



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

JESSICA CAROLINE TOLEDO OLIVEIRA

**EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DA QUERCETINA EM CEBOLA  
ROXA (*Allium cepa*)**

**Assis/SP  
2016**



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

JESSICA CAROLINE TOLEDO OLIVEIRA

## EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DA QUERCETINA EM CEBOLA ROXA (*Allium cepa*)

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):** Jessica Caroline Toledo de Oliveira

**Orientador(a):** Flavia Marquezini

Assis  
2016

FICHA CATALOGRÁFICA

OLIVEIRA. T, Jessica Caroline.

**Extração e quantificação da quercetina em cebola roxa (*Allium cepa*)** / Jessica Caroline Toledo de Oliveira. Fundação Educacional do Município de Assis –FEMA – Assis, 2016.

52 p.

1. Quercetina. 2. Cebola Roxa.

CDD: 660  
Biblioteca da FEMA

# EXTRAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DA QUERCETINA EM CEBOLA ROXA (*Allium cepa*)

JESSICA CAROLINE TOLEDO OLIVEIRA

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:** \_\_\_\_\_  
Flavia Marquezini

**Examinador:** \_\_\_\_\_  
Elaine Amorim Soares

Assis/SP  
2016

## DEDICATORIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus e também a mulher que é minha fonte de inspiração e que me apoia em todos os momentos da minha vida minha mamy querida Marcia

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço a Deus, pois sem sua força não teria concluído mais esta etapa em minha vida. Agradeço também pelo que aprendi, pelos dias difíceis que foram muitos, mas que me tornaram mais forte e segura de que o senhor estava ao meu lado o tempo todo.

Agradeço também a minha família em especial a minha mãe, minha irmã, meus avós e minhas cachorrinhas que me deram tanto amor e compreensão e mesmo quando nada fazia sentido eles estavam junto a mim para mostrar o caminho.

Agradeço a minha amiga irmã Angélica que sonhou este sonho antes mesmo de eu sonhar e que esteve comigo sempre me apoiando, e mesmo de longe está presente.

Agradeço aos melhores amigos do MUNDO Marcelo, Elisângela, Ana Carolina, Elisabete, Veronica, Lucia Helena, que sempre me apoiaram me deram força nos momentos difíceis e vibraram nos momentos alegres, sem vocês minha vida não seria a mesma.

Agradeço as minhas marmotas Sabrina, Jessica, Thais, Anna que foram fundamentais ao longo desses anos de aprendizagem, agradeço também as minhas amigas Fabiane, Ane e Mayara que tornaram este ano ainda mais especial, obrigada por suas amizades e companheirismo.

Agradeço a minha orientadora querida Flávia que me deu a honra de poder ser sua orientanda e disfrutar do seu melhor tanto em nível de conhecimento, quanto em nível pessoal, agradeço por sua paciência infinita com as minhas brincadeiras, e por ter sido a melhor orientadora que alguém poderia ter tido, e por me proporcionar hoje esse sentimento de realização e sucesso.

Agradeço a FEMA (todos os profissionais envolvidos) e a todos os professores e em especial a professora Mary por toda a dedicação e empenho em nos fazer profissionais capacitados e comprometidos, mas, sobretudo por nos dar

exemplos de pessoas maravilhosas, vocês estarão marcados para sempre no meu coração.

Agradeço ao meu amigo Raphael por ter me auxiliado quando tudo parecia perdido, sem sua ideia para o meu tema eu não estaria realizando este trabalho.

Agradeço a professora / amiga Patrícia que gentilmente me auxiliou na pesquisa para minha aplicação do ensino médio, e que tem sido uma grande amiga ao longo desses quatro anos.

Agradeço aos meus amigos Jesse, Suelen, Marcos, Ana Lucia, Milena, Jhade, Fernando, Adriane, que são sem dúvida as pessoas que mais me fazem sorrir, com suas loucuras, a colônia que eu amo.

Agradeço aos meus colegas/amigos de trabalho Karina, Hugo, Lucas, Marcelo, que tem me apoiado, e me ensinado a ser forte (mesmo sabendo que eu sou bastante fracote), agradeço aos meus chefes queridos Rafael e Gabriel pela paciência nos meus dias de estresse. Vocês tornaram este ano o mais incrível de todos.

Ninguém caminha sozinho, por isso nem todas as palavras do mundo podem descrever o quanto todos vocês foram, são, e continuaram sendo importantes na minha vida, do fundo do meu coração o meu mais sincero Obrigada!!!

“Objetivo sem meta é sonho, seja o melhor do mundo no que fizer”. (Marcelo Caetano)



## RESUMO

Atualmente compostos fenólicos, nas formas de ácidos fenólicos, que são derivados flavonoides, vêm ganhando destaque, pois podem ajudar na prevenção de doenças. Oriundos de produtos naturais, estes flavonoides, apresentam propriedades antioxidantes que ao se interagir com radicais livres, protege a célula contra danos oxidativos. Um dos principais flavonoides encontrados nos alimentos é a quercetina, presente na dieta humana, sendo responsável por cerca 30% flavonoides consumidos, podendo apresentar porcentagem ainda maior chegando a 95%, já que esta vem sendo detectada em muitas frutas e hortaliças em diferentes concentrações, sendo a cebola a hortaliça que possui maior concentração. Este trabalho tem como objetivo extrair e quantificar a quercetina da cebola roxa. Para a quantificação de quercetina as análises foram feitas em triplicata, sendo que as amostras foram diluídas 1:10 com etanol 80%, após o período de 24 horas, foram realizadas as leituras em espectrofotômetro no comprimento de onda de 362nm. Após isso, foi construída uma curva de calibração (0 a 30  $\mu\text{g mL}^{-1}$ ). As análises realizadas em agosto e em setembro de 2016 apresentaram respectivamente, 87,1  $\mu\text{g/g}$  e 130,9  $\mu\text{g/g}$  de cebola, sendo que esta diferença pode ser explicados devido ao clima desses meses.

**Palavras-chave:** cebola roxa, flavonoides, quercetina

## ABSTRACT

Currently phenolic compounds, in the forms of phenolic acids, which are derived flavonoids, are gaining prominence because they can help in prevent diseases. From natural products, these flavonoids have antioxidant properties and when interacting with free radicals, protects cells from oxidative damage. One of the main flavonoids found in food is quercetin, present in the human diet and, according studies, being responsible for about 30% consumed flavonoid However according quercetin has even higher percentage getting greater than 95%, as this have been detected in many fruits and vegetables in different concentrations, being onion the vegetable that has the highest concentration. This work aims to extract and quantify quercetin the analyzes were performed in triplicate, and samples were diluted 1:10 with 80% ethanol, after the 24 hours readings were performed in a spectrophotometer at a wavelength of 362nm n. For quantification of quercetin in the samples, a calibration curve was constructed (0 to 30  $\mu\text{g ml}^{-1}$ ) for spectrophotometric reading, presented a quercetin concentration of 87,1  $\mu\text{g/g}$  and 130,9  $\mu\text{g/g}$ , in analysis made in August and September 2016 respectively. This difference can be explained with the weather variation of this months.

**Keywords:** flavonoids, being onion, quercetin

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura da cebola .....	20
Figura 2 - Esqueleto de flavonoides .....	25
Figura 3 - Estrutura base dos flavonoides .....	26
Figura 4 - Estrutura química da quercetina .....	27
Figura 5 - Estrutura química da quercetina (A) e da quercetina 4'-b-DGlucosídeo.....	28
Figura 6 - Funções orgânicas presentes nos medicamentos. ....	34
Figura 7 - Cebola descascada e fatiada.....	39
Figura 8 - Cebola triturada.....	40
Figura 9 - Cebola moída.....	40
Figura 10 - Solução filtrada .....	41
Figura 11 - Curva padrão da quercetina.....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Teores de flavonoides e flavonas em alimentos brasileiros. ....	19
Tabela 2 - Composição química da cebola. ....	21
Tabela 3 - Parte Experimental .....	35
Tabela 4 - Absorbância média da quercetina na cebola .....	41
Tabela 5 – Concentração x Absorbância .....	42

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2. ALIMENTOS FUNCIONAIS E COMPOSTOS BIOATIVOS</b> .....	17
<b>3. CEBOLA</b> .....	18
3.1 CARACTERÍSTICAS .....	19
3.2 PRODUÇÃO E CONSUMO .....	21
<b>4. COMPOSTOS FENÓLICOS</b> .....	23
4.1 FLAVONOIDES .....	24
<b>4.1.1 Biossíntese dos flavonoides</b> .....	<b>25</b>
<b>5. QUERCETINA</b> .....	27
5.1 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS .....	27
5.2 APLICAÇÕES .....	29
<b>6. ENSINO MÉDIO</b> .....	30
6.1. QUÍMICA PARA O ENSINO MÉDIO .....	30
<b>6.1.1 Dificuldades do ensino da química</b> .....	<b>31</b>
6.2 FUNÇÕES ORGANICAS .....	32
<b>7. METODOLOGIA</b> .....	36
7.1 MATERIAIS.....	36
<b>7.1.1 Cebola</b> .....	<b>36</b>
<b>7.1.2 Vidrarias</b> .....	<b>36</b>
<b>7.1.2 Reagentes</b> .....	<b>36</b>
<b>7.1.3 Equipamentos</b> .....	<b>36</b>

7.2 MÉTODOS.....	37
7.2.1 Extração da quercetina .....	37
7.2.2. Construção da curva de calibração .....	37
7.2.2 Leitura das Amostras .....	38
<b>8. RESULTADOS .....</b>	<b>39</b>
8.1 PROCESSO DE EXTRAÇÃO .....	39
8.2 DETERMINAÇÃO DA QUERCETINA .....	41
<b>9. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>45</b>
REFERÊNCIAS.....	46

## 1. INTRODUÇÃO

Muitas são as descobertas de compostos capazes de atuar no organismo humano como defensores ou inibidores de algumas doenças como câncer, doenças cardiovasculares, funções renais, sendo os flavonoides um dos mais importantes. Estudos envolvendo os mesmos iniciaram em meados de 1930 e desde então vem crescendo e ganhando cada vez mais destaque, devido as suas várias ações terapêuticas já vista (PELZER et al., 1998).

Oriundos de produtos naturais, os flavonoides, apresentam propriedades antioxidantes que ao se interagir com radicais livres, protege a célula contra danos oxidativos. Também são descritos como antineoplástico, antialérgico, mutagênico e demonstram atividade na permeabilidade capilar (ALIMENTOS FUNCIONAIS, 2015).

Os compostos fenólicos estão amplamente distribuídos no reino vegetal, sendo um dos principais produtos a cebola que se divide em dois grupos: as antocianinas que são as responsáveis pela coloração vermelha de alguns cultivares e os flavonoides que são os responsáveis pelas escamas amarelas e marrons da maioria dos cultivares, e ainda estão divididos em: quercetina e campferol ( COSTA et.al., 2008).

Um dos principais flavonoides encontrados nos alimentos é a quercetina, presente na dieta humana, segundo estudos, sendo responsável por cerca 30% flavonoides consumidos (ALIMENTOS FUNCIONAIS, 2015), porém Behling e colaboradores (2004) mostraram em seus estudos que o consumo da quercetina tem porcentagem ainda maior chegando a 95%, já que esta vem sendo detectada em muitas frutas e hortaliças em diferentes concentrações.

A cebola, um dos vegetais mais difundidos no mundo na forma de hortaliça condimentar contém altos teores de flavonoides, é cultivada desde os tempos remotos, sendo os primeiros relatos na Índia e na China (KASSAB, 1994). Seu cultivo no Brasil foi iniciado pelos portugueses no litoral do Rio Grande do Sul, onde ainda é bastante tradicional na sua produção. Dados indicam que em média 70% da cebolicultura brasileira sejam provenientes de agricultura familiar, tendo envolvidas cerca de 60.000 famílias, principalmente nas regiões Sul e Nordeste (IBGE 2009).

As plantas do gênero *Allium* apresentam atividade antioxidante, contudo para que possa haver boa eficácia da ação dos componentes bioativos, são necessários saber sua concentração no alimento e sua estrutura química. A cebola e seus diferentes extratos vêm demonstrando propriedades antioxidantes em diferentes modelos in vitro (QUERCETINA, 2010).

Atualmente compostos fenólicos, nas formas de ácidos fenólicos, que são derivados flavonoides, vêm ganhando destaque, pois podem ajudar na prevenção de doenças. A procura por estes produtos naturais que ajudam na prevenção e no combate a doenças merece destaque, principalmente como advento de cepas multirresistente e antibióticos (ROBERTS, 2002). Portanto, a utilização de produtos naturais associada ao tratamento preventivo poderia ajudar na prevenção e redução de doenças que afetam a população.

O objetivo deste trabalho é extrair e quantificar a quercetina da cebola roxa.



## 2. ALIMENTOS FUNCIONAIS E COMPOSTOS BIOATIVOS

Pesquisas nos últimos anos sobre alimentos funcionais vêm sendo estudadas e discutidas em âmbito nacional e internacional, devido à diversidade de compostos bioativos e suas aplicações terapêuticas e tem aumentado cada vez mais a busca inesgotável sobre suas propriedades fisiológicas ou funcionais. Também vale ressaltar que do ponto de vista socioeconômico, estes compostos podem ser encontrados em alimentos naturais como frutas e hortaliças tendo assim o seu valor econômico reduzido. (ALIMENTOS FUNCIONAIS, 2015)

Hoje alguns compostos químicos que desempenham uma potente atividade biológica, comprovada por vários pesquisadores, são chamados de compostos bioativos ou, também podem as ser chamados de fitoquímicos e podem exercer diversos papéis, beneficiando a saúde humana (HORST, LAJOLO, 2013). Através do estudo desses compostos, inspirou o conceito de alimentos funcionais (BARRETO, 2011).

Estes alimentos podem ser considerados funcionais se forem demonstrado que pode afetar uma ou mais funções alvo no corpo de forma benéfica, sendo também necessário que seja relevante tanto na saúde, quanto no bem-estar e que também ajudem na redução do risco de uma doença (MORAES; COLLA, 2006).

São alimentos funcionais todos os alimentos ou bebidas que, consumidos diariamente, trazem benefícios fisiológicos específicos, graças a presença de ingredientes fisiologicamente saudáveis. Aumenta a cada ano o interesse de compostos bioativos presentes nos alimentos. (BARRETO, 2011)

De acordo com Horst & Lajolo, (2013), estudos epidemiológicos, que abordam principalmente uma dieta rica em alimentos de origem vegetal, apresentam resultados interessantes, sugerindo que esses alimentos são capazes de influenciar na redução do risco do desenvolvimento de doenças crônicas como cardiovasculares, cânceres, distúrbios metabólicos, doenças neurodegenerativas e enfermidades inflamatórias.

### 3. CEBOLA

Sendo uma das plantas cultivadas mais difundidas no mundo, a cebola *Allium cepa* L é a segunda hortaliça mais importante em caráter econômico com valores de produção estimados em US\$ 6 bilhões anuais. Sua produção aumentou cerca de 25% na última década, tornando-se assim uma das três hortaliças mais importantes junto com o tomate e a batata.(RECART, 2008)

Vem sendo cultivada desde os tempos remotos, tendo seus primeiros relatos na Índia e na China (KASSAB,1994), no Brasil seu cultivo foi iniciado pelos portugueses no litoral do Rio Grande do Sul, onde ainda é tradicional o seu cultivo na produção (RECART, 2008). Segundo o IBGE (2009) 70% da cebolicultura brasileira é proveniente da agricultura familiar sendo cerca de 60.000 mil famílias, onde as regiões sul e Nordeste se destacam.

Segundo estudos sobre os benefícios da cebola para a saúde humana, Houbert e seus colaboradores, avaliaram 20 diferentes tipos de hortaliças e verificaram que a cebola, couve e a rúcula são as principais fontes de flavonoides, que são importantes auxiliares na prevenção do câncer dentre outras doenças, sendo a cebola rica em quercetina em quanto que couve e rúcula apresentaram altos teores de Kaempferol. A tabela 1 mostra algumas hortaliças ricas em flavonoides.

Fonte	N	Concentração (µg/g parte comestível)					Ref.
		Quercetina	Kaempferol	Miricetina	Apigenina	Luteolina	
Alface roxa	2	412	nd	nd	nd	60	2
Almeirão	2	144	74	nd	23	nd-78	2
Cebola branca	2	519	nd	nd	nd	nd	2
Cebola branca	5	323	nd	nd	nd	nd	39
Cebola, desidratada (3 marcas)	15	nd-1250	nd	nd	nd	nd	39
Cebola roxa	2	660	nd	nd	nd	nd	2
Cebola roxa inverno	5	390	nd	nd	nd	nd	39
verão	5	423	nd	nd	nd	nd	
Couve inverno	5	256	333	nd	nd	nd	39
verão	5	399	339	nd	nd	nd	
Espinafre inverno	5	53	145	nd	nd	nd	39
verão	5	62	170	nd	nd	nd	
Pimentão amarelo	2	14	nd	nd	nd	10	2
Pimentão verde	2	30	nd	nd	nd	16	2
Pimentão vermelho	2	8	nd	nd	nd	6	2
Rúcula (arugula)	2	nd-139	724	nd	nd	nd	2
Rúcula inverno	5	137	501	nd	nd	nd	39
verão	5	143	402	nd	nd	nd	
Salsa inverno	5	nd	nd	nd	1521	nd	39
verão	5	nd	nd	nd	1636	nd	
Salsa desidratada (4 marcas)	20	nd	nd	nd	nd	22528	39
Tomate de salada	1	5	nd	nd	nd	nd	2
Caqui Cv. Momotaro	1	13	nd	nd	nd	nd	
“cherry”	1	42	nd	nd	nd	nd	

N = número de lotes analisados individualmente; nd = não detectado, na = não analisado; tr = traços. Para chás, a concentração foi na base da folha seca.

**Tabela 1** – Teores de flavonoides e flavonas em alimentos brasileiros. (In: HOUBER et al. 2008)

### 3.1 CARACTERÍSTICAS

A cebola (figura 1) é uma planta subterrânea, sendo formada por um bulbo de caule cônico que se desenvolve pouco, é maciço e envolto por folhas modificadas onde se apresentam como túnicas superpostas, suas raízes partem da porção inferior do caule presente na sua parte subterrânea (RE CART, 2008).



**Figura 1** - Estrutura da cebola (In: RECAPT, 2008)

É constituída basicamente por carboidratos contendo a presença em pequenas quantidades de proteínas, vitamina C e ácidos orgânicos, contudo o maior destaque mesmo dentre seus constituintes é a água, ocupando 90% da sua composição (COSTA et. al., 2008). A tabela 2 traz a composição nutricional da cebola madura.

Composição bulbo maduro <i>in natura</i> (100 g de porção comestível)	
Valor energético (Kcal)	45
Umidade (%)	85 – 90,5
Carboidratos (%)	6,5 – 11,5
Lípidios (%)	0,1 – 0,2
Compostos nitrogenados (g)	1,5 – 2,0
Fibras (g)	0,5 – 0,6
Cinzas (g)	0,4 – 0,6
Ca (mg)	30
P (mg)	40
Fe (mg)	1,0
Tiamina (mg)	0,04
Riboflavina (mg)	0,03
Niacina (mg)	0,3
Ac. Ascórbico (mg)	10
Ac. Málico (mg)	170
Ac. Cítrico (mg)	20

**Tabela 2** - Composição química da cebola (In: COSTA et. al., 2008).

Suas características químicas e também suas características sensoriais de cor, aroma e sabor, dependem do cultivar, das condições e do cultivo no solo (COSTA et. al., 2008).

### 3.2 PRODUÇÃO E CONSUMO

Consumida por quase todos os povos do planeta, o valor sócio-econômico da cebola é imensurável, já que é consumida por povos de diferentes etnias e culturas e ainda é importante por ser de mão-de-obra familiar (EMATER, 2007).

No Brasil seu consumo por habitante é considerado baixo, contudo segundo pesquisas, o consumo vem crescendo, sendo um dos motivos o fato de a cebola estar presente na alimentação em forma de condimento (REZENDE, 2007).

Ocupando o terceiro lugar em importância econômica no Brasil, tem seus maiores produtores a região Sul e Nordeste respectivamente (COSTA et. al., 2008). A produção da cebola ainda é feita pelo sistema convencional, proporcionando uma maior instabilidade de produtividade, produzindo assim condições instáveis para os cultivares. (COSTA et. al., 2008). Por outro lado à preocupação com meio ambiente e também por uma qualidade de vida maior, tem-se buscado a agricultura alternativa, sendo a agricultura orgânica uma excelente opção (TREVELLATO & FREITAS, 2003).

Segundo Vidal et al., (2010) o cultivo orgânico da cebola ainda não é uma realidade, mas poderá vir a ser desde que o solo possa dispor de todo material orgânico, para fornecer nutrientes para o crescimento das plantas, e sobretudo se os cultivares obtiverem uma boa adaptação a esse tipo de cultivo.

## 4. COMPOSTOS FENÓLICOS

Estudos realizados nos últimos anos vêm mostrando que compostos fenólicos podem proteger contra inúmeras doenças degenerativas. Contudo o que vem chamando atenção são suas propriedades antioxidantes e seu papel inibitório na proliferação de células cancerígenas em cultura. Os compostos fenólicos, como os flavonoides, ganharam destaque ao provar sua ação antioxidante e quelante no combate a ação de radicais livres (MALLMANN, 2011).

Por definição, antioxidante é uma substância sintética ou natural, com capacidade de prevenir ou retardar a deterioração de alimentos, causados pela ação do oxigênio (GONÇALVES, 2008).

Na década de 80, os antioxidantes sintéticos eram muito utilizados na prevenção da oxidação em alimentos, porém, a partir de estudos voltados a extração de antioxidantes de fontes naturais, sua utilização decaiu significativamente, uma vez que foram detectados sequelas no organismo, quando utilizados em doses elevadas (ACHKAR et. al., 2013).

Tais substâncias podem ser classificadas como primários, sinergistas, removedores de oxigênio, biológicos, agentes quelantes e antioxidante misto. Os primários são os compostos fenólicos, responsáveis pela remoção ou inativação dos radicais livres provenientes da iniciação ou propagação da reação através da doação de átomos de hidrogênio a estas moléculas (MESSIAS, 2009).

Os compostos fenólicos possuem grande estabilidade, devido à ressonância do anel aromático presente em sua estrutura, além de carregarem grupos benzênicos com no mínimo um grupamento hidroxila, substituído um de seus hidrogênios. (SOARES et. al., 2008).

Um dos mais importantes componentes do agrupamento fenólico são os flavonoides, que foram descobertos em 1530, através da extração da citrina, presente na casca do limão. Eles podem ser definidos como uma classe secundária do metabólito das plantas, proveniente da condensação de uma molécula de ácido cinâmico com três grupos malonil-CoA. São ainda, caracterizados como pigmentos naturais

encontrados em plantas, como as folhas de chá, que desempenham uma função fundamental na proteção contra os agentes oxidantes (WANKENNE, 2000).

Atualmente, existem aproximadamente quatro mil substâncias caracterizadas como flavonóides. Sua diversidade, se dá pela facilidade de mudança em sua estrutura, tais como: hidroxilação, metilação, acilação, glicosilação, entre outras (KOES; QUATTROCCHIO; MOL, 1994).

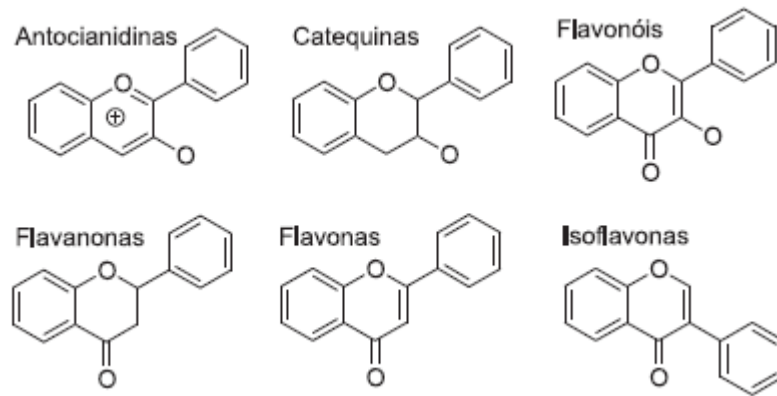
Os flavonoides encontrados no chá atuam como antioxidantes, levando a diminuição da oxidação de proteínas de baixa densidade presentes no organismo humano, sequestrando espécies reativas do oxigênio, levando a diminuição dos danos causados aos lipídios presentes nas membranas, proteínas e ácidos nucleicos, prevenindo assim doenças crônicas, como a diabetes (SILVIA; OLIVEIRA; NAGEM, 2010).

#### 4.1 FLAVONOIDES

Sendo um dos grupos fenólicos mais importantes entre os produtos do reino vegetal, os flavonoides, são compostos naturais, sendo descritos mais de 6000 onde se diferem pela estrutura química e pelas suas características particulares (COUTINHO, MUZITANO, COSTA, 2009).

São divididos em seis classes: as antocianinas, catequinas, flavonóis, flavonas, flavononas e isoflavonas. (NASCIMENTO; FREITAS, 2011; KONZEN, 2011). A figura 1 demonstra a os esqueletos básicos dessas subclasses (COUTINHO, MUZITANO, COSTA, 2009).





**Figura 2** - Esqueleto de flavonoides (In: COUTINHO, MUZITANO, COSTA, 2009).

O interesse econômico dos flavonoides é decorrente de uma série de propriedades farmacológicas que atuam sobre sistemas biológicos, onde muitas dessas propriedades trazem benefícios à saúde humana (LOPES et al., 2000).

#### 4.1.1 Biossíntese dos flavonoides

São definidos quimicamente como substâncias compostas por um núcleo, o qual é constituído por três anéis fenólicos (TAPAS; SAKARKAR; KAKDE, 2008). O primeiro anel benzeno (Anel A) é condensado com o sexto carbono do terceiro anel (Anel C), que na posição 2 carrega um grupo fenil como substituinte (Anel B) (BEECHER, 2003). Devido ao fato deste terceiro anel apresentar-se na forma de um anel pirona é responsável pela formação da maioria das diferentes classes destes compostos, recebendo a denominação de núcleo 4 – oxo – flavonoide (SANDHAR et al., 2011). A figura 2 mostra a estrutura primária dos flavonoides.

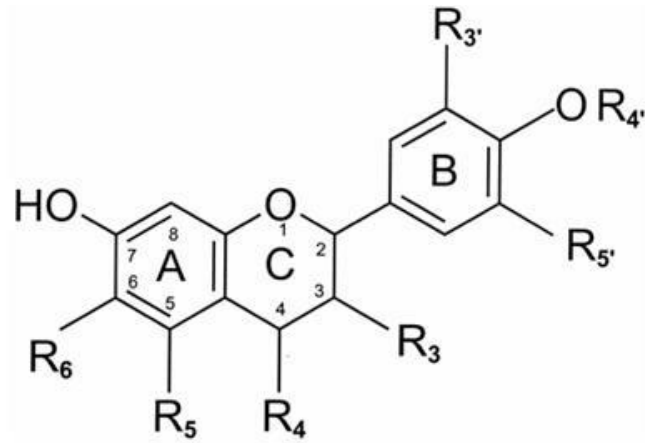


Figura 3 - Estrutura base dos flavonoides (In: Beecher, 2003).

Apesar de não ocorrer síntese em seres humanos, apresentam uma série de propriedades farmacológicas, sendo assim permitido atuar em sistemas biológicos onde ajuda na saúde humana (PETERSON et al.,1998). Todas as classes de flavonoides podem ser isoladas por diferentes técnicas cromatográficas (cromatografia em coluna aberta, cromatografia líquida de alta eficiência, e cromatografia fina de alta eficiência) e identificados por espectrofotometria de massa e ressonância magnética nuclear (BEECHER, 2003).

## 5. QUERCETINA

Sendo um antioxidante polifenólico natural presente nos vegetais, frutas e sucos, a quercetina pode ser encontrada em maçãs, cebolas, chá e vinho tinto, sendo a cebola uma das mais ricas fontes deste flavonoide. Apresentam-se sob a forma de um pó de coloração amarelo-ouro, foi isolada em 1936 por Sgen-Gyorgyi (SMITH, 2000), por ser um poderoso antioxidante e antiradical livre, diversos estudos vem sendo feitos, mostrando assim sua eficiência em benefícios no organismo em diversas áreas (COSTA, 2010). A figura 4 mostra a estrutura química da quercetina.

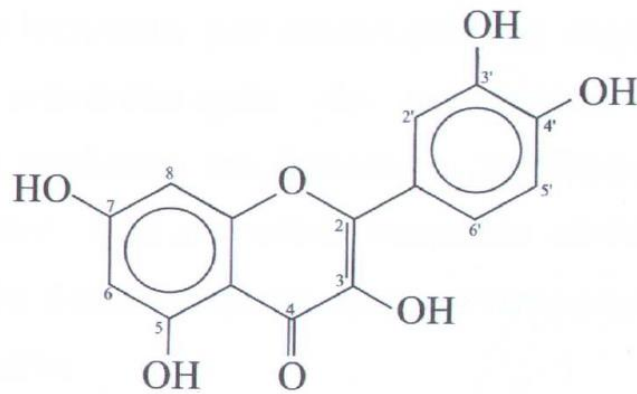


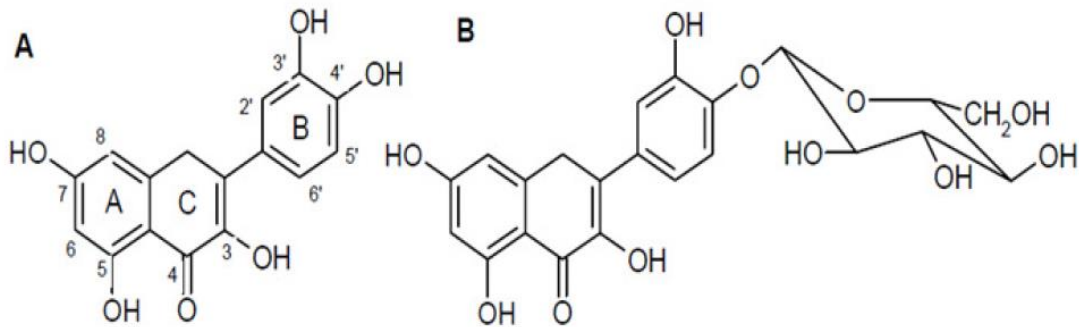
Figura 4 - Estrutura química da Quercetina (In: DIAS, 2005).

### 5.1 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Quimicamente a quercetina apresenta-se com fórmula molecular  $C_{15}H_{10}O_7$  sendo seu peso molecular de 302,24 g/mol em quanto que na sua forma anidra apresenta peso molecular de 338, 27 g/mol, tornando-se anidra na faixa de temperatura de 93 á 97°C e decompondo-se em 314°C, quanto à solubilidade, é praticamente insolúvel em água, sendo mais solúvel em etanol e metanol (BUDAVARI, 1996).

Sendo a quercetina parte do grupo dos flavonóis, é encontrada principalmente na forma de glicosídeo, e assim como outros flavonoides, apresenta sensibilidade à luz.

Dados mostram ainda que a irradiação em pH 5, 7,5 e 10 a temperatura de 25°C pode influenciar em sua estabilidade (MOMIC et.al, 2007). A figura 5 mostra a quercetina em sua forma glicosilada.



**Figura 5** - Estrutura química da quercetina (A) e da quercetina 4'-b-DGlucosídeo (B) (In: MOMIC, 2007).

De acordo com Sesink (2001) a quercetina é convertida em conjugados metilados no plasma, após sua administração, tanto em ratos quanto em seres humanos, sendo absorvida na microflora intestinal e excretada na bile e urina como glucoronidato e sulfato conjugado em até 48 h.

Os seres humanos absorvem quantidades apreciáveis de quercetina. Para Hollman e colaboradores (1995) a quercetina glicosilada encontrada em cebolas foi mais absorvida do que a sua forma aglicona. Segundo os autores, o transportador da glicose era o responsável pela eficiência do transporte da quercetina glicosilada pelas células epiteliais intestinais. Visto que absorção da quercetina depende da solubilidade do veículo usado na sua administração, visto-a ser insolúvel em água. (SHIMOI, 2003).

## 5.2 APLICAÇÕES

Os flavonoides têm recebido muita atenção nos últimos anos devido aos vários efeitos benéficos observados, dentre eles a quercetina, por ser o principal flavonoide na dieta humana. Devido ao seu efeito antioxidante, tornaram-se importantes compostos dietéticos com promissor potencial terapêutico. Relatos e evidências epidemiológicas sugerem que estes têm efeitos na prevenção e no tratamento de doenças cardiovasculares, câncer e insuficiências renal e hepática. Contudo, ainda conhece-se pouco sobre sua biodisponibilidade, absorção e metabolismo em humanos, pois seu estudo é complexo, tendo assim dados escassos, contudo é recomendado o consumo diário de flavonoides através da ingestão de frutas, vegetais e bebidas rica nestes compostos (BEHLING et. Al., 2004).

### 5.2.1 Atividade Antibacteriana

Com a frequente utilização de antibióticos originou-se o desenvolvimento de resistências a bactérias patogênicas, incluindo *Staphylococcus aureus* resistentes à meticilina (MRSA) e *enterococcus* resistentes à vancomicina (VRE). Devido a esta resistência, o numero de mortes por infecções bacterianas tornaram-se uma das causas mais comuns (Chen *et al.*, 2005; Mukne *et al.*, 2011; Xu & Lee, 2001).

Testes realizados com 38 flavonoides diferentes verificou que são ativos contra *Staphylococcus aureus* resistente á meticilina (MRSA) (Xu & Lee, 2001).

De uma maneira geral, o efeito antibacteriano dos flavonoides também se deve à atribuição de grupos fenólicos hidroxilo, pois apresentam afinidade para as proteínas e, por isso, atuam como inibidores de enzimas bacterianas, assim como interferem nas suas vias de síntese (Li *et al.*, 2012).

De outro modo, a substituição do conjunto de anéis dos flavonoides com grupos prenilo é realizada normalmente com o intuito de aumentar a lipofilicidade e conseqüentemente aumenta a atividade antibacteriana através da interação com as membranas celulares (Mukne *et al.*, 2011).

## 6. ENSINO MÉDIO

O Ensino Médio, de modo geral, sempre foi marcado por leituras de livros sem nenhuma observação nem experiência e baseado em muita teoria, ainda que desde a década de 1930, as sucessivas legislações educacionais tivessem proposto que devesse ser orientado pelos preceitos do método experimental. Em 1978, a Proposta Curricular de Química do Estado de São Paulo faz grande ênfase sobre a necessidade do uso de laboratório por professores da área de ciências exatas, além de ressaltar a importância da compreensão do processo de produção do conhecimento científico e o uso do cotidiano como um dos critérios para seleção dos conteúdos a serem estudados, pois segundo a proposta, a química pode ser um instrumento muito valioso na formação humana, ampliando os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania (CURRICULO DO ESTADO DE SÃO PAULO).

### 6.1. QUÍMICA PARA O ENSINO MÉDIO

Devido ao alto desenvolvimento da industrialização, nas décadas de 60 e 70, a política educacional prioriza para o ensino médio a profissionalização compulsória, em que a finalidade era formar e dirigir processos de produção, visando assim, diminuir a demanda do ensino superior (FELTRE, 2004).

Entretanto, na década de 90 o propósito para o ensino médio foi uma formação mais geral, buscando o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las, a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização (FELTRE, 2004).

Segundo a lei de Diretrizes e bases da Educação Nacional explicita que o Ensino médio é a “etapa final da educação básica” (Art.36) que concorre para a construção de sua identidade. Portanto o ensino Médio é a etapa final de uma educação de

caráter geral, afinada com a contemporaneidade, com a construção de competências básicas, que situem o educando como sujeito produtor de conhecimento e participante do mundo do trabalho, e com o desenvolvimento da pessoa, como “sujeito em situação”.

### **6.1.1 Dificuldades do ensino da química**

Atualmente materiais didáticos apresentam uma alta dose de informações, conteúdos, por conta disso cabe professor o desenvolvimento do conhecimento técnico científico, onde possa se desenvolver cada vez mais habilidades em seus alunos, o que requer, em muitos casos, um trabalho amplo e contextualizado (NUNES & ADORNI, 2010).

No ensino da química em particular, percebe-se que os alunos, muitas vezes, não conseguem aprender, pois não são capazes de associar o conteúdo estudado com seu cotidiano, tornando-se desinteressados pelo tema. Isto indica que este ensino está sendo feito de forma descontextualizada e não interdisciplinar (NUNES e ADORNI, 2010). No entanto, nem sempre o professor está preparado para atuar de forma interdisciplinar, relacionando o conteúdo e a realidade de seus alunos.

Os livros didáticos e são, na maioria das vezes, utilizados como instrumentos educacionais que auxiliam os educadores a organizarem suas ideias, assimilar os conteúdos e proceder à exposição aos alunos, mas cabe também ao professor evitar utilizar apenas deste recurso didático em suas aulas (LOBATO, 2007).

A realização de pesquisa em salas de aula facilita o processo ensino-aprendizagem, envolvendo professor e aluno, auxiliando na formação cidadãos mais críticos, com perfil de científico e podendo assim desenvolver habilidades profissionais. Além disso, vale salientar ainda que as aulas se tornam mais atrativas e divertidas, os alunos não percebem o tempo passar e ainda aprimoram o conhecimento adquirido (LOBATO, 2007).

Portanto há necessidade de falar em educação química, priorizando o processo ensino-aprendizagem de forma contextualizada, ligando o ensino aos acontecimentos do cotidiano do aluno, para que estes possam perceber a importância socioeconômica da química, numa sociedade avançada, no sentido tecnológico (TREVISAN e MARTINS, 2006).

Tendo em vista que nas aulas de química, nem sempre é fácil estabelecer ligações entre a vida cotidiana e os conceitos a serem ministrados, com o propósito desse experimento é auxiliar os professores de química na contextualização de suas aulas, propomos a utilização da temática medicamentos para o ensino do conteúdo de funções orgânicas. Essa temática, além de ser rica conceitualmente, pois permite que o professor trabalhe com moléculas que possuem vários grupos funcionais em sua estrutura, contribui também para a formação cidadã dos alunos.

## 6.2 FUNÇÕES ORGANICAS

Os medicamentos são constituídos de diversas substâncias químicas que apresentam em sua estrutura inúmeras funções orgânicas. Definimos função orgânica como um conjunto de substâncias que possuem sítios reativos com propriedades químicas semelhantes, cada função orgânica apresenta um átomo ou grupo de átomos que caracteriza a função a que o composto pertence, estes são chamados grupos funcionais. A função álcool uma das funções orgânicas mais conhecidas na química, é constituída por uma cadeia carbônica ligada ao grupo hidroxila ( $\text{HO-}$ ), no qual o carbono (C) ligado ao grupo funcional deve ser saturado (BRAIBANTE et al., 2010).

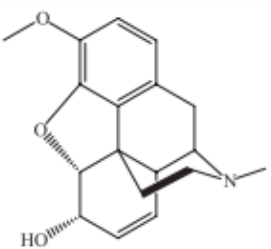
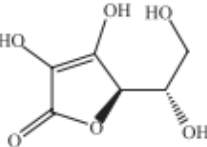
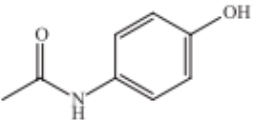
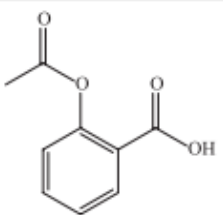
O ácido ascórbico, também conhecido como vitamina C, é uma substância orgânica encontrada principalmente nas frutas cítricas. Em sua estrutura química existem várias funções orgânicas dentre elas o éster, enol e álcool. A identificação do grupo dos alcoóis é feita com o reagente de Jones (solução de ácido crômico e ácido sulfúrico). O teste de Jones baseia-se na oxidação de alcoóis primários e secundários em ácidos carboxílicos e cetonas, respectivamente, formando um precipitado verde de sulfato crômico ( $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ ) (BRAIBANTE et al., 2010). A reação de identificação do grupo funcional álcool está representada na Figura 2, indicando uma das possibilidades de produtos da oxidação.

Os fenóis são compostos derivados dos hidrocarbonetos aromáticos pela substituição de um ou mais átomos de hidrogênio por igual número de hidroxilas (BRAIBANTE et al., 2010). O paracetamol é o princípio ativo encontrado em fármacos com propriedades analgésicas. Na sua fórmula estrutural, encontramos



duas funções orgânicas: amida e fenol. Os fenóis, ao reagirem com cloreto férrico ( $\text{FeCl}_3$ ), formam complexos coloridos, sendo esta uma das reações que identificam esses compostos. A coloração do complexo formado varia do azul ao vermelho, dependendo do solvente. Essa reação pode ocorrer em água, metanol ou diclorometano (VOLLHARDT & SCHORE, 2004).

Os ácidos carboxílicos se caracterizam pela presença do grupo carbóxi ou carboxila, um grupo funcional formado por uma unidade hidroxila ligada ao carbono carboxílico (VOLLHARDT & SCHORE, 2004). O ácido acetil salicílico é o princípio ativo de um grande número de analgésicos que não causam dependência química, sendo o primeiro fármaco de produção industrial sintetizado a partir do conhecimento popular do uso de chá feito por meio de cascas do salgueiro (VIEGAS JR. et al., 2006). Esse ácido é comumente conhecido como aspirina, nome genérico na maioria dos países, mas marca registrada em outros (ATKINS, 2002). Uma das maneiras de identificar os ácidos carboxílicos é mediante a reação com o bicarbonato de sódio. Nessa reação, ocorre a formação de sal, água e o desprendimento de gás carbônico. Esse último permite a visualização da ocorrência da reação. A figura 6 mostra as funções orgânicas presentes nos medicamentos utilizados.

Medicamento	Estrutura química do princípio ativo	Funções orgânicas
Codaten®	 <p>Codeína</p>	Alceno, álcool, éter e amina
Energil C®	 <p>Ácido ascórbico</p>	Álcool, enol e éster
Tylenol®	 <p>Paracetamol</p>	Fenol e amida
Aspirina®	 <p>Ácido acetilsalicílico</p>	Ácido carboxílico e éster

**Figura 6** - Funções orgânicas presentes nos medicamentos (In: QUÍMICA NOVA NA ESCOLA, 2012).

## • ATIVIDADE EXPERIMENTAL

As abordagens experimentais auxiliam no conhecimento científico, pois a organização do conhecimento ocorre preferencialmente nos entremeios da investigação. A atividade experimental apresentada neste trabalho foi desenvolvida com alunos do ensino fundamental ao ensino médio no cursinho de Química experimental, na instituição de ensino Fundação Educacional do Município de Assis (FEMA) e teve como objetivo propor uma maneira diferenciada, da que é

desenvolvida pelos professores e das proposta dos livros didáticos, na abordagem do conteúdo de grupos funcionais por intermédio da utilização da temática medicamentos. Essa atividade experimental utiliza-os como amostras reais para a identificação dos grupos funcionais presentes nas estruturas químicas dos seus princípios ativos.

- **MATERIAIS**

4 placas de Petri, 4 conta-gotas, pipeta de 5 mL, permanganato de potássio 1 M, reagente de Jones, cloreto férrico 3%, bicarbonato de sódio 1 M; e os seguintes medicamentos: Codaten®, Energil C®, Tylenol® e Aspirina®. Foram dispostas as 4 placas de Petri para a adição das soluções, conforme mostra a tabela 3.

	Reagente 1	Reagente 2	Observação
Identificação de alceno	2 mL de Codaten®	5 gotas de permanganato de potássio 1 M	Alteração da cor púrpura para marrom
Identificação de álcool	Solução aquosa de Energil C®	5 gotas do reagente de Jones	A solução apresentou coloração azul
Identificação de fenol	2 mL de Tylenol®	5 gotas de cloreto férrico 3%	A solução apresentou coloração avermelhada
Identificação de ácido carboxílico	Solução aquosa de Aspirina®	5 gotas de bicarbonato de sódio	Observou-se o desprendimento de gás

**Tabela 3** - Parte Experimental (In: QUIMICA NOVA NA ESCOLA, 2012).

## **7. METODOLOGIA**

### **7.1 MATERIAIS**

#### **7.1.1 Cebola**

Foram escolhidos ao acaso, 5 bulbos, nos meses de Agosto e Setembro e comprados comercialmente na região de Assis-SP, mantidos à temperatura ambiente até o momento das avaliações.

#### **7.1.2 Vidrarias**

- Balão volumétrico
- Bastão de vidro
- Pipeta volumétrica
- Erlenmeyer
- Cubeta de quartzo de 10 mm de caminho óptico
- Funil

#### **7.1.2 Reagentes**

- Etanol 80%
- Padrão Quercetina ABC Pharmus

#### **7.1.3 Equipamentos**

- Espectrofotômetro UV/Visível (Tecnal/Fento 700 Plus).
- Balança analítica (Gehaka, BG 1000).
- Processador

## 7.2 MÉTODOS

A metodologia empregada esta de acordo com Leite, Santos, Bertussi (2008). As avaliações foram realizadas no Laboratório de Pesquisas e Ciências da Fundação Educacional do Município de Assis (Fema).

### 7.2.1 Extração da quercetina

Na preparação das amostras, foram removidas a casca e as porções não comestíveis. Os bulbos da amostra foram cortados longitudinalmente e 1/4 de cada bulbo foi utilizado para compor a amostra. Os quartos de três bulbos foram cortados em pedaços menores e foram triturados em um liquidificador, 50 gramas de cebola moída foram maceradas em 50mL de etanol 80%, após 24 horas, as amostras foram filtradas em papel filtro e os filtrados diluídos em 1:10 com etanol 80% para análise espectrofotométrica.

### 7.2.2. Construção da curva de calibração

Para a quantificação de quercetina nas amostras, foi construída uma curva de calibração (0 a 30  $\mu\text{g mL}^{-1}$ ) com a utilização da quercetina como padrão externo. Para a realização das leituras foi preparado inicialmente uma solução estoque de 0,025 g de quercetina em 250 mL, sendo feitas diluições a partir da mesma para leituras realizadas em espectrofotômetro com comprimento de onda de 362 nm.

### **7.2.2 Leitura das Amostras**

Para a leitura espectrofotométrica, as análises foram feitas em triplicata, sendo que as amostras foram diluídas 1:10 com etanol 80%, após o período de 24 horas, foram realizadas as leituras em espectrofotômetro no comprimento de onda de 362nm.

## 8. RESULTADOS

### 8.1 PROCESSO DE EXTRAÇÃO

Após lavagem, fatiamento e trituração dos bulbos de cebola, tais apresentaram o seguinte aspecto (figuras 7e 8).

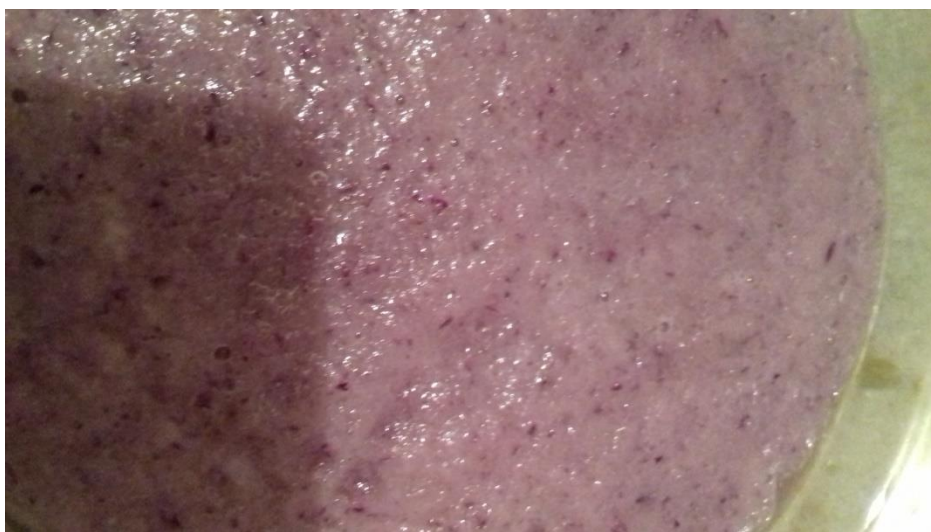


**Figura 7** - Cebola descascada e fatiada



**Figura 8** - Cebola triturada

A extração da quercetina foi realizada por método de Leite, Santos, Bertussi (2008).  
A figura 9 mostra a cebola moída.



**Figura 9** - Cebola moída



A figura 10 ilustra as amostras após filtragem.



**Figura 10** - solução filtrada

A leitura foi realizada em espectrofotômetro, obtendo-se absorvância média de 0,530 no mês de agosto e 0,625 no mês de setembro de 2016. Abaixo segue a tabela com os resultados obtidos para a média.

<b>Meses</b>	<b>Absorvância média</b>
<b>Agosto</b>	0,530
<b>Setembro</b>	0,625

**Tabela 4** - Absorvância média da Quercetina na cebola

## 8.2 DETERMINAÇÃO DA QUERCETINA

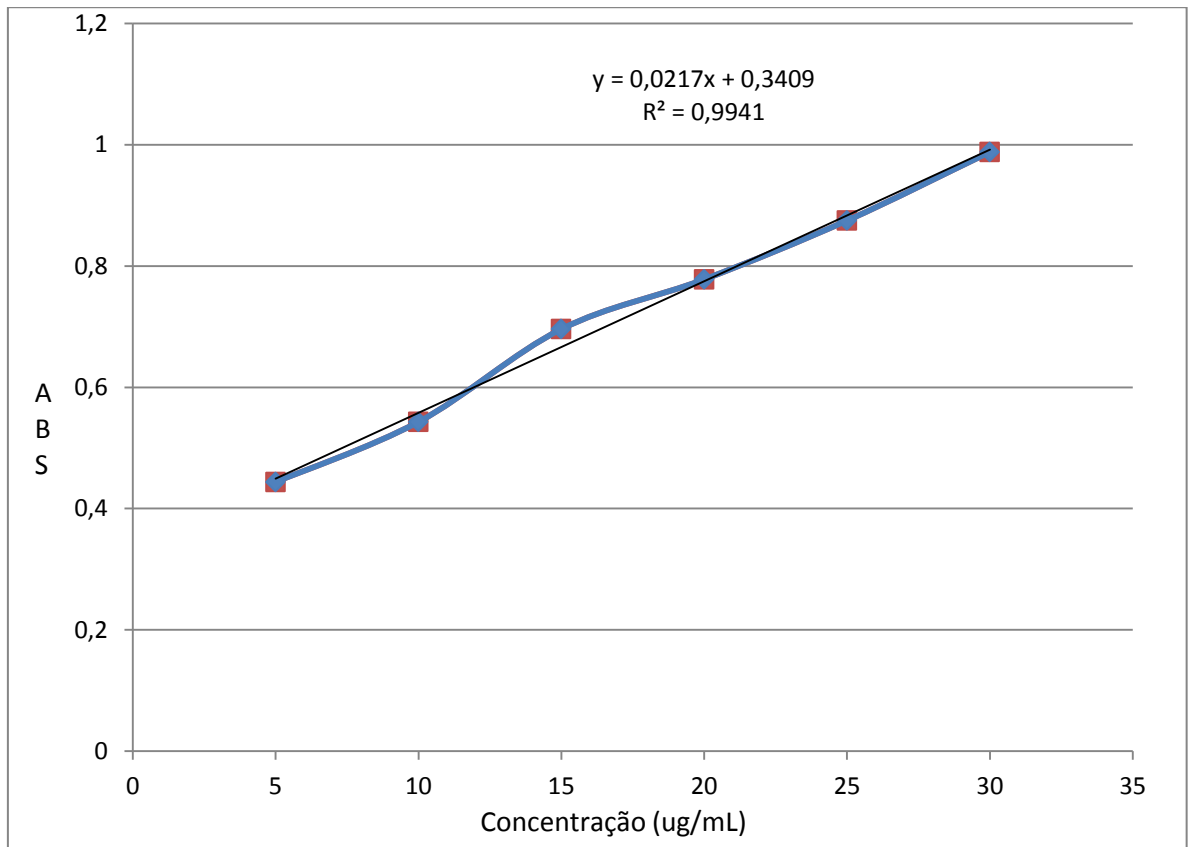
Para determinação da quercetina, foi feita uma curva padrão de acordo com a metodologia descrita.

Para a construção da curva, as leituras foram feitas em triplicata, obtendo-se as médias descritas na tabela 5.

<b>Concentração (ug/mL)</b>	<b>Absorbância</b>
<b>5</b>	0,444
<b>10</b>	0,543
<b>15</b>	0,696
<b>20</b>	0,778
<b>25</b>	0,875
<b>30</b>	0,988

**Tabela 5 – Concentração x Absorbância**

A curva de calibração é mostrada na figura 11.



**Figura 11** - curva padrão da quercetina.

A concentração de quercetina pode ser calculada através da equação da reta fornecida pela curva padrão:

$$y = 0,0217x + 0,3409$$

onde :

y = o valor da absorbância obtido através de leitura em espectrofotômetro;

x = é a concentração da quercetina na cebola.

x = 8,71 µg/mL em agosto e 13,09 µg/mL em setembro, de quercetina no extrato etanólico.

Devido a diluição de 1:10 e considerando uma amostra inicial de 50 gramas de cebola em 50 mL de etanol, as concentrações obtidas de quercetina em análise

feita em agosto e em setembro de 2016 foram, respectivamente, 87,1 µg/g e 130,9 µg/g de cebola.

Huber, Hoffmann & Rodriguez (2008) encontraram um teor de quercetina em cebola roxa de 390 µg/g de parte comestível no inverno e 423 µg/g no verão, utilizando técnica espectrofotométrica para a análise quantitativa. Comparando com os resultados obtidos neste trabalho nota-se também que o menor teor foi justamente no mês com temperaturas mais baixas.

Já Crozier et al (1997) analisaram amostras produzidas na Inglaterra onde a temperatura é baixa, e o teor de quercetina na cebola roxa foi de 201 µg/g. Este valor alto demonstra que não só a temperatura influencia na concentração da quercetina, mas também o tipo de solo e seu modo de cultivar.

Contudo Arabbi, Genovese & Lajolo (2004) quantificaram quercetina em vegetais no Brasil durante os anos de 2001 e 2002. O teor na cebola roxa foi de 39,9 mg/100g no segundo semestre de 2001 e de 99,7 mg/100g no primeiro semestre de 2002, comparando os resultados do mês de agosto onde o clima foi mais ameno ele está de acordo com a literatura tendo em vista que o primeiro semestre do ano é de temperaturas mais baixas.

## 9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A técnica utilizada para quantificar a quercetina é simples e viável, mas a concentração pode variar devido à estação do ano, efeito da radiação solar ou o tipo de solo em que a cebola foi plantada, e ainda o padrão de quercetina pode ter influenciado tendo em vista que a mesma não é P.A

A extração da quercetina para as análises foram feitas de bulbos comprados comercialmente na região de Assis-SP e os valores diferentes encontrados podem ser explicados devido ao clima desses meses, visto que o mês de agosto foi extremamente seco, com temperaturas mais baixas, já o mês de setembro, observou-se um leve aumento da temperatura, podendo ser este, um dos fatores que influenciam na concentração da quercetina.

Em comparação com as concentrações fornecidas pela literatura, os valores encontrados abaixo dos citados podem ter sido influenciados por aspectos meteorológicos e também pela curva de calibração, visto que a mesma foi feita com um padrão que não apresentava alto grau de pureza.

## REFERÊNCIAS

ACHKAR, M. T. NOVAES, G. M. SILVA, M. J.D. VILEGAS, W. Propriedade antioxidante de compostos fenólicos: importância na dieta e na conservação de alimentos. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v.11, n.02, ago.\dez. 2013, p. 398-406.

ALCARÁZ, L.E., BLANCO, S.E., PUIG, O.N., TOMÁS, F., FERRETI, F.H. (2000). **Antibacterial Activity of Flavonoids Against Methicilin** – resistant *Staphylococcus aureus* strains. *J. theor. Biol.*, 205, pp. 231 – 240.

————— **ALIMENTOS FUNCIONAIS**. Disponível em: <[www.alimentosfuncionais.com.br](http://www.alimentosfuncionais.com.br)>. Acesso em: 18 agosto. 2016.

ALI, R., HOUGHTON, P., RAMAN A., HOULT J.(1998). **Antimicrobial and anti-inflammatory activities of extracts and constituents of *Oroxylum indicum***. *Phytomedicine*, 5, pp.375- 81.

ARABBI, P. R.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. **Flavonoids in vegetable foods commonly consumed in Brazil and estimated ingestion by the Brazilian population**. *J. Agric. Food Chemistry* ., v.52, p.1124-1131, 2004.

ATKINS, P.W. **Moléculas**. Trad. P.S. Santos e F. Galembeck. São Paulo: Edusp, 2002.

ÁVILA, P.H., SMÂNIA, E.F.A., MONACHE, F.D., JÚNIOR, A. S. (2008). **Structure – activity relationship of antibacterial chalcones**. *Bioorganic and Medicinal Chemistry*, 16, pp. 9790 – 9794.

BARRETO, N. D. S.. **Qualidade, compostos bioativos e capacidade antioxidante de frutos de híbridos comerciais de meloeiro cultivados no Ce e Rn**. 2011. 185p. Tese (Doutorado). – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Rio Grande do Norte, Mossoró, 2011.

BEECHER G.R. Overview of Dietary Flavonoids: Nomenclature, Occurrence and Intake. **The Journal of Nutrition**. 2003. p. 3248S – 3254.

BEHLING, E. B.; SENDÃO, M. C.; FRANCESCATO, H. D. C.; ANTUNES, L.M. G.; BIANCHI, M. de L. P. Flavonóide quercetina: aspectos gerais e ações biológicas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 15, n. 3, p. 285-292, 2004.

BYLKA, W., MATLAWSKA, I., PILEWSKI, N. A. (2004). **Natural Flavonoids as Antimicrobial Agents**. Mylan School of Pharmacy, 7(2), pp. 24 – 31.

BOJASE, G., MAJINDA, R., GASHE, B., WANJADA, C. (2002). **Antimicrobial flavonoids from Bolusanthus speciosus**. Planta Medica 68, pp. 615-620.

BRASIL, Lei das Diretrizes e Bases da Educação. Ministério da Educação e do Desporto, Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BUDAVARI, S. (Ed.). The Merck Index. 12th ed. **White House Station: Merck**, 1996.

BRAIBANTE, H.T.S.; BRAIBANTE, M.E.F.; TREVISAN, M.C. e PAZINATO, M.S. **Retroprojeto como bancada de laboratório de Química**. Santa Maria: Palotti, 2010

CANTO, L. Eduardo; PERUZZO, M. Francisco. **Química na abordagem do cotidiano**, 4ª edição. São Paulo, Moderna, 2006.

CHEN, L., CHENG, X., SHI, W., LU, Q., GO, V. L., HEBER, D., MA, L. Inhibition of Growth of Streptococcus mutans, Methicillin – Resistant Staphylococcus aureus, and Vancomycin – Resistant Enterococci by Kurarinone, a Bioactive Flavonoid Isolated from Sophora flavescens. **Journal of Clinical Microbiology**, 2005.p. 3574 – 3575.

COSTA, L. C. O. Via Farma Importadora. **Quercetina** – Ipiranga – S.P. 2010.

COUTINHO, M. A. S.; MUZITANO, M. F.; COSTA, S. S. Flavonoides: Potenciais agentes terapêuticos para o processo inflamatório, **Revista Virtual de Química**, v. 1, nº 3, 2009, p. 241-256.

COSTA N. D; ARAÚJO J. F; SANTOS CAF; RESENDE G. M; LIMA M. A. C. 2008. **Desempenho de cultivares de cebola em cultivo orgânico e tipos de solo no Vale do São Francisco**. Horticultura Brasileira 26: 476-480.

CROZIER, A.; LEAN, M.; Mc DONALD, M.; BLACK, C.; **Quantitative analysis of the flavonoid content of commercial tomatoes, onions, lettuce, and celery**. J. Agric. Food Chem., v.45, p.590-595, 1997.

———. EMATER/RS – **Classificação Comercial da Cebola**. Disponível: <http://www.emater.tche.br>, acessado em 06/03/2016.

FELTRE, R. **Química**, 6ª edição. São Paulo, Moderna, 2004.

FOWLER, Z.L., SHAH, K., PANEPINTO, J.C., JACOBS, A., KOFFAS, M.A.G (2011). **Development of Non – Natural Flavanones as Antimicrobial Agents**. PLoS one, 6 (10), pp. 1 – 5.

GONÇALVES, F.P; GALIAZZI, M.C. **A natureza das atividades experimentais no ensino de Ciências: um programa de pesquisa educativa nos cursos de Licenciatura**. In: MORAES, R.; MANCUSO, R., Educação em Ciências- Produção de Currículos e Formação de Professores, Ijuí: Unijuí, 2004, p.237-252.

HORST, M. A.; LAJOLO, F. M.. **Biodisponibilidade de compostos bioativos de alimentos**. Disponível em:

<<http://nutricaoclinicaeesteticabh.files.wordpress.com/2011/07/biodisponibilidade-de-compostos-bioativos.pdf>>. Acesso em: 25 fev. 2016.

HUBER, L. S.; HOFFMANN-RIBANI, R.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Quantitative variation in Brazilian vegetable sources of flavononols and flavones. **Food Chem.**, doi: 10.1016/j.foodchem.2008.08.030, 2008

IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola – cebola**: produção e área plantada, Brasil e Unidades da Federação. Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf>>. Acesso em: 14 setembro. 2016.

JUNIOOR, Wilmo Francisco. Carboidratos: Estrutura, Propriedades e Funcoes. **Química Nova na Escola**, n. 29, agosto, 2012, p. 8-13.

KASSAB , A. L, **Cebola**: do tumulto dos faraós ás exigentes mesas modernas 2. ed. São Paulo 1994 p.119.

KOES, R. E. QUATTROCCHIO, F. MOL, J. N. M. The Flavonoid Biosynthetic Pathway in Plants : Function and evolution. **BioEssays**. V. 16, n. 02. Fev. 1994, p. 123-132.

KONZEN, E. R. **Análise morfológica, bioquímica e genética do brilho do tegumento em variedades de feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.)**.2011. 136p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo – Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, Piracicaba 2011.



LEE, J.H., REGMI, S.C., KIM, J.A., CHO, M.H., YUN, H., LEE, C.S., LEE, J. Apple Flavonoid Phloretin Inhibits Escherichia coli O157:H7 Biofilm Formation and Ameliorates Colon Inflammation in Rats. **Infection and Immunity**. 2011. p. 4819 – 4827.

LEHMAN, D. D. SACKEIM, G. I. **Química e Bioquímica para Ciências Biomédicas**. Manole: Barueri: 2001.

LEITE D.L; SANTOS A. C. A; BERTUSSI R. **Concentração do flavonoide quercetina em quatro genótipos de cebola**. Universidade de Caxias do Sul, Instituto de Biotecnologia, Caxias do Sul RS. 2008.

LI, Y., LUO, Y., HU, Y., ZHU, D.D., ZHANG, S., LIU, Z.J., GONG, H.B., ZHU, H.L. Design, synthesis and antimicrobial activities of nitroimidazole derivatives containing 1,3,4 – oxadiazole scaffold as FabH inhibitors. **Bioorganic and Medicinal Chemistry**. 2012. p. 4316 – 4322.

LOBATO, A., C., **A abordagem do efeito estufa nos livros de química: uma análise crítica**. Monografia de especialização. Belo Horizonte, 2007, CECIERJ.

LOPES R.M, OLIVEIRA T.T, NAGEM T.J, PINTO A.S. Flavonoides: farmacologia de flavonoides no controle hiperlipidêmico em animais experimentais. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**. v.3, n.17. 2000; p.18-22.

MALLMANN, L. P. **Extração das antocianinas a partir da casca de berinjela**. 2011. 48p. Dissertação (Trabalho de conclusão de curso) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul- Instituto de ciências e tecnologia de alimentos Curso de engenharia de alimentos. Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

MESSIAS, K. L. da S. Os antioxidantes. **Revista Food Ingredients Brasil**, v. 15, n. 06, 2009 p. 16-30. Disponível em:  
< <http://www.revista-fi.com/materias/83.pdf>>, acesso em: 16.agosto. 2016

MISHRA, U.S., CHAKRABORTY, P., DASGUPTA, A., DASTIDAR, S.G., MARTINS, M., AMARAL, L. **Potent Bactericidal Action of a Flavonoid Fraction Isolated from the Stem Bark of Butea frondosa**. 23 2009, pp. 29 – 32.

MOMIC, T. *et al.*. Protolytic equilibria and photodegradation of quercetin in aqueous solution. **Collection of Czechoslovak Chemical Communications**, v. 72, n. 11, p. 1447-1460, nov.2007.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: Definições, Legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v.3, n.2, novembro, 2006. p. 109-122.

MUKNE, A.P., VISWANATHAN, V., PHADATARE, A.G.. Structure pre – requisites for isoflavones as effective antibacterial agents. **Pharmacognosy Review** 2011 p. 13 – 18

NASCIMENTO, P. H. A.; FREITAS, R. C. Análise qualitativa de flavonóides em cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*) e avaliação da ação antimicrobiana in vitro. In: PRÊMIO DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA REYNALDO CAMARGO NEVES, 2011, Londrina, Brasil. **Anais Prêmio de Produção Científica Reynaldo Camargo Neves**, outubro, 2011, p. 1-11.

NUNES, A. S.; ADORNI, D.S. **O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos alunos.** In: Encontro Dialógico Transdisciplinar - Enditrans, 2010, Vitória da Conquista, BA. - Educação e conhecimento científico, 2010.

PANISSET, D. O. U. **PARÂMETROS CURRICULARES DO ENSINO MÉDIO.** 2000. 109p. Presidente da Câmara de Educação Básica.

PELZER, L. E.; GUARDIA, T.; JUAREZ, A. O.; GUERREIRO, E. Acute and chronic anti-inflammatory effects of plant flavonoids. **II Farmaco.** v. 53, 1998 p. 421-424,.

PETERSON, J., Lagiou, P., Samoli, E., Katsouyanni, K., Vecchia, C.L., Dwyer, J., Trichopoulos, D. Flavonoid intake and breast cancer risk: a case – control study in Greece. **British Journal of Cancer**, 2003. p 1255 – 1259.

PISKULA, M.; TERAQ, J. Quercetin's solubility affects its accumulation in rat plasma after oral administration. **J. Agric. Food Chem.**, Easton, v. 46, p. 4313-4317, 1998.

———. **QUERCETINA.** Disponível em: <[www.plantamedicinales.org](http://www.plantamedicinales.org)>. Acesso em: 15 setembro. 2016.

RECART, V. M. **Caracterização de compostos bioativos em cebola e *Chlorella*.** 2008. 136p. Dissertação (Mestrado) - Fundação Universidade Federal do Rio Grande Departamento de Química. Rio Grande, 2008.

RESENDE, G. M.; COSTA, N. D. SOUZA, C. A. F.; SANTOS, R. J. **Cultivo da Cebola no Nordeste**. (Sistemas de produção 3). Versão eletrônica. Petrolina: Embrapa Semi-Árido. Nov. 2007.

ROBERTS M.C. **Antibiotic toxicity, interactions and resistance development**. *Periodontol* 2002. p. 297.

SATO, M., Tsuchiya, H., Miyazaki, T., Fujiwara, S., Yamaguchi, R., Kureshiro, H., Inuma, M. Antibacterial activity of hydroxychalcone against methicilin – resistance Staphylococcus aureus. **International Journal of Antimicrobial Agents**, 6, 1996. pp. 227 – 231.

SANDHAR, H.K., Kumar, B., Prasher, S., Tiwari, P., Salhan, M., Sharma, P.. A Review of Phytochemistry and Pharmacology of Flavonoids. **Internationale Pharmaceutica Scientia**. 2011. p. 25 – 41.

SESINK, A.L.A.; O'LEARY, K.A.; HOLLMAN, P.C.H. Quercetin glucuronides but not glucosides are present in human plasma after consumption of quercetin-3- glucoside or quercetin-4'-glucoside. **J. Nutr.**, Bethesda, v. 131, p. 1938-1941, 2001.

SHIMOI, K. et al. Absorption and urinary excretion of quercetin, rutin and a-G-rutin, a water soluble flavonoid, in rats. **J. Agric. Food Chem.**, v. 51, p. 2785-2789, 2003.

SILVIA, S. R. S; OLIVEIRA, T.T.; NAGEM, T.J.; Uso do chá preto (Camellia Sinensis) no controle do diabetes mellitus. **Revista de ciências farmacêutica Básica e aplicada**. V.31, n. 03. Abril. 2010. p. 133-132

SOARES, M. WELTER, L. KUSKOKSKI, E. M. GONZAGA, L. FETT, R. Compostos Fenólicos e Atividade Antioxidante da Casca de Uvas Niágara e Isabel. **Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal** , v. 30, n. 1, Março 2008, p. 059-064.

TAPAS, A.R., SAKARKAR, D. M., KAKDE, R. B. Flavonoids as Nutraceuticals: A Review. **Tropical Journal of Pharmaceutical Research**. 2008. p. 1089 – 1099.

TREVISAN, T. S. MARTINS, P. L. O. A prática pedagógica do professor de química: possibilidades e limites. **Unirevista**. Vol. 1, nº 2 : abril, 2006.

TREVELLATO M. D; FREITAS G. B. 2003. **Panorama da Agricultura Orgânica**. In: STRINGUETA P. C; MUNIZ J. N. Alimentos orgânicos: Produção tecnologia e certificação. Viçosa: UFV. p. 9-35

VIDAL S.M; SEDIYAMA M. A. N; PEDROSA M. W; SANTOS M. R. 2010. **Produtividade de cebola em cultivo orgânico utilizando composto à base de dejetos de suínos.** Horticultura Brasileira 28: 168-173.

VIEGAS JR., C.; BOLZANI, V. da S. e BARREIRO, E.J. **Os produtos naturais e a química medicinal** moderna. Revista Química Nova, v. 29, n. 2, p. 326-337, 2006.

VOLLHARDT, K.P.C. e SCHORE, N.E. **Química orgânica: estrutura e função.** Trad. R. B. Alencastro et al. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.