeno pelos alunos visa melhorar a capacidade de observação do fenômeno químico e de evidenciar a reação química.

5.1.1 Procedimento

Para a realização do experimento serão usados os seguintes materiais e reagentes:

- Seringa plástica de 10 mL;
- Esponja de aço;
- Béquer ou copo;
- Vinagre.

Primeiramente um pequeno pedaço de esponja de aço deve ser embebido em vinagre por cerca de um minuto e sacudido para a retirada do excesso de vinagre. Em seguida a esponja deve ser introduzida na seringa, tomando o cuidado para que ela não fique próxima à extremidade inferior para que não haja interferência na medida do volume de água. Em seguida a seringa deve ser inserida no copo com água e a parte superior deve se tampada rapidamente com o êmbolo da seringa, evitando o contato da esponja com o oxigênio do ar que não seja aquele dentro da seringa. Em poucos instantes será observada a entrada de água na seringa e a elevação do seu nível; a esponja estará com um aspecto bem diferente, estará oxidada (JUNIOR; DOCHI, 2006).

6. MATERIAL E MÉTODOS

6.1 MATERIAIS

6.1.1 Romã

As romãs utilizadas foram doadas por uma moradora da cidade de Cândido Mota- SP

6.1.2 Equipamentos e vidrarias

- Becker 50 mL
- Becker 100 mL
- Becker 250 mL
- Vidro âmbar
- Balança analítica (MARTE – AY220)
- Espátula
- Multiprocessador Juicer Walita
- Agitador magnético (QUIMIS– Q261-22)
- Faca
- Balão volumétrico 500 mL
- Balão volumétrico 100 mL
- Balão volumétrico 200 mL
- Balão volumétrico 1000 mL
- Frascos Erlenmeyer
- Centrifuga TECNAL -CELM

- Espectrofotômetro Femto Cirris 80
- Barra magnética
- Tubo de ensaio
- Pipeta graduada
- Pipeta volumétrica
- Placa de agitação sem aquecimento (TECNAL TE – 085).

6.1.3 Reagentes

Os reagentes utilizados para o preparo das soluções foram de grau analítico.

Reagente de Folin-Ciocalteu (Dinâmica Química Contemporânea) – lote 35193

Álcool etílico Absoluto P.A - ACS (Dinâmica Química Contemporânea) – lote 1336

Na₂CO₃ P.A – ACS (Dinâmica Química Contemporânea) – lote 52562

Ácido gálico padrão. (Vetec) – lote 1105023

6.2 MÉTODOS

6.2.1 Preparação da amostra

As romãs foram lavadas e partidas ao meio, a polpa processada em multiprocessador de uso doméstico, foi obtido o suco concentrado que foi armazenado em vidro sob refrigeração até o momento do preparo dos extratos.

6.2.2 Preparação do extrato aquoso

Para obtenção do extrato aquoso foram utilizados 50 g de suco de fruta para 100 mL de água destilada (1:2). A mistura foi homogeneizada durante 1 hora em frasco Erlenmeyer, usando o agitador magnético. Após homogeneização foi retirado

alíquota de 1 mL da solução e feita a diluição em balão volumétrico de 200 mL completando seu volume com água destilada, a mistura foi centrifugada a 2800 rpm por 10 minutos. O sobrenadante foi armazenado em vidro âmbar sob refrigeração a $\pm 8^{\circ}\text{C}$ até o momento das análises.

6.2.3 Preparação do extrato hidroalcoólico

Para obtenção do extrato hidroalcoólico, foram utilizados 50 g de suco de fruta para 80 mL de água destilada e 20 mL de álcool etílico P.A (1:2). A mistura foi homogeneizada durante 1 hora em frasco Erlenmeyer, usando o agitador magnético. Após homogeneização foi retirado alíquota de 1 mL da solução e feita diluição em balão volumétrico de 200 mL completando seu volume com água destilada, a mistura foi centrifugada a 2800 rpm por 10 minutos. O sobrenadante foi armazenado em vidro âmbar sob refrigeração a $\pm 8^{\circ}\text{C}$ até o momento das análises.

6.2.4 Construção da Curva Padrão Ácido Gálico.

Para a quantificação dos compostos fenólicos em espectrofotometria UV-VIS no visível 720 nm, foi necessário o preparo de uma solução padrão de ácido gálico de concentração 0,020 g/L. Foi pesado, 0,0208 g de ácido gálico padrão diluído em balão de 1000 mL. Posteriormente pipetou-se, 10 mL, 25 mL, 50 mL, 75 mL da solução estoque em balões de 100 mL, completando seu volume com água destilada. A concentração final das soluções foi de 0,002; 0,005; 0,010; 0,015 e 0,020 g/L.

Foram lidas as absorvâncias no espectrofotômetro UV - VIS na região do visível 720 nm.

6.2.5 Determinação de fenóis totais pelo Método de Folin Ciocalteu

A determinação dos fenólicos totais seguiu a metodologia descrita por (VIEIRA et al., 2011). Do extrato aquoso e do extrato hidroalcoólico, tomou-se 0,5 mL em tubo de ensaio e adicionaram-se 8 mL de água destilada e 0,5 mL do reagente Folin Ciocalteu. A solução foi homogeneizada e após 3 minutos acrescentou-se 1 mL de solução saturada de carbonato de sódio (Na_2CO_3). Decorrida 1 hora de repouso, foram realizadas as leituras em triplicata das absorvâncias em espectrofotômetro (Femto Cirrus 80) a 720 nm. Utilizou-se como padrão o ácido gálico, nas concentrações de 0,002; 0,005; 0,010; 0,015 e 0,020 g/L, para construir uma curva de calibração. A partir da equação da reta obtida, realizou-se o cálculo do teor de fenólicos totais, o resultado foi expresso em mg de ácido gálico/100 g de amostra.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As leituras das absorvâncias para a construção da curva padrão são apresentadas na tabela 2 .

Concentração de ácido gálico g/L	Absorbância
0,002	0,020
0,005	0,030
0,010	0,051
0,015	0,069
0,020	0,094

Tabela 2 – Representação de absorvância, concentração de fenólicos totais g/L e concentração final de fenólicos totais EAG (mg/100g).

Foi possível montar uma curva de calibração com $r^2=0,9962$, conforme figura 8. O coeficiente de correlação calculado foi fortíssimo, portanto julgou-se satisfatória a linearidade do gráfico.

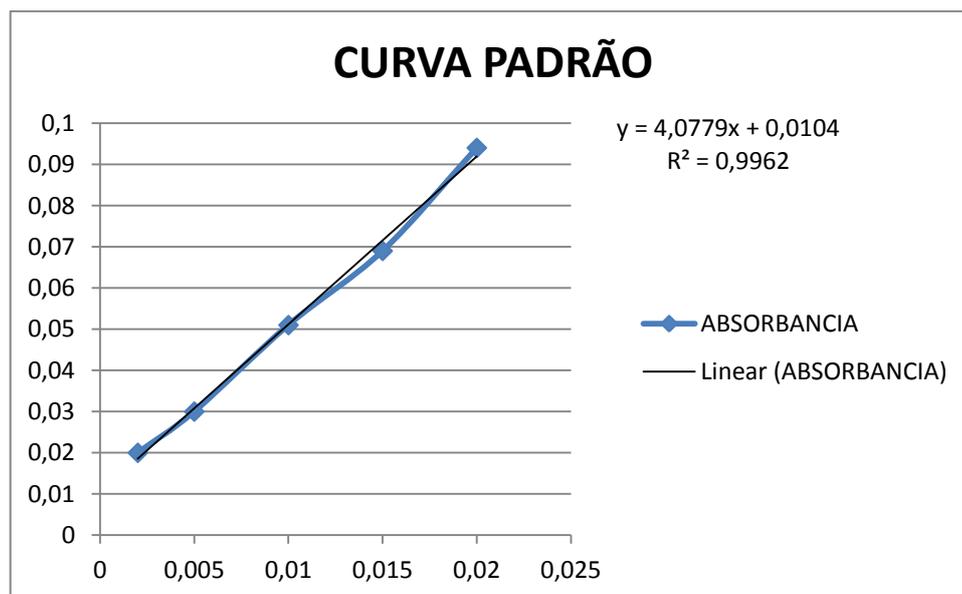


Figura 8 – Curva padrão de solução ácido gálico.

Os cálculos foram realizados utilizando a equação da reta ajustada. Os resultados obtidos estão apresentados na tabela 3.

Amostras	Abs. Média em 720 nm.	Concentração de fenólicos totais g/L	Concentração final de Fenólicos Totais EAG (mg/100g)
Extrato aquoso*	0,092	0,0191	788,95 mg/100 de amostra
Extrato hidroalcoólico	0,088	0,020	764,03 mg/100g de amostra

Tabela 3 – representação de absorbância, concentração de fenólicos totais g/L e concentração final de fenólicos totais EAG (mg/100g).

*Considerando que todo composto fenólico presentes na amostra tenha sido solubilizado nos 100 mL de água.

Nos resultados para o teor de fenólicos totais no suco de romã encontrados neste trabalho, pode-se observar, que a concentração encontrada para o extrato aquoso foi de 788,95 mg/100g em EAG e de 764,03 mg/100g em EAG no extrato hidroalcoólico. Estes valores estão inferiores aos encontrados por Jardini & Filho, (2007), que quantificou 1.214 mg/de compostos redutores por 100 gramas de amostra (polpa).

Kuskoshi e colaboradores (2011) utilizaram o mesmo método, com algumas variações para quantificar polifenóis totais em uva, açaí, acerola e outras frutas; e obteve os seguintes resultados: uva 117,1 mg/100g de amostra; açaí 136,8 mg/100 de amostra; acerola 580,1 mg/100g de amostra. Estes autores não quantificaram polifenóis totais em romã, mas observou-se que o resultado obtido neste trabalho foi maior do que a maioria das frutas estudadas pelos autores.

A diferença na concentração dos compostos fenólicos no suco de romã, pode ter ocorrido por alguns fatores tais como maturação do fruto, as romãs utilizadas neste trabalho, foram colhidas no início de setembro, período de início de maturação, outros fatores como: qualidade do fruto ou metodologia empregada na determinação de compostos fenólicos totais também podem influenciar ou determinar a diferença percebida.

8. CONCLUSÃO

A metodologia empregada foi eficiente para a extração e quantificação de polifenóis totais em frutos de romã. Os valores obtidos nas análises de compostos fenólicos totais foram 788,95 mg/ 100g em EAG no extrato aquoso e 764,03 mg/100g em EAG no extrato hidroalcoólico.

A maturação do fruto pode ter interferido na quantidade de compostos fenólicos, uma vez que outros autores obtiveram teores maiores deste composto na romã.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Eduardo Fernandes. Aulas Práticas de Química na Formação Profissional: **Uma Abordagem da importância e alguns Aspectos relevantes**. In: ENCICLOPÉDIA BIOFERA, 12, 2011, Goiânia, Brasil. **Resumos**. Goiânia: Centro Científico Conhecer, 2011, N.12.

BARBOSA, Kiriaque Barra Ferreira; COSTA, Neuza Maria Brunoro; ALFENAS, Rita de Cássia Gonçalves; DE PAULA, Sérgio Oliveira; MINIM, Valéria Paula Rodrigues; BRESSAN, Josefina. “**Estresse Oxidativo: Conceito, Implicações e Fatores Modulatórios**”. Revista Nutrição, vol.23, nº4, 2010. P.629-643.

BARBOSA, Natália Gomes Pimentel; FUMAGALLI, Fernanda; SILVA, Cristiano Pereira. **Alimentos Funcionais**. Revista Conexão, vol.1, nº 1, 2012. p.1-11.

BARROS, Zilmar Meireles Pimenta. **Cascas de frutas tropicais como fonte antioxidantes para enriquecimento de suco pronto**. 2011,84p. Tese (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2011.

BEZERRA, Auricéia Farias; SANTOS, Maria Bertania Hermengildo. Experimentoteca: Um recurso Didático para Auxiliar a Aprendizagem no Ensino de Química. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1, 2012, Campina Grande. Brasil. **Resumo**. Campina Grande: ENECT, 2012, 1.

BIANCHI, Maria de Lourdes Pires; ANTUNES, Lusânia Maria Gregg. RADICAIS LIVRES E OS PRINCIPAIS ANTIOXIDANTES DA DIETA. **Revista Nutrição Campinas**, vol.12, nº1, 1999, p.123-130.

COUTINHO, Marcela A.S.; MUZITANO, Michelli F; COSTA, Sônia S. Flavonóides Potenciais Agentes Terapêuticos. **Revista Virtual Química**, vol.1, nº3, 2009, p.241-256.

DEGÁSPARI, Claudia Helena; WASZCZYNSKYJ, Nina. Propriedades Antioxidantes de Compostos Fenólicos. **Revista Visão Acadêmica**, vol.5, nº1, 2004, p. 1- 40.

FARIAS, Cristiane Sampaio; BASAGLIA, Andréia Montani; ZIMMERMANN, Alberto. A importância das atividades experimentais no ensino de química. In: CONGRESSO

PARANAENSE DE EDUCAÇÃO EM QUÍMICA, 1, Ivaté. Brasil. **Resumo**. Ivaté, UNIPAR, 2009, p. 43.

FILHO, Bertoldo Borges. **Variedades de Romã (Punica Granatum L.) Comercializadas na CEAGESP**. Disponível em: <http://www.hortibrasil.org.br/roma>. Acesso em: 01 Jul. 2014.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Dossiê Antioxidantes. **Revista FI.com**, vol.1,nº6, 2009 p. 16-30.

FRAGA, Alana. Os Belos dotes da Wonderful. **Globo Rural**. Disponível em :<http://www.revistagloborural.globo.com/revista>. Acesso em 25 Jun.2014.

JARDINI, Fernanda Archilla. “**Atividade dos compostos fenólicos antioxidantes da romã (Punica Granatum L.) – avaliação *in vivo* e em cultura de células**”. 2010.115p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

JARDINI, Fernanda Archilla; FILHO, Jorge Mancini. Avaliação da Atividade em diferentes extratos da polpa e sementes da romã (Punica Granatum L.). **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, vol. 43, nº1, 2007. 137-147.

JARDINI, Fernanda Archilli; LIMA, Alessandro; MENDONÇA, Rita Maria Zucatelli; PINTO, Ricardo José; MANCINI, Dalva Assunção Portari; MANCINI –FILHO, Jorge. Compostos FENÓLICOS da Polpa e Sementes de Romã (Punica Granatum L.): Atividade Antioxidante E Protetora Em células MDCK. **Revista Nutrição**, vol.21, nº4, 2010. P.509-517.

JUNIOR, Wilmo Ernesto Francisco; DOCHI, Roberto Seiji. Um experimento simples envolvendo Óxido-redução e diferença de pressão com materiais do dia-a-dia. **Química Nova na Escola**, nº23, maio, 2006, p. 49-51.

KUSKOSKI; Eugenia Marta, ASUERO; Agustín García, MORALES; Maria Teresa, FETT;Roseane. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Revista Ciência Rural**, vol.36, nº 4, 2006.p.1283-1287.

LIMA, Érica Rossana Passos de Oliveira; MOITA, Filomena Maria Gonçalves da Silva Cordeiro. **A Tecnologia e o Ensino de Química: Jogos Digitais Como Interface Metodológica**. In: SCIELO BOOKS, 2011, Campina Grande. Brasil. Resumo: Campina Grande, EDUEPB, 2011.

MANENTE, Francine Alessandra; MELLO, Lucas Rosolen de A.; KHALIL, Omar Arafat Kdusdsi; CARVALHO, Cláudio Teodoro; BANNACH, Gibert; VELLOSA, José Carlos Rebuglio. Efeito da Complexação de Metais aos Antiinflamatórios na Ação Contra agentes Oxidativos e Radicais Livres: Ação dos Cetoprofeno. **Revista Eclética Química**, vol. 36, nº2,2011.p.107-127.

MORAES, Ana Carolina de França. **Efeitos Benéficos dos Alimentos Funcionais nas Dislipidemias e na Aterosclerose**. Disponível em: <http://www.acnutricional.blogspot.com.br>. Acesso em 30 Mai. 2014

MORAES, Fernanda P.; COLLA, Luciane M. Alimentos Funcionais e Nutraceuticos: Definições; Legislação e Benefícios á Saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, vol.3,nº2,2006. p. 99-112.

Moreira, Emília Addison Machado; Shami, Najua Juma Ismail Esh, **Licopeno como agente antioxidante**, Revista Nutrição, vol. 17 nº 2, Campinas, 2004. Disponível em : < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-52732004000200009&lng=pt&nrm=iso&tIng=pt . Acesso em 23 Jun. 2014.

NASCIMENTO, Kamila de Oliveira do; BATISTA, Elga; SILVA, Andrea dos Anjos; REIS, Isabela Pereira; PIRES, Tatiana; BARBOSA, Maria Ivone M. J. **VI Congresso Latino Americano de Higienistas de Alimentos**. Gramado: Vigilância de Zoonoses, 2013.Res.1640.

OLIVEIRA; Adolfo Marcito Campos de. **Caracterização química, Avaliação da Atividade Antioxidante In Vitro e Atividade antifúngica de Pimentas do Gênero Capsicum spp**. 2011.81p. Tese (Mestrado) – Departamento de Nutrição - Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina, 2011.

PAZ, Gizeuda de Lavour da; PACHECO, Hilana de Farias. Dificuldades no Ensino-Aprendizagem de Química no Ensino Médio em Algumas Escolas Públicas da Região Sudeste de Teresina. In: **Bolsa de Iniciação Científica**. Universidade Estadual do Piauí, Teresina, 2008, 14p.

PINTO, Ângelo C.; CORRÊA, Marilza B. **Romã; da antiguidade ao Uso Atual na Medicina Popular**. Universidade Federal do rio de Janeiro (UFRJ). Disponível em: <<http://www.s bq.org.br/filiais/produtosnaturais>. Acesso em: 15 Jun.2014.

QUEIROZ, Carla Regina Amorim dos Anjos; MORAIS, Sérgio Antônio Lemos de; NASCIMENTO, Evandro Afonso do. CARACTERIZAÇÃO DOS TANINOS DA AROEIRA-PRETA (*Myracrodruon urundeuva*). **Revista Árvore**, vol.26, nº 4, 2002.p.485-492.

RAMALHO, Valéri Cristina; JORGE, Neusa. Antioxidantes Utilizados em Óleos, Gorduras e Alimentos Gordurosos. **Química Nova**, vol 29, nº 4, p.755-760.

SANCHEZ, Ángel Calin; BORRACHINA, Ángel A. Carbonell. **Punicalagina antioxidante do sumo de romã e o extrato de romã, na alimentação funcional do futuro**. In Natural Antioxidant Granatum, Universidade Miguel Hernández, 2014, 81 p.

SANTIAGO, Manuela Cristina P.de A.; GODOY, Ronoel de Oliveira; NOGUEIRA, Regina I.; GOUVÊA, Cristina M. S.; FREITAS, Suely Pereira. **III Simpósio Brasileiro de Pós-colheita**. Guaratiba: EMBRAPA, 2011. Res.322.

SANTOS, Edithe Helena de Brito; BATISTA, Fabiana Pacheco Reis; PEREIRA, Laila Matos; CAMPOS, Larissa Martins Araújo; CASTRO, Mayara da Silva; AZEVEDO, Luciana Cavalcanti de. Composição Físico-Química dos Frutos da Romã (*Punica Granatum L.*) In: Coordenação de Tecnologia em Alimentos, nº1, 2010. Petrolina, Brasil. **Resumo**. Petrolina, 2010. Res.7.

SARTORI; CAROLINE JUNQUEIRA. AVALIAÇÃO DOS TEORES DE COMPOSTOS FENÓLICOS NAS CASCAS DE *Anadenanthera peregrina* ANGICO-VERMELHO Universidade Federal de Lavras (UFLA). Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/handle/1/992>. Acesso em: 20/Nov.2014.

SCHWAHN, Maria Cristina Aguirre; OAIGEN, Edson Roberto. Objetivos para o Uso da Experimentação no Ensino de Química: A visão de um Grupo de Licenciadores. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIA, 7, 2000, Florianópolis. Brasil. **Resumo**. Florianópolis: ENPEC, 2000, 7.

SCHNEIDER, Cláudia Dornelles; OLIVEIRA, Alvaro Reischak. Radicais livres de oxigênio e exercício: mecanismos de formação e adaptação ao treino físico. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, vol.10, nº 4, 2004.p.308-313.

SEVERIANO, Luana. Propriedades antioxidantes da romã podem retardar o envelhecimento. Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Disponível em:<<http://www.ufrj.br/mostraNoticia.php>>. Acesso em: 20 Jul.2014.

SILVA, Manuel Luciano da. A História da Romã. Disponível em :<http://www.dightonrock.com/ahistoriadasromas.htm>. Acesso em :15 Jun.2014.

SILVA, Marília Lordêlo Cardoso; COSTA, Renata Silva; SANTANA, Andréa dos Santos; KOBLITZ, Maria Gabriela Bello. Compostos fenólicos, carotenoide e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Revista Semina Ciências Agrárias**, vol.31, nº 3, 2010. p. 669-682.

SOARES, Sergio Eduardo. Ácidos Fenólicos como antioxidantes. **Revista Nutrição**, vol. 15, nº1, 2002. p. 71-81.

SUPER FRUTRAS. **Revista Frutas e Derivados**. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/x_files/revista10.pdf>.

UTLANTICA. A Romã. Disponível em: <<http://www.uatlantica.pt>>. Acesso em 02 jun. 2014.

VARGAS, Paola Nunes; HOELZEL, Solange Cristina; ROSA, Claudia Severo. Determinação do Teor de Polifenóis Totais e Atividade Antioxidante em Sucos de Uva Comerciais. **Revista Alim. Nutr.**, vol. 19, nº 1, Jan./Mar. 2008, p. 11 – 15.

VIEIRA; Luanne Morais, SOUSA; Mariana Séfora Bezerra, FILHO; Jorge Mancini, DE LIMA; Alessandro. FENÓLICOS TOTAIS E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE IN VITRO DE POLPAS DE FRUTOS TROPICAIS. **Rev. Bras. Frutic**, vol.33, nº 3, Set-2011.p.888-897.

VIZZOTTO, Márcia; KROLOW, Ana Cristina; TEIXEIRA, Fernanda Cardoso. Alimentos Funcionais: Conceitos básicos. In: EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, nº1,2010.Pelotas, Brasil. **Resumo**. Pelotas, 2010. Res. 20.

VOLP, Ana Carolina Pinheiro; RENHE, Isis Rodrigues Toledo; BARRA, Kiriaque; STRINGUETA, Paulo César. Flavonoide Antocianinas: Características e Propriedades na Nutrição e Saúde. **Revista Nutrição Clínica** vol.23, nº 2, 2008 p. 141-149.