

Avaliação do Efeito da Radiação Gama em Rizomas de Açafrão (*Curcuma longa L*) Secos e Frescos

Thaís Ataíde ALVES¹, Dien Lin LU², Amanda Pereira C. Q. CREMASSO², Celso José MOURA², Adriana Régia Marques de SOUZA³

Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de
Goiás, Brasil

e-mail: thais.ataide04@gmail.com; adriana.souza@pq.cnpq.br

Palavras-chave: irradiação, amido, cor

1. INTRODUÇÃO

O açafrão (*Curcuma longa L.*) é uma planta herbácea, rizomatosa, da família *Zingiberaceae*, conhecida popularmente no Brasil como curcuma, cúrcuma, açafrão ou, ainda, açafrão-da-índia (MAIA et al, 1995). É classificado como planta condimentar, e por vezes é confundido, no Brasil, com outra espécie, a *Crocus sativus L.*, também denominada de açafrão, sendo esta, no entanto, conhecida como o açafrão verdadeiro (CECILIO FILHO et al, 2000).

Os rizomas de açafrão desenvolvem-se ao redor de uma estrutura tuberosa central denominada rizoma primário, cabeça, a partir do qual se formam rizomas secundários mais finos, dedos, devido sua forma (MAIA et al, 1995).

Os rizomas secos do açafrão têm composição média de 13,1% de água; 6,3% de proteínas; 5,1% de gorduras; 69,4% de carboidratos; 3,5% de cinzas e 2,6% de fibras. Quando destilados, apresentam entre 1,3 a 5,5% de óleo essencial (MAIA et al, 1995). Os principais corantes são curcuminóides, compostos relacionados com diarilheptano, em quantidade variável. O composto majoritário (60%), entretanto, é a curcumina (diferuloilmetano), acompanhada de metoxicurcumina, bisdemetoxicurcumina e dihidrocurcumina (ORSOLIN, 2009).

* Revisado pelo orientador

¹ Orientada Pivic-AF, Graduanda em Engenharia de Alimentos, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos

² Co-autores, Escola de agronomia e Engenharia de Alimentos

³ Orientadora, Profa. Dra., Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos

O amido é um importante ingrediente da indústria de alimentos, devido suas propriedades funcionais, tais como viscosidade, inchamento, absorção de água, formação de gel com água quente, transparência, neutralidade de sabor e odor, etc (DAIUTO et al, 2006). É um polissacarídeo que, dentro das inúmeras aplicações, apresenta propriedades favoráveis decorrentes da segurança fisiológica, biodegradabilidade e que, pela própria abundância, possui um papel comercial importante. Ele é a principal substância de reserva em plantas, sendo responsável por 70-80% da energia calórica consumida mundialmente. É obtido de sementes de milho, trigo, arroz, de tubérculos e raízes. Os amidos naturais e os modificados têm várias aplicações em produtos alimentares como agentes adesivos, ligantes e formadores de filmes, além de atuarem como gelificantes, espessantes, retentores de umidade e retardadores da retrogradação de alguns alimentos (WEBER et al, 2009). De acordo com Cecílio Filho, 2000, o açafrão apresenta um rendimento de 35,3% de amido.

Com o descobrimento e desenvolvimento de técnicas utilizando material radioativo, muitos setores foram beneficiados, já que o emprego da técnica proporciona um aumento da lucratividade sobre os produtos, pois há um aumento da durabilidade e a perecibilidade dos produtos (ROCHA & SOUSA, 2007).

Conforme Chatterjee (1998) a irradiação gama a 10kGy é ideal para conservação de especiarias, pois garante a estabilidade dos pigmentos naturais e a descontaminação microbiana.

A irradiação consiste em um processo em que o alimento já embalado ou a granel é submetido a uma quantidade controlada de radiação visando a inibição de brotamentos; retardo na maturação; redução da carga microbiana; eliminação de microrganismos patogênicos; esterilização; desinfecção de grãos, cereais, frutas e especiarias. As radiações ionizantes usadas são os raios gama, obtidos por meio de fontes radioativas como o Cobalto 60 e Césio 137 (ROCHA & SOUSA, 2007).

A exposição à radiação ionizante, como raios gama, é um dos métodos atualmente praticado na redução da carga microbiana e desenvolvimento de insetos de especiarias. Diferentemente métodos químicos, como a fumigação por óxido de etileno, que deixa para trás resíduos tóxicos, a radiação gama é um processo seguro. A irradiação a uma dose média global de 10 kGy tem comprovada inexistência de riscos toxicológicos e nutricional. Vários estudos sobre especiarias tratados com as doses até 10

± 15 kGy mostraram que nenhuma alteração substancial ocorrem em óleos voláteis, sabor e as propriedades antioxidantes (CHATTERJEE et al, 1999).

Para ampliar os conhecimentos do efeito da irradiação em rizomas de açafrão, o objetivo deste trabalho foi analisar as características físico-químicas do açafrão irradiado em diferentes doses, a partir dos seus rizomas (cabeça e dedo) secos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Obtenção do Açafrão

O açafrão (*Curcuma longa L*) utilizado nas análises (cabeça e dedo) foi obtido no município de Mara Rosa – GO. Foram utilizados apenas rizomas secos, pois o rizoma fresco exige condições específicas de acondicionamento, como refrigeração, condição que não seria garantida no período de transporte e radiação.

2.2 Irradiação do açafrão

A irradiação dos rizomas nas doses de 0, 5, 10 e 15 kGy, ocorreu no Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA/USP), na cidade de Piracicaba (SP). Foi empregado um irradiador do tipo Gamma Cell com fonte de ^{60}Co .

2.3 Análises

Para realização das análises, os rizomas foram processados (ralados) para o aumento da superfície de contato da amostra, permitindo a obtenção de melhores resultados.

2.3.1 Análises físico-químicas

2.3.1.1 Umidade

De acordo com o manual do Instituto Adolfo Lutz, pesou-se aproximadamente 5 g da amostra em cápsula de porcelana, previamente tarada. Aqueceu durante 3 horas em estufa a 105°C. Resfriou em dessecador, com sílica gel, até a temperatura ambiente. Pesou-se. Repetiu a operação de aquecimento e resfriamento até peso constante.

Sabendo-se o peso das cápsulas de porcelana vazias, obteve-se a massa perdida no procedimento, que seria o número em gramas de umidade.

A partir da fórmula abaixo se obteve o valor em porcentagem de umidade.

$$\frac{100 \cdot N}{P} = \% \text{ Umidade}$$

N = massa perdida da amostra em gramas

P = massa inicial da amostra em gramas

2.3.1.2 Extrato Etéreo

Conforme o manual do Instituto Adolfo Lutz, para obtenção de extrato etéreo pesou-se 3g da amostra em papel de filtro em um suporte de metal para soxhlet. Adicionou-se aproximadamente 100mL de éter de petróleo aos copos, tarados a 105°C, e posteriormente acoplados ao aparelho, no qual é submetido a aquecimento a 65°C.

A amostra é mergulhada no reagente por meia hora após atingir a temperatura de 65°C, depois a submetida a uma extração contínua, tendo contato apenas com gotas condensadas durante o procedimento, esse processo dura quatro horas. Por fim é feita a destilação do éter no próprio aparelho. Feita a destilação e restando apenas resíduos nos copos, os mesmos foram aquecidos em estufa a 105°C para que o resíduo de éter fosse totalmente retirado e mantivesse apenas o extrato etéreo. Depois de aquecidos, os copos foram resfriados em dessecador com sílica gel e pesados obtendo apenas a massa dos copos com o material esperado.

Sabendo a massa dos copos vazios obteve-se a massa de material extraído e posteriormente a porcentagem.

$$\frac{100 \cdot N}{P} = \% \text{ Extrato Etereo}$$

N = massa obtida na extração

P = massa inicial da amostra

2.3.1.3 Proteína

Conforme o manual do Instituto Adolfo Lutz para determinação de proteína pesou-se 0,5g de amostra e 1,0g de mistura catalisadora (Mistura catalítica – Dióxido de titânio anidro, sulfato de cobre anidro e sulfato de potássio anidro, na proporção 0,3:0,3:6) no mesmo pedaço papel manteiga. O material foi colocado dentro de um tubo de ensaio e posteriormente adicionado 6mL de ácido sulfúrico P.A. O tubo de ensaio foi levado ao digestor de Kjeldahl a 100°C, aumentando gradativamente até 400-450°C. A digestão foi feita por aproximadamente quatro horas e depois se resfriou até temperatura ambiente, dentro da capela. Com o auxílio de uma proveta, lavou-se as paredes dos tubos com 20mL de água destilada.

Em um erlenmeyer de 125mL adicionou-se 30mL de ácido bórico a 2% com indicador misto (vermelho de metila e verde bromo cresol). O erlenmeyer foi levado ao micro-destilador de Kjeldahl, no local específico para saída do destilado. O tubo de ensaio foi acoplado ao micro-destilador e na entrada apropriada foi adicionado 20mL de solução de hidróxido de sódio 40%.

Ligou-se a refrigeração do aparelho e regulou-se o termostato na posição 5. Dexou-se destilar até que o volume total do erlenmeyer atingisse 70mL, medidos no próprio erlenmeyer. Após a destilação desligou-se o termostato e imediatamente retirou-se o erlenmeyer e lavou-se a partes do aparelho em contato com o destilado com água destilada para evitar perdas.

Por fim titulou-se o destilado com o auxílio de uma bureta de 25mL, com ácido clorídrico a 0,1N ate o ponto de viragem da cor verde para vermelha.

Com o volume de ácido gasto na titulação determinou-se a porcentagem de proteínas a partir da porcentagem de nitrogênio encontrada na amostra determinada pela formula a baixo, o fator de conversão utilizado para determinação de proteína foi o fator empírico 6,25.

$$\% N = \frac{V \cdot 0,1 \cdot fc \cdot 14 \cdot 100}{Pa \cdot 1000} = \frac{V \cdot fc \cdot 0,14}{Pa}$$

$$\% \text{ Proteína} = \% N \cdot Fn$$

Onde:

%N = porcentagem de nitrogênio da amostra analisada

Pa = peso da amostra, em gramas

V = volume de solução de ácido clorídrico 0,1N gasto na titulação

fc = fator de correção da solução de ácido clorídrico 0,1N

Fn = fator de conversão de %N para %Proteína

2.3.1.4 Cinzas

Para determinação de cinzas foi aproveitada a amostra de umidade (5 g da amostra). De acordo com o manual do Instituto Adolfo Lutz, carbonizou-se a amostra em temperatura baixa em chapa elétrica e incinerou em mufla a 550°C, até eliminação completa do carvão. Resfriou-se em dessecador até a temperatura ambiente e pesou-se. Repetiu-se o procedimento até peso constante.

A partir da fórmula abaixo se obteve a porcentagem de cinzas produzida.

$$\frac{100 \cdot N}{P} = \% \text{ Cinzas}$$

N = massa de cinzas obtida no processo

P = massa inicial da amostra

2.3.1.5 Atividade de Água

Para determinação da atividade de água foi utilizado o aparelho Aqualab o qual expressa o valor da atividade de água em relação à temperatura.

2.3.2 Análises Instrumentais

2.3.2.1 Cor

A cor foi determinada em espectrofotômetro de cor ColorQuest II / Hunter Lab. As leituras foram realizadas no sistema universal de cor CIELab, considerando os parâmetros *L*, *a* e *b*.

2.3.2.2 Textura

A análise de textura não pôde ser realizada devido à dureza do material. Por serem amostras extremamente secas e rígidas o aparelho não é capaz de realizar a leitura, podendo danificá-lo.

2.3.3 Análise Física

2.3.3.1 Extração de Amido

Para extração de amido foi utilizado a metodologia de Leonel, 2003, porém, foram feitas alterações, mas sem alterar fundamento. Pesou-se 15,0 gramas de amostra, misturou em 120mL de água e homogeneizou, peneirou em peneira de 60 mesh. O resíduo foi lavado em três volumes de 120mL de água, ainda na peneira. O filtrado foi deixado em repouso por 20 horas, para decantação do amido. Após a decantação, o sobrenadante foi peneirado empregando-se peneira de 270mesh, o resíduo da segunda filtragem foi somado ao material decantado, desprezando-se o sobrenadante. Para obtenção completa do amido fez-se a secagem em estufa a vácuo a 35°C. Resfriou-se em dessecador de sílica gel.

O calculo da porcentagem de amido extraído foi obtido segundo a equação:

$$\frac{100 \cdot N}{P} = \% \text{ Amido}$$

N = massa de amido obtido

P = massa inicial da amostra

2.3.4 Análise Estatística

As análises foram realizadas em triplicata e as médias foram tratadas empregando-se Teste de Tukey, utilizando o pacote estatístico Sisvar 4.3 (FERREIRA, 2000).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a aplicação de diferentes doses de radiação gama nos rizomas de açafão seco foi possível observar que houve alterações na composição centesimal do rizoma (Tabela1). A composição centesimal do açafão varia em função da cultivar, local de plantio, práticas agrícolas, uso de fertilizantes e maturidade dos rizomas (PEREIRA; STRINGHETA, 1998).

Tabela 1. Efeito da irradiação na composição centesimal e atividade de água de rizomas de açafão secos

Rizoma	Dose (kGy)	Umidade (%)	Cinza (%)	Proteína (%)	Lipídio (%)	Aw
Cabeça	0	10,6 ^{aA} ± 0,02	6,8 ^{aA} ± 0,01	7,96 ^{aB} ± 0,00	5,4 ^{aA} ± 0,00	0,65 ^{bA} ± 0,01
	5	10,8 ^{abA} ± 0,02	7,2 ^{abA} ± 0,07	8,21 ^{bB} ± 0,06	5,2 ^{aA} ± 0,04	0,63 ^{abB} ± 0,00
	10	11,8 ^{bA} ± 0,02	7,8 ^{abA} ± 0,04	8,91 ^{cB} ± 0,00	19,2 ^{bB} ± 0,01	0,64 ^{bA} ± 0,01
	15	11,6 ^{abA} ± 0,02	9,4 ^{bA} ± 0,05	11,31 ^{dB} ± 0,06	20,5 ^{bA} ± 0,15	0,62 ^{aA} ± 0,00
Dedo	0	12,2 ^{abB} ± 0,01	6,6 ^{aA} ± 0,01	4,60 ^{bA} ± 0,06	4,6 ^{aA} ± 0,02	0,69 ^{cB} ± 0,01
	5	11,6 ^{aA} ± 0,02	7,4 ^{abA} ± 0,02	3,92 ^{aA} ± 0,06	2,6 ^{abA} ± 0,39	0,62 ^{aA} ± 0,00
	10	12,8 ^{bB} ± 0,01	8,9 ^{abA} ± 0,06	6,25 ^{cA} ± 0,1	16,1 ^{abA} ± 0,01	0,65 ^{bA} ± 0,00
	15	12,6 ^{bB} ± 0,01	9,0 ^{bA} ± 0,00	6,31 ^{dA} ± 0,11	24,1 ^{bA} ± 0,00	0,65 ^{bB} ± 0,01

* Médias seguidas de letras minúsculas diferentes entre as linhas, indicam diferença estatística (p<0,05) entre as doses de radiação estudadas, para um mesmo rizoma.

* Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes entre as linhas, indicam diferença estatística (p<0,05) entre os diferentes rizomas estudados, para uma mesma dose.

A umidade variou de acordo com o tipo de rizoma (cabeça e dedo) e entre as doses de radiação. Segundo Maia (1995) a umidade dos rizomas secos é em média 13,1%, o que é compatível ao resultado obtido, que variou de 10,6 a 11,8% para

cabeça e de 11,6 a 12,8% para dedo, sendo que os dedos apresentam teor de umidade maior.

As cinzas obtidas aumentaram de acordo com a irradiação, mas não variaram de acordo com o rizoma. Pruthi (1980) afirma que o teor de cinzas é equivalente a 9%, enquanto Cecílio Filho & Villas-Boas (1996) afirmam que seu teor é de 6,44%. O valor obtido na dose controle (0kGy) é de 6,8% de cinzas para cabeça e 6,6% para os dedos estão de acordo com a literatura citada.

O teor de proteína obtido aumentou conforme a dose de radiação e variou entre os rizomas, no qual a cabeça apresenta maior teor de proteína com um aumento de 7,06% para 11,31%, enquanto os dedos variaram de 3,92% para 6,31% compatível com Gonvidarajan (1980) no qual o teor de proteína varia entre 6 e 11% de proteína.

Os teores de lipídio cresceram conforme o aumento das doses de radiação, sem variação entre os tipos de rizoma. A cabeça variou de 5,4% a 20,5% e o dedo de 4,6% a 24,1%, o que está de acordo com os valores encontrados por Cecílio Filho & Villas-Boas (1996) que foi 7,2%. Esta variação apresentada pelos rizomas indica uma provável liberação de oleoresina, um excelente corante natural que pode ser empregado em diversos alimentos.

Os valores de atividade de água (A_w), tanto para cabeça quanto para o dedo foram afetados pela dose de radiação aplicada.

A cúrcuma (açafraão) contém em média 25 a 50% de amido. Os rizomas irradiados apresentaram variações (24 a 30%) destes teores sendo observado um pequeno decréscimo com aumento das doses de radiação (Figura 1). A amostra cabeça foi mais afetada pela dose de 10 kGy, enquanto no dedo foi a dose 15 kGy. Comparando entre os diferentes tipos de rizomas a cabeça possui maior rendimento que o dedo. Segundo Pruthi (1980) o rendimento de amido varia entre 24 e 40%, enquanto Cecílio Filho e Villas-Boas afirma ser de 35,3%. O teor de amido possivelmente se relaciona ao grau de maturação (PEREIRA; STRINGHETA, 1998).

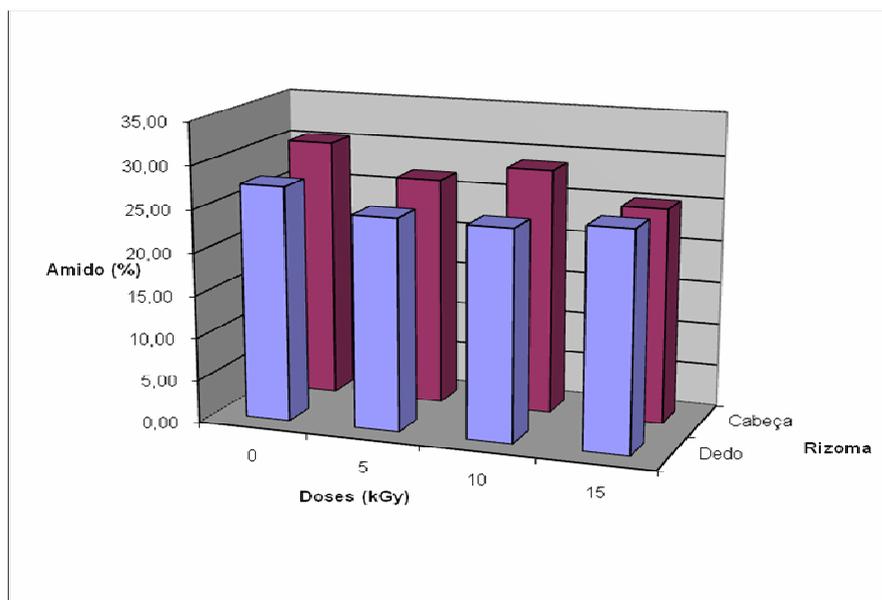


Figura 1. Efeitos da radiação gama no rendimento de amido obtido de rizomas (cabeça e dedo) de açafrão secos.

Dependendo da cultivar a cúrcuma pode apresentar cor que varia do amarelo-brilhante ao laranja-escuro. O açafrão contém em média 1,8 a 5,4% de pigmentos responsáveis pela cor amarela (PEREIRA; STRINGHETA, 1998). Os efeitos da irradiação nos rizomas de açafrão são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Efeito da radiação gama na cor de rizomas de açafrão secos.

Rizoma	Dose (kGy)	L	a	b
Cabeça	0	66,083 ^{cA} ± 0,02	27,933 ^{dB} ± 0,06	6,653 ^{aA} ± 0,03
	5	69,903 ^{dA} ± 0,01	26,727 ^{cA} ± 0,02	9,603 ^{aA} ± 0,01
	10	51,747 ^{bA} ± 0,18	16,297 ^{bA} ± 0,11	23,640 ^{bA} ± 0,41
	15	49,937 ^{aA} ± 0,26	15,787 ^{aA} ± 0,15	23,793 ^{bA} ± 0,52
Dedo	0	73,030 ^{bB} ± 0,01	27,567 ^{bA} ± 0,02	14,163 ^{aB} ± 0,03
	5	72,110 ^{bB} ± 0,01	27,757 ^{bB} ± 0,03	13,110 ^{aB} ± 0,07
	10	52,903 ^{aB} ± 0,69	19,790 ^{aB} ± 0,84	25,503 ^{bB} ± 0,83
	15	52,487 ^{aB} ± 0,17	19,827 ^{aB} ± 0,64	24,827 ^{bA} ± 0,41

* Médias seguidas de letras minúsculas diferentes entre as linhas, indicam diferença estatística ($p < 0,05$) entre as doses de radiação estudadas, para um mesmo rizoma.

* Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes entre as linhas, indicam diferença estatística ($p < 0,05$) entre os diferentes rizomas estudados, para uma mesma dose.

Foi observado que as doses de radiação mais altas (10 e 15 kGy) causaram maiores efeitos na coloração dos rizomas. As amostras apresentaram coloração mais alaranjada e mais escura nas doses citadas. Esse feito pode ser atribuído a presença de luz, oxigênio e aos radicais livres formados durante o processo de irradiação, que podem ter alterado a curcumina presente nos rizomas.

4. CONCLUSÃO

O processo de irradiação afeta os rizomas de açafrão positivamente, liberando uma quantidade maior de lipídeos o que pode auxiliar na extração destes compostos para aplicação em produtos alimentícios, além de não afetar o rendimento de amido.

5. REFERENCIAS

CECÍLIO FILHO, A.B., VILLAS BOAS, E.V. de B. Efeito do tempo de armazenamento sobre a composição química da cúrcuma. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 15, 1996, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: SBCTA, 1996. p. 124.

CECILIO FILHO, A. B., SOUZA, R. J. de, BRAZ, L. T., TAVARES, M. Cúrcuma: Planta medicinal, condimentar e de outros usos potenciais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 1, p.171-175, 2000

CHATTERJEE, S.; DESAI, S. R. P.; THOMAS, P. Effect of g-irradiation on the antioxidant activity of turmeric (*Curcuma longa* L.) extracts. **Food Research International**. v. 32, p. 487-490. 1999.

CHATTERJEE, S.; DESAI, S. R. P.; THOMAS, P. Effect of g-irradiation on the colour power of turmeric (*Curcuma longa*) and red chillies (*Capsicum annum*) during storage. **Food Research International**. India, v. 31, n. 9, p. 625-628. 1998.

DAIUTO, E. R.; CEREDA, M. P. Características Físicas e Avaliação Energética de Géis de Fécula de Tuberosas Submetidas ao Estresse de Esterilização. **Energ. Agric.** Botucatu, v.21, n.2, p. 45-60. 2006.

LEONEL, M.; SARMENTO, S. B. S.; CEREDA, M. P. New starches for the food industry: Curcuma longa and Curcuma zedoaria. **Science Direct: Carbohydrate Polymers** v. 54, p. 385–388, 2003.

FERREIRA, D. F. Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas. **Universidade Federal de Lavras. Departamento de Ciências Exatas.** Lavras–MG, 2000.

GOVINDARAJAN, V.S. Turmeric: chemistry, technology and quality. **Critical Review Food Science Nutrition**, Boca Raton, v. 12, n. 3, p. 199-301, 1980.

MAIA, N. B.; BOVI, O. A.; DUARTE, F. R.; SORIA, L. G.; ALMEIDA, J. A. R. Influência de tipos de rizomas de multiplicação no crescimento de curcuma. **Bragantia**, Campinas, v. 54, n. 1, 1995.

PEREIRA, A.S.; STRINGHETA, P.C. Considerações sobre a cultura e processamento do açafrão. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 2, p. 102 -105, 1998.

PRUTHI, J.S. **Spices and condiments:** chemistry, microbiology, technology. New York: Academic Press, 1980. 434 p.

ROCHA, M. A. A; SOUSA, Q. H. F. de. Irradiação de Alimentos: Uso de Alimentos Irrradiados no Tratamento de Pacientes de Baixa Imunidade. Brasília. 2007. Disponível em: <http://www.crtr01.org.br/html/pdf/irradiacao.pdf> (acesso em: 16/05/2011)

ORSOLIN, P.C; NEPOMUCENO, J.C. Potencial carcinogênico do açafrão (*Curcuma longa* L.) identificado por meio do teste para detecção de clones de tumor em *Drosophila melanogaster*. **Perquirere Revista do Núcleo Interdisciplinar de**

Pesquisa e Extensão do UNIPAM (ISSN 1806-6399) Patos de Minas: UNIPAM, n. 6, p. 55-69, out. 2009.

WEBER, F. H.; COLLARES-QUEIROZ, P. F.; CHANG, Y. K. Caracterização Físico-Química, Reológica, Morfológica e Térmica dos Amidos de Milho Normal, Ceroso e com Alto Teor de Amilose. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 29, n. 4, p. 748-753. 2009.