

51087

35908

MÔNICA ALESSANDRA TEIXEIRA DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DAS FOLHAS DE BRÓCOLI E
COUVE-FLOR (*Brassica oleracea* L.) PARA UTILIZAÇÃO NA
ALIMENTAÇÃO HUMANA**

BIBLIOTECA CENTRAL - UFLA



51087

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, Área de Concentração em Química, Físico-química e Bioquímica de Alimentos, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador
Prof.a. Dra. Vânia Déa de Carvalho

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2000

BIBLIOTECA CENTRAL

UFLA

N.º CLAS. 1664.8055

SAN

N.º REGISTRO 51087

DATA 13/03/04

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Santos, Mônica Alessandra Teixeira

Caracterização química das folhas de brócoli e couve-flor (*Brassica oleracea*
L.) para utilização na alimentação humana / Mônica Alessandra Teixeira dos
Santos. -- Lavras : UFLA, 2000.

96 p. : il.

Orientadora: Vânia Déa de Carvalho.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Folha. 2. Brócoli. 3. Couve-flor. 4. Nutrição humana. I. Universidade Federal
de Lavras. I. Título.

CDD-664.8055

MÔNICA ALESSANDRA TEIXEIRA DOS SANTOS

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DAS FOLHAS DE BRÓCOLI E
COUVE-FLOR (*Brassica oleracea* L.) PARA UTILIZAÇÃO NA
ALIMENTAÇÃO HUMANA**

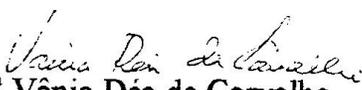
Dissertação apresentada à Universidade Federal
de Lavras, como parte das exigências do Curso
de Mestrado em Ciência dos Alimentos, para
obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 10 de novembro de 2000

Prof.^a. Dr.^a. Celeste Maria Patto de Abreu UFLA

Prof.^a. Dr.^a Maria de Fátima Piccolo Barcelos UFLA

Prof.^a. Dr.^a. Angelita Duarte Corrêa UFLA


Prof.^a. Dr.^a Vânia Déa de Carvalho
UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, professora Vânia Déa de Carvalho, pela confiança, oportunidade de trabalho, ensinamentos e principalmente pela valiosa amizade.

À minha segunda orientadora, professora Celeste Maria Patto de Abreu, pelo apoio e dedicação na finalização deste trabalho.

Aos meus pais, pelo apoio e constante torcida pelo meu sucesso.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Departamento de Química pela colaboração nas análises de minerais.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos durante o curso.

Aos professores, Augusto Ramalho de Moraes e Eduardo Valério de Barros Vilas Boas, e professoras, Maria de Fátima Piccolo Barcelos e Angelita Duarte Corrêa, pelas valiosas sugestões e ensinamentos.

Às amigas, Sandra e Tina, pela convivência, carinho e ajuda na realização das análises, e à laboratorista Mércia pela constante colaboração.

Ao meu marido Paulo Sérgio pela ajuda na montagem dos experimentos e auxílio nas análises estatísticas, e principalmente pela constante presença, amor e incentivo.

Aos alunos, Marcelo e Rodrigo, pela indispensável ajuda na montagem dos experimentos e realização das análises, e à colega Heloísa pela colaboração.

Às amigas, Renata e Ana Maria, pela amizade e apoio nos momentos mais difíceis.

Aos colegas do curso de Pós-graduação, Patrícia, Marlúcia, Marcelo Pereira e Alessandro, pela convivência e troca de experiências.

Enfim, a todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste sonho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	04
2.1 Aspectos Gerais.....	04
2.2 Proteínas Foliaves.....	05
2.3 Fibras Alimentares.....	08
2.4 Vitaminas.....	12
2.4.1 Vitamina C.....	13
2.5 Minerais.....	17
2.6 Fatores Antinutricionais.....	21
2.6.1 Polifenóis.....	22
2.6.2 Nitratos e Nitritos.....	23
2.6.3 Ácido oxálico.....	26
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1 Etapa 1.....	28
3.2 Etapa 2.....	28
3.3 Material.....	28
3.4 Preparo das folhas.....	28
3.5 Métodos.....	29
3.5.1 Umidade.....	29
3.5.2 Vitamina C Total.....	29
3.5.3 pH.....	29
3.5.4 Minerais.....	29
3.5.5 Pectina Total e Solúvel.....	30

3.5.6 Fibra Detergente Neutro e Fibra Detergente Ácido.....	30
3.5.7 Lignina.....	30
3.5.8 Proteína.....	30
3.5.9 Extrato Etéreo.....	30
3.5.10 Cinzas.....	30
3.5.11 Polifenóis.....	30
3.5.12 Nitratos.....	31
3.5.13 Ácido oxálico.....	31
3.6 Análises Estatísticas.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1 Umidade.....	32
4.2. pH.....	33
4.3 Vitamina C Total e % de Retenção.....	34
4.4 Minerais.....	38
4.4.1 Fósforo.....	38
4.4.2 Cálcio.....	40
4.4.3 Potássio.....	42
4.4.4 Magnésio.....	45
4.4.5 Enxofre.....	47
4.4.6 Ferro.....	49
4.4.7 Manganês.....	51
4.4.8 Zinco.....	53
4.4.9 Cobre.....	55
4.5 Fatores Antinutricionais.....	56
4.5.1 Polifenóis.....	57
4.5.2 Nitratos.....	59
4.5.3 Ácido oxálico.....	61
4.6 Proteína.....	63

4.7 Extrato etéreo.....	65
4.8 Cinzas.....	68
4.9 Fibra Detergente Ácido e Fibra Detergente Neutro.....	69
4.10 Lignina.....	72
4.11 Pectina Total e Pectina Solúvel.....	74
4.12 Considerações gerais.....	78
5 CONCLUSÕES.....	80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
ANEXOS.....	88

RESUMO

SANTOS, Mônica Alessandra Teixeira dos. **Caracterização química das folhas de brócoli e couve-flor (*Brassica oleracea* L.) para utilização na alimentação humana.** Lavras: UFLA, 2000. 96p. (Dissertação – Mestrado em Ciência dos Alimentos)

Visando diminuir o desperdício de alimentos e complementar o cardápio alimentar, principalmente da população menos favorecida, caracterizaram-se quimicamente as folhas de brócoli e couve-flor, geralmente descartadas, e estas foram comparadas às tradicionais folhas de couve. As folhas foram submetidas a cocção por seis diferentes tempos (0, 2, 4, 6, 8 e 10 minutos), acompanhando o comportamento dos teores de diversos compostos no material úmido e após secagem. Foram determinados os teores de umidade, pH (apenas no material úmido), vitamina C, minerais, polifenóis, nitrato, ácido oxálico, extrato etéreo, cinzas, proteína e fibras alimentares (FDA, FDN, lignina e pectinas). Os resultados mostram que: a) as folhas de couve-flor destacaram-se em teores de vitamina C e apresentaram as menores perdas após o cozimento; b) os minerais foram encontrados em quantidades apreciáveis nas três espécies estudadas, destacando-se as folhas de couve-flor com os maiores teores, base úmida, de fósforo, cálcio, potássio, enxofre, ferro, manganês e cobre. Todos os minerais sofreram lixiviação pela água de cozimento; c) as brássicas estudadas tiveram seus teores de umidade e pH aumentados com o tempo de fervura e destacaram-se como boas fontes vegetais de proteína e extrato etéreo. A couve sobressaiu-se com as maiores percentagens de cinzas, mas em todas as espécies foram observadas perdas através da água de cozimento; d) as folhas das hortaliças analisadas podem ser consideradas como boas fontes de fibras insolúveis, mas não contribuíram significativamente com a porção solúvel, e) os fatores antinutricionais apresentaram quedas em seus teores com o aumento do tempo de cozimento, mostrando aceitáveis para consumo. No entanto, o tempo de cocção para o tanino deverá ser aumentado para o consumo em base seca.

* Comitê orientador: Dra. Vânia Déa de Carvalho – UFLA (Orientadora), Dra. Celeste Maria Patto de Abreu – UFLA, Dra. Maria de Fátima Piccolo Barcelos – UFLA, Dr Augusto Ramalho de Moraes – UFLA

ABSTRACT

SANTOS, Mônica Alessandra Teixeira dos. **Chemical characterization of the leaves of broccoli and cauliflower (*Brassica oleracea L.*) for uses in the human feeding.** Lavras: UFLA, 2000. 96p. (Dissertation–Masters in Food Science).

Seeking to decrease the waste of victuals and to complement the alimentary menu, mainly of the less favored population, it was characterized the broccoli leaves and cauliflower chemically, generally discarded, and it compared them to the traditional cabbage leaves. The leaves were submitted the cooking by six different times (0, 2, 4, 6, 8 and 10 minutes), accompanying the behavior of the texts of several composed in the humid material and after drying. They were certain the humidity texts, pH (just in the humid material), vitamin C, minerals, polyphenols, nitrate, acid oxalic, ethereal extract, ashes, protein and alimentary fibers (ADF, NDF, lignin and pectins). The results show that: a) the cauliflower leaves stood out in vitamin texts C and they presented the smallest losses after the cooking; b) the minerals were found in appreciable amounts in the three studied species, standing out the cauliflower leaves with the largest texts, humid base, of match, calcium, potassium, sulfur, iron, manganese and copper. All the minerals suffered lixiviation for the cooking water; c) the studied brassicas had its humidity texts and pH increased with the time of ebullition and they stood out as good vegetable sources of protein and ethereal extract. The cabbage stood out him with the largest percentages of ashes, but in all the species losses were observed through the cooking water; d) the leaves of the analyzed vegetables can be considered as good sources of insoluble fibers, but they didn't contribute significantly with the soluble portion, e) the factors antinutritional presented falls in its texts with the increase of the time of cooking, showing acceptable for consumption. However, the time of cooking for the tannin should be increased for the consumption in base it evaporates.

* Guindance Committe: Dra. Vânia Déa de Carvalho – UFLA (Major Professor), Dra. Celeste Maria Patto de Abreu – UFLA, Dra. Maria de Fátima Piccolo Barcelos – UFLA, Dr. Augusto Ramalho de Moraes – UFLA

1 INTRODUÇÃO

Fome, desnutrição e algumas deficiências nutricionais específicas afetam as populações de poucos recursos. A má nutrição é o resultado de deficiências dietéticas qualitativas e do excesso alimentar, que se encontra em aumento contínuo e em estreita relação com a hipertensão, diabetes e alguns processos degenerativos.¹

A desnutrição protéico-energética pode ser encontrada em todas as partes do mundo e em todas as idades, e ocorre principalmente em crianças pequenas que vivem na pobreza em países subdesenvolvidos. A Organização Mundial de Saúde estima que 300 milhões de crianças no mundo têm retardamento de crescimento como resultado de desnutrição. Uma desnutrição protéico-energética severa pode resultar em uma taxa de mortalidade de 40%, normalmente como resultado de uma infecção.² Além destas deficiências, as minerais e vitamínicas, principalmente as de vitamina A, riboflavina e folatos, afetam os grupos mais vulneráveis da população, acarretando em problemas de saúde pública, com graves conseqüências para o desenvolvimento do país.

Pesquisas realizadas pelo Instituto Nacional de Alimentação e Nutrição (INAN), pela Fundação do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (FIBGE) e pelo Instituto de Planejamento Econômico e Social (IPA), em 1990, revelaram que os índices de desnutrição em crianças brasileiras menores que 5 anos caíram de 46,1% para 30,7%, nos últimos 15 anos. Esses valores indicam que, embora decrescente, este porcentual ainda é elevado devendo merecer a

¹PORTUGAL, F. Vitaminas: nutrição e terapia I-RECEITA: informativo sobre nutrição humana - Roche. *Revista geográfica universal*, n.29, Jan. ,1984.

²MAHAN, L.K.; ESCOTT-STUMP, S. Krause: *Alimentos, nutrição e dietoterapia*. 9 ed. São Paulo: Roca, 1998. 1179p.

atenção da sociedade.

A desnutrição é considerada uma das principais causas da elevada taxa de mortalidade em crianças menores de 5 anos no país, do baixo rendimento escolar e do baixo nível de produtividade geral. De acordo com dados do Banco Mundial, em 1991, em cada 1000 crianças nascidas vivas no Brasil, 67 morreram antes de completarem 5 anos de idade.³

O crescente interesse pelo consumo de uma dieta mais saudável inclui, principalmente, os alimentos de origem vegetal em substituição a alimentos ricos em gordura e colesterol.

Os resíduos de frutas, verduras e legumes são, geralmente, desprezados pela indústria e poderiam ser utilizados como fontes alternativas de nutrientes, com o objetivo de aumentar o valor nutritivo da dieta de populações carentes, bem como solucionar deficiências dietéticas do excesso alimentar. Além dessa contribuição, sabe-se que várias folhas, geralmente não incluídas na dieta habitual, são consideradas excelentes fontes de fibras dietéticas utilizadas na prevenção de doenças cardiovasculares e gastrointestinais.

Pouca atenção é dada às partes vegetativas de algumas espécies de hortaliças tradicionalmente comestíveis no Brasil.

A família Brassicaceae (sinônimo Cruciferae) tem dado à humanidade várias espécies economicamente importantes para o uso, como hortaliças, forragens, óleo, bem como plantas ornamentais e medicinais.⁴ Pesquisas revelam que o consumo de vegetais crucíferos, como o brócoli, couve-flor e couve, tem sido associado com a redução do risco de câncer, pois possuem, em sua

³FARIA, M.C. Hábitos de consumo de alimentos da população urbana de Viçosa-MG: 1983/84 e 1991/92. Viçosa: UFV, 1997. 106p. (Tese- Mestrado em Economia Doméstica).

⁴GRIFFITHS, D.W., BIRCH, A.N.E., HILLMAN, J.R. Antinutritional compounds in the *Brassicaceae*: analysis, biosynthesis, chemistry and dietary effects. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 73 (1) 1-18. 1998.

composição, componentes (sulfuranos) que previnem e reverterem o processo carcinogênico.

Diante do quadro social e econômico da população brasileira, o estudo da utilização integral de hortaliças no uso doméstico, bem como sua incorporação na elaboração de produtos industrializados, pode contribuir substancialmente para aumentar a disponibilidade de nutrientes, sendo uma fonte de baixo custo de proteínas, fibras, vitaminas e minerais.

Assim, em vista dos problemas de desnutrição das populações menos favorecidas e do desperdício das folhas de algumas hortaliças, caracterizaram-se quimicamente as folhas de brócoli e couve-flor, geralmente não consumidas, e estas foram comparadas à couve tradicionalmente utilizada na alimentação humana, após cozidas por diferentes tempos.

Os objetivos específicos foram:

1 Avaliar a composição centesimal das folhas de brócoli e couve-flor, visando determinar suas potencialidades de uso como alimentos alternativos;

2 Caracterizar a composição química da fibra dietética (fibra detergente ácido, fibra detergente neutro, lignina, hemicelulose, pectinas total e solúvel);

3 Determinar perdas nos teores de minerais e vitamina C após aplicação dos tratamentos (cozimento);

4 Determinar teores de alguns fatores antinutricionais e tóxicos (ácido oxálico, polifenóis e nitrato).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos Gerais

A família Brassicaceae (sin. Cruciferae) é a mais numerosa, em termos de espécies oleráceas, compreendendo cerca de 300 gêneros e 3000 espécies. É uma família de grande importância econômica, proporcionando uma variedade de folhas, raízes e sementes para consumo humano e animal. O repolho, a couve-flor e a couve-manteiga destacam-se pela sua maior relevância econômica. Como hortaliças, na Europa são preferidas variedades de folhas crespas e, no Brasil, de folhas lisas.

A couve-manteiga ou couve comum (*Brassica oleracea* L. var. *Acephala*) é a variedade botânica da espécie *Brassica oleracea* que mais se assemelha à couve selvagem, que originou as demais variedades através de seleções efetuadas pelo homem. É uma das hortaliças mais populares adaptada em todo país, principalmente no estado de Minas Gerais. Produzida em pequenas culturas, nos cinturões verdes e em hortas domésticas, a couve vem enriquecendo o cardápio alimentar de várias famílias. Para consumo humano são cultivadas, principalmente, as espécies encaracoladas. Na nutrição humana é importante devido a sua riqueza em ferro, fósforo, enxofre, cálcio, vitamina A e ácido ascórbico (Filgueira, 1982).

O brócolo (*Brassica oleracea* L. var. *Botrytis-asparagoides*) é também conhecido como brócolos, brócoli ou couve-brócolo. O nome se originou do italiano “brocco”, que significa broto, pois são as brotações florais a parte utilizável na alimentação. Durante a fase vegetativa, a planta se assemelha à couve-flor, posteriormente produz uma inflorescência central de coloração verde, menos compacta que a couve-flor, e numerosas inflorescências laterais, bem menores. A maior produção de brócoli do Brasil se encontra na região

centro-sul, com predomínio das cultivares do grupo Ramoso. Tal cultura não tem expressão econômica da couve-flor, todavia é mais rica em termos nutricionais. Para Murayama (1977), os brócolis são excelentes hortaliças, cinco vezes mais ricas em cálcio e cento e vinte vezes mais em vitamina A do que a couve-flor.

A couve-flor (*Brassica oleracea* L. var *Botrytis-cauliflora*) é uma das brássicas mais consumidas e apreciadas em todo mundo. É rica em sais de ferro e em vitaminas B₁, A e C (Murayama, 1977). No Brasil é cultivada nos estados da região sul e sudeste, e sua produção se concentra nos meses de março a setembro. Nas regiões quentes é mais difícil o cultivo, devido a sua origem e problemas fisiológicos na formação da parte floral, que é a parte comestível. Porém, através de trabalhos de melhoramento e obtenção de híbridos, está se tornando mais fácil sua produção nas épocas ou regiões mais quentes.

2.2 Proteínas Foliaves

As proteínas de origem animal, embora tenham elevado valor biológico, têm consumo limitado, devido ao baixo poder aquisitivo das populações. A dificuldade na obtenção dessas proteínas tem levado os cientistas ao estudo da qualidade das proteínas vegetais com o objetivo de melhorá-las.

A carne bovina, aves, peixe, ovos, leite e derivados do leite fornecem 65% das proteínas (Mahan e Escott-Stump, 1998), seguidos pelas leguminosas, como feijão de soja, amendoins, ervilhas, feijões e lentilhas. Os cereais contêm quantidades menores de proteínas de qualidade variadas. Frutas e hortaliças fornecem proteínas de qualidade razoável, mas essas apresentam-se diluídas devido à grande quantidade de água e fibras (Mahan e Arlin, 1994; Mahan e Escott-Stump, 1998).

As proteínas vegetais são consideradas incompletas porque apresentam deficiências de um ou mais aminoácidos essenciais. Nas folhas em geral, a

metionina é o fator limitante principal, ou seja, o que apresenta a maior deficiência. No entanto, Natividade (1992) cita que as proteínas das folhas vegetais podem ser comparadas favoravelmente com proteínas de origem animal por conterem mais metionina que a soja e um elevado teor de lisina. Segundo Pereira (1997), a qualidade de um alimento protéico pode ser estimada através da comparação em aminoácidos essenciais de suas proteínas com a proteína padrão da FAO/OMS. Esse padrão foi elaborado com base numa proteína ideal constituída de aminoácidos em proporções ótimas, pressupondo-se que ela tivesse uma utilização de 100%.

Apesar de seus baixos valores biológicos, as proteínas de diferentes fontes vegetais podem ser combinadas no momento da digestão, proporcionando resultados nutricionais equivalentes à proteína animal. Entretanto, poucas espécies de plantas comestíveis são usadas em dietas, pois não têm muita aceitabilidade, sendo sua importância na alimentação humana inadequadamente reconhecida. Além disso, seu consumo direto está fortemente limitado pela relação proteína/fibra, pela indigestibilidade das paredes celulares devido ao teor de celulose e por fatores como sabor, a presença de substâncias tóxicas e antinutricionais (Natividade, 1992). No entanto, estudos sobre o valor biológico de fontes alternativas de nutrientes têm sido realizados com o intuito de defender o uso da proteína não convencional na alimentação humana.

Albuquerque, Sabaa Srur e Freiman (1991) descreveram o teor protéico de folhas parcialmente desidratadas de ora-pro-nobis das espécies *P. aculeata* Mill; *P. bleu* De Candolle e *P. pereskia* L. Karsten e verificaram que elas possuem alta concentração de proteína quando comparadas a outros vegetais, sendo os valores encontrados 28,59g/100g; 17,38g/100g e 30,10g/100g, respectivamente. O trabalho citado mostrou ainda que a proteína de ora-pro-nobis é rica em lisina e triptofano e apresentam composições desses aminoácidos

semelhantes nas três cultivares estudadas. No entanto, todas apresentaram deficiência em aminoácidos sulfurados totais.

Samson (1972) estudou cultivares de taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) e registrou teor protéico de 23g/100g. Espíndola (1987) identificou a lisina como primeiro aminoácido limitante nas folhas de taioba, seguido dos aminoácidos sulfurosos metionina e cisteína.

Num estudo realizado com a parte aérea de beterraba e cenoura, Sartorelli (1998) verificou teores de 24,09g/100g e 19,82g/100g de proteína no material seco, respectivamente.

O processamento dos alimentos altera o valor nutritivo da proteína. O superaquecimento, particularmente na ausência de água (por exemplo, fritura), pode destruir os aminoácidos termolábeis, tais como a lisina, ou alterá-los de maneira que torne a proteína resistente às enzimas digestivas (Mahan e Escott-Stump, 1998). Entretanto, o aquecimento moderado dos alimentos provoca a desnaturação e conseqüente aumento da digestibilidade das proteínas por destruir sua conformação, sem qualquer desvantagem sob o ponto de vista nutricional (Cheftel, Cuq, Lorient, 1993; Antunes, 1994; Vilas Boas, 1999).

Os teores médios de proteínas e aminoácidos limitantes de algumas fontes vegetais de proteínas alimentares estão descritas na Tabela 1.

TABELA 1 Teores médios de proteínas e aminoácidos limitantes de algumas fontes vegetais

Vegetal	Proteína (g/100g- Extrato seco)	Aminoácido limitante
Fava de soja	45	Metionina
Semente de algodão	53	Lisina, Metionina
Amendoim	25	Metionina
Semente de girassol	30	Lisina
Ervilha	23	Metionina
Colza	26	Equilibrada
Alfafa (folhas)	25	Metionina

Fonte: Fennema (1993)

O consumo de hortaliças deve ser mais difundido através de programas de educação alimentar, visando suprir, principalmente, as necessidades de populações nas quais os fatores econômicos, culturais ou mesmo religiosos restringem o consumo de proteína animal. Essas proteínas não convencionais, combinadas a outras fontes mais consumidas pelas populações, fornecem proteínas de boa qualidade.

2.3 Fibras Alimentares

A fibra dietética é definida como um importante componente alimentar que consiste no material vegetal resistente à hidrólise pelas enzimas do trato digestivo dos mamíferos (Scheneeman, 1989). Já Fernandez, Patterson e Gonzáles (1993) conceituam a fibra alimentar como componente da nutrição não digerível pelo homem, em razão da ausência de enzimas específicas ou da incapacidade das enzimas presentes completarem a digestão.

Pourchet-Campos (1990) relata que a fibra resulta quase sempre de paredes celulares de vegetais, sendo constituída de mistura de celulose, lignina e polissacarídeos não celulósicos– hemicelulose, substâncias pécticas, gomas e mucilagens.

São classificadas como fibra solúvel as substâncias pécticas, gomas, mucilagens e polissacarídeos modificados que ocorrem naturalmente nos alimentos e têm a propriedade de aumentar a viscosidade do conteúdo estomacal, reduzindo a absorção de nutrientes. A lignina e a celulose são os principais constituintes da fibra insolúvel e têm a propriedade de reduzir o tempo de trânsito intestinal e aumentar o volume da massa alimentar (Silva, Silva e Dutra de Oliveira, 1990).

Segundo Vilas Boas (1999), as hemiceluloses são polissacarídeos complexos, encontrados nas paredes de células vegetais em estreita associação com a celulose e a lignina. Soto (1992) relata que a hemicelulose é conhecida

como uma reserva de carboidratos e uma fonte potencial de açúcares e outras substâncias durante a maturação do fruto.

As ligninas correspondem à estrutura complexa, que varia com o tipo de planta. São polímeros aromáticos de altos pesos moleculares. De acordo com Maffia (1991), é o único tipo de fibra que não pertence ao grupo dos carboidratos, é altamente insolúvel em água, age como uma resina trocadora de ânions, combinada com ácidos biliares para formar compostos insolúveis, prevenindo, assim, sua absorção. As substâncias pécticas são tipicamente um grupo amorfo, certamente não fibroso e formam um complexo cimentador intercelular com proteínas na estrutura das paredes celulares das plantas, é uma estrutura gélida que absorve água, diminuindo o tempo de esvaziamento gástrico e se liga a ácidos biliares.

Segundo Scheneeman (1989), a celulose é um polímero linear formado por ligações beta 1-4, totalmente insolúvel em água. É o principal componente estrutural das paredes vegetais das plantas.

O interesse inicial de clínicos, nutricionistas e cientistas da área de alimentos, a respeito da fibra como um importante constituinte dietário, foi estimulado por estudos epidemiológicos que associaram a carência de fibra na dieta a desordens crônicas, tais como constipação, hemorróidas, úlceras, câncer do intestino grosso, bem como obesidade, doenças cardiovasculares e diabete, prevalecendo em países desenvolvidos (Vilas Boas, 1999).

Segundo Pourchet-Campos (1990), o aumento do volume das fezes forçando a redução do tempo de trânsito, corrige a constipação e inibe o aparecimento de alterações patológicas no intestino e no cólon, evitando ou prevenindo o aparecimento de hemorróidas ou de câncer. A autora relata que na década de 1960, pesquisadores pretenderam relacionar o teor de fibra ingerida com variações do colesterol no soro sanguíneo, aceitando que taxas elevadas de colesterol sérico mantêm correlação positiva com o aparecimento de moléstias

cardíacas. Segundo a mesma autora, a fração fibra tem papel preventivo contra a obesidade devido à sua capacidade de reduzir a densidade calórica dos alimentos. Além disso, a sua capacidade de promover a saciedade dos indivíduos que a ingerem é fator ponderável para a luta contra esse mal.

Os métodos de Fibra Detergente Ácido (FDA) e Fibra Detergente Neutro (FDN) foram descritos, respectivamente, por Van Soest e Van Soest e Wine. Por meio de detergente em meio neutro, o conteúdo celular solúvel, constituído de proteínas, gorduras, carboidratos solúveis, pectinas e outros constituintes solúveis em água, é separado da parede celular, que é insolúvel (FDN) e basicamente constituída de celulose, hemicelulose, lignina e proteína lignificada. Van Soest propôs também um detergente em meio ácido a fim de solubilizar a fração solúvel mais a hemicelulose, obtendo-se assim, um resíduo insolúvel denominado Fibra Detergente Ácido (FDA), constituído basicamente de lignina e celulose (Silva, Silva e Dutra de Oliveira, 1990).

A fibra da dieta é encontrada apenas em produtos vegetais, como frutas, vegetais, nozes e grãos. As fontes mais concentradas de fibras da dieta são os grãos integrais. Devido ao seu alto teor de água, as frutas e vegetais fornecem menos fibras do que grãos e vegetais mais secos por grama do material ingerido (Mahan e Escott-Stump, 1998).

Segundo Vilas Boas (1999), são fontes de fibras os resíduos vegetais como cascas, talos, folhas e bagaços. O processamento, normalmente, reduz substancialmente o teor de fibras dos vegetais.

A Tabela 2 apresenta os teores médios de fibras dietéticas (FDN, FDA, Hemicelulose, Lignina e Celulose) encontrados em alguns alimentos, expressos em porcentagem na matéria seca.

TABELA 2 Teores de fibras alimentares (g/100g na matéria seca)

Alimentos	FDN	FDA	Hemicelulose	Lignina	Celulose
Alface	13,16	9,19	3,96	1,31	7,27
Couve-flor cozida	13,77	8,96	4,80	1,39	7,29
Abobrinha cozida	35,23	25,88	9,35	4,32	20,21
Chuchu cozido	25,64	19,74	7,85	7,33	11,59
Tomate fresco	18,78	15,95	2,82	3,63	12,43
Vagem cozida	30,19	22,50	7,64	8,06	13,90
Abacaxi	7,81	3,33	4,47	0,76	2,17
Maçã com casca	13,24	8,81	4,42	0,93	7,09
Mamão	10,63	8,92	1,70	1,70	7,18
Melancia	3,16	1,65	1,51	0,55	0,97

Fonte: Silva; Silva e Dutra de Oliveira (1990)

No estudo de hortaliças alternativas, as folhas de cenoura e beterraba, analisadas em material seco, representaram uma fonte significativa de pectina, com teores próximos ao tomate (0,72g/100g) no material fresco (Sartorelli, 1998).

Em estudo realizado com três espécies de ora-pro-nobis, Albuquerque, Sabaa Srur e Freiman (1991) encontraram teores de fibra bruta de 7,17 a 7,67g/100g.

Pinto (1998), estudando folhas, limbos e caules de taioba em base fresca, constatou teores de FDA (fibra insolúvel) próximos a algumas das maiores fontes dessa fibra, como abobrinha cozida, chuchu cozido e a maçã com casca. Com relação ao material seco, a autora encontrou teores de FDA próximos a alguns legumes, como abobrinha cozida e vagem cozida e superior a algumas verduras e frutas, como a alface, couve-flor cozida, abacaxi e maçã com casca.

Infelizmente, no Brasil ainda são poucos os trabalhos sobre os componentes da fração fibra, embora clínicos já tenham mostrado que os diferentes componentes da fibra apresentam ações fisiológicas distintas no organismo (Silva, Silva e Dutra de Oliveira, 1990).

2.4 Vitaminas

As vitaminas são compostos essenciais para a saúde de humanos e de outros animais vertebrados, que não podem ser sintetizados por esses e, portanto, precisam ser ingeridos na dieta (Lehninger, Nelson e Cox, 1995). Muitas agem como coenzimas ou como partes de enzimas responsáveis por promover reações químicas essenciais (Mahan e Escott-Stump, 1998).

Krause e Mahan (1991) citam as hortaliças folhosas frescas como boas fontes de vitamina E, K, A (na forma de caroteno), vitamina C, tiamina, riboflavina, ácido pantotênico e folacina.

Num estudo realizado com hortaliças alternativas, Jorge et al (1992) relatam os valores médios de vitaminas encontradas nas folhas *in natura* de ora-pro-nobis (*P. grandifolia* Swartz) em mg/100g: 0,16 (vit. B₁); 0,44 (vit. B₂); 21,1 (vit. C); 2,42 (vit. PP); 2,65 (vit. E) e 3527 UI/100g de β -caroteno.

De acordo com Nieuwhof (1969), a couve é rica em caroteno e, junto com as cenouras e espinafres, está entre as fontes mais importantes dessa vitamina. A maioria dos vegetais contém menos que 0,1mg de vitamina B₁ por 100mg do produto fresco, embora, relativamente, as brássicas possuam um conteúdo bastante elevado. Outros produtos, entretanto, são fontes muito mais importantes dessa vitamina, como as carnes e ervilhas. O autor ainda compara algumas fontes importantes de origem animal, como leite, queijos e ovos, que contêm de 0,2mg a 0,8mg de riboflavina por 100mg de material fresco, a quantidades encontradas em couves e brócoli. Os teores da vitamina encontrados

nessas hortaliças variam de 0,08 a 0,32mg/100g do produto fresco, sendo bem maiores do que em outras espécies vegetais.

2.4.1 Vitamina C

A vitamina C, também conhecida como ácido L-ascórbico, está distribuída na natureza predominantemente no reino vegetal e principalmente em frutas e verduras (Badolato et al., 1996). É um material cristalino branco, hidrossolúvel, que é estável na forma seca. É facilmente oxidado em solução, especialmente sob exposição ao calor (Mahan e Escott-Stump, 1998).

Esta vitamina existe na natureza sob duas formas: reduzida (ácido ascórbico) e oxidada (ácido deidroascórbico), ambas biologicamente ativas. É uma poderosa substância redutora e, por consequência, facilmente oxidada (Vilas Boas, 1999). Segundo Tannenbaum, Young e Archer (1993), a forma natural da vitamina é o isômero L-; o isômero D- possui ao redor de 10% da atividade da L- e se agrega aos alimentos com fins não vitamínicos.

O ácido ascórbico é facilmente absorvido a partir do intestino delgado para o sangue por um mecanismo ativo e, provavelmente, por difusão. A média de absorção é de 90% para ingestões entre 20 e 120mg (Mahan e Escott-Stump, 1998).

A vitamina C possui múltiplas funções no organismo, sendo necessária para a produção e manutenção do colágeno nos tecidos fibrosos, promovendo a cicatrização dos ferimentos, fraturas e contusões (Krause e Mahan, 1991).

Algumas espécies animais, incluindo o homem, a cobaia, os macacos, alguns pássaros e alguns peixes são incapazes de sintetizar o ácido ascórbico. As pessoas que não obtêm vitamina C suficiente na alimentação desenvolvem uma doença grave chamada escorbuto, nessas pessoas a síntese do tecido conjuntivo contendo colágeno é defeituosa (Lehninger, Nelson e Cox, 1995). Os sintomas

aparecem quando os níveis séricos caem abaixo de 0,2mg/dL (Mahan e Escott-Stump, 1998).

A quantidade de ácido ascórbico em produtos naturais é influenciada por uma série de fatores, tais como tipo de solo, a forma do cultivo, as condições climáticas, procedimentos agrícolas para a colheita, armazenamento e estocagem (Badolato et al., 1996). Segundo Mahan e Arlin (1994), o conteúdo de ácido ascórbico de frutas e vegetais varia com as condições sob as quais eles cresceram e o grau de maturação quando colhidos.

Guilland e Lequeu (1995) citam a goiaba, a páprica, a couve-de-bruxelas, o brócoli e o repolho verde como alimentos que contêm teores de vitamina C total (ácido ascórbico + ácido deidroascórbico) superiores a 100mg/100g. Segundo os autores, o leite humano e o leite de vaca possuem teores da vitamina inferiores a 10mg/100g. Segundo Nieuwhof (1969), as espécies de brássicas são as maiores fontes de vitamina C quando comparadas a outros vegetais.

Num estudo realizado com as hortaliças nativas *ora-pro-nobis*, Jorge et al. (1992) encontraram teores de 21,1 UT/100g de vitamina C, em folhas *in natura*.

Sartorelli (1998), estudando a parte aérea de cenouras e beterrabas, concluiu que, para os teores de vitamina C total, no material fresco, as folhas e caules de cenoura (73,41 mg/100g) foram superiores às folhas e caules de beterraba (49,34 mg/100g). No material seco, os teores encontrados na parte aérea de beterraba (72,42 mg/100g) foram superiores aos da cenoura (34,93 mg/100g). Segundo a autora, os valores encontrados da vitamina são superiores aos encontrados por Franco (1992) na raiz da beterraba (35,2 mg/100g) e de cenoura (26,8 mg/100g).

Os resultados de pesquisas mostram um alto teor de vitamina C em hortaliças como brócoli, couve e agrião.¹ No entanto, nas partes não aproveitadas,

como as folhas de brócoli e couve-flor, nenhuma dosagem desta vitamina foi feita.¹

O ácido ascórbico é muito sensível a diversas formas de degradação. Entre os numerosos fatores que podem influir nos mecanismos de degradação, cabe citar a temperatura, a concentração de sal e açúcar, o pH, o oxigênio, as enzimas (ascorbato oxidase), catalisadores metálicos, a concentração inicial do ácido e a relação ácido ascórbico/ácido dehidroascórbico (Tannenbaum, Young e Archer, 1993). Os autores citam, ainda, que a estabilidade do ácido ascórbico aumenta com o decréscimo da temperatura.²

Segundo Mahan e Escott-Stump (1998), o ácido ascórbico é facilmente destruído por oxidação, particularmente na presença de calor e alcalinidade, e devido ao fato de ser altamente solúvel em água, é geralmente descartado na água do cozimento.¹ As perdas acumulativas, quando os vegetais são preparados e conservados por 24 horas em um refrigerador, são grandes: 45% para produtos frescos e 52% para produtos congelados.¹ De acordo com os autores, o bicarbonato de sódio, adicionado para preservar e melhorar a coloração de vegetais cozidos, é altamente destrutivo para a vitamina C¹.

O aumento da velocidade de oxidação do ácido ascórbico está relacionado com o tratamento térmico ao qual o produto é submetido. Muitos trabalhos enfatizam a necessidade de evitar altas temperaturas, utilizar processos de embalagem com mínimo de aeração, evitar exposição à luz e a contaminantes metálicos para obter um produto com maior valor nutritivo possível (Counsell, e Honig, 1981).

De acordo com Araújo (1995), a contaminação com íons metálicos (ferro e cobre) durante o processamento resulta no aumento da oxidação do ácido ascórbico para deidroascórbico. O ácido deidroascórbico é convertido irreversivelmente para ácido dicetogulônico. Posteriormente, pela desidratação

seguida da descarboxilação, ocorre a formação do furfural. A reação de polimerização subsequente forma pigmentos escuros.

A perda do ácido ascórbico inicia-se logo após a colheita das frutas ou legumes, principalmente sob efeito da ação enzimática (Badolato et al, 1996). Segundo Nieuwhof (1969), após a colheita o conteúdo de vitamina C cai, principalmente em produtos que murcham rapidamente. Assim, no brócoli, o decréscimo de mais de 50% de vitamina C ocorrem em poucos dias; a couve-flor, couve e couve-de-bruxelas também sofrem grandes perdas. O autor relata que durante o processamento dos alimentos também se observam perdas significativas da vitamina. No brócoli, os brotos perdem mais vitamina C no congelamento e cozimento do que na haste, enquanto, no produto fresco, os brotos podem ter quantidades superiores dessa vitamina.

As Tabelas 3 e 4 mostram as cinco mais importantes vitaminas, expressas em mg/100g, que ocorrem em algumas brássicas, em amostras frescas e cozidas.

TABELA 3 Amostra fresca (mg/100g)

	Vitamina C	Caroteno	Tiamina	Riboflavina	Niacina
Repolho	40-81	0-0,05	0,04-0,06	0,02-0,05	0,2-0,3
Couve	35-115	3,2-4,2	0,02-0,1	0,2-0,26	1,5-2,1
Couve-flor	50-91	0-0,03	0,11-0,15	0,10-0,12	0,6
Brócoli	118	2,1	0,1	0,21	1,1

TABELA 4 Amostra cozida (mg/100g)

	Vitamina C	Caroteno	Tiamina	Riboflavina	Niacina
Repolho	2-31	0-0,05	0,02-0,06	0,02-0,08	0,1-0,4
Couve	47-51	4,2-5,2	0,07-0,08	0,22-0,23	1,7
Couve-flor	28	0-0,02	0,06	0,08	0,5
Brócoli	29-109	0,9-2,1	0,03-0,09	0,06-0,24	0,3-0,8

Fonte: Nieuwhof (1969)

2.5 Minerais

Os minerais são elementos inorgânicos que correspondem à fração cinza do alimento após completa carbonização da matéria orgânica. São necessários ao organismo em quantidades que variam de gramas a miligramas, são essenciais para o desempenho de diversas funções e são adquiridos através da dieta.

O termo mineral refere-se a elementos químicos inorgânicos encontrados em todos os animais e plantas, em proporções variáveis, sendo participantes ativos em várias reações enzimáticas, constituintes estruturais de órgãos e tecidos e presentes nos fluidos corporais (Teixeira, 1992).

Os minerais dos alimentos compreendem um grupo numeroso e diverso de elementos e íons complexos. O organismo humano necessita de muitos destes como nutrientes e alguns, fundamentalmente os elementos traços, são perigosos se ingeridos em quantidades excessivas (Tannenbaum, Young e Archer 1993).

Com exceção dos elementos que se unem para formar moléculas orgânicas (C, O, H e N), todos os demais são considerados componentes minerais das células vivas (Vilas Boas, 1999).

Atualmente, conhecem-se 21 elementos minerais que são essenciais à nutrição e são classificados em elementos macronutrientes (cálcio, cloro, magnésio, fósforo, potássio, enxofre e sódio) e elementos micronutrientes

(arsênio, cromo, cobalto, cobre, flúor, iodo, ferro, manganês, molibdênio, níquel, selênio, silício, estanho, vanádio e zinco). Coletivamente, cerca de 4 a 5% do peso do ser humano estão sob a forma de minerais, comparadas com aproximadamente 14 a 16% de proteínas e 12 a 20% de gorduras. Para um homem que pesa 70 Kg, existem aproximadamente 2,8 Kg de minerais (Krause e Mahan, 1991).

A absorção de elementos minerais é influenciada por vários fatores intrínsecos e extrínsecos à dieta. Geralmente, a maioria dos minerais provenientes de fontes vegetais não são bem absorvidos pelo organismo humano quando comparados com os de origem animal (Kawashima, 1997).

Alguns componentes da dieta podem influenciar na absorção de minerais. Wolters et al. (1993) relatam que os ácidos cítrico, ascórbico, lactose e alguns aminoácidos têm efeito positivo na absorção, enquanto ácido fítico, ácido oxálico, polifenóis e fibras possuem efeito negativo. De acordo com Krause e Mahan (1991), os fitatos, oxalatos e fosfatos formam complexos insolúveis de ferro, reduzindo a absorção.

O cálcio é o mais abundante mineral do organismo, é necessário para formação de ossos e dentes, transmissão de impulsos nervosos, contração muscular, regulação cardíaca, coagulação sangüínea e ativação e estabilidade de enzimas (Teixeira, 1992).

As maiores fontes dietéticas de cálcio são o leite e derivados (NRC, 1989), mas os vegetais verdes, como repolho crespo, folhas de nabo, folhas de mostarda e brócolis, também são importantes fontes de cálcio (Krause e Mahan, 1991).

O magnésio é centro da molécula de clorofila, pigmento essencial à fotossíntese, e um ativador essencial para todas as moléculas que transferem o fosfato do ATP para o ADP, influenciando, conseqüentemente, todos os processos vitais (Vilas Boas, 1999).

Segundo Krause e Mahan (1991), o magnésio ocorre abundantemente em alimentos de origem vegetal, como cereais de trigo integral, castanhas, legumes e vegetais verdes, nos quais é o constituinte principal da clorofila.

O NRC (1989) recomenda, para homens e mulheres adultos, a ingestão de 350mg/dia e 280mg/dia de magnésio, respectivamente.

O ferro participa no transporte de oxigênio dos pulmões para os tecidos, no transporte de CO₂ das células para os pulmões e no processo de respiração celular (Krause e Mahan, 1991).

No organismo animal, em torno de 70% do ferro estão presentes em macromoléculas orgânicas (hemoglobina, mioglobina e algumas proteínas e enzimas) e 26% estão armazenados no fígado, baço e ossos (ligado às proteínas ferritina e hemosiderina) (Sgarbieri, 1987).

Krause e Mahan (1991) citam os vegetais e feijões secos como as melhores fontes vegetais de ferro, sendo que a fonte mais completa do mineral é o fígado.

O íon potássio é necessário para o metabolismo de carboidratos e proteínas, embora sua ação não esteja totalmente elucidada, está intimamente relacionado ao sódio no organismo e ambos estão em todos os líquidos corporais e tecidos, mas o sódio é um elemento primariamente extracelular, enquanto o potássio é o principal intracelular (Sgarbieri, 1987).

Segundo Hazell (1985), citado por Kawashima (1997), os vegetais crus são ricos em potássio e pobres em sódio.

Segundo Nieuwhof (1969), o cálcio ocorre abundantemente nas folhas verdes, como a couve, que está entre os vegetais com o conteúdo mais elevado desse mineral. A couve-flor possui baixo teor de cálcio, contendo menos de um décimo da quantidade que ocorre nas couves, enquanto outras brássicas ocupam posições intermediárias.

O conteúdo de fósforo da maioria dos vegetais, incluindo as culturas de brássicas, é baixo; sementes possuem teores muito maiores desse macromineral.

O conteúdo mineral presente em algumas brássicas pode ser observado na Tabela 5.

TABELA 5 Teores de minerais em algumas espécies de brássicas em mg/100g, em base úmida

	Ca	P	Fe	Na	K	S	Mg
Couve	200-329	58-87	1,0-1,0	7-50	325-490	144-186	39-43
Couve-flor	20-22	30-72	0,5-1,1	15-24	300-350	85	18
Brócoli	130-180	76-90	1,3	50	410-440	260-300	20-30

Fonte: Nieuwhof (1969)

De acordo com Tannenbaum, Young e Archer (1993), as perdas de minerais por contato com a água, especialmente durante a cocção e escaldamento, podem ser consideráveis. A extensa margem de perdas depende da solubilidade do mineral. Em alguns casos, o conteúdo de minerais pode aumentar durante os tratamentos tecnológicos, como ocorre com o cálcio. Segundo os autores, as perdas de minerais nos alimentos por reações químicas são pouco importantes; adquirem mais relevância as que se originam fisicamente ou que resultam da combinação das mesmas em formas que não são ativas biologicamente.

Quando se cozinham os alimentos, os minerais solúveis em água são lixiviados. O descarte da água desses alimentos cozidos determina perda parcial dos minerais hidrossolúveis (Vilas Boas, 1999). Os minerais são, em geral, muito estáveis, sendo que em muitos casos a disponibilidade de um pode afetar a

utilização do outro. As perdas de vitaminas e minerais hidrossolúveis por solubilização são inevitáveis, porém podem ser minimizadas pelo controle adequado da relação superfície do produto: volume de água, podendo influenciar na retenção do nutriente hidrossolúvel (Antunes, 1994).

2.6 Fatores Antinutricionais

O termo “fator antinutricional” tem sido usado para descrever compostos ou classes de compostos que quando consumidos em dietas, tanto de animais domésticos como do homem, reduzem o valor nutritivo dos alimentos. Tais compostos estão presentes numa extensa classe de alimentos de origem vegetal comumente consumidos e podem diferir extensamente nos seus modos de ação, potencial de toxicidade e natureza química (Griffiths, Birrch e Hillman, 1998).

Para utilização de folhas vegetais na alimentação humana, é necessário o conhecimento da presença dessas substâncias antinutricionais e/ou tóxicas. Elas interferem na digestibilidade, absorção ou utilização de nutrientes e, se ingeridos em altas concentrações, podem acarretar em efeitos danosos à saúde.

Segundo Deshpande, Cheryan e Salunke (1986), nós consumimos muitas substâncias tóxicas em nossa dieta todos os dias, sem demonstrar quaisquer sinal de intoxicação. Isto ocorre, provavelmente, porque substâncias tóxicas naturais, geralmente exercem seus efeitos apenas quando consumidos em condições especiais ou quando existem outras substâncias potencialmente disponíveis. Além disso, a concentração destes compostos que ocorrem naturalmente nos alimentos é freqüentemente tão baixa que eles devem ser ingeridos em grandes quantidades todos os dias e por um longo período de tempo para que ocorra intoxicação.

Vários tipos de fatores antinutricionais têm sido identificados na família Brassicaceae. Estes incluem glicosinolatos, o aminoácido tóxico s-metilcisteína

sulfóxido, polifenóis e ácido erúico (Griffiths, Birrch e Hillman, 1998), além do ácido fítico, ácido oxálico e nitratos.

2.6.1 Polifenóis

Os polifenóis, classificados como ácidos fenólicos e derivados, taninos e flavonóides, são alguns dos grupos de substâncias naturais mais numerosos e extensamente distribuídos no reino vegetal (Reyes-Moreno e Paredes-López, 1993). São essenciais à vida dos vegetais, participando do mecanismo de defesa da planta, protegendo-a contra o ataque de bactérias, vírus e fungos.

Os polifenóis do tipo tanino são compostos de alto peso molecular, contendo grupos de hidroxila suficientes para permitir a formação de ligações estáveis com proteínas (Reyes-Moreno e Paredes-López, 1993).

O termo "tanino", tal como se usa nos alimentos, compreende dois tipos de compostos, baseados no seu tipo estrutural: taninos condensados e os taninos hidrolisáveis. Desses dois grupos, os taninos condensados estão altamente distribuídos nas plantas (Deshpande, Cheryan e Salunke (1986), acumulados em sementes, frutas e folhas de uma diversidade de culturas comercialmente importantes (Griffiths, Birrch e Hillman, 1998).

Os taninos condensados consistem polímeros de unidades flavonóides unidas por ligações carbono-carbono (Liener, 1994).

Os efeitos nutricionais negativos dos taninos são diversos e não totalmente esclarecidos, mas o principal efeito é causar a redução no crescimento pelo decréscimo da digestibilidade de proteínas e carboidratos (Liener, 1994). Segundo Deshpande, Cheryan e Salunke (1986), taninos inibem enzimas importantes como a tripsina e amilase.

Deshpande, Cheryan e Salunke (1986) citam que o complexo proteína-tanino seja um dos responsáveis pela depreciação do crescimento animal, baixa digestibilidade protéica e aumento do nitrogênio fecal, sendo que o aumento do

nitrogênio das fezes geralmente aumenta proporcionalmente à quantidade de tanino oferecida. Segundo os autores, estudos epidemiológicos sugerem uma possível correlação entre o consumo elevado de materiais vegetais ricos em taninos condensados e a alta frequência de câncer no esôfago e boca.

Outros efeitos antinutricionais atribuídos aos taninos incluem danos à mucosa intestinal e interferência na absorção de ferro, glicose e vitamina B₁₂, de acordo com a revisão de Liener (1994). Os taninos ainda conferem adstringência aos frutos, diminuindo sua palatabilidade e atribuindo cor indesejável aos alimentos devido às reações de escurecimento enzimático.

Versões fortes de bebidas, como chás, vinhos tintos e cervejas escuras podem conter até 1g de tanino/litro. As variedades pigmentadas de cereais e leguminosas contêm 2 a 4g/100g de taninos condensados, embora quantidades mais elevadas, como 7 a 8g/100g, tenham sido descritas em determinadas variedades de sorgo (Deshpande, Cheryan e Salunke., 1986). Segundo os autores, dieta com alto nível de tanino (acima de 5g/100g) pode causar a morte.

Pinto (1998), estudando folhas de taioba, encontrou em 100g do material seco 1g de polifenóis nas folhas, 1,17g no limbo e 0,82g no caule.

Espíndola (1987) cita a eliminação de substâncias tóxicas, como fenóis, através do emprego de solventes, calor e tratamentos enzimáticos, durante a preparação do concentrado protéico de folhas (CPF).

2.6.2 Nitratos e Nitritos

Os sais de sódio e potássio dos nitritos e nitratos são utilizados comumente na cura de carnes para desenvolver e fixar a cor, inibir os microrganismos e para desenvolver sabores característicos. Os nitritos formam, na carne, óxido nítrico que, por meio de reações com os compostos hemo, resultam em nitrosomioglobina, que é o pigmento responsável pela cor rosa das carnes curadas. A capacidade antimicrobiana do nitrito justifica em parte sua

utilização em carnes curadas, nas quais é possível o desenvolvimento do *C. botulinum*. No entanto, em produtos conservados, para os quais não existe o perigo do botulismo, não parece estar justificada a adição de nitratos e nitritos (Lindsay, 1993).

As concentrações de nitrato e nitrito nos alimentos naturais dependem do uso de fertilizantes e das condições nas quais os alimentos são cultivados, colhidos e armazenados (Walker, 1975).

O acúmulo de grandes quantidades de nitrato em plantas cultivadas em solos muito fertilizados é motivo de preocupação se estes vegetais forem usados na alimentação infantil. A redução intestinal de nitrato a nitrito, com a conseqüente absorção do mesmo, poderia originar cianoses devido à formação de metamioglobina (Lindsay, 1993).

Os nitratos estão presentes em todas as plantas e são uma fonte essencial de nitrogênio para o crescimento normal (Walker, 1975). Mais de 90% do nitrogênio absorvido pelas plantas estão na forma de nitrato (NO_3^-), segundo Walters (1991). O nitrato em alimentos é quimicamente muito estável em ampla faixa de pH e pode ser reduzido a nitrito (NO_2^-) por diversos mecanismos sendo um deles através do contato com metais, como acontece durante o cozimento do alimento em utensílios de alumínio. Ainda, muitas plantas e microrganismos contêm sistemas enzimáticos capazes de utilizar nitrato com a produção de nitrito, óxido de nitrogênio e até mesmo amônia.

Os nitratos mais importantes são os alcalinos – nitratos de sódio e de potássio – que devem sua toxicidade sobretudo à sua transformação em nitritos, em certas condições. O nitrato de sódio é muito menos tóxico que o nitrato de potássio. A nocividade do nitrato é, em parte, devida ao íon potássio (Fabre e Truhaut, 1971).

Estudos realizados por Walker (1975) demonstraram que a folha, caule e flor dos vegetais são geralmente ricos em nitrato. O autor encontrou, no

espinafre, altas concentrações de nitrato com níveis, variando de 100 a 300 mg/100g, e o alface, também rico em nitrato, apresentou concentrações de até 600mg/100g.

A concentração de nitrato em vegetais varia enormemente, ao redor de 1 a 10000 mg/kg (ppm) no peso fresco. A beterraba, alface, aipo, espinafre e rabanete estão entre as maiores fontes de nitrato e excedem, freqüentemente, 1000 mg/Kg (Walters, 1991). As frutas contêm muito pouco nitrato, menos que 1 mg/100g, com algumas exceções, como banana, morango e tomate, nas quais o nitrato alcança 2,5 a 14 mg/100g (Walker, 1975).

Sartorelli (1998) encontrou teores de nitrato, na parte aérea da cenoura, de 47,82 ppm; em beterraba, de 5,41 ppm no material fresco, e 432,76 ppm e 49,54 ppm, respectivamente, no material seco. Investigando a presença de nitratos em taioba, Pinto (1998) encontrou, em base seca, 613,36 mg/100g na folha; 642,18 mg/100g no limbo e 732,04 mg/100g no caule.

O nitrato ingerido em solução concentrada, na dose de 5g de uma só vez, provoca fenômenos de intoxicação. A ingestão de 10g deste sal pode provocar morte, no entanto, já se obteve cura após ingestão de 30g de nitrato de potássio, tendo sido a maior parte do sal eliminada pelos vômitos (Fabre e Truhaut, 1971). A dose letal no caso do nitrito, para humanos, não é conhecida, mas estima-se que seja em torno de 1g/adulto (Sgarbieri, 1987).

A ingestão diária considerada aceitável pela Organização Mundial de Saúde (WHO) é de 5 mg/kg de peso corporal para o nitrato e 0,4 mg/Kg de peso corporal para o nitrito, além da ingestão desses mesmos componentes já contidos nos alimentos convenientemente preparados (Sgarbieri, 1987).

De acordo com Vityakon (1985), citado por Sartorelli (1998), o aquecimento das folhas no cozimento pode remover a maioria do nitrato.

2.6.3 Ácido oxálico

O ácido oxálico apresenta-se como cristais incolores e translúcidos, não tem cheiro e seu sabor é ácido e um pouco metálico (Fabre e Truhaut, 1971). Nas plantas, pode estar presente como sais solúveis de oxalato de Na^+ e K^+ ou insolúvel, como oxalato de cálcio (Sartorelli, 1998).

Segundo Krause e Mahan (1991), a disponibilidade de cálcio em algumas frutas e vegetais depende de seu conteúdo de ácido oxálico. O ácido oxálico combina-se com o cálcio no trato digestivo, formando um composto insolúvel denominado oxalato de cálcio; o cálcio não é absorvido.

A ação tóxica do ácido oxálico manifesta-se severamente nos rins, pois uma vez absorvido e passado à circulação, prossegue sua ação irritante sobre o tecido renal (Massey, Roman-Smith e Sutton, 1993) podendo também causar irritações na mucosa intestinal (Espíndola, 1987). A urina, cujo volume é consideravelmente diminuído, surge então corada pela hemoglobina (Fabre e Truhaut, 1971).

O efeito tóxico do ácido oxálico no organismo é sua ação precipitante do cálcio do organismo, formando oxalatos, provocando uma carência desse elemento indispensável a numerosos processos fisiológicos de grande importância (Fabre e Truhaut, 1971; Massey, Roman-Smith e Sutton, 1993). Os cristais de oxalato podem causar problemas quando formados, provocando irritação na mucosa bucal e sensação de queimadura na língua (Sartorelli, 1998).

O oxalato de cálcio é o componente principal de cerca de 70% a 80% de pedras formadas na área urinária superior de pessoas que moram em regiões industrializadas (Massey, Roman-Smith e Sutton, 1993).

Fabre e Truhaut (1971) citam as folhas de ruibarbo (família das poligonáceas) como causadoras de intoxicações oxálicas. Segundo revisão realizada pelos autores, o limbo contém de 1,40 a 11g/Kg, aumentando esta quantidade por exposição aos raios solares. No entanto, os pecíolos dos diversos

Rheum contém pouco ácido oxálico, sendo utilizados em compotas, doces e pastelaria.

As folhas de ruibarbo, espinafre, acelga, beterraba (Krause e Mahan, 1991), tomate, nozes e cacau (Massey, Roman-Smith e Sutton, 1993) contém ácido oxálico em quantidades apreciáveis.

Sartorelli (1998) encontrou teores de ácido oxálico (mg/100g) de 65,65 e 677,94 em material fresco e 594,12 e 6208,79 no material seco para parte aérea de cenoura e beterraba, respectivamente. Segundo Pinto (1998), os teores de ácido oxálico encontrados em 100g de taioba, expressos em matéria fresca, foram 8,55mg; 7,78mg e 3,00mg e, expressos em matéria seca, foram 85,67mg; 62,44mg e 58,33mg para folha, limbo e caule, respectivamente.

De acordo com Fabre e Truhaut (1971), o ácido oxálico é um veneno violento e pode matar rapidamente. Sua dose letal é de 10 a 15g, podendo ser algumas vezes menor. No entanto, há exemplos de cura após a ingestão de doses de 40g e mais, podendo uma parte do tóxico ter sido eliminada pelos vômitos.

Segundo Espíndola (1987), o hábito de cozinhar as plantas e escorrer a água de cocção pode retirar grande parte do oxalato.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Produtos Vegetais/Departamento de Ciência dos Alimentos e no Laboratório de Análise Foliar/ Departamento de Química da Universidade Federal de Lavras (UFLA). O trabalho foi definido em duas etapas:

3.1 Etapa 1

Nesta etapa foram determinados os teores de umidade e medido o pH nas folhas das brássicas, após submetidas a diferentes tempos de cocção

3.2 Etapa 2

Nesta etapa determinaram-se os teores de diversas substâncias nas folhas das brássicas secas após os diferentes tempos de cocção. Os resultados no material seco foram convertidos para matéria úmida.

3.3 Material

Foram utilizadas folhas de brócoli, couve-flor e couve-comum, colhidas numa propriedade agrícola rural do município de Ijací, Minas Gerais. As folhas foram colhidas pela manhã e levadas ao Laboratório de Produtos Vegetais da UFLA, destinados à obtenção dos tratamentos.

3.4 Preparo das folhas

As folhas colhidas foram separadas ao acaso em 6 lotes, lavadas em água corrente e novamente em água destilada. Em seguida foram picadas uniformemente e, após ter sido retirado o excesso de água com o auxílio de

toalhas de papel, foram submetidas à cocção (temperatura de ebulição) por 0, 2, 4, 6, 8 e 10 minutos, com 3 repetições por tratamento, utilizando 4 litros de água destilada para cada 400 g de folhas. Foram preparadas amostras para determinação de umidade, pH e vitamina C logo após a aplicação dos tratamentos, e o material restante foi levado à estufa ventilada de 60° até a secagem total do material (por volta de 1 semana). O material seco foi triturado em moinho de facas, homogeneizado, armazenados em frascos de vidro protegidos de luz direta e mantidos em temperatura ambiente. Dessa forma, obteve-se o material utilizado para realização das análises laboratoriais.

3.5 Métodos

3.5.1 Umidade (%): foi determinada pelo método gravimétrico (estufa a 105° C até obtenção de peso constante (AOAC, 1990).

3.5.2 Vitamina C Total (mg/100g): foi determinada pelo método colorimétrico de Roe e Kuether, citados por Strohecker e Henning (1967). A retenção de vitamina C total (mg/100g) foi obtida por diferença: 100% – % de perdas da vitamina.

3.5.3 pH: determinado por potenciometria, em potenciômetro Digimed modelo DM 20, após extração do suco de 5g de folhas em 50ml de água destilada.

3.5.4 Minerais (mg/100g): os teores de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn e S foram determinados segundo Sarruge e Haag (1974) e Malavolta, Vitti e Olivera (1989). Os extratos foram obtidos por digestão nitroperclórica. O P e o S foram determinados por colorimetria, segundo método da AOAC (1990); Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica e K por fotometria de chama.

- 3.5.5 Pectina Total e Solúvel (g/100g): foram extraídas segundo a técnica de McCready e McComb (1952) e determinadas de acordo com a técnica de Bitter e Muir (1962).
- 3.5.6 Fibra Detergente Neutro (FDN) e Fibra Detergente Ácido (FDA) (g/100g): os teores de FDN e FDA foram determinadas pelo método proposto por Van Soest e Wine (1968), descrito por Silva (1981).
- 3.5.7 Lignina (g/100g): foi determinada pelo método de oxidação da lignina pelo permanganato de potássio, proposto por Van Soest (1963) e descrito por Silva (1981).
- 3.5.8 Proteína (g/100g): determinada pelo método Kjeldahl (semi-micro) conforme a AOAC (1990), utilizando 6,25 como fator de conversão do nitrogênio.
- 3.5.9 Extrato etéreo (g/100g): determinado através da extração com éter etílico em aparelho extrator do tipo Soxhlet, de acordo com AOAC (1990).
- 3.5.10 Cinzas (g/100g): determinadas pelo método gravimétrico após incineração do material em mufla a 550°C, até peso constante, segundo o método descrito pela AOAC (1990).
- 3.5.11 Polifenóis (mg/100g): foram extraídos pelo método de Swain e Hillis (1959), utilizando água como extrator, e identificados de acordo com o método de Folin-Denis, segundo recomendação da AOAC (1990).

3.5.12 Nitratos (mg/100g): determinado pelo método colorimétrico de Cataldo et al. (1975).

3.5.13 Ácido oxálico (mg/100g): determinado pelo método titulométrico com permanganato de potássio, segundo recomendação da AOAC (1990).

3.6 Análises Estatísticas

O experimento foi realizado em delineamento casualizado, em esquema fatorial 3x6 (folhas de 3 espécies de brássicas x 6 tempos de cozimento), com 3 repetições, utilizando teste de Tukey para comparação das médias de espécies de brássicas e tempo de cocção. Os modelos de regressão polinomiais foram selecionados com base na significância do teste F da interação entre a espécie analisada e tempo de cocção. As análises estatísticas foram realizadas segundo técnicas usuais do software SANEST (Zonta e Machado, 1991).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Umidade

A análise de variância de umidade está na Tabela 1 A do anexo, indicando que houve diferenças significativas entre as espécies, os tempos de cozimento e a interação entre espécies e tempo.

Os teores médios de água das espécies estudadas, após os diferentes tempos de cozimento, estão representados na Figura 1.

Inicialmente, as folhas de couve, brócoli e couve-flor apresentaram teores de umidade de 86,26%, 85,97% e 83,36%, respectivamente.

Muller e Tobin (1980) relataram que as folhas vegetais possuem teores de água variando de 80 a 90% (ou mais), valores compatíveis com os encontrados no presente trabalho.

É possível observar que as três brássicas estudadas tiveram suas médias aumentadas durante a aplicação dos tratamentos, sugerindo que o maior tempo em contato com a água propiciou às folhas uma maior absorção de umidade.

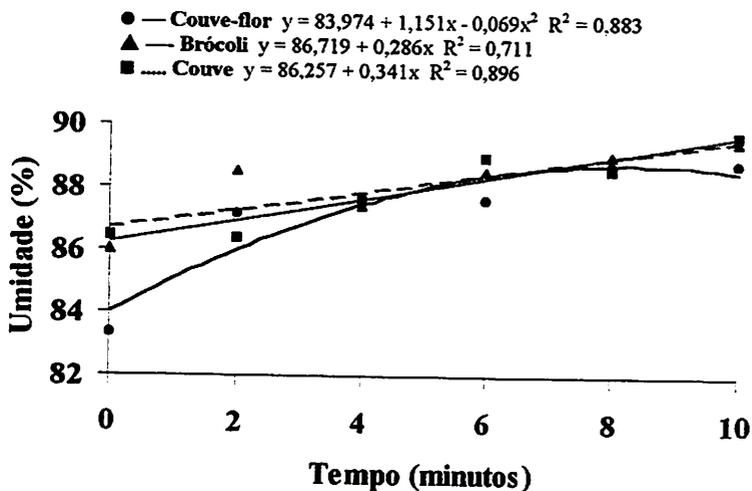


FIGURA 1 Curvas e equações de regressão representativas dos teores médios de umidade (%) das três espécies de brássicas, submetidas a seis tempos de cozimento.

4.2 pH

A medida de pH é um dos procedimentos mais importantes e mais frequentes na prática da bioquímica. O pH afeta a estrutura e a atividade das macromoléculas biológicas, como a atividade catalítica das enzimas (Lehninger, Nelson e Cox, 1995).

A Tabela 1 A do anexo indica que apenas os tempos de cocção apresentaram diferenças significativas.

O pH das brássicas analisadas variaram de 5,76 à 6,56 com o aumento do tempo de cozimento (Figura 2). Sugere-se, com este comportamento, que sais ácidos podem ter sido lixiviados pela água de cozimento, proporcionando o aumento da alcalinidade das folhas.

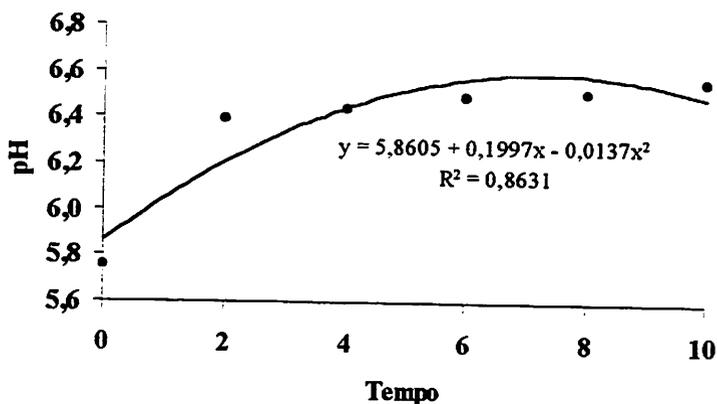


FIGURA 2 Curva e equação de regressão representativas dos valores médios de pH das três espécies de brássicas, durante seis tempos de cozimento, expressos em matéria úmida.

4.3 Vitamina C Total e % de retenção

Os teores de vitamina C e percentuais de retenção foram determinados no material úmido e posteriormente convertidos à matéria seca, após aplicação dos tratamentos.

As curvas representativas dos teores médios de vitamina e percentual de retenção, base úmida, encontram-se nas Figuras 3 e 4. Na Tabela 2 A do anexo estão as respectivas análises de variância.

Observou-se que as folhas de couve-flor superaram as demais espécies avaliadas e as tradicionais folhas de couve apresentaram os menores teores de vitamina C. As folhas de brócoli apresentaram teores iniciais (zero minutos de fervura) semelhantes aos encontrados na couve-flor. No entanto, seus teores de vitamina C caíram consideravelmente à medida que aumentou o tempo de fervura.

Os resultados revelaram que todas as espécies avaliadas apresentaram decréscimo nos teores de vitamina C com a aplicação dos tratamentos, pois o ácido ascórbico é solúvel em água e se perde facilmente por lixiviação (Tannenbaum, Young e Archer, 1993), além de ser um dos nutrientes mais sensíveis à perda quando submetido a processamentos, principalmente com a aplicação de alta temperatura (Gottardo e Benassi, 1996).

Entretanto, mesmo com consideráveis perdas ocorridas durante a fervura, as folhas das três espécies avaliadas ainda permaneceram com elevados teores de vitamina C, podendo ser utilizadas para suprir grande parte ou a totalidade das necessidades diárias da vitamina, de 30 a 45 mg para crianças e de 50 a 60 mg para adultos, segundo o National Research Council (1989).

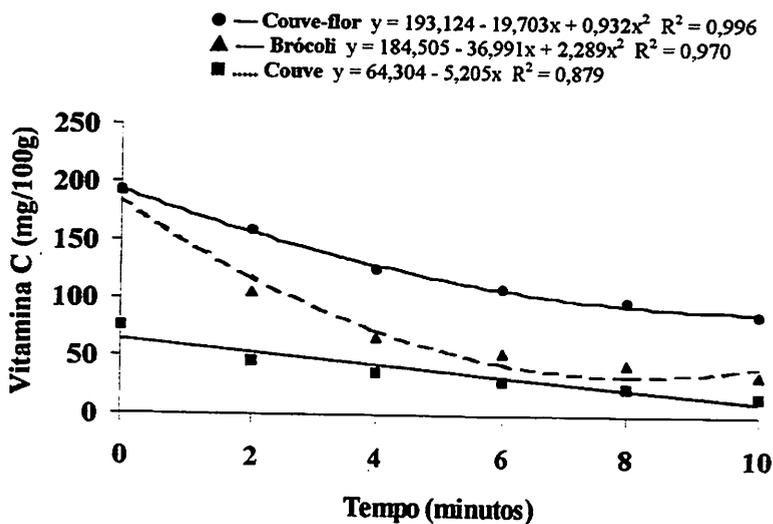


FIGURA 3 Curvas e equações de regressão representativas dos teores de vitamina C (mg/100g) das três espécies de brássicas, submetidas a seis tempos de cozimento, expressos em matéria úmida.

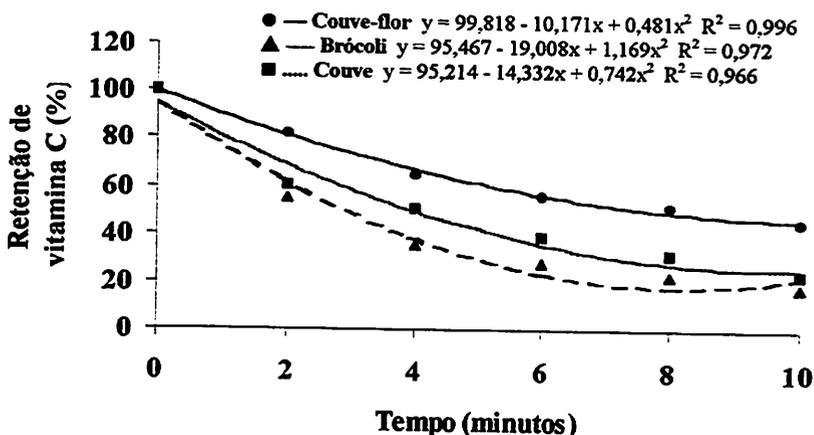


FIGURA 4 Curvas e equações de regressão representativas dos percentuais de retenção de vitamina C, das três espécies de brássicas, submetidas a seis tempos de cozimento, expressos em matéria úmida.

Na figura 4, os resultados mostram que as folhas de couve-flor apresentaram maiores retenções (menores perdas) da vitamina quando comparada as demais espécies. As folhas de couve, apesar de apresentarem os menores teores de vitamina C, obtiveram retenções superiores às das folhas de brócoli que sofreram as maiores perdas da vitamina durante a aplicação dos tratamentos.

As curvas representativas dos teores médios de vitamina e porcentual de retenção, base seca, encontram-se nas Figuras 5 e 6. Na Tabela 3 A do anexo estão as respectivas análises de variância.

As folhas secas se apresentaram como excelentes fontes de vitamina C, mesmo após as perdas ocorridas durante a aplicação dos tratamentos. O comportamento observado foi o mesmo das folhas úmidas, permanecendo a couve-flor com as maiores médias (Figura 5).

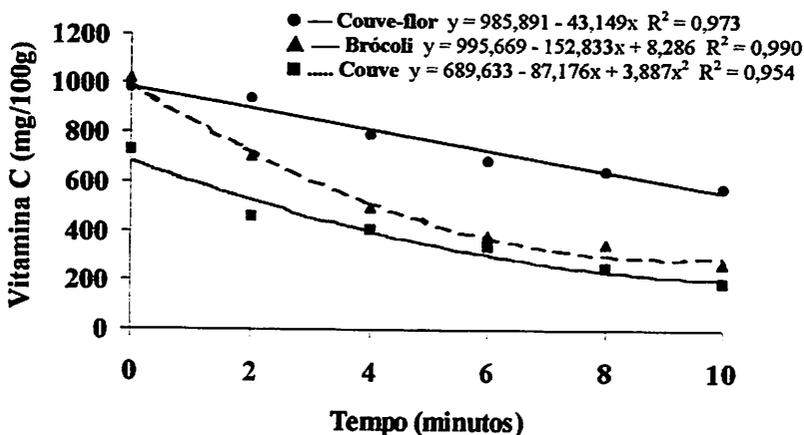


FIGURA 5 Curvas e equações de regressão representativas dos teores de vitamina C (mg/100g) das três espécies de brássicas, submetidas a seis tempos de cozimento, expressos em matéria seca.

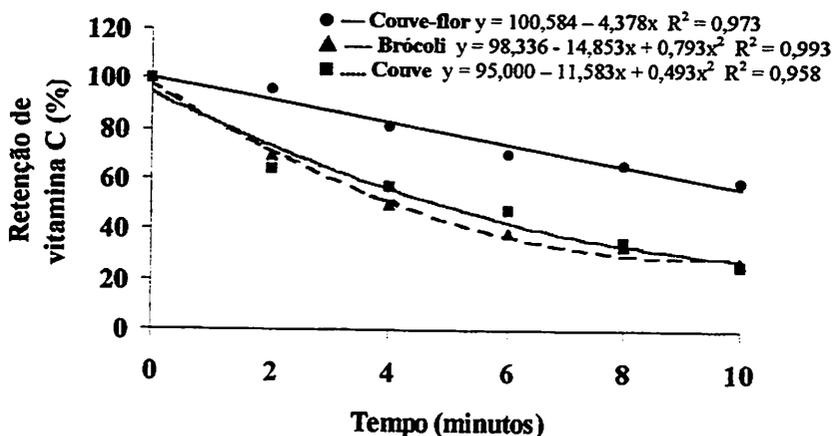


FIGURA 6 Curvas e equações de regressão representativas dos percentuais de retenção de vitamina C das três espécies de brássicas, submetidas a seis tempos de cozimento, expressos em matéria seca.

Na Figura 6, os resultados revelam que as folhas de couve-flor apresentaram, além dos maiores teores da vitamina, também as maiores retenções, se mostrando excelente fonte de vitamina C. As demais espécies obtiveram perdas semelhantes, mostrando que as folhas de brócoli não perdem para as couves quanto aos teores dessa vitamina.

4.4 Minerais

Os teores médios dos minerais foram expressos em matéria úmida e seca e encontram-se nas Figuras 7 a 26. Os resultados das análises de variância estão nas Tabelas 4 A a 7 A do anexo.

4.4.1 Fósforo

As 3 espécies de brássicas analisadas apresentaram as seguintes médias para teores de fósforo (Figura 7), em 100g do material fresco: 59,4 mg para couve-flor, 46,1 mg para brócoli e 33 mg para couve, sendo que a couve-flor apresentou maior teor suprimindo 7,43% das necessidades de 800 mg/dia para homens e mulheres de 25 a 50 anos, segundo o NRC (1989). Os resultados encontrados assemelham-se a vegetais não convencionais, como a taioba (50 mg/100g, citado por Pinto, 1998) e parte aérea de cenoura e beterraba (35,14 e 48 mg/100g, respectivamente, citado por Sartorelli, 1998).

Não foram encontradas diferenças significativas nos teores de fósforo no material seco das espécies avaliadas (Tabela 5 A do anexo); no entanto, seus teores superaram algumas fontes importantes deste mineral, como a carne de boi, leite de vaca, espinafre e agrião.

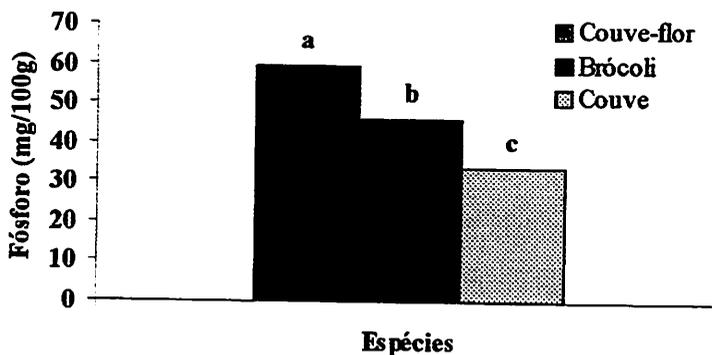


FIGURA 7 Teores médios de fósforo (mg/100g) das três espécies de brássicas, expressos em matéria úmida. Barras com mesma letra não diferem entre si a 1% de probabilidade.

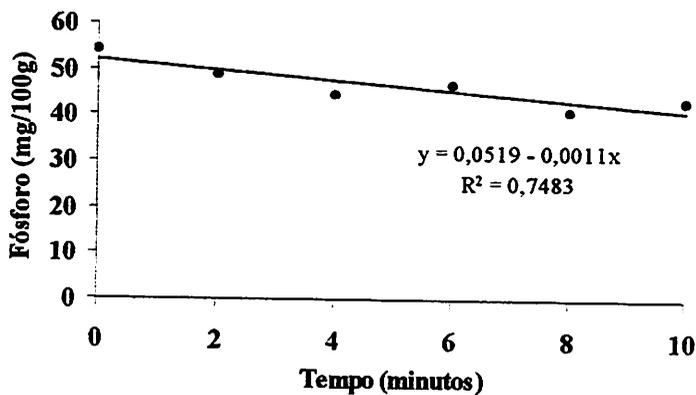


FIGURA 8 Curva e equação de regressão representativas dos teores médios de fósforo (mg/100g) das três espécies de brássicas durante seis tempos de cozimento, expressos em matéria úmida.

A figura 8 apresenta o comportamento do fósforo no material fresco durante a aplicação dos tratamentos. Os teores deste mineral sofreram uma pequena queda à medida que aumentou o tempo de fervura, o que indica que este mineral pode ter sido arrastado pela água de cozimento. Não foram encontradas diferenças significativas nos teores de fósforo do material seco com o aumento do tempo de cozimento (Tabela 5 A do anexo).

4.4.2 Cálcio

O teor médio do cálcio foi mais elevado nas folhas de couve-flor, alcançando nível de 509,4 mg/100g do material fresco; nas folhas de brócolis e couve, os níveis foram de 426,7 e 301,7 mg/100g, respectivamente (Figura 9).

Nieuwhof (1969) encontrou 200 a 329 mg/100g de cálcio na folha de couve e Franco (1992) encontrou 400 mg/100g de cálcio em brócoli cru, valores próximos dos encontrados no presente trabalho.

Cabe ressaltar que, os teores de minerais encontrados na literatura para couve-flor e brócoli, são destinados à inflorescência destas espécies e não às suas folhas. Com os resultados das folhas de brócoli analisadas, observa-se que seus teores de cálcio assemelham-se às suas flores. A inflorescência da couve-flor possui 20-22 mg/100g de cálcio, segundo Nieuwhof (1969). Comparando-se as folhas com a inflorescência, verifica-se que as folhas apresentam maiores teores de cálcio, sendo, portanto, melhores fontes desse mineral.

As recomendações diárias de ingestão de cálcio para indivíduos adultos de 25 a 50 anos é de 800 mg, segundo o NRC (1989). Analisando os resultados do presente trabalho, observa-se que, no material úmido, as folhas de couve-flor, brócoli e couve suprem, respectivamente, 63,7%, 53,3% e 37,7% destas necessidades.

Não foram encontradas diferenças significativas nos teores de cálcio do material seco das espécies avaliadas (Tabela 5 A do anexo).

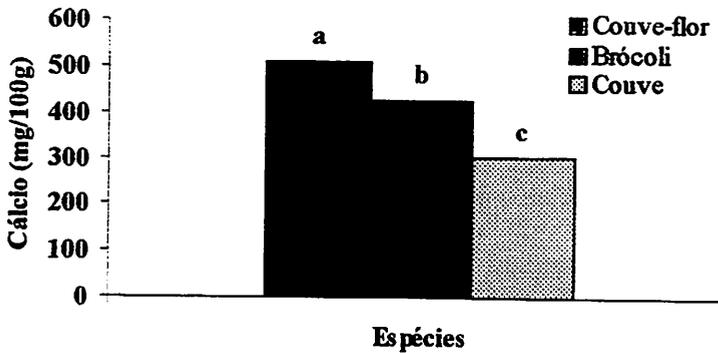


FIGURA 9 Teores médios de cálcio (mg/100g) das três espécies de brássicas, expressos em matéria úmida. Barras com mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade.

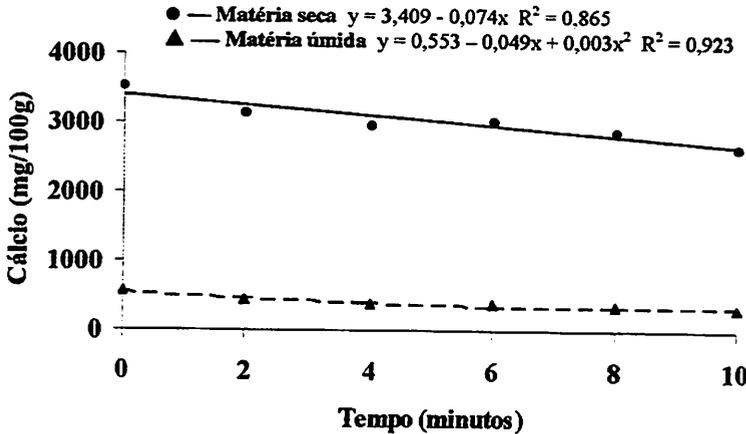


FIGURA 10 Curvas e equações de regressão representativas dos teores médios de cálcio (mg/100g) das três espécies de brássicas no material úmido e seco, durante seis tempos de cozimento.

A Figura 10 mostra o comportamento do cálcio das folhas frescas e secas submetidas aos diferentes tempos de cozimento.

As folhas frescas praticamente mantiveram seus teores de cálcio à medida que aumentou o tempo de cozimento. O material seco apresentou uma ligeira queda durante a aplicação dos tratamentos, perdendo 25,33% do teor original de cálcio.

4.4.3 Potássio

Observa-se, na Figura 11, que a couve-flor e a couve não diferenciaram significativamente entre si quanto aos teores de potássio na matéria úmida, apresentando as maiores médias, com 258,3 e 235 mg/100g, respectivamente. O brócoli atingiu a menor média (130 mg/100g).

Kawashima (1997), avaliando os teores minerais em algumas hortaliças (alface, agrião, rúcula, couve, couve-chinesa, escarola e repolho), concluiu que o nível de potássio é o mais alto entre todos os elementos e contrasta principalmente com os teores de sódio, que são muito baixos. Segundo o autor, a hortaliça que possui maiores teores de potássio é a couve. O mesmo autor cita que teores elevados de potássio são um fato esperado em hortaliças e frutas.

De acordo com Franco (1986), para cada 100g de couve, espinafre, taioba, banana prata e laranja, têm-se 258 mg, 490 mg, 591 mg, 370 mg e 156,6 mg de potássio, respectivamente.

Segundo o NRC (1989), a necessidade diária de potássio para adultos é de 2000 mg. A couve-flor, couve e brócoli, material úmido, suprem 12,92%, 11,75% e 6,5%, respectivamente.

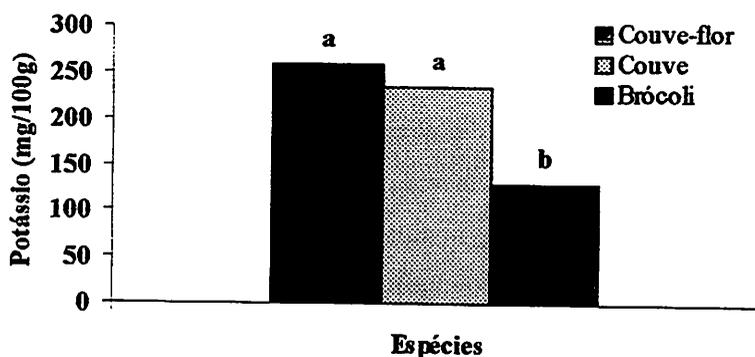


FIGURA 11 Teores médios de potássio (mg/100g) das três espécies de brássicas, expressos em matéria úmida. Barras com mesma letra não diferem entre si a 1% de probabilidade.

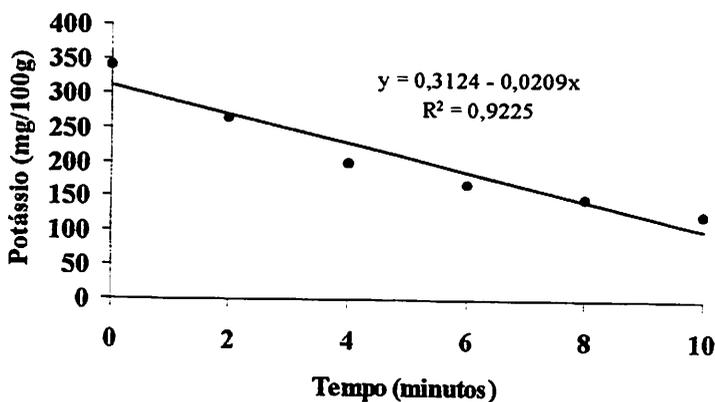


FIGURA 12 Curva e equação de regressão representativas dos teores médios de potássio (%) das três espécies de brássicas durante seis tempos de cozimento, expressos em matéria úmida.

O comportamento apresentado pelo potássio durante a aplicação dos tratamentos pode ser observado na Figura 12. As espécies de brássicas com teores médios de potássio de 312,4 mg, aos 0 minutos de fervura, atingiram teores de 103,2 mg após 10 minutos, perdendo cerca de 66,97% do potássio presente inicialmente, comportamento que pode ser explicado pela lixiviação do mineral durante o cozimento das hortaliças.

A Tabela 5 A do anexo mostra que, no material seco, os teores de potássio apresentaram diferenças significativas entre os dois fatores estudados.

A Figura 13 retrata o comportamento do potássio nas três espécies estudadas durante os seis tempos de cozimento. Observa-se que a couve, com o maior teor do mineral, obteve maior queda, perdendo cerca de 56,5% do potássio presente antes da fervura. A couve-flor apresentou médias intermediárias, com pequena perda do mineral após 10 minutos de fervura. O brócoli obteve o menor teor de potássio, com 1560 mg/100g, apresentando perda de 27,13% do seu conteúdo após aplicação dos tratamentos. Entretanto, a couve ainda manteve o maior teor desse mineral após os 10 minutos de fervura quando comparada às outras duas espécies.

Segundo Tannembbaum, Young e Archer (1993), a principal operação que origina perdas de substâncias minerais é a lixiviação, que arrasta parte dos materiais solúveis.

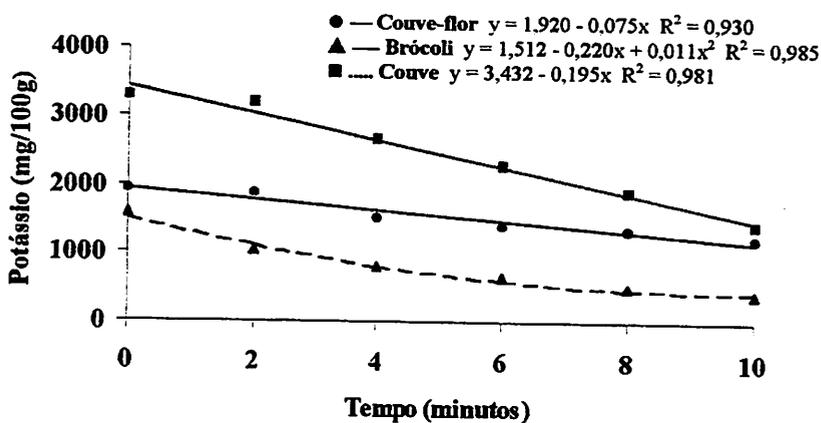


FIGURA 13 Curvas e equações de regressão representativas dos teores médios de potássio (mg/100g) das três espécies de brássicas, submetidas a seis tempos de cozimentos, expressos em matéria seca.

4.4.4 Magnésio

Segundo a Tabela 4 A do anexo, os teores de magnésio não apresentaram diferenças significativas entre as espécies analisadas no material úmido.

A Figura 14 mostra os teores de magnésio das três espécies estudadas em base seca. É possível observar que elas diferem significativamente entre si; os teores do mineral para 100g do material seco foram de 292,2 mg para a couve, 192,8 mg para o brócoli e 154,4 mg para a couve-flor.

A couve-flor, apesar de apresentar os menores teores de magnésio, superou algumas importantes fontes do mineral, como farelo de trigo integral (120 mg/100g), leite de vaca em pó (90 mg/100g) e lentilha seca (80 mg/100g), segundo tabela de Franco (1986).

Kawashima (1997) estudando os teores minerais de hortaliças, como alface, agrião, rúcula, couve, couve-chinesa, escarola e repolho, verificou que, além do potássio, a couve é a hortaliça que possui maiores teores de magnésio e cálcio.

O National Research Council (1989) recomenda a ingestão diária de 350 mg de magnésio para homens de 25 a 50 anos. Portanto, 100g das folhas secas de couve, brócoli e couve-flor, suprem, respectivamente, 83,49%; 55,09% e 44,11% destas exigências. Para as mulheres as exigências são menores (280 mg), sendo supridas totalmente pelas folhas de couve. O brócoli e a couve-flor contribuem fornecendo, respectivamente, 68,86% e 55,14% do magnésio necessário diariamente.

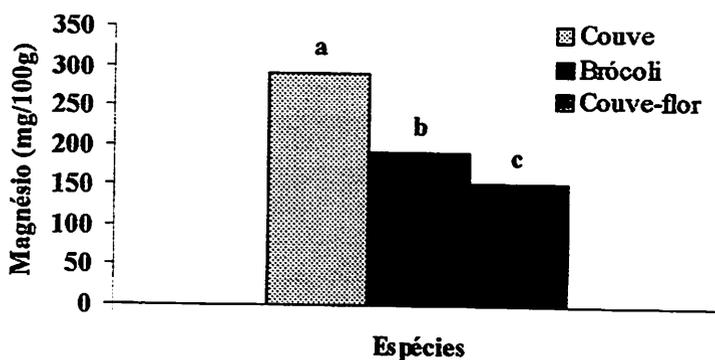


FIGURA 14 Teores de magnésio (mg/100g) das três espécies de brássicas, expressos em matéria seca. Barras com mesma letra não diferem entre si a 1% de probabilidade.

A Figura 15 mostra o comportamento dos teores de magnésio durante os tempos de cozimento do material úmido e seco. Na matéria úmida, o mineral apresentou um comportamento quase uniforme, com uma pequena queda até 8 minutos de fervura. Os teores de magnésio presentes na matéria seca das espécies avaliadas caíram consideravelmente; 61,84% do magnésio foram perdidos na água de cozimento.

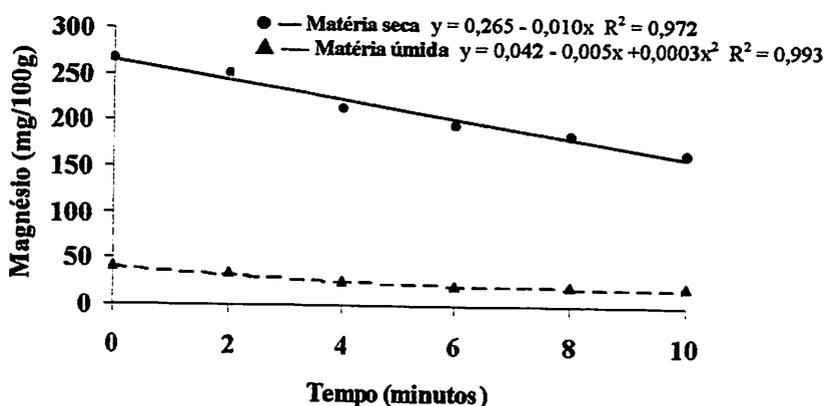


FIGURA 15 Curvas e equações de regressão representativas dos teores médios de magnésio (mg/100g) das três espécies de brássicas no material úmido e seco, durante seis tempos de cozimento.

4.4.5 Enxofre

Os teores de enxofre no material úmido apresentaram diferenças significativas entre os dois fatores estudados, como mostra a Tabela 4 A do anexo.

Pela Figura 16 observa-se que a couve-flor e o brócoli apresentaram teores de enxofre semelhantes até 4 minutos de cozimento, entretanto, no

brócoli, os teores deste mineral tiveram uma queda maior à medida que aumentou o tempo de fervura. Inicialmente, a couve obteve os menores teores (96,7 mg/100g), atingindo 76 mg/100g nos últimos minutos de cozimento, teores semelhantes aos do brócoli (70 mg/100g) no mesmo momento. No final do cozimento, as folhas de couve-flor apresentaram os maiores valores desse mineral, quando comparada às outras duas espécies.

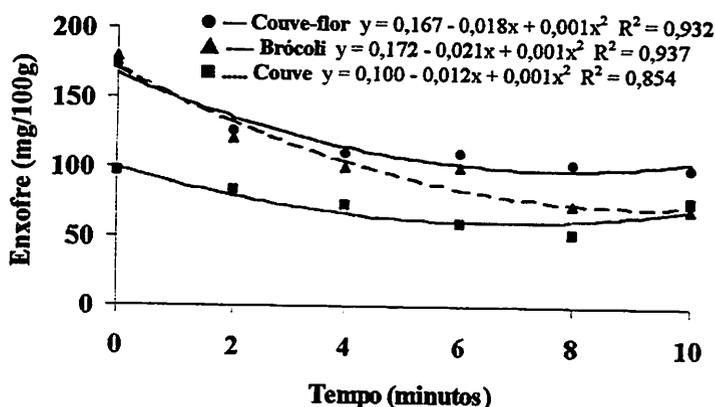


FIGURA 16 Curvas e equações de regressão representativas dos teores médios de enxofre (mg/100g) das três espécies de brássicas, submetidas a seis tempos de cozimento, expressos em matéria úmida.

De acordo com a Tabela 5 A do anexo, apenas o tempo de cozimento apresentou diferenças significativas quando foram analisadas as folhas secas.

Os teores de enxofre caíram cerca de 74,5% durante a aplicação dos tratamentos, podendo ter sido lavados pela água de cozimento (Figura 17).

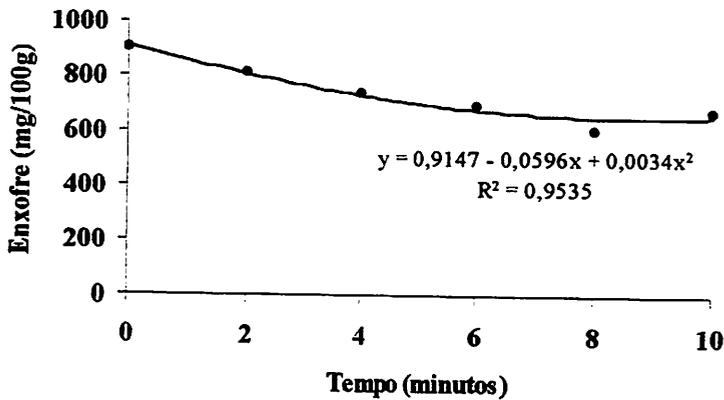


FIGURA 17 Curva e equação de regressão representativas dos teores médios de enxofre (mg/100g) das três brássicas durante seis tempos de cozimento, expressos em matéria seca.

4.4.6 Ferro

Os teores médios do microelemento ferro encontrados nas 3 espécies estudadas, em 100g do material úmido, foram: 2,67 mg na couve, 1,72 mg no brócoli e 0,80 mg na couve, conforme Figura 18.

Comparando os teores de ferro encontrados por Nieuwhof (1969) nas inflorescências de brócoli (1,3 mg/100g) e couve-flor (0,5 a 1,1 mg/100g), observa-se que as folhas destas espécies, analisadas em base úmida, contribuem com uma maior quantidade deste micromineral.

Os teores de ferro encontrados em 100g do material seco foram: 16,32 mg, 11,78 mg e 8,49 mg, para couve-flor, brócoli e couve, respectivamente.

A couve-flor superou as demais espécies, suprimindo, no caso do material seco, as exigências diárias recomendadas pelo NRC (1989), de 10 mg para homens adultos.

A couve-flor destaca-se por possuir teores de ferro superiores, na matéria seca, aos encontrados em 100g de fígado de boi (12,1 mg), folhas de mandioca (7,60 mg) e gema de ovo (5,87 mg), alimentos considerados grandes fontes de ferro (Franco, 1986).

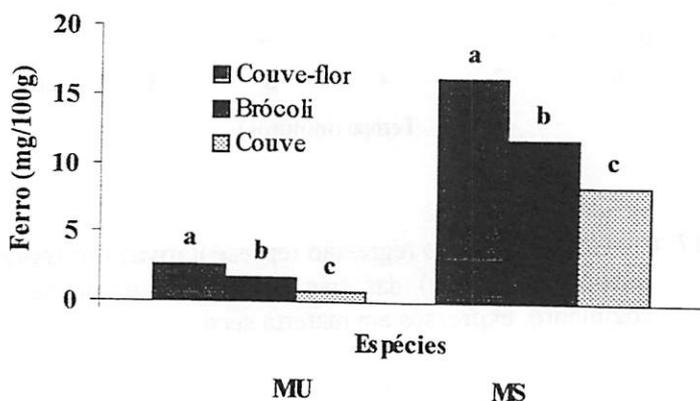


FIGURA 18 Teores médios de ferro (mg/100g) das três espécies de brássicas, expressos em matéria úmida (MU) e seca (MS). Barras com mesma letra não diferem entre si a 1% de probabilidade.

A Tabela 7 A do anexo mostra que os teores de ferro não diferenciaram significativamente com o aumento do tempo de fervura das folhas secas.

Na matéria úmida, ferro seguiu o mesmo comportamento observado nos outros minerais até aqui discutidos (Figura 19). É possível perceber que os teores de ferro das espécies estudadas sofreram uma pequena queda (22,33%) à medida que aumentou o tempo de fervura, mostrando a tendência de lixiviação dos minerais por contato com a água.

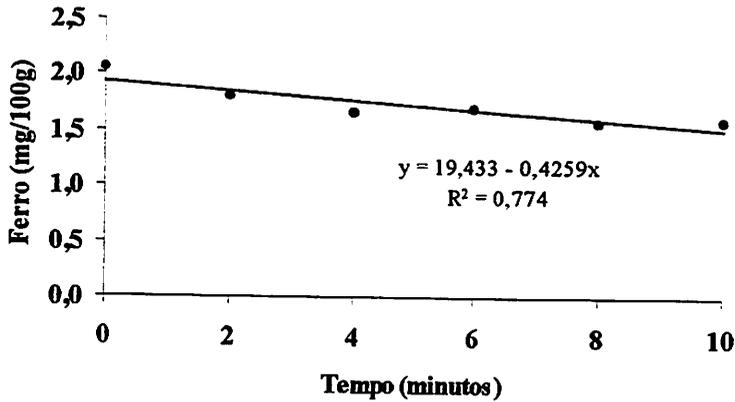


FIGURA 19 Curva e equação de regressão representativas dos teores médios de ferro (mg/100g) das três espécies de brássicas durante seis tempos de cozimento, expressos em matéria úmida.

4.4.7 Manganês

Os teores médios de manganês encontrados em 100g de folhas úmidas de couve-flor, brócoli e couve foram 1,19 mg, 0,67 mg e 0,57 mg, respectivamente. Em 100g do material seco, a couve-flor também apresentou maior média (7,25 mg), seguida pela couve (6,03 mg) e brócoli (4,52 mg), segundo a Figura 20.

Os resultados encontrados no presente trabalho são inferiores aos teores encontrados em feijões (117 mg/100g), citado por Franco (1986) como uma das maiores fontes do mineral. No entanto, se comparam a outras hortaliças alternativas como a parte aérea da cenoura (9,48 mg na matéria seca e 1,05 mg em 100g de matéria fresca), estudada por Sartorelli (1998), e folhas frescas (1,09 mg) e secas (10,76 mg) de taioba, citadas por Pinto (1998).

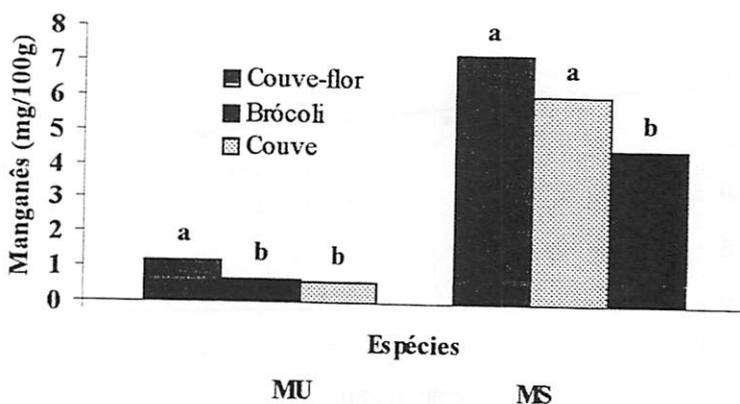


FIGURA 20 Teores médios de manganês (mg/100g) das três espécies de brássicas, expressos em matéria úmida (MU) e seca (MS). Barras com mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade

Os teores de manganês das espécies avaliadas em base úmida, observados na Figura 21, sofreram queda de 39,88% após cocção por 10 minutos, concluindo terem sido arrastados pela água de cozimento.

Segundo a Tabela 7 A do anexo, não houve diferença significativa durante o tempo de cozimento do material seco.

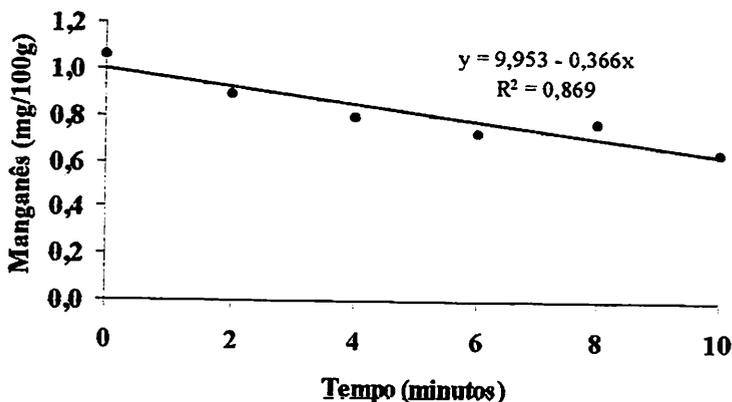


FIGURA 21 Curva e equação de regressão representativas dos teores médios de manganês (mg/100g) das três espécies de brássicas durante seis tempos de cozimento, expressos na matéria úmida.

4.4.8 Zinco

O corpo contém entre 1 e 2 mg de zinco distribuídos por todos os tecidos. A maior parte do zinco ingerido é excretado nas fezes. O mineral é encontrado na maioria dos gêneros alimentícios; no entanto, folhas vegetais e cereais são fontes pobres (Muller e Tobin, 1980).

A Figura 22 mostra os teores de zinco encontrados em folhas úmidas e secas das espécies de brássicas estudadas. As médias, em mg/100g, encontradas no material úmido foram: 0,47 na couve-flor, 0,41 no brócoli e 0,33 na couve. As folhas de couve-flor e brócoli apresentaram médias semelhantes e foram superiores às folhas de couve. No entanto, no material seco, as folhas de couve apresentaram a maior média (3,50 mg/100g), se diferenciando das outras brássicas, que obtiveram teores inferiores e semelhantes entre si.

Franco (1986) cita a aveia e a lentilha seca como ricas fontes de zinco, ambas com teores de 5 mg/100g. Comparando os teores de zinco encontrados no presente trabalho com os considerados boas fontes, verifica-se que as folhas das espécies estudadas não podem ser consideradas como boas fontes deste micronutriente.

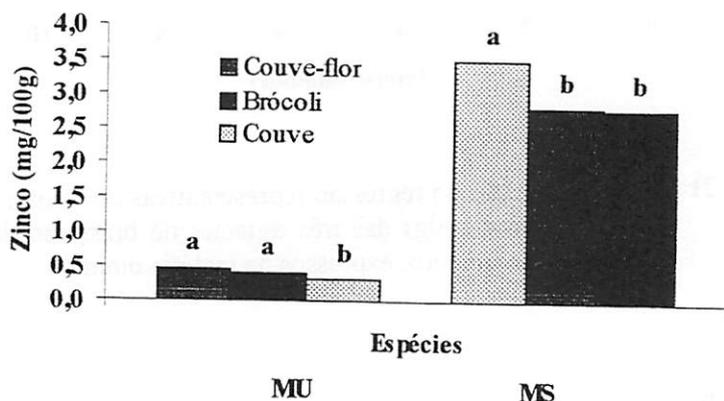


FIGURA 22 Teores médios de zinco (mg/100g), das três espécies de brássicas, expressos em matéria úmida (MU) e seca (MS). Barras com mesma letra não diferem entre si a 1% de probabilidade.

A Figura 23 mostra os teores do zinco em folhas úmidas submetidas à cocção por 10 minutos. É possível observar que não houve grandes perdas deste mineral durante a aplicação dos tratamentos, sugerindo que o zinco seja pouco arrastado pela água de cozimento.

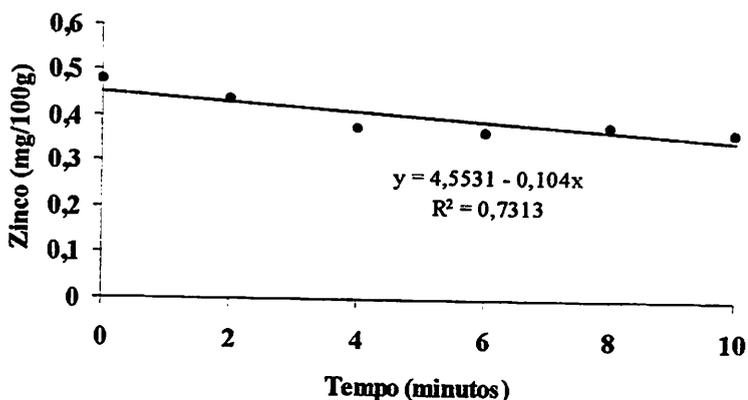


FIGURA 23 Curva e equação de regressão representativas dos teores médios de zinco (mg/100g) das três espécies de brássicas durante seis tempos de cozimento, expressos em matéria úmida.

4.4.9 Cobre

Na matéria úmida, apenas as espécies mostraram ser diferentes estatisticamente (Tabela 6 A do anexo).

De acordo com a Figura 24, a couve-flor superou as demais brássicas avaliadas com 0,066 mg/100g do material úmido. As folhas de brócoli obtiveram 0,049 mg e os menores valores ficaram com a couve-comum, com 0,030 mg/100g.

Os teores médios de cobre na matéria úmida, obtidos no presente trabalho, estão muito abaixo dos teores de 1,14 mg/100g do amendoim torrado e 1,81 mg/100g de nozes, considerados fontes ricas de cobre (Franco, 1986). Segundo o mesmo autor, a menor fonte do mineral é a batata inglesa, com 0,05 mg/100g, teor que se assemelha aos encontrados nas folhas das hortaliças analisadas.

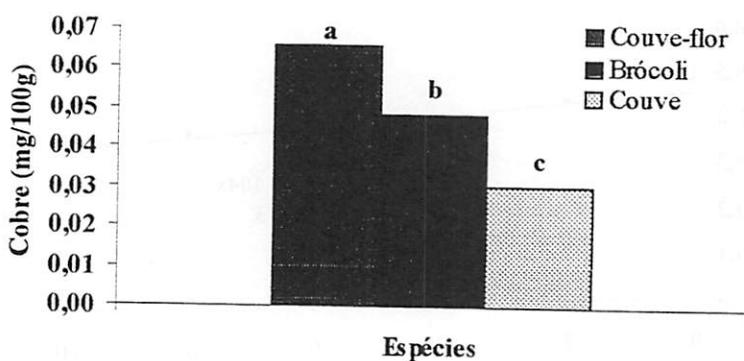


FIGURA 24 Teores médios de cobre (mg/100g), das três espécies de brássicas, expressos em matéria úmida. Barras com mesma letra não diferem entre si a 1% de probabilidade.

Não houve diferença significativa para o material seco em nenhum dos tratamentos estudados (Tabela 7 A do anexo).

4.5 Fatores Antinutricionais

Os teores médios de alguns fatores antinutricionais (Polifenóis, Nitrato e Ácido oxálico) foram expressos em matéria úmida e seca e encontram-se nas Figuras 25 a 30. Os resultados das análises de variância estão nas Tabelas 8 A e 9 A do anexo.

4.5.1 Polifenóis

Pelas Tabelas 8 A e 9 A do anexo, observa-se que houve interação significativa entre estes dois fatores estudados, tanto no material úmido como no material seco.

Segundo a Figura 25, as três espécies estudadas (material úmido) apresentaram queda nos seus teores de tanino durante a aplicação dos tratamentos, com a maior perda atribuída às folhas de couve-flor (66,51%). As tradicionais folhas de couve obtiveram as maiores médias e as menores perdas. Entretanto, com a presença da água, o tanino encontra-se mais diluído nas folhas e sua ingestão não favorece a formação dos complexos proteína-tanino, portanto, não prejudica a digestibilidade de proteínas.

No material seco (Figura 26), aos zero minutos de fervura, as três brássicas analisadas apresentaram teores de taninos acima de 1000mg/100g, sendo estes considerados elevados e prejudiciais à digestibilidade de proteínas (Hoseney, Varriano-Marston e Dendy, 1981). À medida que aumentou o tempo de fervura, os teores de tanino caíram consideravelmente. No entanto, as folhas de couve e brócoli mantiveram valores prejudiciais à saúde mesmo após a aplicação dos tratamentos, sugerindo que o tempo utilizado no presente trabalho não foi suficiente para eliminar o tanino presente nestas folhas.

Carvalho et al. (1993) avaliaram os teores de polifenóis em folhas de 3 cultivares de mandioca, que variaram de 620 a 1110mg/100g. Comparando estes teores com o presente trabalho, verifica-se que as folhas das brássicas analisadas apresentaram teores superiores, em base seca.

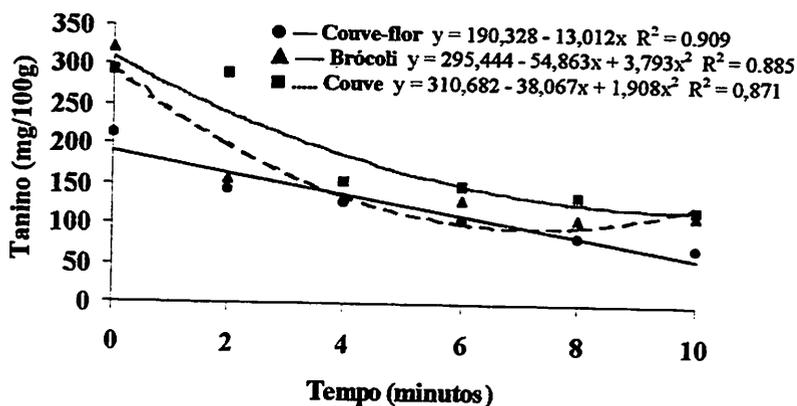


FIGURA 25 Curvas e equações de regressão representativas dos teores de taninos (mg/100g) das três espécies de brássicas, submetidas a seis tempos de cozimento, expressos em base úmida.

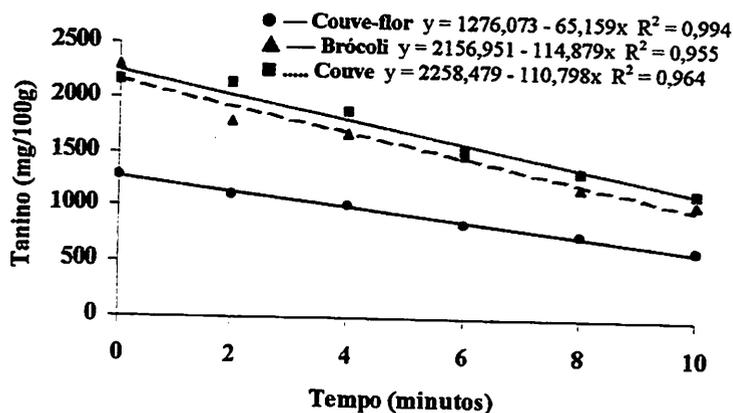


FIGURA 26 Curvas e equações de regressão representativas dos teores médios de taninos (mg/100g) das três espécies de brássicas, submetidas a seis tempos de cozimento, expressos em base seca.

4.5.2 Nitratos

As Figuras 27 e 28 mostram o comportamento do nitrato nas folhas de brócoli, couve-flor e couve, matéria úmida e seca, com o aumento do tempo de cozimento. Todas as espécies apresentaram perdas de nitrato ao longo do tempo, sugerindo que o cozimento das folhas removeu grande parte deste antinutriente.

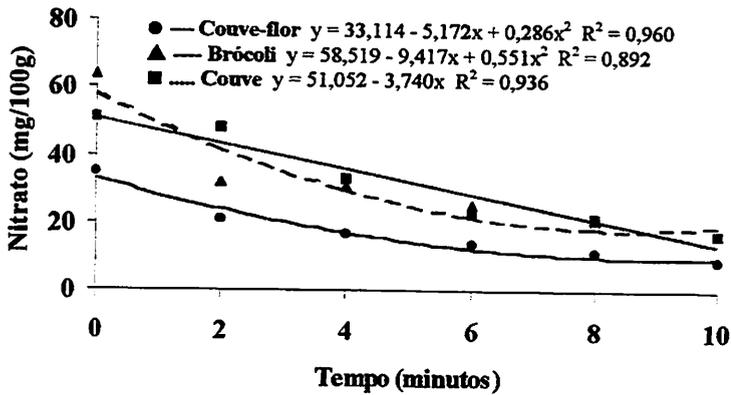


FIGURA 27 Curvas e equações de regressão representativas dos teores médios de nitrato (mg/100g) das três espécies de brássicas, submetidas a seis tempos de fervura, expressos em base úmida.

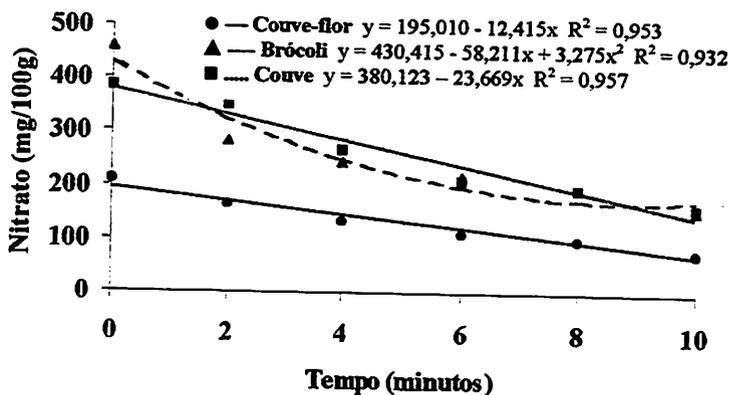


FIGURA 28 Curvas e equações de regressão representativas dos teores médios de nitrato (mg/100g) das três espécies de brássicas, submetidas a seis tempos de cozimento, expressos em base seca.

Araújo (1995) cita, como fontes ricas de nitrato, a beringela (302 mg/100g), beterraba (240 mg/100g), espinafre (220 mg/100g) e o alface (110 mg/100g). Comparando estes valores com os encontrados no presente trabalho, observa-se que, em base úmida, as folhas de brássicas estudadas obtiveram médias inferiores (Figura 27). No entanto, o material seco apresentou elevados teores de nitrato, mesmo após o cozimento das folhas (Figura 28).

Após 10 minutos de fervura as folhas de brócoli e couve mantiveram, em 100g de folhas secas, 157,94 mg e 161,12 mg, respectivamente, teores elevados, mas inferiores aos encontrados na beterraba, beringela e espinafre. A couve-flor perdeu cerca de 62,62% do seu conteúdo inicial, apresentando 78,14 mg/100g de nitrato no final do cozimento.

Nenhuma das três espécies analisadas no material úmido e seco, superaram o valor máximo de ingestão recomendado por dia pela Organização

Mundial de Saúde (WHO) de 5 mg/Kg de peso corporal. Portanto, as folhas estudadas podem ser utilizadas na alimentação sem oferecerem riscos à saúde.

4.5.3 Ácido oxálico

Os teores médios encontrados para ácido oxálico, (Figura 29) em 100g do material seco, foram de: 60,53 mg no brócoli, 49,66 mg na couve-flor e 38,09 mg na couve.

Franco (1986) cita o espinafre e o chá preto como importantes fontes de ácido oxálico, apresentando, em 100g de peso fresco, teores de 822 mg e 690 mg, respectivamente. Comparando as médias do presente trabalho com as relatadas pelo autor, observa-se que as brássicas estudadas possuem teores muito inferiores, não influenciando contrariamente na disponibilidade do cálcio no organismo.

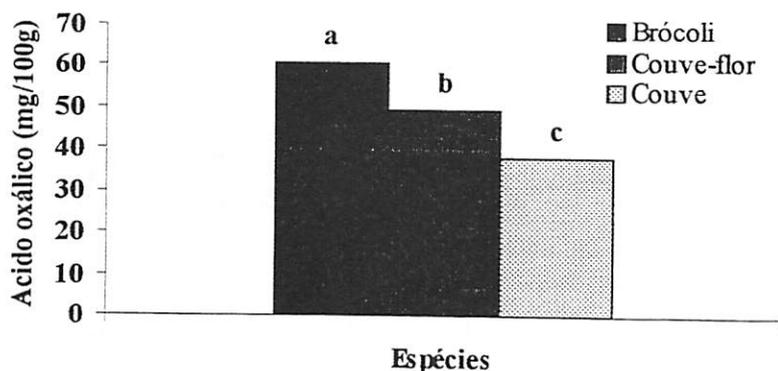


FIGURA 29 Teores médios de ácido oxálico (mg/100g) das três espécies de brássicas, expressos em matéria seca. Barras com mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 8 A do anexo, a interação entre espécies e tempo apresentaram diferenças significativas para as folhas frescas.

Na Figura 30 observa-se que as folhas de couve-flor superaram as folhas de couve quanto aos teores de ácido oxálico, apresentando uma tendência de queda com o aumento do tempo de fervura. A couve, com médias iniciais inferiores, apresentou resultado semelhante à couve-flor apenas no final do cozimento.

Na Tabela 6 encontram-se os valores de ácido oxálico para as folhas de brócoli, matéria úmida, durante os 10 minutos de fervura. É possível observar que, após a aplicação dos tratamentos, o ácido oxálico apresentou suas médias diminuídas.

Como o oxalato é solúvel em água, com o cozimento pode-se removê-lo e reduzir seu efeito deletério (Sartorelli, 1998).

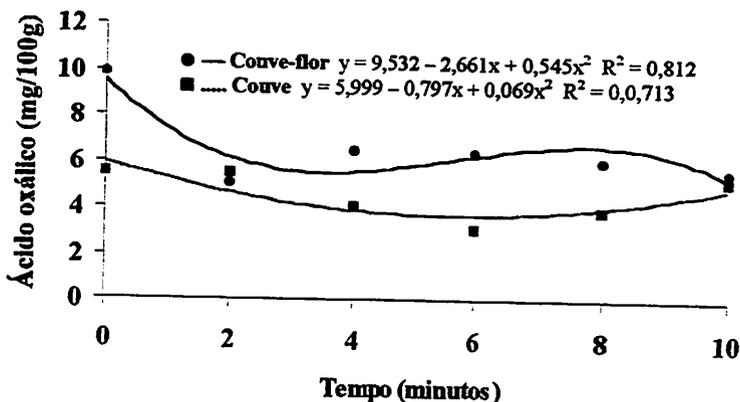


FIGURA 30 Curvas e equações de regressão representativas dos teores médios de ácido oxálico (mg/100g) das espécies couve-flor e couve, submetidas a seis tempos de cozimento, expressos em matéria úmida

TABELA 6 Teores médios de ácido oxálico (mg/100g) das folhas úmidas de brócoli submetidas a seis tempos de cozimento

	Tempo (minutos)					
	0	2	4	6	8	10
Médias	7,92	7,43	6,93	6,43	5,94	5,44

4.6 Proteína

Segundo a Figura 31, os teores protéicos presentes nas folhas úmidas de couve-flor (4,87%) e brócoli (4,54%) superaram os encontrados na couve – comum (3,01%). No entanto, quando as folhas secas foram analisadas, a couve apresentou os maiores teores e a couve-flor obteve os menores, permanecendo o brócoli em posição intermediária.

De acordo com Muller e Tobin (1980), o conteúdo protéico de folhas vegetais varia na ordem de 1% a 4%, raramente atingindo valores maiores que 5% ou 6%.

Comparando os resultados do presente trabalho, matéria úmida, com os relatados na literatura, conclui-se que as médias encontradas alcançam os valores máximos citados pelos autores, portanto, as folhas de couve-flor e de brócoli também podem ser utilizadas na alimentação, sem prejuízos nos teores de proteína quando comparadas com folhas de couve.

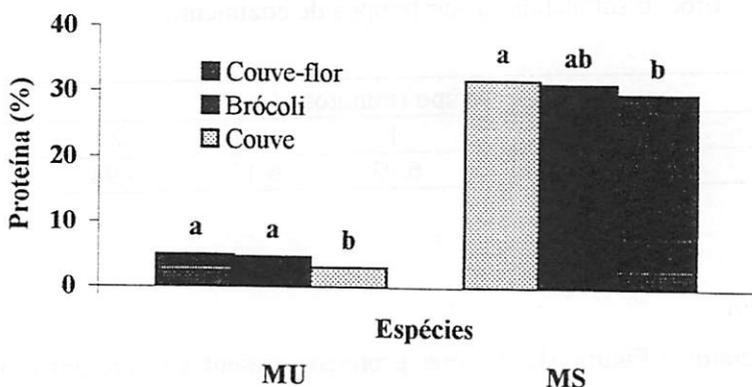


FIGURA 31 Teores médios de proteína (%) das três espécies de brássicas, expressos em matéria úmida (MU) e seca (MS). Barras com a mesma letra não diferem entre si a 1% de probabilidade.

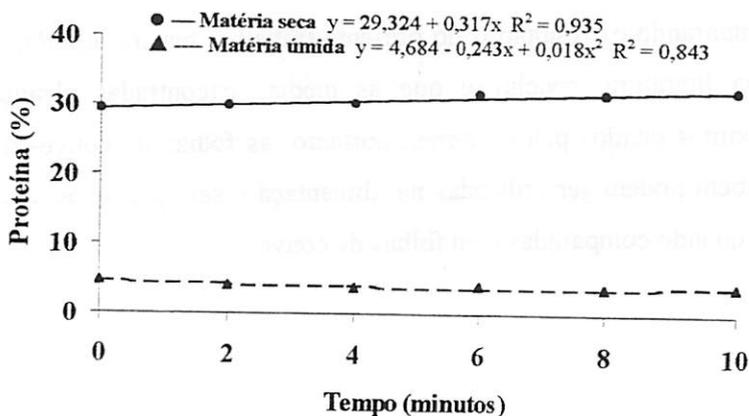


FIGURA 32 Curvas e equações de regressão representativas dos teores médios de proteína (%) das três espécies de brássicas no material úmido e seco, submetidos a seis tempos de cozimento.

A Figura 32 mostra o comportamento da proteína no material úmido e seco, submetidos à cocção durante 10 minutos.

Os resultados revelaram um comportamento quase uniforme para os teores protéicos na matéria úmida, apresentando uma pequena queda com o aumento do tempo de cozimento.

As folhas secas tiveram suas porcentagens de proteínas aumentadas, sugerindo que o conteúdo protéico se concentrou devido à lixiviação e conseqüente diminuição dos nutrientes solúveis em água.

4.7 Extrato etéreo

O extrato etéreo corresponde a toda fração do alimento extraída com o auxílio de solventes orgânicos, constituída principalmente de lipídeos, embora outras substâncias sejam também arrastadas com o solvente, como fosfatídeos, esteróis (colesterol), pigmentos, óleos essenciais, ceras voláteis, resinas, etc.

Pela Tabela 10 A do anexo, observa-se que as espécies de brássicas, o tempo de cozimento e a interação entre espécies e tempo apresentaram diferenças significativas.

No material úmido (Figura 33), as folhas de brócoli tiveram seus teores de extrato etéreo aumentados até os 4 minutos de fervura, sugerindo que com a lixiviação dos nutrientes hidrossolúveis, o extrato etéreo ficou mais concentrado nas folhas. Após os quatro minutos, as médias apresentaram queda, provavelmente devido à saturação do meio, conduzindo de volta às folhas alguns dos nutrientes anteriormente solubilizados. As folhas de couve-flor apresentaram uma pequena queda nas suas médias desde o início da aplicação dos tratamentos, sugerindo que os nutrientes desta espécie foram menos lixiviados pela água de cozimento.

No material seco (Figura 34), as folhas de brócoli apresentaram o mesmo comportamento das folhas úmidas. Os nutrientes hidrossolúveis

arrastados da couve durante o cozimento foram suficientes para proporcionar um aumento nos teores de extrato etéreo destas folhas.

Na Tabela 7 estão os teores de extrato etéreo, matéria úmida, das folhas de couve. Durante o cozimento, as médias apresentaram um comportamento constante, com uma pequena perda deste nutriente aos 10 minutos de fervura. Pela Tabela 8 observa-se que as médias do extrato etéreo, matéria seca, das folhas de couve-flor apresentaram oscilações durante os seis tempos de cozimento.

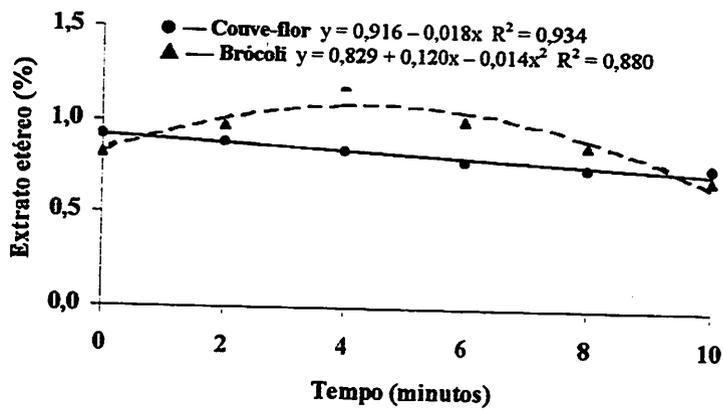


FIGURA 33 Curvas e equações de regressão representativas dos teores médios de extrato etéreo (%) das espécies brócoli e couve-flor, submetidas a seis tempos de cozimento, expresso em matéria úmida.

TABELA 7 Teores médios de extrato etéreo (%) da espécie couve submetida a seis tempos de cozimento, expressos em matéria úmida.

	Tempo (minutos)					
	0	2	4	6	8	10
Médias	0,56	0,57	0,57	0,55	0,60	0,49

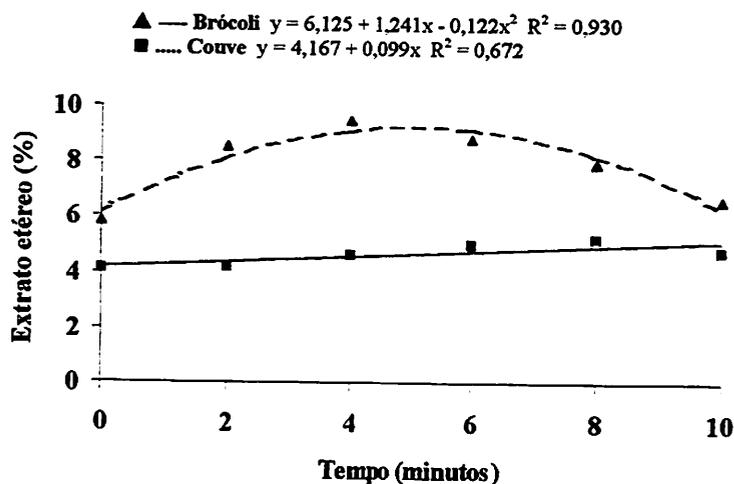


FIGURA 34 Curvas e equações de regressão representativas dos teores médios de extrato etéreo (%) das espécies brócoli e couve, submetidas a seis tempos de cozimento, expressos em matéria seca.

TABELA 8 Teores médios de extrato etéreo (%) da espécie couve-flor submetida a 6 tempos de cozimento, expressos em matéria seca.

	Tempo (minutos)					
	0	2	4	6	8	10
Médias	5,53	6,93	6,75	6,40	6,67	6,83

4.8 Cinzas

A fração cinza, ou resíduo mineral fixo, consiste na fração inorgânica do alimento, ou seja, no seu conteúdo de sais minerais.

As Tabelas 10 A e 11 A do anexo mostram que a interação entre os dois fatores estudados apresentou diferenças significativas nos materiais fresco e seco.

De acordo com as Figuras 35 e 36, as três folhas estudadas, matéria úmida e seca, apresentaram queda em suas porcentagens de minerais com o aumento do tempo de cozimento. Este fato já era de se esperar, uma vez que são consideráveis as perdas de minerais durante a cocção.

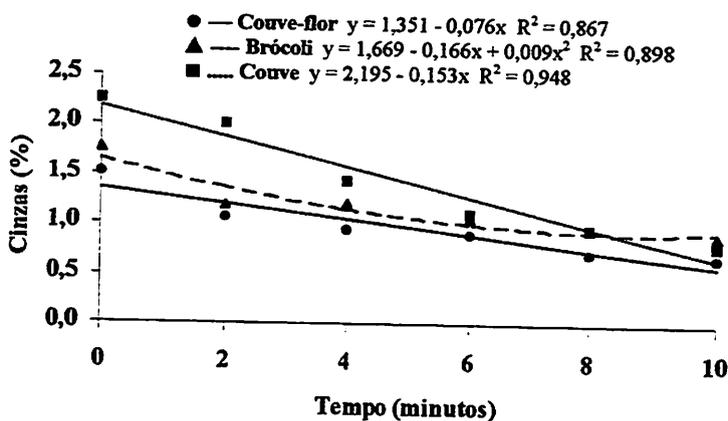


FIGURA 35 Curvas e equações de regressão representativas dos teores médios de cinzas (%) das três espécies de brássicas, submetidas a seis tempos de cozimento, expressos em matéria úmida.

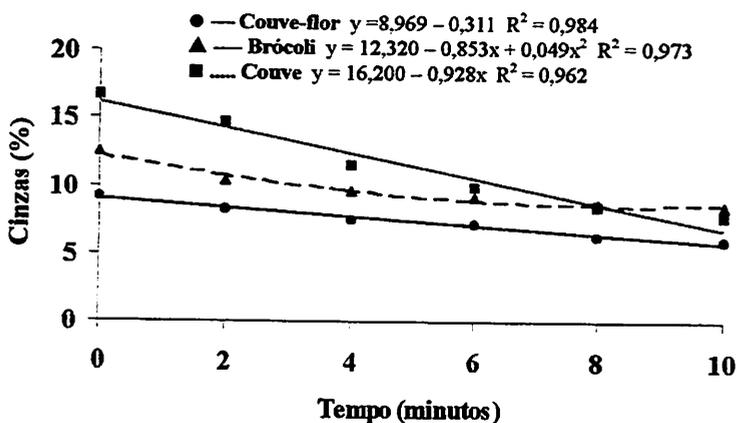


FIGURA 36 Curvas e equações de regressão representativas dos teores médios de cinzas (%) das três espécies de brássicas, submetidas a seis tempos de cozimento, expresso em matéria seca.

4.9 Fibra Detergente Ácido (FDA) e Fibra Detergente Neutro (FDN)

As porcentagens de FDA das folhas estudadas, matérias úmida e seca, estão representadas na Figura 37.

Na matéria úmida, as folhas de couve-flor superaram as demais espécies com teores de 2,82%. As folhas de brócoli e couve apresentaram médias de 2,34% e 1,71%, respectivamente. Na matéria seca, a couve obteve os maiores resultados (18,12%) e o brócoli os menores (16,18%), ficando a couve-flor em posição intermediária (17,30%).

No estudo de outras fontes alternativas de fibras, Pinto (1998) encontrou 1,71% de FDA em folhas frescas de taioba e 16,97% nas secas. Sartorelli (1998) relata teores de 2,87% (base fresca) e 25,98% (base seca) de FDA em partes aérea de cenoura.

Comparando os resultados do presente trabalho com os citados pelas autoras, conclui-se que as folhas de brássicas equívalem a outras hortaliças alternativas quanto aos teores de FDA; porém apresentaram teores muito abaixo das folhas de cenoura (matéria seca).

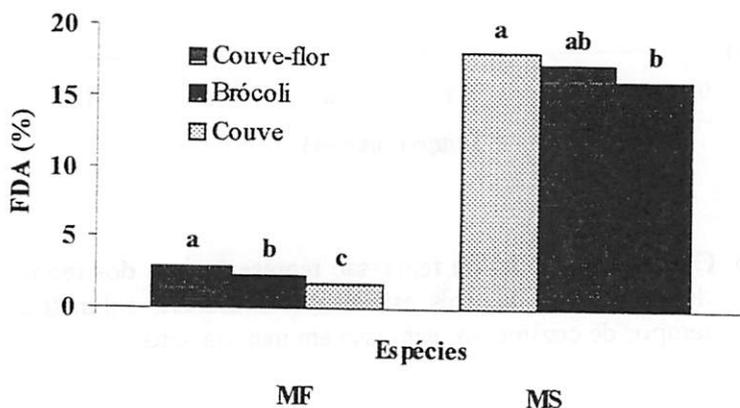


FIGURA 37 Teores médios de FDA (%), das três espécies de brássicas, expressos em matéria úmida (MU) e seca (MS). Barras com mesma letra não diferem entre si a 1% de probabilidade.

Na Figura 38 está representado o comportamento da FDA das folhas secas durante a aplicação dos tratamentos. Verifica-se um aumento nestes teores, com uma tendência de queda aos 10 minutos de cozimento.

Como os componentes da FDA (celulose e lignina) são insolúveis em água, sugere-se que, com a lixiviação dos nutrientes hidrossolúveis e volatilização de alguns compostos, a FDA se concentrou, aumentando seus teores.

Segundo Muller e Tobin (1980), a celulose é pouco afetada durante a fervura dos alimentos, mas as gomas e mucilagens podem ser decompostas.

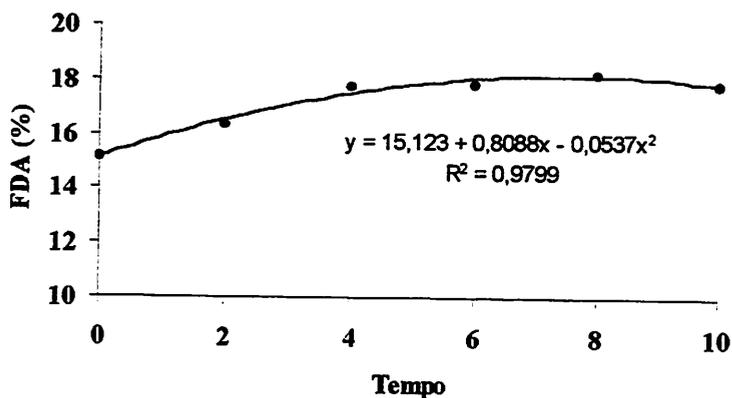


FIGURA 38 Curva e equação de regressão representativas do teores médios de FDA (%) das três espécies de brássicas, durante seis tempos de cozimento, expresso em matéria seca.

Segundo a Tabela 12 A do anexo, somente as espécies de brássicas apresentaram diferenças significativas, material úmido, para FDN. Nas folhas secas (Tabela 13 A de anexo), nenhum dos fatores estudados apresentaram diferenças significativas.

A fibra detergente neutro corresponde ao somatório de celulose, hemicelulose e proteínas lignificadas. A porcentagem desta fração em 100g de material úmido está representada na Figura 39, e foi de 3,895 na couve-flor, 3,875 no brócoli e 2,326 na couve. Observa-se que as folhas de couve-flor e brócoli possuem teores mais elevados de FDN, não diferindo significativamente

entre si, sendo consideradas fontes mais ricas dessa fração da fibra, quando comparadas às folhas de couve.

Silva, Silva e Dutra de Oliveira (1990) descrevem a abobrinha cozida, a vagem cozida e a maçã com casca como ricas fontes de FDN, com teores de 2,81%, 2,82% e 2,17%, respectivamente. As porcentagens de FDN das folhas analisadas superaram, em sua maioria, as fontes citadas pelos autores.

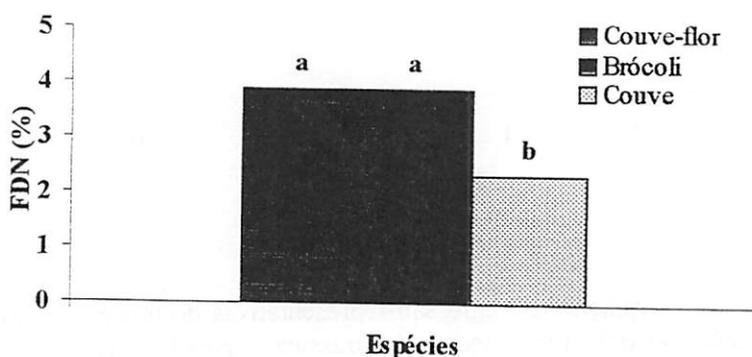


FIGURA 39 Teores médios de FDN (%) das três espécies de brássicas, expressos em matéria úmida. Barras com mesma letra não diferem entre si a 1% de probabilidade.

4.10 Lignina

Os teores de lignina (Figura 40) encontrados em 100g do material úmido foram de 1,30% no brócoli, 1,20% na couve-flor e 0,77% na couve, não se verificando diferenças significativas entre as duas primeiras espécies citadas. No material seco, as folhas de brócoli continuaram com as maiores porcentagens de

lignina (8,98%), e as folhas de couve-flor, as menores (7,31%). As tradicionais folhas de couve apresentaram médias intermediárias (8,12%).

Os resultados revelam altos teores de lignina quando comparados com outras fontes vegetais ricas nesta fração da fibra, como chuchu (0,63% / 7,33%), vagem (0,75% / 8,06%) e abobrinha (0,34% / 4,32%), base fresca e seca, citados por Silva, Silva e Dutra de Oliveira (1990).

Segundo Lehninger, Nelson e Cox (1995), nos tecidos vegetais, apenas a celulose é mais abundante que a lignina.

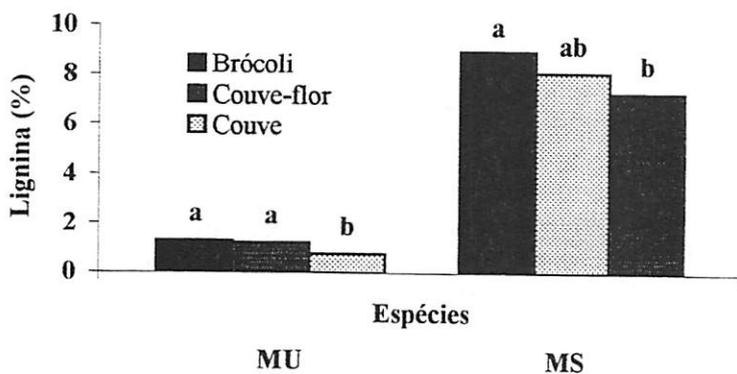


FIGURA 40 Teores médios de lignina (%), das três espécies de brássicas, expressos em matéria úmida (MU) e seca (MS). Barras com mesma letra não diferem entre si a 1% de probabilidade.

De acordo com a Figura 41, o aumento do tempo de cozimento levou a uma queda nas porcentagens de lignina das folhas úmidas analisadas.

As ligninas são altamente insolúveis em água; portanto, as perdas ocorridas durante o experimento não são decorrentes da lixiviação.

Durante a fervura, frutas e vegetais tendem a desagregar-se devido à gelatinização do amido e rompimento da parede celular (Muller e Tobin, 1980). É possível que este rompimento da parede tenha liberado teores de lignina para o meio, no entanto, outros estudos são necessários para uma conclusão mais precisa deste comportamento.

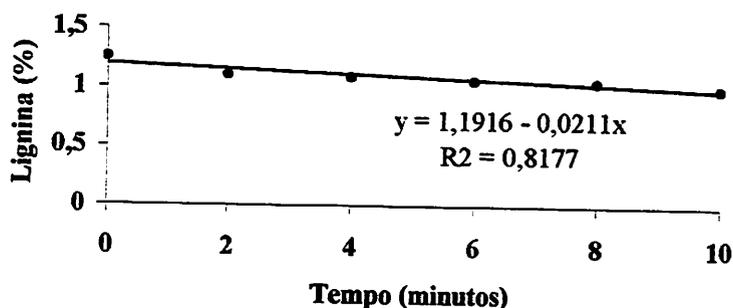


FIGURA 41 Curva e equação de regressão representativas dos teores médios de lignina (%) das três espécies de brássicas, durante seis tempos de cozimento, expresso em matéria úmida.

4.11 Pectina Total e Pectina Solúvel

As pectinas são ácidos pectínicos solúveis em água capazes de formar géis com a sacarose.

Segundo a Figura 42, as folhas de couve-flor e brócoli superaram as folhas de couve, em base úmida e seca, quanto aos teores de pectina total, não diferindo significativamente entre si.

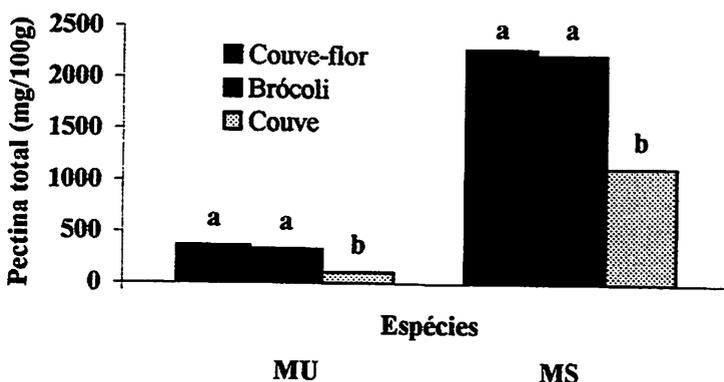


FIGURA 42 Teores médios de pectina total (mg/100g) das três espécies de brássicas, expressos em matéria úmida (MU) e seca (MS). Barras com mesma letra não diferem entre si a 1% de probabilidade.

A Tabela 9 mostra os teores de pectina total em algumas frutas e verduras, em base fresca e seca, incluindo as folhas estudadas.

TABELA 9 Teores médios de pectina total (g/100g) de algumas frutas e verduras, expressos em matéria seca e úmida.

	Pectina Total	
	Base seca	Base fresca
Cenoura	15,40	1,59
Tomate	12,40	0,72
Batata	12,15	2,78
Maçã	10,90	1,81
Folha de couve-flor	2,23	0,36
Folha de brócoli	2,29	0,33
Couve	1,13	0,11

Fonte: Belo Jr. e Lumen, 1981 (adaptação)

Comparando os dados citados por Belo Jr. e Lumen (Tabela 9) com os encontrados no presente trabalho, conclui-se que as folhas estudadas possuem baixos teores de pectina, não sendo consideradas boas fontes deste constituinte.

De acordo com a Figura 43, os teores de pectina total, base seca, das brássicas analisadas aumentaram com a aplicação dos tratamentos. Este comportamento pode ser facilmente explicado, considerando que a pectina total não é solúvel em água (usa-se versene para sua extração). Portanto, os nutrientes que não foram arrastados pela água de cozimento tendem a se concentrar, aumentando seus teores.

Quanto aos teores de pectina solúvel, base úmida, encontraram-se, em 100g de folhas, teores de 140,93 mg na couve-flor, 106,77 mg no brócoli e 68,03 mg na couve (Figura 44). Verificou-se que as folhas de couve-flor apresentaram os maiores teores da pectina solúvel.

De acordo com a Tabela 13 A do anexo, nenhum dos fatores estudados em base seca apresentaram diferenças significativas.

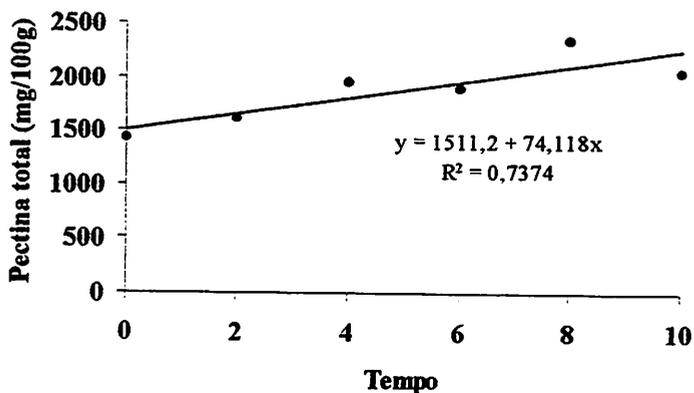


FIGURA 43 Curva e equação de regressão representativas dos teores médios de pectina total (mg/100g) das três espécies de brássicas, durante seis tempos de cozimento, expresso em matéria seca.

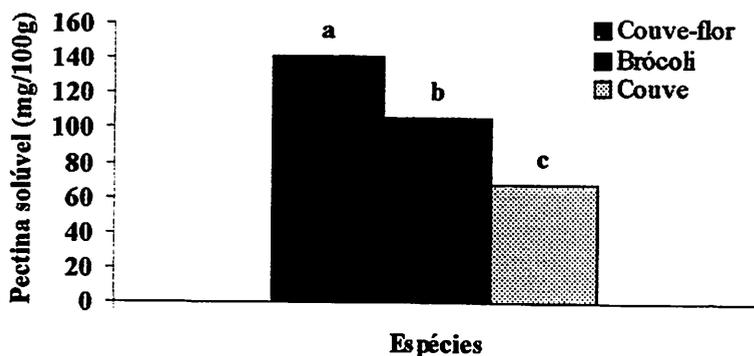


FIGURA 44 Teores médios de pectina solúvel (mg/100g) das três espécies de brássicas, expressos em matéria úmida. Barras com mesma letra não diferem entre si a 5% de probabilidade.

4.12 Considerações gerais

Neste trabalho foram analisadas quimicamente as folhas de brócoli e couve-flor, as quais foram comparadas com as tradicionais folhas de couve, visando o aproveitamento na alimentação humana como uma forma econômica de aumentar e melhorar a qualidade da dieta populacional.

Com o objetivo de verificar as perdas de constituintes nutricionais e antinutricionais, as folhas foram submetidas a seis diferentes tempos de cozimento.

As folhas analisadas apresentaram-se com elevados teores de vitamina C, mesmo após as perdas ocorridas por lixiviação e temperatura de cozimento, podendo ser utilizadas como ricas fontes desta vitamina.

Todos os minerais avaliados tiveram seus teores diminuídos com o aumento do tempo de cozimento, mostrando terem sido lixiviados pela água, no entanto, mesmo após a fervura, as folhas das espécies estudadas mantiveram teores satisfatórios de minerais, podendo ser utilizadas na suplementação de dietas.

Os teores de ácido oxálico encontrados estão muito abaixo do considerado prejudicial à saúde humana. Os polifenóis e o nitrato apresentaram teores elevados apenas no material seco, entretanto apresentaram perdas durante o cozimento.

As folhas dessas hortaliças apresentaram-se com elevados teores de proteína, quando comparadas com outras fontes vegetais. Com a cocção, esta proteína se concentrou, aumentando seus teores nas folhas.

O extrato etéreo mostrou um comportamento diferenciado diante do cozimento, para cada espécie estudada.

As folhas de brócoli, couve-flor e couve possuem consideráveis teores de fibras insolúveis, mas não podem ser consideradas como boas fontes de fibras solúveis; todas sofreram alterações durante o cozimento.

As folhas das hortaliças estudadas possuem um elevado valor nutricional e os fatores antinutritivos presentes não são suficientes para alterar suas qualidades nutritivas ou prejudicar a saúde humana. No entanto, a falta de informação das populações contribui para que estes e outros resíduos alimentares sejam descartados da dieta. É preciso que programas de conscientização sejam implantados, incentivando o aproveitamento total destas hortaliças, com conseqüente aumento do valor nutritivo da dieta das populações.

5 CONCLUSÕES

Nas condições experimentais em que foi realizado o presente trabalho, os resultados obtidos permitiram concluir:

- 1 As folhas das brássicas estudadas destacaram-se como importantes fontes de vitamina C (matéria úmida). As folhas de couve-flor se sobressaíram, apresentando os maiores teores da vitamina e as menores perdas após o cozimento.
- 2 As folhas das hortaliças estudadas podem ser consideradas como boas fontes de minerais, mesmo após sofrerem lixiviação pela água de cozimento. Em base úmida, a couve-flor destacou-se com os maiores teores de fósforo, cálcio, potássio, enxofre, ferro, manganês e cobre.
- 3 As três espécies avaliadas tiveram seus teores de umidade e pH aumentados com o tempo de fervura. Destacaram-se como boas fontes vegetais de proteína e extrato etéreo que, diante da aplicação dos tratamentos, apresentou um comportamento distinto para cada espécie. A couve obteve as maiores porcentagens de cinzas, mas em todas foram observadas perdas através da lixiviação.
- 4 As folhas de brócoli, couve-flor e couve podem ser indicadas como boas fontes de fibras insolúveis, indicadas na prevenção de doenças gastrointestinais.
- 5 Os fatores antinutricionais e/ou tóxicos mostraram-se com teores mais elevados de polifenóis e nitratos, no material seco, principalmente na couve e

brócoli. No entanto, o nitrato presente está dentro do aceitável pela Organização Mundial de Saúde. O ácido oxálico não é um fator preocupante para as folhas estudadas. Todas as espécies apresentaram perdas dos fatores antinutricionais ao longo do tempo de fervura avaliado, mostrando que o cozimento remove grande parte destas substâncias. Enfim, para a utilização dessas hortaliças em base seca, recomenda-se o cozimento prévio para eliminação, principalmente, dos polifenóis.

6 As folhas de couve-flor e brócoli podem ser aproveitadas na alimentação humana devido às suas riquezas nutricionais e baixos teores de fatores antinutricionais, em base úmida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, M.G.P.T.; SABAA SRUR, A.U.O.; FREIMAN, L.O. Composição centesimal e escore de aminoácidos em três espécies de ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mill., *P. bleu* e *P. pereskia* L Karsten). **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 25, n.1, p.7-12. jan./jun. 1991.
- ANTUNES, A.J. Perdas de nutrientes no processamento de alimentos. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE ALIMENTOS ENRIQUECIDOS, 1, 1994, Campinas, Resumos... Campinas: ITAL, 1994. p. 8-13.
- ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: Teoria e Prática**. Viçosa: UFV – Imprensa Universitária, 1995. 335p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, AOAC. **Official Methods of Analysis**, 15.ed. Washington, 1990. v. 2.
- BADOLATO, M.I.C.B.; SABINO, M.; LAMARDO, L.C.A.; ANTUNES, J.L.F. Estudo comparativo de métodos analíticos para determinação de ácido ascórbico em sucos de frutas naturais e industrializados. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.16, n.3, p.206-210, out/dez., 1996.
- BELO JR., P.S.; LUMEN, B.O. de. Pectic Substance Content of Detergent-Extracted Dietary Fibers. **Journal Agriculture Food Chemistry**, Winter Haven, v.29, n.3, p.370-373, Mar./Apr. 1981.
- BITTER, T.; MUIR, H.M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, New York, v. 4, p.330-334. 1962.
- CARVALHO, V.D. de; GONÇALVES, J.R. de A.; BOTREL, N; CHAGAS, S.J. de R. Efeito da época de colheita nos teores de compostos fenólicos da parte aérea de três cultivares de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, v.12, n.1/2, p.31-37, set. 1993.
- CATALDO, D.A.; HAROON, M.; SCHRADER, L.E.; YOUNGS, V.L. Rapid calorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicytic acid. **Soil Plant Analysis**, Athens, v.6, n.1, p-71-80, 1975.

- CHEFTEL, J.C.; CUQ,J.L.; LORIENT,D. Aminoácidos, peptídeos y proteínas. In: FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. 2.ed. Zaragoza: Acribia, 1993. cap.5, p.275-414.
- COUNSELL, J.N e HORNIG, P.H. **Vitamina C (Ascorbic Acid)**. London: Applied Science Publishers London, 1981. 450p.
- DESHPANDE, S.S.; CHERYAN, M. & SALUNKE, D.K. Tannin analysis of food products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. Cleveland, v.24, n.4, p.401-449. 1986.
- ESPÍNDOLA, F.S. **Fracionamento dos vegetais verdes e obtenção de concentrados protéicos de folhas (CPF) para suplementação de alimentos e ração animal, com aproveitamento dos subprodutos**. Uberlândia: UFU, 1987. 130p. (Monografia - Centro de Ciências Biomédicas).
- FABRE, R.; TRUHAUT, R. **Toxicologia**, Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1971. 887p. *sem biblioteca*
- FARIA, M.C. **Hábitos de consumo de alimentos da população urbana de Viçosa - MG: 1983/84 e 1991/92**. Viçosa: UFV, 1997. 106p. (Tese-Mestrado em Economia Doméstica).
- FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1993. 1095p.
- FERNANDEZ, S.; PATTERSON, A.M.; GONZÁLEZ, C. Fibra dietária (revisión). **Nutrición Clínica**, Madrid, v.3, n.13, p.121-129, 1993.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1982. cap.2, p.33-75. v. 2.
- FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 7.ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1986. 145p.
- FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 8.ed. São Paulo:[s.n.], 1992. 230p.
- GOTTARDO, D.; BENASSI, M. de T. Efeito do cozimento em água na estabilidade de vitamina C em vagem e repolho. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**, 15, 1996, Poços de Caldas. Resumos... Poços de Caldas: SBCTA, 1996. 269p.

- GRIFFITHS, D.W., BIRCH, A.N.E., HILLMAN, J.R. Antinutritional compounds in the *Brassicaceae*: analysis, biosynthesis, chemistry and dietary effects. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, New York, v. 73, n.1, p. 1-18, Jan., 1998.
- GUTTLAND, J. C.; LEQUEU, B. As vitaminas. Do nutriente ao medicamento. Traduzido por E. G. Oliveira. São Paulo: Santos, 1995. 357p. Tradução de: Les vitamines.
- HOSENEY, R.C.; VARRIANO-MARSTON, E.; DENDY, D.A.V. Sorghum and millets. *Advances in Cereal Science and Technology*, St. Paul, n.4, p.71-144, 1981
- INSTITUTO NACIONAL DE ALIMENTAÇÃO E NUTRIÇÃO/FUNDAÇÃO DE GEOGRAFIA E ESTADÍSTICA/INSTITUTO DE PLANEJAMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. Pesquisa Nacional sobre Saúde e Nutrição. Brasília, DF: Cultura-Gráfica e Editora, 1990. 33p.
- JORGE, L.F.F.; INOMATA, E.I.; MAIO, F. D. de; TIGLEA, P. Estudo bromatológico das hortaliças nativas "Ora-pro-nobis" (*Perezkya grandifolia* SWARTZ) e cabeça (*Pothomorphne umbellata* (L.) MIQ.). *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.26, n.1, p. 22-32, jan/jun. 1992.
- KAWASHIMA, L.M. Teores totais e frações solúveis de alguns elementos minerais nutricionalmente importantes em hortaliças folhosas e efeito do cozimento sobre solubilidade e perdas. Campinas: UNICAMP, 1997. 107p. (Tese - Mestrado em Engenharia de Alimentos).
- KRAUSE, M.V.; MAHAN, L.K. Alimentos, nutrição e dietoterapia. Traduzido por Almeida, A.R. et al., São Paulo: Livraria Roca, 1991. 981p. Tradução de Food, nutrition and diet therapy.
- LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. *Princípios de bioquímica*. Tradução de Simões, A.A. e Lodi, W.R.N. São Paulo: Sarvier, 1995. 839p. Título original "Principles of biochemistry".
- LIENER, I.E. Implications of antinutritional components in soybean foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Cleveland, v.34, n.1, p. 31-67. 1994.

- LINDSAY, R.C. Aditivos alimentarios. In: FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1993. cap.10, p.709-773.
- MAFFIA, U.C.C. **Avaliação do farelo de arroz em substituição à farinha de trigo na panificação**. Viçosa: UFV, 1991. 122p. (Tese - Mestrado em Tecnologia de Alimentos).
- MAHAN, L.K.; ARLIN, M. T. Krause: **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 8.ed. São Paulo: Roca, 957p. 1994.
- MAHAN, L.K.; ESCOTT-STUMP, S. Krause: **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. Traduzido por Favano, A. e Favano, A. 9.ed. São Paulo: Roca, 1998. 1179p. Título original "Krause's food, nutrition e diet therapy."
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação de estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Potafos, 1989. 201p.
- MASSEY, L.K.; ROMAN-SMITH, H & SUTTON, R.A.L. Effect of dietary oxalate and calcium on urinary oxalate and risk of formation of calcium oxalate kidney stones. **Journal of the American Dietetic Association**, v.93, n.8, p.901-906, 1993.
- McCREADY, R.M.; McCOOMB, E.A. Extration and determination of total pectin materials. **Analytical Chemistry**, Washington, v.24, n.12, p.1986-1988, 1952.
- MULLER, H.G; TOBIN, G. **Nutrition and food processing**. Westport: Avi, 302p. 1980.
- MURAYAMA, S. **Horticultura**. 2.ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1977. 321p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL: **Recommended dietary allowances**, 10 th ed. Food and Nutritional Board, Commission on Life Sciences, National Research Council. Washington: National Academic, 1989. 284p.
- NATIVIDADE, M.A.E. **Estudo químico e nutricional do concentrado protéico de folhas de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) obtido por termocoagulação**. Lavras: ESAL, 1992. 149p. (Tese - Mestrado em Ciência dos Alimentos).

- NIEUWHOF, M. **Cole crops; botany, cultivation and utilization.** London: Leonard Hill, 1969. 353p.
- PEREIRA, A.S. Valor nutritivo da mandioquinha-salsa. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.190, p.11-12, bim. 1997.
- PINTO, N.A.V.D. **Avaliação química das folhas, limbos e caules da taioba (*Xanthosoma sagittifolium* Schott), visando seu aproveitamento na alimentação humana.** Lavras: UFLA, 1998. 88p. (Tese - Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- PORTUGAL, F. Vitaminas: nutrição e terapia I-RECEITA: informativo sobre nutrição humana – Roche. **Revista geográfica universal.**, n.29, Jan. ,1984.
- POURCHET-CAMPOS, M.A. Fibra: a fração alimentar que desafia os estudiosos. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v.2, p.53-63, anual, 1990.
- REYES-MORENO, C.; PAREDES-LÓPEZ, O. Hard-to-cook phenomenon in common beans- a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v.33, n.3, p.227-286, 1993.
- SAMSON, J.A. Tropical spinach from *Amarathus*, *Ipomea* and *Xanthosoma*. **Surinaamse Landbouw**, v.20, n.1. p. 15-21. 1972.
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análise química em plantas.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1974. 56 p.
- SARTORELLI, C.S.C. **Caracterização química da parte aérea de cenoura (*Dacus carota*) e beterraba (*Beta vulgaris*), visando ao aproveitamento na alimentação humana.** Lavras: UFLA, 1998. 98p. (Tese - Mestrado em Ciência dos Alimentos).
- SCHENEEMAN, B.O. Dietary fiber. **Institute of Food Technologists**, Chicago, v.43, n.10, p.133-139, 1989.
- SGARBIERI, V.C. **Alimentação e nutrição.** São Paulo: Almed, 1987. 387p.
- SILVA, C.R.; SILVA, C.M.S.; DUTRA de OLIVEIRA, J.E. Conteúdos de celulose, hemicelulose e lignina em dieta hospitalar hipocalórica. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v.2, p.65-71, anual, 1990.

- SILVA, D.J. da. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV., 166 p., 1981.
- SOTO, B.M. **Bananos. Cultivo y comercializacion**. 2.ed. Costa Rica: Litografia e Imprenta LIL, 1992. 649p.
- STROHECKER, R.; HENNING, H.M. **Analisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madri: Paz Montalvo, 1967. 428p.
- SWAIN, T.; HILLIS, W.G. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal Science Food Agriculture**, v.10, p. 63-68, Jan. 1959.
- TANNENBAUM, S.R.; YOUNG, V.R.; ARCHER, M.C. Vitaminas y mirerales. In: FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. 2.ed. Zaragoza: Acribia, 1993. cap. 7, p.537-613.
- TEIXEIRA, J.C. **Nutrição de ruminantes**. Lavras: ESAL, 1992. 239p.
- VILAS BOAS, E.V. de B. **Alimentos e nutrientes**. UFPA/FAEPE/DCA, 1999. 70p. (Curso de Especialização Pós-graduação "Lato Sensu". Ensino à Distância: Nutrição humana e saúde).
- WALKER, R. Naturally accuring nitrate/nitrite in foods. **Journal Science Food Agriculture**, London, v.26, n.11, p.1735-1742, Nov. 1975.
- WALTERS, C.L. **Nitrate and nitrite in food and water**, New York: Ellis Horwood, 1991. chap. 5, p. 92-112.
- WOLTERS, M.G.E.; SCHREUDER, H.A.W.; VAN DEN HEUVEL, G.; VAN LONKHUIJSEN, H.J.; HERMUS, R.J.J.; VORAGEN, A.G.J. A continuous *in vitro* method for estimation of the bioavailability of minerals and trace elements in foods: application to breads varying in phytic acid content. **Britist Journal of Nutrition**, Cambridge, v.69, n.3, p.849-861, May.1993.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO) "Nitrates, nitrites and n-nitroso compounds". **Environmental Health Criteria**. 5.ed. Geneva, 1978.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **Manual do SANEST: sistema de análise estatística para microcomputadores**. Pelotas: UFPI, 1991. 102p.

ANEXOS

ANEXO A		Página
TABELA 1A	Resumo das análises de variância de umidade e pH, para as folhas submetidas a seis tempos de cozimento.....	90
TABELA 2A	Resumo das análises de variância de vitamina C total e retenção de vitamina C total, para as folhas úmidas submetidas a seis tempos de cozimento.....	90
TABELA 3A	Resumo das análises de variância de vitamina C total e retenção de vitamina C total, para as folhas submetidas a seis tempos de cozimento e secas à 60°	91
TABELA 4A	Resumo das análises de variância dos minerais fósforo, cálcio, potássio, magnésio, e enxofre, para as folhas submetidas a seis tempos de cozimento.	91
TABELA 5A	Resumo das análises de variância dos minerais fósforo, cálcio, potássio, magnésio, e enxofre, para as folhas submetidas a seis tempos de cozimento e secas à 60°.....	92
TABELA 6A	Resumo das análises de variância dos minerais ferro, manganês, zinco e cobre, para as folhas submetidas a seis tempos de cozimento	92
TABELA 7A	Resumo das análises de variância dos minerais ferro, manganês, zinco e cobre, para as folhas submetidas a seis tempos de cozimento e secas à 60°.....	93
TABELA 8A	Resumo das análises de variância de polifenóis, nitratos e ácido oxálico, para as folhas submetidas a seis tempos de cozimento	93

TABELA 9A	Resumo das análises de variância de polifenóis, nitratos e ácido oxálico, para as folhas submetidas a seis tempos de cozimento e secas à 60°	94
TABELA 10A	Resumo das análises de variância de proteína, extrato etéreo e cinzas, para as folhas submetidas a seis tempos de cozimento	94
TABELA 11A	Resumo das análises de variância de proteína, extrato etéreo e cinzas, para as folhas submetidas a seis tempos de cozimento e secas à 60°	95
TABELA 12A	Resumo das análises de variância de FDA, FDN, lignina, pectina total e pectina solúvel, para as folhas submetidas a seis tempos de cozimento.....	95
TABELA 13A	Resumo das análises de variância de FDA, FDN, lignina, pectina total e pectina solúvel, para as folhas submetidas a seis tempos de cozimento e secas à 60°	96

TABELA 1A Resumo das análises de variância de Umidade e pH das espécies, brócoli, couve-flor e couve, submetidas a seis tempos de cozimento, no material úmido

Quadrados Médios			
Causas da variação	GL	Umidade	pH
Espécies	2	4,7171**	0,0133 ^{N.S.}
Tempo	5	18,3954**	0,8138**
Espécies*Tempo	10	1,8919*	0,0125 ^{N.S.}
Resíduo	36	0,8355	0,0129
C.V (%)		1,041	1,783

N.S./**/** Teste F não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 2A Resumo das análises de variância de Vitamina C Total e percentual de Retenção de Vitamina C Total das espécies, brócoli, couve-flor e couve, submetidas a seis tempos de cozimento, no material úmido.

Quadrados Médios			
Causas da variação	GL	Vitamina C Total	% de retenção de Vitamina C Total
Espécies	2	36864,5151**	2545,1271**
Tempo	5	14272,0474**	6169,7448**
Espécies*Tempo	10	1212,0565**	113,4395**
Resíduo	36	182,1532	10,7524
C.V (%)		16,160	6,124

N.S./**/** Teste F não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 3A Resumo das análises de variância de Vitamina C Total e percentual de Retenção de Vitamina C Total das espécies, brócoli, couve-flor e couve, submetidas a seis tempos de cozimento e após secagem à 60°C.

Quadrados Médios			
Causas da variação	GL	Vitamina C Total	% de retenção de Vitamina C Total
Espécies	2	642720,2448**	3631,0076**
Tempo	5	387930,5895**	4775,1736**
Espécies*Tempo	10	16661,3070*	170,2971**
Resíduo	36	5935,7374	41,4804
C.V (%)		13,582	10,333

N.S/*/** Teste F não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 4A Resumo das análises de variância dos minerais, Fósforo, Cálcio, Potássio, Magnésio e Enxofre, das espécies, brócoli, couve-flor e couve, submetidas a seis tempos de cozimento, no material úmido.

Quadrados Médios						
Causas da variação	GL	P	Ca	K	Mg	S
Espécies	2	0,0029407**	0,1969462**	0,0841**	0,0000722 ^{N.S}	0,0104**
Tempo	5	0,0002019*	0,0660741**	0,0598**	0,0006178**	0,0065**
Espécies*Tempo	10	0,0000274 ^{N.S}	0,0070174 ^{N.S}	0,0015 ^{N.S}	0,0000433 ^{N.S}	0,0007**
Resíduo	36	0,0000574	0,0068556	0,0021	0,0000241	0,0002
C.V (%)		16,301	20,068	22,016	17,664	15,009

N.S/*/** Teste F não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 5A Resumo das análises de variância dos minerais, Fósforo, Cálcio, Potássio, Magnésio, e Enxofre, das espécies, brócoli, couve-flor e couve, submetidas a seis tempos de cozimento e após secagem à 60°C.

Causas da variação	GL	Quadrados Médios					
		P	Ca	K	Mg	S	
Espécies	2	0,0117 ^{N.S}	0,4121 ^{N.S}	12,0076 ^{**}	0,0910 ^{**}	0,0198 ^{N.S}	
Tempo	5	0,0012 ^{N.S}	0,8019 [*]	1,9962 ^{**}	0,0140 ^{**}	0,1014 ^{**}	
Espécies*Tempo	10	0,0004 ^{N.S}	0,0926 ^{N.S}	0,2032 ^{**}	0,0012 ^{N.S}	0,0130 ^{N.S}	
Resíduo	36	0,0038	0,3071	0,0392	0,0009	0,0075	
C.V (%)		18,032	18,240	12,284	14,219	11,715	

N.S/*/** Teste F não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 6A Resumo das análises de variância dos minerais, Boro, Cobre, Ferro, Manganês e Zinco, das espécies, brócoli, couve-flor e couve, submetidos a seis tempos de cozimento, no material úmido.

Causas da variação	GL	Quadrados Médios				
		Fe	Mn	Zn	Cu	
Espécies	2	1559,8428 ^{**}	200,1480 ^{**}	8,4484 ^{**}	0,5725 ^{**}	
Tempo	5	29,5211 ^{**}	19,4235 [*]	1,8630 [*]	0,0064 ^{N.S}	
Espécies*Tempo	10	3,9689 ^{N.S}	1,4575 ^{N.S}	0,4914 ^{N.S}	0,0245 ^{N.S}	
Resíduo	36	7,8987	7,0541	0,5418	0,0239	
C.V (%)		16,242	32,695	18,251	32,024	

N.S/*/** Teste F não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 7A Resumo das análises de variância dos minerais, Boro, Cobre, Ferro, Manganês e Zinco, das espécies, brócoli, couve-flor e couve, submetidas a seis tempos de cozimento e após secagem à 60°C.

Causas da variação	GL	Quadrados Médios			
		Fe	Mn	Zn	Cu
Espécies	2	27792,4616*	3363,8692**	281,5183**	3,4339 ^{N.S}
Tempo	5	51,2482 ^{N.S}	281,7022 ^{N.S}	6,6591 ^{N.S}	1,6501 ^{N.S}
Espécies*Tempo	10	61,7082 ^{N.S}	47,7532 ^{N.S}	11,8439 ^{N.S}	1,0110 ^{N.S}
Resíduo	36	419,0822	290,2718	20,2487	1,1361
C.V (%)		16,783	28,721	14,766	30,214

N.S*/** Teste F não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 8A Resumo das análises de variância de Polifenóis, Nitrato e Ácido oxálico, das espécies, brócoli, couve-flor e couve, submetidas a seis tempos de cozimento, no material úmido.

Causas da variação	GL	Quadrados Médios		
		Polifenóis	Nitrato	Ácido oxálico
Espécies	2	19062,6623**	1222,3958**	26,0365**
Tempo	5	39815,1390**	1545,3868**	8,5815**
Espécies*Tempo	10	3157,7073**	94,7347**	4,9004**
Resíduo	36	335,7441	20,114	1,7068
C.V (%)		11,553	16,467	21,982

** Teste F significativo a 1% de probabilidade

TABELA 9A Resumo das análises de variância de Polifenóis, Nitrato e Ácido oxálico, das espécies, brócoli, couve-flor e couve, submetidos a seis tempos de cozimento, após secagem à 60°C.

Causas da variação	GL	Quadrados Médios		
		Polifenóis	Nitrato	Ácido oxálico
Espécies	2	2950440,2070**	97818,4292**	2267,7247**
Tempo	5	189619,8871**	57053,2276**	53,0799 ^{N.S}
Espécies*Tempo	10	52613,4947**	3835,8843*	228,7345 ^{N.S}
Resíduo	36	8458,6032	1608,4588	137,2479
C.V (%)		6,511	18,393	23,702

N.S/*/** Teste F não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 10A Resumo das análises de variância de Extrato etéreo, Proteína e Cinzas, das espécies, brócoli, couve-flor e couve, submetidas a seis tempos de cozimento, no material úmido.

Causas da variação	GL	Quadrados Médios		
		Extrato etéreo	Proteína	Cinzas
Espécies	2	0,6719**	17,7100**	0,9591**
Tempo	5	0,0482**	0,9667**	1,3704**
Espécies*Tempo	10	0,0287*	0,1867 ^{N.S}	0,1149**
Resíduo	36	0,0110	0,1196	0,0240
C.V (%)		13,613	8,353	12,982

N.S/*/** Teste F não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 11A Resumo das análises de variância de Extrato etéreo, Proteína e Cinzas, das espécies, brócoli, couve-flor e couve, submetidas a seis tempos de cozimento, após secagem à 60°C.

Causas da variação	GL	Quadrados Médios		
		Extrato etéreo	Proteína	Cinzas
Espécies	2	46,3961**	19,9638**	78,1552**
Tempo	5	3,7978**	13,5193**	37,3721**
Espécies*Tempo	10	1,6847**	1,3436 ^{N.S}	5,4053**
Resíduo	36	0,4710	3,3230	0,5668
C.V (%)		10,811	5,898	7,831

N.S/** Teste F não significativo e significativo e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 12A Resumo das análises de variância de FDA, FDN, Lignina, Pectina total e Pectina solúvel, das espécies, brócoli, couve-flor e couve, submetidas a seis tempos de cozimento, no material úmido.

Causas da variação	GL	Quadrados Médios				
		FDA	FDN	Lignina	Pectina total	Pectina solúvel
Espécies	2	5,5686**	14,5826**	1,4178**	349611,3020**	23949,9715**
Tempo	5	0,0644 ^{N.S}	0,7359 ^{N.S}	0,0686*	5235,4606 ^{N.S}	643,1934 ^{N.S}
Espécies*Tempo	10	0,0729 ^{N.S}	0,5429 ^{N.S}	0,0250 ^{N.S}	1879,7351 ^{N.S}	879,6863 ^{N.S}
Resíduo	36	0,0445	0,9695	0,0269	4355,2353	1561,6133
C.V (%)		9,203	29,258	15,114	24,786	37,548

N.S/** Teste F não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 13A Resumo das análises de variância de FDA, FDN, Lignina, Pectina total e Pectina solúvel, das espécies, brócoli, couve-flor e couve, submetidos a seis tempos de cozimento, após secagem à 60°C.

Causas da variação	GL	Quadrados Médios				
		FDA	FDN	Lignina	Pectina total	Pectina solúvel
Espécies	2	17,0630**	32,7797 ^{N.S}	12,6041**	7700418,4574**	102990,1339 ^{N.S}
Tempo	5	12,6832**	28,0237 ^{N.S}	0,9020 ^{N.S}	938647,0225**	23833,9871 ^{N.S}
Espécies*Tempo	10	1,0921 ^{N.S}	11,4568 ^{N.S}	0,9798 ^{N.S}	92594,9502 ^{N.S}	39993,1554 ^{N.S}
Resíduo	36	2,0772	19,9278	1,2915	122610,6804	69942,9728
C.V (%)		8,380	17,925	13,972	18,608	34,734

N.S./** Teste F não significativo, significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.