

# FRACIONAMENTO DO GRÃO DE *Amaranthus cruentus* BRASILEIRO POR MOAGEM E SUAS CARACTERÍSTICAS COMPOSICIONAIS<sup>1</sup>

Roberto MARCÍLIO<sup>2</sup>, Jaime AMAYA-FARFAN<sup>2,\*</sup>, César F. CIACCO<sup>3</sup>, Carlos R. SPEHAR<sup>4</sup>

## RESUMO

O grão de amaranto é geralmente consumido na sua forma integral. Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da moagem do grão de amaranto (*Amaranthus cruentus*) brasileiro na composição química, nutricional, a estabilidade à oxidação e cor da farinha. Os grãos foram pré-condicionados para umidades entre 9,2 e 13,7% e fracionados em moinho para cereais. O aumento da umidade de 9,2 para 13,7% resultou na diminuição progressiva do rendimento da farinha, de 39 para 14%. A farinha refinada (quebra + redução), com 9,2% de umidade, mostrou teores de proteína total de 13,9%, contra 16,2% da farinha integral. O teor de lipídeos totais no amaranto integral (9,2% de umidade) variou de 6,78, para 6,11% na farinha refinada e o teor de fibra nos farelos diminuiu de 3,6 para 3,1%, ao passo que a cor da farinha se tornou mais atraente. Conclui-se que o fracionamento da farinha do grão de amaranto, apesar de produzir uma farinha com melhor aparência e alto teor protéico, apresenta rendimento baixo e não mostra diminuição substancial no teor de óleo da farinha refinada como para garantir uma maior estabilidade à autooxidação.

**Palavras-chave:** pseudo-cereal; refino; aminoácidos essenciais; fibras; valor nutritivo.

## SUMMARY

FRACTIONATION BY MILLING OF THE BRAZILIAN GRAIN AMARANTH (*Amaranthus cruentus*). COMPOSITIONAL CHARACTERISTICS. Grain amaranth is normally consumed whole. The effect of milling on the chemical and nutritional composition, stability to oxidation and color of the flours of the Brazilian grain amaranth (*Amaranthus cruentus*) has been assessed. Grains of the cv Japônica were pre-conditioned to moistures from 9.2 to 13.7% and fractionated in a cereal mill. Increasing the moisture resulted in a pronounced decrease of flour yield from 39 to 14%. The refined flour (break and reduction fractions combined) of the 9.2% moisture grain showed a total protein content of 13.9%, against the 16.2% of the whole flour, whereas the total lipid content fell from 6.78 to 6.11% with no detectable change in oxidative stability after refining. The fiber content was reduced slightly, from 4.6 to 3.8% for the highest and the lowest moisture contents, respectively, while the lighter color attribute of the flour increased with processing. It is concluded that in spite of the better appearance and high protein content of the refined flour, milling of grain amaranth will result in low yields and that refining will not remove any substantial amounts of oil that would guarantee higher oxidation stability to the flour.

**Keywords:** pseudo cereal; refined flour; essential amino acids; fiber; nutritive value.

## 1 – INTRODUÇÃO

O amaranto é uma planta cujas folhas são utilizadas como verdura em alguns países da América desde época remota. Como grão, entretanto, este pseudo-cereal tem sido aproveitado na alimentação humana e animal, somente em época recente, especialmente em países como o México, Bolívia, Peru. Cultiva-se também no Sul da Ásia e na África. Embora o Brasil possua terras e climas adequados para o plantio dessa cultura, o pseudo-cereal não tem sido produzido ou consumido no país. Trabalhos brasileiros de pesquisa e desenvolvimento resultaram no lançamento de uma variedade de valor agrônomo adaptada ao solo do Cerrado (EMBRAPA, 2002).

A importância deste grão é principalmente devida a seu elevado teor de proteína, que oscila entre 12,8 e 17,4% e seu valor energético, que varia em função de um conteúdo de óleo, entre 5,6 e 10,6%. A alta qualidade biológica da proteína é outra característica valorizada no amaranto [7]. O aminoácido limitante, de acordo com o padrão da

FAO (1985), é a leucina, seguida da valina e treonina. Esta propriedade foi parcialmente confirmada em trabalho recente [9] que mostrou a espécie *caudatus* de amaranto extrusado ser limitante apenas em leucina, segundo o perfil da FAO (1985) para idades de 2 a 5 anos. Por apresentar propriedades nutricionais de interesse e não conter glúten, o grão de amaranto se mostra ainda como matéria-prima atraente para a elaboração de produtos para portadores da doença celíaca.

Devido ao reduzido tamanho do grão de amaranto (2 a 3mm), a utilização deste produto tem sido tradicionalmente na sua forma natural ou na forma de farinha integral, não havendo sido estimulada uma industrialização mais avançada e nem a produção de farinhas refinadas. Por essa razão, esta pesquisa objetivou estudar o processo de obtenção de farinhas refinadas, observando os rendimentos e o efeito do fracionamento na composição química das frações, assim como na estabilidade da farinha à autooxidação.

## 2 – MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 – Material

Foram utilizados grãos de amaranto produzidos no Brasil (EMBRAPA- Planaltina-DF), da espécie: *cruentus*, variedade Japônica.

O *kit* utilizado para o teste de detecção e quantificação de glúten pelo método ELISA (enzyme-linked

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 30/09/2002. Aceito para publicação em 12/03/2003 (000979).

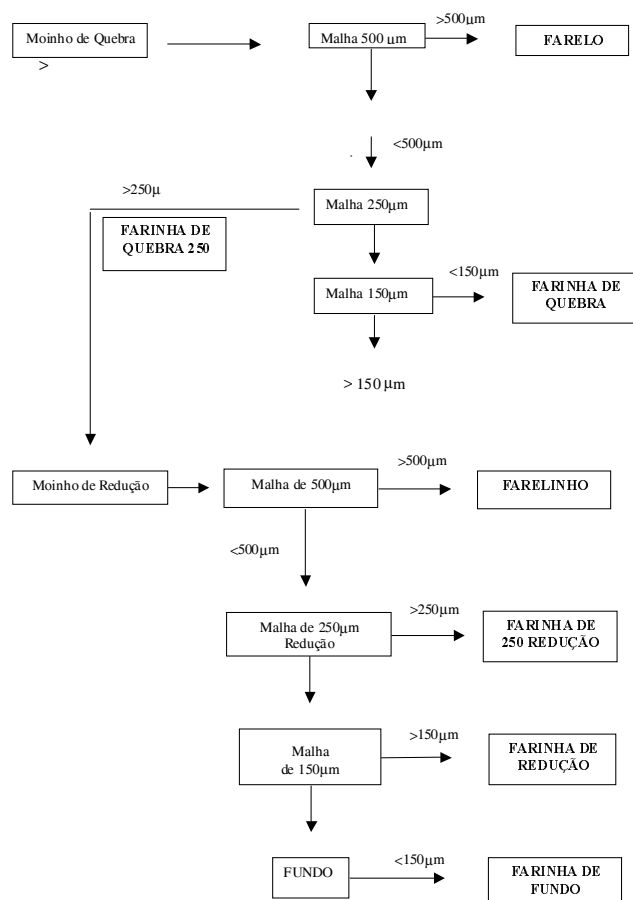
<sup>2</sup> Depto. de Alimentos e Nutrição, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas

<sup>3</sup> Depto. de Tecnologia de Alimentos, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP 13083-970, Brasil

<sup>4</sup> Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, Planaltina, Brasília, DF, Brasil

\* A quem a correspondência deve ser enviada.

immunosorbent assay) Ridascreen®, foi da R-Biopharm GmbH, (Darmstadt, Alemanha).



**FLUXOGRAMA 1.** Esquema de moagem do grão de amaranto

## 2.2 – Métodos

### 2.2.1 – Pré-condicionamento e moagem

Os grãos de amaranto foram pré-condicionados em bateadeira planetária, para quatro teores de umidade: 9,2 (umidade de estocagem), 10,5, 11,5, 12,5 e 13,7%. A quantidade de água destilada necessária para se atingir a umidade requerida foi calculada com base na umidade inicial da amostra, segundo a fórmula:

$$Vol(mL) = \left( \frac{100-U_i}{100-U_f} \right) - 1 \times m \quad (1)$$

Onde:  $U_i$  = Umidade inicial do material,  $U_f$  = Umidade final desejada e  $m$  = massa em gramas de material a ser condicionado

Posteriormente, o material foi colocado em sacos de polietileno de 0,3mm de espessura, selados e mantidos sob refrigeração por 24 horas até atingir o equilíbrio.

A moagem dos grãos foi feita em moinho de rolos Brabender Quadrumat Senior (Duisburg, Alemanha), segundo o Fluxograma 1, sendo obtidas quatro frações

da moagem. As frações de quebra e redução foram combinadas, gerando a denominada “farinha refinada”.

### 2.3 – Determinação de $\alpha$ -gliadina por ELISA

Foi realizado o teste para detecção e quantificação de glúten na farinha dos grãos de amaranto pelo método de ELISA, seguindo o procedimento descrito pelo fabricante. Previamente, foram extraídas as proteínas solúveis em etanol (40%) através de centrifugação. Como padrão foram utilizadas várias diluições de  $\alpha$ -gliadina fornecidas no kit Ridascreen. A  $\alpha$ -gliadina foi escolhida pelo fabricante para produzir o antígeno específico, dada a sua termo-resistência.

### 2.4 – Valor calórico das frações da farinha de amaranto

O valor calórico das frações (farinha integral, refinada e mistura das demais frações) foi determinado, em duplicata, com bomba calorimétrica (Parr Instrument Company, modelo 1261/1563, Moline, IL, USA).

### 2.5 – Estabilidade oxidativa

A estabilidade oxidativa dos produtos da moagem foi determinada pelo teor de ácidos dienóicos conjugados, consistindo na dissolução dos extratos das amostras em isoocetano, seguida de leitura em espectrofotômetro em 200 e 233nm [4].

### 2.6 – Composição centesimal da matéria-prima

A umidade foi determinada em balança para umidade com fonte infra-vermelha (AND, modelo AD-4714 A, Tokyo, Japão) e por dessecação em estufa a 105°C até peso constante (Instituto Adolfo Lutz, 1985). A composição centesimal das farinhas de amaranto integral, refinada e mistura das demais frações (farelo, farelinho, farinha de redução-250) foi obtida por métodos convencionais [3, 11]. Os teores de proteína foram calculados utilizando-se o fator de conversão de 6,25, após determinação do nitrogênio total pelo método de semi-microkjeldahl [3]. As determinações de cinzas foram realizadas por método gravimétrico, mediante calcinação das farinhas de amaranto a 550°C em mufla, após incineração em chama até peso constante. Para determinação de lipídios foi utilizado o método de BLIGH & DYER [6], com adaptações. Os carboidratos foram calculados por diferença.

### 2.7 – Aminoácidos das farinhas integral e refinada

A composição em aminoácidos totais do amaranto integral e a farinha refinada foi determinada em analisador de aminoácidos (Thermo-Separation Products/Pickering, modelo PCX 1300, Riviera Beach, FL, USA), após hidrólise ácida (0,025g de proteínas), seguindo-se as recomendações gerais de SPACKMAN, STEIN & MOORE [13].

## 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após processamento do grão de *Amaranthus cruentus* em moinho para cereais, foram observadas alterações no aspecto físico e na composição.

### 3.1 – Moagem

Da moagem foram obtidas cinco frações, cujos rendimentos foram todos baixos e variaram em função do grau de umidade como mostra a *Tabela 1*.

### 3.2 – Teste ELISA nas matérias-primas

Farinha integral de amaranto foi submetida ao teste de alta sensibilidade ELISA, para detecção e eventual quantificação do glúten, não tendo sido observado o desenvolvimento da cor amarela característica ( $\lambda = 450\text{nm}$ ), na presença de glúten. Amostras extraídas de produtos comerciais de trigo, incluídas no ensaio como testemunhas positivas, mostraram intensa coloração, confirmando a ausência de glúten para as frações do amaranto. Este resultado confirmou um relato apresentado sem evidência científica por TOSI, CIAPPINI & MASCIARELLI [15].

**TABELA 1.** Rendimento obtido na moagem do grão de *Amaranthus cruentus*, em função do pré-condicionamento.

Frações	Rendimentos (%)					Tamanho da partícula ( $\mu\text{m}$ )
	9,2 <sup>1</sup>	10,5 <sup>1</sup>	11,5 <sup>1</sup>	12,5 <sup>1</sup>	13,7 <sup>1</sup>	
F. de quebra	16,53	16,80	16,26	15,75	7,43	< 150
F. de redução	19,73	13,27	19,97	5,25	6,42	>150
Farelo	1,12	5,24	5,22	5,75	16,89	>500
Farelinho	0,61	0,47	1,88	10,86	1,38	>500 ou >250
F 250 R	60,6	61,66	58,8	67,86	61,45	> 250
Peso inicial	1,071	400	400	400	2179	-

<sup>1</sup> Porcentagem de umidade após pré-condicionamento (BU)

**TABELA 2.** Valor energético da farinha de amaranto comparado com farinhas convencionais.

Cereal	Umidade (%)	Lípídeos (100g)	Valor Calórico (kcal/100g)
Farinha integral de amaranto	9,2	6,78	413
Farinha refinada de amaranto	9,2	6,11	393
Farinha refinada de amaranto (NDB 20001) <sup>1</sup>	9,8	6,51	374
Farinha de trigo, integral (NDB 20080) <sup>1</sup>	10,3	1,87	339
Farinha de trigo Durum integral (NDB 20076) <sup>1</sup>	10,9	2,47	339
Farinha de milho amarelo integral (NDB 20014) <sup>1</sup>	10,4	4,74	365
Farinha de soja, desengordurada (NDB 16117) <sup>1</sup>	7,2	1,22	329

<sup>1</sup> USDA Nutrient Database for Standard Reference, Release 15, August 2002.

### 3.3 – Valor calórico das frações da farinha de amaranto

A farinha refinada apresentou-se com 393 kcal/100g, contra 413 na farinha integral e 423 kcal/100g na mistura das demais frações (farelo + farelinho + farinha de redução 250). Comparando o valor calórico da farinha refinada de amaranto, com as farinhas convencionais de trigo, milho e soja, constatou-se que a farinha refinada é, em média, ~5% mais energética do que a farinha integral de milho, ~13% mais energética do que uma farinha integral de trigo, como pode ser visto na *Tabela 2*. Essa característica do amaranto, além de outras já citadas, mostram propriedades diferenciadas para este grão que realçam seu alto potencial nutricional.

### 3.4 – Rendimento da farinha

O teor de umidade influenciou a quantidade de farinha extraída dos grãos de *Amaranthus cruentus*, havendo uma clara relação inversa entre o grau de extração e a umidade (*Tabela 3*). Rendimento de 38,8% foi obtido para a farinha com 9,2% de umidade, enquanto que o rendimento foi de 13,9% para aquela com 13,7%. Esperava-se que a própria estrutura anatômica do grão fosse fator determinante da facilidade de extração da farinha. Entretanto, o comportamento do amaranto foi semelhante ao relatado para o pseudo-cereal andino quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), [2], cuja estrutura anatômica é muito diferente à do amaranto. Uma possível explicação para esse comportamento talvez seja que o aumento da umidade permita uma maior interação entre as sub-estruturas do grão (germe, casca, fibra e endosperma amiláceo), de forma tal que dificulte a separação física da parte amilácea do germe, que é em forma de anel.

**TABELA 3.** Rendimento da farinha e efeito do fracionamento na distribuição da proteína do grão de *Amaranthus cruentus* em função da porcentagem de umidade.

Frações	Graus de umidade									
	9,2		10,5		11,5		12,5		13,7	
	Rendim (%)	Proteína (%)	Rendim (%)	Proteína (%)	Rendim (%)	Proteína (%)	Rendim (%)	Proteína (%)	Rendim (%)	Proteína (%)
Farinha integr.	100	16,2 ± 0,5	—	—	—	—	—	—	—	15,0 ± 0,4
Farelo	—	20,4 ± 0,7	—	22,1 ± 0,5	—	23,4 ± 0,3	—	19,5 ± 0,7	—	10,6 ± 1,4
Farelinho	—	20,3 ± 0,1	—	21,8 ± 0,8	—	20,3 ± 1,0	—	19,2 ± 1,8	—	17,7 ± 0,3
F250R <sup>a</sup>	—	17,0 ± 0,6	—	17,9 ± 2,5	—	20,3 ± 0,4	—	17,6 ± 0,1	—	12,1 ± 0,9
F150Q + FFQ <sup>b</sup>	—	14,5 ± 3,2	—	15,3 ± 0,1	—	14,4 ± 0,2	—	12,3 ± 0,3	—	10,5 ± 0,1
F150R + FFR <sup>c</sup>	—	13,4 ± 3,1	—	15,7 ± 0,2	—	13,5 ± 0,2	—	13,2 ± 0,2	—	18,7 ± 0,6
F150Q+FFQ+										
F150R+FFR <sup>d</sup>	38,8	13,9 ± 0,5	30,1	15,5 ± 2,5	32,2	14,0 ± 2,1	21,3	12,5 ± 4,1	14,0	11,4 ± 1,1

a- F250R (Farinha de 250 redução) = Farinha de até 250 $\mu\text{m}$ .

b- F150 Q + FFQ (Farinha de 150 quebra + farinha de fundo quebra) = Mistura das farinhas de até 150 $\mu\text{m}$  + farinha de fundo da quebra.

c- F150R + FFR (Farinha de 150 $\mu\text{m}$  + Farinha de fundo redução).

d- Mistura que corresponde à Farinha Refinada.

e- Porcentagem de proteína (Nx6,25) em base seca, exceto para a farinha integral.

f- Valores representam médias de análises em triplicata.

Foi evidenciado que o cultivar de amaranto, adaptado a solos do Cerrado brasileiro apresenta o elevado teor de proteína (16,22%) característico dos cultivares produzidos em outros países e climas [14, 16].

O conteúdo de proteína nas frações de farinha obtidas pela moagem variou pouco com o grau de condicionamento da umidade do grão de amaranto. Entretanto, observou-se que os dois teores de umidade mais elevados foram os que produziram as menores recuperações de proteína. Por sua vez, a farinha refinada (combinação de FQ + FFQ + FR + FFR) foi a fração de menor teor de proteína, assim como o farelo e o farelinho foram as frações com maior concentração.

Foi interessante verificar, entretanto, que a queda no teor de proteína da farinha refinada foi muito menos dramática do que a relatada para a farinha de quinoa

(*Chenopodium quinoa* Willd.), em função do fracionamento. O teor de proteína na farinha refinada (quebra + redução) desse outro pseudo-cereal desceu até em torno de 3,6%, em contraste com os 12,5% do grão integral [8].

### 3.5 – Composição centesimal e aminoacídica do grão e suas farinhas.

Na Tabela 4 são apresentados os dados da composição em cinzas, lipídios e proteínas das farinhas integral e refinada do grão de amaranto com 9,2 e 13,7% de umidade.

**TABELA 4.** Composição centesimal da farinha integral e refinada (FQ + FFQ e FR + FFR) do grão de *Amaranthus cruentus* com 9,2 e 13,7% de umidade.

Composição centesimal	Farinha integral (%) <sup>a</sup>	Farinha refinada (%) <sup>a</sup>	Farinha integral (%) <sup>b</sup>	Farinha refinada (%) <sup>b</sup>
Umidade	9,2 ± 0,0	9,2 ± 0,1	13,7 ± 0,1	13,7 ± 0,2
Cinzas	2,2 ± 0,1	1,1 ± 0,2	1,7 ± 0,1	1,3 ± 0,5
Lipídios	6,8 ± 0,4	6,1 ± 0,0	7,6 ± 0,2	5,0 ± 0,5
Fibras	3,6 ± 0,2	3,1 ± 0,1	3,6 ± 0,2	3,1 ± 0,2
Proteínas <sup>b</sup>	16,2 ± 0,5	13,9 ± 0,5	16,2 ± 0,5	13,9 ± 0,5

<sup>a</sup>. DP = desvio padrão. Resultados representam médias de 3 determinações

<sup>b</sup>. Expresso em base seca, os restantes em base úmida

Os teores de cinzas e lipídeos da variedade brasileira encontram-se um pouco abaixo em relação aos relatados na literatura, segundo TEUTONICO & KNORR [14], principalmente no que se refere ao percentual de cinzas.

Em relação aos teores de proteína, foi verificado que o fracionamento da farinha de amaranto não trouxe perda expressiva ao teor de proteína. A concentração encontrada na farinha integral (16,22%) localiza-se dentro da faixa (13,2-17,6%) relatada por AFOLABI, OKE & UMOH [1]. As frações farelo e farelinho, foram as que apresentaram as maiores concentrações de proteína, como ocorre nos cereais.

O teor de lipídeos totais encontrado na farinha integral de *Amaranthus cruentus* brasileiro, encontra-se dentro da faixa citada na literatura para variedades produzidas em outros países (6,3-8,1%; [5]). A farinha refinada do *Amaranthus cruentus* (FQ + FFQ e FR + FFR), entretanto, apresentou níveis de lipídeos próximos aos da farinha integral (6,1, contra 6,8%, respectivamente; Tabela 4).

O processo de beneficiamento ainda permitiu constatar que a maior parte dos lipídeos se encontra uniformemente distribuída, não havendo grande concentração nas frações farelo e farelinho. Nesse sentido, o grão de amaranto parece diferir dos cereais, onde o óleo se concentra principalmente no germe e o farelo. Dessa maneira, o fracionamento, apesar de ser um processo que poderia proteger o produto contra a deterioração por oxidação lipídica, como ocorre com outras farinhas [12], não será muito efetivo na proteção da farinha refinada de amaranto.

Dados publicados por AFOLABI, OKE & UMOH [1] indicam que os níveis de fibras totais da variedade aqui estudada estão próximos dos relatados por esses autores (3,4-5,3%). Em relação aos teores de fibras, foi constatado que o processo de refino da farinha integral para

produzir farinha refinada, reduziu em pouco a quantidade de fibras totais. Com o beneficiamento, embora a maior parte da fibra ficasse associada ao farelo e o farelinho, um razoável teor de fibras do grão de *Amaranthus cruentus* brasileiro permaneceu na farinha.

As fibras do amaranto já foram estudadas quanto a seu efeito fisiológico e diminuidor do colesterol e triacilgliceróis séricos em ratos. DANZ & LUPTON [10] mostraram que as fibras do amaranto têm um efeito apenas um pouco inferior ao das fibras da aveia no seu poder de diminuir o colesterol sérico. O resultado do refino, pode ser considerado positivo no sentido de que a farinha refinada melhorou o atributo de cor, sem perder uma de suas principais características nutricionais, que é a sua riqueza aminoacídica. Futuras pesquisas poderão apontar os tipos de fibra existentes no grão e se existe alguma distribuição seletiva durante o fracionamento.

O processo de refinamento, reduziu em pouco a quantidade de fibras da farinha refinada, em relação à farinha integral. Com o beneficiamento, grande parte da fibra migrou para o farelo e o farelinho. Dessa forma, apesar dos elevados percentuais de fibra encontrados nos farelos, a subtração do farelo não significou maior diminuição no teor de fibras da farinha refinada devido à baixa expressão quantitativa dos farelos.

**TABELA 5.** Composição aminoacídica da farinha integral e refinada de *Amaranthus cruentus* (mg de aa/100mg de proteína).

	ASP	THR*	SER	GLU	PRO	GLY	ALA	CYS	VAL*	MET*
FIA	1,39	0,68	0,94	2,90	0,48	1,13	0,60	0,18	0,73	0,20
FRA	0,76	0,37	0,52	1,45	0,29	0,59	0,34	0,13	0,40	0,20
	ILE*	LEU*	TYR	PHE*	LYS*	NH <sub>3</sub>	HIS	ARG	TRP*	
FIA	0,68	0,98	0,45	0,60	3,72	0,40	0,70	1,60	ND	
FRA	0,38	0,54	0,24	0,29	3,20	0,16	0,23	0,84	ND	

FIA = Farinha Integral de Amaranto; FRA = Farinha refinada de Amaranto

N. D. = Não determinado

\*aminoácidos essenciais

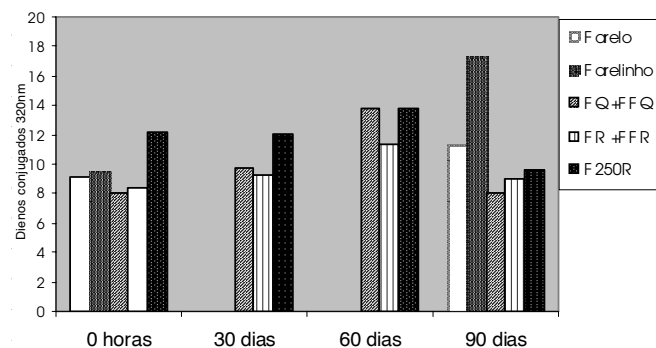
A Tabela 5 mostra a variação do perfil aminoacídico das proteínas nas farinhas integral e refinada. Nota-se que a composição aminoacídica das proteínas variou, mas os teores de aminoácidos essenciais, como a lisina e metionina, foram pouco afetados pela redistribuição das proteínas, o que sugere a existência de proteínas de boa qualidade estando amplamente distribuídas pelo grão. Este comportamento é considerado positivo, visto que uma característica difícil de entrar, mas desejável nos alimentos de origem vegetal é a de possuir altos teores de lisina e metionina. Outro aminoácido sulfurado, a cistina, tampouco sofreu muita alteração durante o fracionamento. Deve ser esclarecido que, embora a cistina seja aminoácido nutricionalmente dispensável, a sua presença em cereais é benéfica devido ao efeito poupador que exerce sobre a metionina.

### 3.6 – Efeito da estocagem na oxidação lipídica da farinha

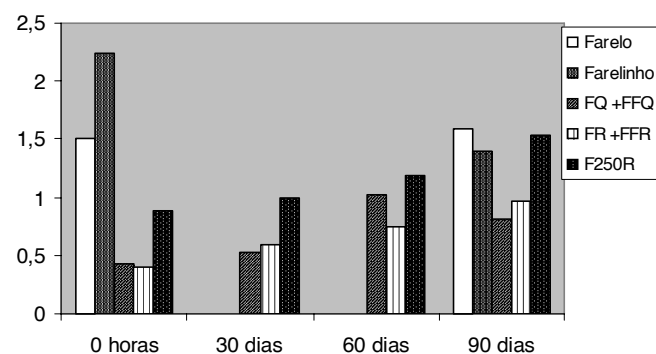
Das Figuras 1a e 1b, pode ser visto que, em geral, as frações de farinha e farelo não diferiram muito em ter-



mos das concentrações de produtos primários e secundários da oxidação. Exceções foram registradas no caso dos produtos primários do farelo e farelinho, no final da estocagem (90 dias) e, no caso dos produtos secundários, para o farelinho, no início da estocagem.



1A. Compostos primários da oxidação



1B. Compostos secundários da oxidação

FQ + FFQ (Farinha de quebra 150 + farinha de fundo quebra)  
FR + FFR (Farinha de redução 150µm + farinha de fundo redução)  
F250R (Farinha de redução 250)  
Valores representam médias de análises em duplicata.

**FIGURAS 1a E 1b.** Evolução do processo oxidativo nas diferentes frações da farinha de *Amaranthus cruentus* com 9,2% de umidade.

### 3.7 - Análise de cor nas farinhas

As determinações dos parâmetros de cor nas frações do grão de *Amaranthus cruentus* (9,16% de umidade), são apresentados na Tabela 6. Os índices  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , indicam que, em termos de luminosidade (valor  $L^*$ ), estiveram entre 71,1 e 81,7. Como a escala para o valor de  $L^*$  varia de 100 para branco até zero para preto, verifica-se que o farelo e o farelinho foram as frações que apresentaram coloração mais escura. Logo em seguida, colocou a fração 250-redução. A farinha de quebra e redução (farinha refinada) foram as frações mais claras.

A coordenada de cromaticidade  $a^*$  apresentou valores que variaram entre 1,99 a 4,44. O farelinho e o farelo foram as frações mais vermelhas, sendo que o farelo foi menos vermelho do que o farelinho, seguidas da farinha de 250-redução. As farinhas de redução e quebra, foram as frações menos avermelhadas.

Para a coordenada de cromaticidade  $b^*$ , que repre-

senta o índice de amarelo, obteve-se resultados na faixa de 13,43 e 19,28. Verificou-se que o farelinho e o farelo, foram as frações que apresentaram coloração mais amarelada, seguidas da farinha de 250-redução. As farinhas de redução e quebra (farinha refinada), foram as frações menos amareladas. Sendo, portanto, a farinha refinada a mais indicada para a elaboração de produtos industrializados, como macarrão e biscoitos.

**TABELA 6.** Avaliação da cor pelos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  nas farinhas de *Amaranthus cruentus*, com 9,2% de umidade.

Frações	$L^* \pm DP$	$a^* \pm DP$	$b^* \pm DP$
Farelo	71,09 ± 0,19	4,34 ± 0,10	18,56 ± 0,19
F. quebra + FFQ <sup>a</sup>	80,12 ± 0,03	2,24 ± 0,01	13,90 ± 0,02
Farelinho	72,85 ± 0,07	4,44 ± 0,04	19,28 ± 0,08
F. redução + FFR <sup>b</sup>	81,70 ± 0,05	1,99 ± 0,03	13,43 ± 0,06
F250 R <sup>c</sup>	77,39 ± 0,04	3,27 ± 0,01	16,73 ± 0,03
Farinha de trigo especial	90,30 ± 0,29	0,11 ± 0,01	7,55 ± 0,18

a- F. quebra + FFQ = Mistura da farinha de quebra com a farinha de fundo/quebra  
b- F. redução + FFR = Mistura da farinha de redução com farinha de fundo/redução  
c- F. 250R = Farinha de 250 redução  
Resultados representam médias de 3 determinações.

## 4 - CONCLUSÕES

- O fracionamento do grão de amaranto em moinho para cereais não tem sido relatado, devido talvez ao reduzido tamanho do grão ou talvez ao baixo rendimento da extração. Os resultados mostraram que a extração da farinha é de baixa eficiência, havendo no entanto, uma dependência inversa do grau de eficiência com o teor de umidade do grão. A moagem conferiu vantagem com relação ao atributo sensorial desejável da aparência da farinha refinada, a qual permaneceu com alto teor de proteína e perfil aminoacídico rico em componentes indispensáveis, como lisina e metionina. Os teores de fibra e lipídeos, assim como a estabilidade à autooxidação, foram características pouco alteradas com o fracionamento.

## 5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] AFOLABI, A. C., OKE, O. L., UMOH, I. B. Preliminary studies on the nutritive value of some cereal-like grains. **Nutr. Rept. Intl.**, n. 24, p. 389-394, 1981.
- [2] AMAYA-FARFAN, J.; AGUSTO-RUIZ, W.; CIACCO, C. F., GROSSO, C.R.F. Reducción del nivel de saponinas en quinua en molino para cereales. Procesamiento de la Quinua. Memoria de Mesa Redonda Internacional. La Paz, Bolivia, 1-5 de Agosto, pp 75-80, 1983.
- [3] AOAC. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis. 15<sup>th</sup> edition. Arlington, VA, 1298p., 1990.
- [4] AOCS. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, 5<sup>th</sup> edition, Part 2, Champaign, IL, USA, AOCS Press. Method Ti 1a-64, 1998.
- [5] BECKER, R.; WHEELER, L.E.; LORENZ, K.; STAFFORD, A.E.; GROSJEAN, O.K.; BETSCHART, A.A.; SAUNDERS, R.M. A compositional study of *Amaranthus* grain. **J Food Sci.**, n. 46, p.1175-1180, 1981.

- [6] BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Can J. Biochem. Physiol.**, n. 37, p. 911-917, 1959.
- [7] BRESSANI, R.; AMARANTH. The nutritive value and potential uses of the grain and by-products. **Food Nutr. Bull.**, Tokyo, n. 10, p. 49-59, 1988.
- [8] CAPERUTO, L.C.; AMAYA-FARFAN, J., CAMARGO, C.R.O. Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) flour in the manufacture of gluten-free spaghetti. **J. Sci. Food Agric.**, n. 81, p. 95-101, 2001.
- [9] CHAVEZ-JAUREGUI, R.N.; SILVA, M.E.M.P.; ARÊAS, J.A.G. Extrusion cooking process for Amaranth (*Amaranthus caudatus* L.). **Journal of Food Science**, v. 65, p.1009-1014, 2000.
- [10] DANZ, R.A.; LUPTON, J.R. Physiological Effects of Dietary Amaranth (*Amaranthus cruentus*) on rats. **Cer. Foods World**, n. 37, p. 489-494, 1992.
- [11] EMBRAPA. <http://www.embrapa.br/cgi-bin/htsearch?words=amaranto>, 2003.
- [12] INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 2ª edição, São Paulo p. 533, 1985.
- [13] ORNELLAS, L.H. Técnica Dietética. Seleção e Preparo de Alimentos, 7ª ed. Editora Atheneu, São Paulo, 330pp., 2001.
- [14] SPACKMAN, D.H.; STEIN, W.H.; MOORE, S. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. **Anal. Chem.**, n. 30, p. 1190-2006, 1958.
- [15] TEUTONICO, R.A.; KNORR, D. Amaranth. Composition, properties and applications of a rediscovered crop. **Food Technol.**, n. 39, p. 49-59, 1985.
- [16] TOSI, E.A.; CIAPPINI, M.C.; MASCIARELLI, R. Utilización de la harina integral de amaranto (*Amaranthus Cruentus*) In: La Fabricación de galletas para celíacos. **Alimentaria**, Enero-Febrero 49-55, 1996.
- [17] USDA. 2002. Nutrient Database for Standard Reference. Release 15, Nutrient Data Laboratory, Beltsville Research Center, US Department of Agriculture, 2002.

## 6 – AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP pelo auxílio outorgado e, ao CNPq, pela concessão de bolsa de mestrado a R.M.