

# Influência do nível de hidratação na distribuição granulométrica de farinhas de trigo: uso da técnica de difração laser

## Influence of the hydration level on the granulometric distribution of wheat flours: the use of diffraction laser technique

José Maria Correia da Costa<sup>1</sup>, Jöel Scher<sup>2</sup> e Jöel Hardy<sup>2</sup>

### RESUMO

As distribuições granulométricas de três farinhas de trigo “biscuit”, “gruau vert” e “or”, expostas a diferentes atividades de água ( $a_w$ ) de 0,11; 0,43; 0,59 e 0,85 foram analisadas tomando-se por base a técnica de Difração Laser. A composição físico-química destas farinhas também foi pesquisada. Os resultados mostraram a influência do nível de hidratação sobre a distribuição granulométrica das partículas das farinhas de trigo “biscuit”, “gruau vert” e “or”. Todas as farinhas de trigo estudadas apresentaram uma distribuição binomial nas diferentes atividades de água ( $a_w$ ), com picos de diâmetros para as partículas de 20 $\mu$ m e de 100 $\mu$ m. Também foi constatado que o comportamento da distribuição granulométrica da farinha de trigo “biscuit” em função da  $a_w$  é diferente do obtido para as farinhas de trigo “gruau vert” e “or”.

**Termos para indexação:** composição química, atividade de água, diâmetro de partícula, farinha de trigo.

### ABSTRACT

The granulometric distribution of three wheat flours “biscuit”, “gruau vert” and “or” exposed to different water activities  $a_w$  0,11; 0,43; 0,59 and 0,85, were analysed based on the on the Laser Diffraction Technique. The physical-chemical composition of these flours was also investigated. The results showed the influence of the hydration level on the granulometric distribution of the wheat flour particles from “biscuit”, “gruau vert” and “or”. All the wheat flour studied presented a bimodal distribution in all of the water activities with peaks of particle diameters of 20 $\mu$  and 100 $\mu$ . It was also observed that the granulometric distribution behavior of “biscuit” flour related  $a_w$  is different from that obtained for “gruau vert” and “or”.

**Index terms:** physical-chemical composition, water activity, particle diameter, wheat flour.

<sup>1</sup> Professor do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará – UFC. E-mail: correia@ufc.br

<sup>2</sup> Professor da Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires – ENSAIA. Laboratoire de Physicochimie et Génie Alimentaires.

## Introdução

As farinhas, de um modo geral, representam uma grande variedade de produtos em pó, os quais diferenciam-se segundo sua composição química e suas características (Mannheim, 1973; Peleg, 1977; Peleg e Ilari, 1995). Na indústria de alimentos as farinhas participam do processo de produção como matérias primárias, intermediárias ou como produtos finais. Durante o processo de obtenção das farinhas, assim como de outros produtos alimentícios, é importante que se preservem as suas qualidades organolépticas e nutricionais. Entretanto, sabe-se que esta operação é difícil de ser mantida no caso das farinhas e de outros pós alimentícios, pois, seja qual for a sua origem, estes produtos se constituem de tecidos vivos susceptíveis de evoluir em função da absorção de água, amolecimento, fusão, explosão e modificação de sua granulometria.

A granulometria das farinhas de trigo, dependem essencialmente da variedade de trigo utilizada, assim como, da tecnologia aplicada na sua obtenção, isto é, do seu fluxograma de moagem, taxa de extração e condicionamento aplicado as mesmas. Portanto, é necessário que se conheçam perfeitamente todas as operações industriais para estabelecer as condições de uso, transporte e armazenamento. Dentre os vários fatores que podem alterar as características físicas e químicas de um pó alimentício, e, mais especificamente de uma farinha de trigo, está a sua granulometria e seu teor de água (Élissé, 1992; Gerritsen, 1983; Kamath et al., 1993; Kamath et al., 1994; Park et al, 2002). Atualmente, com o objetivo de atender as exigências de mercado, as indústrias fabricam uma grande variedade de tipos de farinhas de composição química, granulometria e umidade diferentes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição granulométrica das farinhas de trigo “biscuit”, “grau vert” e “or”, expostas a diferentes  $a_w$ , utilizando-se da técnica de Difração Laser.

## Material e Métodos

As farinhas de trigo utilizadas neste trabalho foram fornecidas pelo “Grands Moulins de Paris” – Nancy, França. Os nomes comerciais das três farinhas trigo são “biscuit” “grau vert” e “or”, que neste trabalho serão denominadas de farinhas A, B e C respectivamente. Com o objetivo de melhor preservar as características físicas e químicas das farinhas

durante o período de estudo, as mesmas foram armazenadas em uma câmara fria a uma temperatura de  $-14^{\circ}\text{C}$ . A composição físico-química das farinhas foi determinada através dos seguintes métodos: o teor de água foi determinado de acordo com a Norme Afnor NF V 03-707 (1976); o teor de lipídios foi determinado pelo método da Association of Official Analytical Chemists (1990); o teor de amido total foi determinado pelo método enzimático Boehringer-Mannheim (1993); o teor de proteína pelo método Micro-Kjeldahl - Association of Official Analytical Chemists (1990); o teor de amido danificado pelo método enzimático de acordo com (Audidier et al., 1966). A padronização do nível de hidratação das três farinhas foi realizada em quatro atividades de água ( $a_w$ ) diferentes: 0,11; 0,43; 0,59 e 0,86. O método empregado na padronização foi o de Spiess e Wolf (1983), utilizando-se quatro soluções saturadas de LiCl,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , NaBr e KCl segundo (Greenspan, 1977). As análises granulométricas foram realizadas pelo método de Difração Laser, através de um Granulométrico Laser Mastersizer S, Orsay, França. A faixa de diâmetros medida pelo Mastersizer S, variou de  $0,05\mu\text{m}$  a  $3500\mu\text{m}$ , e os resultados foram expressos em função do volume das partículas de farinha de trigo.

## Resultados e Discussão

A composição físico-química das três farinhas de trigo é mostrada na Tabela 1. De uma maneira geral, os componentes mais importantes são: amido total, amido danificado, água e proteína. A farinha do tipo A, diferencia-se das farinhas B e C principalmente em função do seu teor de amido danificado que é mais alto em torno de 26%, do que o da farinha C. Observa-se também que o teor de lipídio da farinha A é da ordem de 55% superior aos teores das farinhas B e C. A farinha A é menos rica em proteína que as farinhas B e C em torno de 10%. Os teores de cinza são aproximadamente iguais para as três farinhas. Os valores obtidos estão de acordo com os de Biarnais (1987) e Cavel (1980).

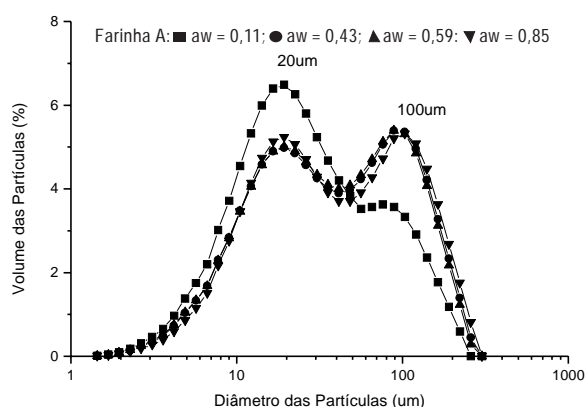
A Figura 1 representa a distribuição granulométrica em volume da farinha A em quatro  $a_w$  diferentes. Observa-se que em todas as  $a_w$  estudadas a distribuição é bimodal apresentando concentrações máximas para os picos de diâmetros de partículas de  $20\mu\text{m}$  e de  $100\mu\text{m}$ . Este tipo de distribuição, obtido pelo mesmo método, foi igualmente constatado por Hareland (1994) com diferentes fa-

**Tabela 1** - Composição físico-química das farinhas A, B e C nos seus estados naturais tal como fornecidas pela empresa.

Composição físico-química das farinhas (g/100g matéria seca)	Farinha A	Farinha B	Farinha C
Umidade	13,0±0,1	14,8±0,2	14,0±0,1
Proteína	9,9±0,1	10,9±0,1	11,0±0,1
Lipídios	2,1±0,1	1,3±0,2	1,4±0,1
Amido danificado	13,4±0,1	13,0±0,1	9,9±0,1
Amido total	70,0±0,1	71,5±0,2	72,1±0,1
Cinza	0,5±0,1	0,5±0,1	0,7±0,1

rinhas de trigo e por De Monredon et al., (1996), a partir de uma distribuição granulométrica com finas partículas de farinha de milho. No caso da farinha A, nota-se uma distribuição muito diferente entre a  $a_w$  0,11 e as demais que apresentam distribuições semelhantes. Também foi observado uma diminuição do volume das pequenas partículas e um aumento do volume das grandes partículas quando se passou da  $a_w$  0,11 para  $a_w$  0,43 (Figura 1). Este tipo de comportamento mostra que as pequenas partículas não se comportaram da mesma maneira que as partículas grandes quando se elevou a umidade relativa de equilíbrio. Em outros termos, isto significa que as pequenas partículas absorveram mais água que as partículas grandes (Maia et al., 1999). Esta diferença pode ser explicada em função de uma maior proporção do teor do amido danificado presente no primeiro pico da distribuição. As partículas de amido danificado absorvem mais água que as partículas de amido intacto. Segundo Maache-Rezzoug (1995), as partículas de amido danificado aumentam 50% do seu volume quando em contato com a água, enquanto, que as partículas do amido intacto (segundo pico da distribuição) aumentam somente 10% do seu volume. Os resultados da evolução dos diâmetros médios das partículas são mostrados na Tabela 2, que corroboram as diferenças observadas no estudo das distribuições, isto é, o diâmetro médio da farinha A passa de  $56,8 \pm 0,6$  a uma atividade de água 0,11 para  $60,4 \pm 0,7$  a uma atividade de água 0,43.

A evolução da distribuição granulométrica entre as  $a_w$  de 0,43; 0,59 e 0,85 é menos importante. Também se observa um deslocamento progressivo do conjunto da distribuição em direção às partículas maiores, com uma tendência mais forte para a  $a_w$  de 0,85. Estes resultados são confirmados na Tabela 2 através dos valores obtidos para os diâmetros médios da farinha A, que passa de  $60,4 \pm 0,7$  para  $60,7 \pm 0,8$  quando a  $a_w$  varia de 0,43 a 0,59 e de  $60,7 \pm 0,8$  para  $66,0 \pm 0,7$  para um aumento de  $a_w$  de 0,59 para 0,85.

**Figura 1** - Distribuição granulométrica em volume das partículas da farinha A em diferentes atividades de água.**Tabela 2** - Diâmetros médios calculados em função do volume da farinha A, em diferentes  $a_w$ .

$a_w$	Diâmetros médios ( $\mu\text{m}$ )
0,11	$56,8 \pm 0,6$
0,43	$60,4 \pm 0,7$
0,59	$60,7 \pm 0,8$
0,85	$66,0 \pm 0,7$

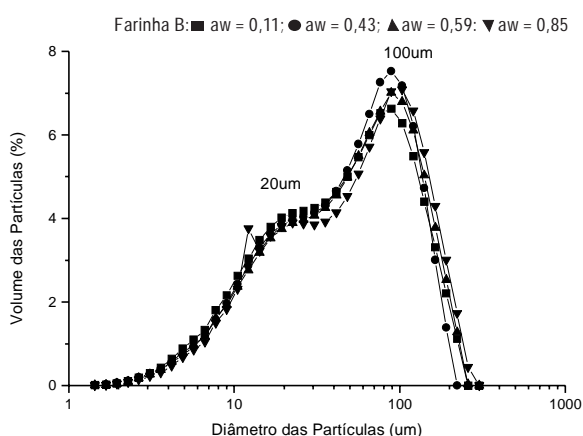
A Tabela 3 confirma igualmente estes resultados, onde o volume das partículas entre 0 e  $20 \mu\text{m}$  passa de 29,30% a 32,67% para um aumento de  $a_w$  de 0,43 a 0,59, enquanto que, entre as  $a_w$  de 0,43 e 0,85 a porcentagem das partículas grandes ( $>100 \mu\text{m}$ ) aumentou de 23,25% a 25,03%. Estes resultados indicam que, a partir de uma  $a_w$  de 0,43, o aumento do volume das partículas não está ligado ao seu tamanho e se caracteriza por um deslocamento da distribuição granulométrica.

**Tabela 3** - Porcentagem em volume das partículas da farinha A para diferentes classes granulométricas em função da  $a_w$ .

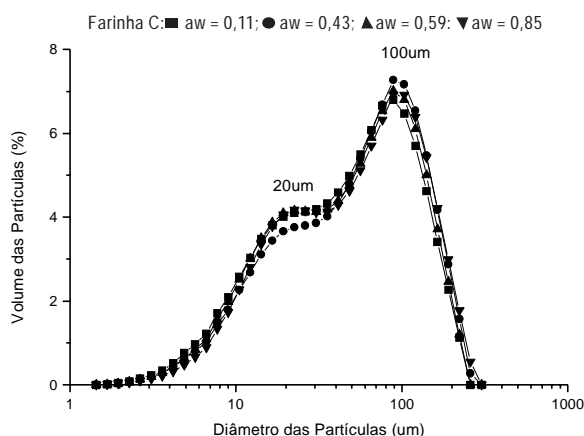
$a_w$	Farinha A - Diâmetros			
	0-20 $\mu\text{m}$	20-50 $\mu\text{m}$	50-100 $\mu\text{m}$	>100 $\mu\text{m}$
0,11	38,45	32,00	16,41	13,14
0,43	29,30	26,33	21,73	23,25
0,59	32,67	24,07	21,29	21,39
0,85	28,66	26,57	19,74	25,03

O comportamento da distribuição granulométrica das farinhas B e C em função de diferentes atividades, mostrado nas figuras 2 e 3, é diferente do obtido para farinha A. Este fenômeno é explicado

em função de um menor número de partículas pequenas de diâmetros inferiores a  $20\mu\text{m}$ . Portanto, observou-se que, para a  $a_w$  de 0,11, o volume de partículas menor que  $20\mu\text{m}$ , são respectivamente, de 22,86% e 21,88% para as farinhas B e C (Tabela 4), enquanto que este valor é de 38,45% para a farinha A (Tabela 3). Este resultado é justificado em função de um menor número de partículas de amido danificado nas farinhas B e C. A evolução das farinhas B e C é claramente observada a partir de uma  $a_w$  compreendida entre 0,43 e 0,59. Este comportamento se traduz por um deslocamento da distribuição que é mais sensível às grandes partículas que às pequenas partículas. Desta forma, a diminuição observada nas porcentagens do volume das partículas é de 1% a 2% entre as  $a_w$  de 0,43 a 0,85; enquanto que, para o mesmo intervalo de  $a_w$ , é da ordem de 5% para as partículas maiores que  $100\mu\text{m}$ .



**Figura 2** - Distribuição granulométrica, em volume, das partículas da farinha B em diferentes atividades de água.



**Figura 3** - Distribuição granulométrica, em volume, das partículas da farinha C em diferentes atividades de água.

**Tabela 4** - Porcentagem em volume das partículas das farinhas B e C para diferentes classes granulométricas em função da  $a_w$ .

$a_w$	Farinha B - Diâmetros			
	0-20 $\mu\text{m}$	20-50 $\mu\text{m}$	50-100 $\mu\text{m}$	>100 $\mu\text{m}$
0,11	22,86	25,80	26,92	24,42
0,43	21,14	21,09	25,33	32,44
0,59	19,39	27,64	22,36	30,61
0,85	20,46	24,34	25,63	29,59
$a_w$	Farinha C - Diâmetros			
	0-20 $\mu\text{m}$	20-50 $\mu\text{m}$	50-100 $\mu\text{m}$	>100 $\mu\text{m}$
0,11	21,88	25,59	27,30	25,23
0,43	21,79	26,55	26,62	25,04
0,59	20,09	25,10	27,29	27,52
0,85	20,19	23,88	25,99	29,94

## Conclusões

- Os componentes mais importantes das três farinhas estudadas são o amido total, amido danificado, proteína e água. A farinha A se diferencia das farinhas B e C principalmente em função do seu teor de amido danificado.
- Foi observada uma distribuição bimodal para as três farinhas em todas as atividades de água estudadas, apresentando concentrações máximas de partículas para os picos de diâmetros de  $20\mu\text{m}$  e  $100\mu\text{m}$ .
- A distribuição granulométrica da farinha A é muito diferente entre a  $a_w$  de 0,11 e as outras, as quais apresentaram distribuições granulométricas semelhantes. É também observada, para esta farinha, uma diminuição do volume das pequenas partículas e um aumento do volume das grandes partículas, quando se passa da  $a_w$  de 0,11 para  $a_w$  de 0,43.
- A diferença observada no comportamento da distribuição granulométrica das farinhas B e C, nas diferentes  $a_w$  em relação à farinha A, é explicada em função desta possuir um menor número de partículas pequenas de diâmetros inferior a  $20\mu\text{m}$ .

## Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, Ecole Nationale Supérieure d'Agronomie et des Industries Alimentaires - E.N.S.A.I.A, através do Laboratoire de Physicochimie et Génie Alimentaires, Nancy, França.

## Referências Bibliográficas

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. Washington, 1990. vol.2, 783p.
- BIARNAIS, J. P. Critère de choix des farines em biscuiterie industrielle. **Industries des Céréales**, v.45, p.35-37. 1987.
- BOEHRINGER-MANNHEIM. – UV. **Method. Biochemical analysis food analysis**. Starch, cat. 207.748. 1993.
- AUDIDIER, Y.; GUERIVIÈRE, J. F.; SEINCE, Y.; BENOULLID, K. Détermination par une alpha-amylase bactérienne de l'amidon endomacé dans les farines de froment. **Industrie Alimentaire Agriculture**, p.1597-1608, 1966.
- CAVEL, R. **La boulangerie moderne**. Editeur Eyrolles, Paris, France, 1980. 457p.
- DE MONREDON, F.; DEVAUX, M. F.; CHAURAND, M. Particule size characterization of ground fractions of dent and flint maize. **Science. des Aliments**, v.16, p.117-132, 1996.
- ELISSÉ, P. **Influence de l'état de cristallisation du lactose et de l'hydratation sur les propriétés rhéologiques des poudres de lait écrémé**. 1992. 220f. Thèse (Douteur en Biotechnologies et Industries Alimentaires) – Institut National Polytechnique de Lorraine, Nancy, France.
- GERRITSEN, A. H. The unconfined yield strength of potato starch: the influence of consolidation stress, time and temperature. **Powder Technology**, v.34, p.203-211, 1983.
- GREENSPAN, L. Humidity fixed points of binary saturated aqueous solutions **Journal Research Nature Physics Chemistry**, 81 A.1977.
- HARELAND, G.A. Evaluation of flour particle size distribution by laser diffraction, sieve analysis and near-infrared reflectance spectroscopy. **Journal Cereal Science**, v.21, p.183-190. 1994.
- ILARI, J. L. Analyse des principales difficultés rencontrées dans le mélange d'ingrédients particuliers en phase sèche. **Laboratoire de Génie des Procédés**, Nantes, France, p.141-148.1995.
- KAMATH, S.; PURI, V. M.; MANBECK, H. B.; HOGG, R. Flow properties of powders using four testers – measurement, comparison and assessment. **Powder Technology**, v.76, p.277-289, 1993.
- KAMATH, S.; PURI, V. M.; MANBECK, H. B.; HOGG, R. Flow property measurement using the Jenike cell for flour at various moisture contents and consolidation time. **Powder Technology**, v.81, p.293-297. 1994.
- MAACHE-REZZOUG, Z. **Contribution a l'étude de l'aptitude technologique des pâtes biscuitières**. 1995. 162f. Thèse (Docteur en Génie des Procédés Industriels) – Université de Technologie de Compiègne, Compiègne, France.
- MAIA, L. H.; WANG, S. H.; ASCHERI, J. L. R.; CABRAL, L. C.; FERNANDES, M. S. Viscosidade de pasta, adsorção de água e índice de solubilidade em água dos mingaus desidratados de arroz e soja. **Ciência e Tecnologia de alimentos**, v.19, p.391-396.1999.
- NORME FRANÇAISE – AFNOR. **Méthodes Officiel de analyses**. Céréales et produits céréaliers – détermination de la teneur en eau. France, 1976. V 03-707.
- PARK, K. J.; ITO, A. P.; LEITE, J. T. C. Influência da granulometria, do diâmetro e do comprimento de amostras de grãos triturados de soja na determinação de coeficientes simultâneos de transferência, **Ciência e Tecnologia de alimentos**, v.22, p.136-142, 2002.
- PELEG, M. Flowability of food powders and methods for its evaluation – a review, **Journal Food Process. and Engineering**, v.1, p.303-328. 1977.
- PELEG, M.; MANNHEIM, C. H. ; PASSY, N. Flow properties of some food powders, **Journal. Food Science**, v.38, p.959-964. 1973.
- SPIESS, W. E. L.; WOLF, W. R. Cost 90 European Cooperation in Scientific and Technical Research. In: JOWITT, R. **Physical properties of foods**. London: Applied Science Publication, 1983. p.65-87.