



ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS DE PROCESSO E SEUS EFEITOS NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE MATRIZ MISTA A BASE DE PROTEÍNA E FIBRA ALIMENTAR

KARINA MIGUEL^{1a}; JÉSSICA GRIGOLETTO^{1a}; IZABELA D. ALVIM^{2c}; ELIZABETH H. NABESHIMA^{2c}; CRISTIANE R. GOMES-RUFFI^{2b}

¹Faculdade de Engenharia de Alimentos - Unicamp;²Instituto de Tecnologia de Alimentos, Cereal Chocotec

Nº 14207

RESUMO – Em produtos de panificação, a fibra alimentar em substituição parcial da farinha de trigo apresenta grande importância como ingrediente funcional ao conferir benefícios à saúde, como a redução do colesterol no organismo, melhoria do funcionamento intestinal, entre outros. Da mesma forma, a suplementação com proteínas mostra-se uma alternativa interessante para suprir a demanda do organismo humano por aminoácidos essenciais. O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da interação da matriz mista a base de proteína e fibra alimentar, a partir das alternativas tecnológicas de processo, Microestruturação de partículas (via *Spray Dryer*) e Microencapsulação base gordura, quanto às suas propriedades físicas e físico-químicas. Na etapa de obtenção de matriz mista, a partir das tecnologias de microestruturação e microncapsulação base gordura, duas matérias-primas foram escolhidas para compor o mix, a fibra de aveia e a proteína de soro de leite, nas proporções de 46% e 54%, respectivamente. A partir dos resultados das análises de caracterização das matrizes mistas obtidas, como a molhabilidade, o índice absorção de água (IAA), o índice de solubilidade em água (ISA), a morfologia e o diâmetro médio, concluiu-se que os processos de microestruturação e de microencapsulação base gordura foram eficientes na proteção das matérias-primas fibra e proteína, ou seja, proporcionaram uma diminuição da interação destas com a água disponível no sistema, o que possibilitará a redução dos impactos tecnológicos negativos em produtos de panificação com incorporação dessas matérias primas, não comprometendo a reologia da massa.

Palavras-chaves: Microencapsulação, microestruturação, fibra de aveia e proteína de soro de leite.

^aBolsista CNPq: Graduação em Engenharia de Alimentos/ UNICAMP, ✉karina_miguel12@hotmail.com

^bOrientador ✉cris@ital.sp.gov.br

^cColaborador



ABSTRACT- In bakery products, dietary fiber in partial substitution of wheat flour has great importance as a functional ingredient to confer health benefits such as lowering cholesterol in the body, improve bowel function, among others. Similarly, supplementation with protein shown an interesting alternative to meet the demand of the human body by essential amino acids. The purpose of this study the interaction effect of the mixed matrix was studying, from technological alternatives process, Microstructuring of particles (by Spray Dryer) and Microencapsulation based fat, as to their physical and physicochemical properties. In obtaining the mixed matrix phase, using technologies microstructuring and microencapsulation based fat, two raw materials were chosen to make up the mix, oat fiber and protein whey in the proportions of 46% and 54%, respectively. From the results of analyzes obtained for characterization of mixed matrices, such as wettability, the water absorption (IAA) index, water solubility index (ISA), the morphology and the average diameter, it was concluded that the processes of microstructuring and microencapsulation based fat were effective in protecting the raw fiber and protein, ie, provided a decrease of the interaction of these with the available water in the system, which will allow the reduction of negative impacts on technology bakery products incorporating these raw materials, does not necessarily represent the rheology of mass.

Key-words: Microencapsulation, microstructuring, oat fiber, protein whey.

1 INTRODUÇÃO

A busca pelo consumo de alimentos mais saudáveis tem motivado pesquisas de formulações de produtos de panificação, utilizando-se fibras ou proteínas (MORAES *et al.*, 2010). Devido aos vários benefícios que a ingestão de fibras alimentares promove à saúde, tais como: redução do colesterol sanguíneo, regulação do nível de glicose no sangue, efeitos anticarcinogênicos, regulação no tempo de trânsito intestinal além do alto poder de saciedade, elas são consideradas não só promotoras de saúde como também componentes alimentares de grande valor. Esses benefícios levaram à busca, por parte da indústria alimentícia, do desenvolvimento de novos produtos enriquecidos com fibra (BUENO, 2005; SAYDELLES *et al.*, 2010; ZACHERL *et al.*, 2011).

A fortificação de produtos de panificação com proteínas também se mostra interessante, pois é uma forma de fornecer aminoácidos essenciais, que não são sintetizados pelo organismo humano (PIRES *et al.*, 2006; OETTERER *et al.*, 2006). Contudo, a suplementação de produtos de panificação com ingredientes que substituirão parcialmente a farinha de trigo na formulação é um desafio para a indústria alimentícia, uma vez que as propriedades reológicas da massa e as características físicas e sensoriais do produto são bastante afetadas.



Levando-se em consideração os diversos benefícios que não só as fibras, mas também as proteínas conferem à saúde, e as dificuldades tecnológicas encontradas na aplicação desses ingredientes em substituição parcial da farinha de trigo, o estudo de alternativas tecnológicas de processo para aplicação desses ingredientes em produtos de panificação, mostra-se de grande importância.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matérias-primas

OatWell28% (fibra de aveia), DSM (São Paulo, SP); composto lácteo Alibra CL 3987 (proteína), Alibra (Campinas, SP) e gordura de palma 370-B, Agropalma (Belém, PA).

2.2 Alternativas tecnológicas para o processo de obtenção das amostras de matriz mista (fibra alimentar e proteína)

Com base na RDC nº54, de 12 de novembro de 2012 e na RDC nº359, de 23 de dezembro de 2003 e ainda a partir de resultados de estudos anteriores, definiu-se a proporção das matérias-primas fibra de aveia e proteína do soro de leite para compor um mix. A proporção definida para compor o mix de fibra e proteína foi de 46% e 54%, respectivamente e foram submetidas ao processo de microestruturação de partículas e de microencapsulação base gordura. Na microestruturação, a suspensão com o mix passou por secagem (*spray drying*) para formação das micropartículas e o equipamento utilizado foi um Nano *Spray Dryer* B-90 de escala laboratorial. No processo de microencapsulação, o mix foi adicionado à gordura de palma e então homogeneizado até a obtenção da matriz mista, que apresentou um aspecto de farofa. Estas duas alternativas tecnológicas de processo produziram dois tipos de matriz mista, que posteriormente, poderão ser adicionadas como substitutas parciais da farinha de trigo em formulações de produtos de panificação, como os biscoitos, por exemplo (BRASIL, 2003; BRASIL, 2012).

2.3 Análises físicas e físico-químicas para a caracterização das matérias-primas e das amostras de matriz mista obtidas pelos dois processos tecnológicos em estudo

O teor de umidade foi determinado de acordo com o método 44.15.02 (AACC, 2010). A atividade de água foi determinada através de medição direta em higrômetro marca AQUA LAB (USA), modelo 4tev à temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 0,3^{\circ}\text{C}$. Foram realizadas as determinações de Índice de Absorção de Água (IAA) e Índice de Solubilidade em Água (ISA) seguindo-se a metodologia descrita em Santana (2005), com algumas adaptações. A determinação de molhabilidade seguiu a metodologia proposta por Vissotto et al. (2006). A visualização da morfologia das amostras de micropartículas foi realizada através de microscopia ótica. As imagens foram capturadas com a



câmera digital Olympus Q-Color3 adaptada ao microscópio. O diâmetro médio e a distribuições de tamanho das micropartículas foram determinados por espalhamento de luz utilizando o aparelho Horiba – L950. Todas as análises foram realizadas em triplicata. A comparação de médias utilizou o Teste de Tukey ($p \leq 0,05$) através do programa SAS (SAS, 2003).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de Teor de Umidade, Atividade de Água, Índice de Absorção de Água (IAA), Índice de Solubilidade em Água (ISA) e Molhabilidade, realizadas para as matérias-primas (fibra de aveia e proteína do leite) e para as amostras de matriz mista, obtidas pela microestruturação e pela microencapsulação, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados das análises físicas e físico-químicas

*Amostra	Umidade(%)	Atividade de Água (Aw)	IAA (g/g)	ISA (%)	Molhabilidade (min)
Fibra	6,00 ± 0,04 ^b	0,2882±0,0023 ^a	8,15 ± 0,03 ^a	14,72 ± 0,06 ^e	0,20 ± 0,00 ^c
Proteína	4,96 ± 0,03 ^d	0,1477±0,0017 ^e	0,14 ± 0,04 ^e	96,94 ± 0,01 ^a	0,00 ± 0,00 ^d
SM	5,31 ± 0,08 ^c	0,2034±0,0008 ^d	3,78 ± 0,07 ^b	51,84 ± 0,00 ^c	0,02 ± 0,00 ^d
CMDS	6,98 ± 0,06 ^a	0,2844±0,0012 ^b	1,58 ± 0,34 ^d	79,94 ± 0,03 ^b	5,00 ± 0,04 ^a
CMBG	4,07 ± 0,03 ^e	0,2571±0,0003 ^c	2,75 ± 0,12 ^c	38,75 ± 0,01 ^d	4,58 ± 0,00 ^b

*Médias seguidas por uma mesma letra na mesma coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

SM - Mistura contendo fibra e proteína na proporção de 46% e 54%, respectivamente, e que não passou por processo de microestruturação e microencapsulação.

CMDS - Ensaio submetido à microestruturação em *spray dryer*.

CMBG - Ensaio submetido à microencapsulação base gordura.

IAA - índice de absorção de água.

ISA - índice de solubilidade em água.

Como pode ser observado na Tabela 1, os resultados para o teor de umidade variaram de 4,07% a 6,98%. O maior teor de umidade encontrado para a matriz mista microestruturada em *Spray Dryer* se deve, provavelmente, ao processo de preparo da amostra, onde a mistura de fibra e proteína foram diluídas em água. Tal fato pode ser explicado uma vez que a fibra de aveia possui a propriedade de absorver e reter parte da água em sua estrutura, que não é completamente eliminada ao passar pelo *Spray dryer*.

Para o parâmetro atividade de água os ensaios diferiram estatisticamente entre si. Os extremos são representados pelas amostras de matérias-primas, sendo que o menor valor de Aw observado foi de 0,1477. Dentre as matrizes mistas produzidas, percebeu-se uma menor Aw (0,2034) para aquela composta apenas da mistura de fibra e proteína e, maior Aw (0,2844) para a matriz mista microestruturada em *spraydryer*, provavelmente pela absorção de água por parte da fibra de aveia. Resultado muito semelhante foi obtido por Ferrari *et al.*(2012), que encontraram Aw 0,280 para polpa de amora-preta seca em *spray dryer*, com ar de entrada à 160°C.



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014 12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

Os ensaios diferiram estatisticamente entre si, tanto para o IAA como para o ISA. Os baixos valores de IAA podem significar que as fibras ficaram na fração solúvel do sistema, e assim não precipitaram, como poderia ocorrer com frações insolúveis ou mais pesadas. Ainda, permanecendo as fibras na fração solúvel do sistema, pode-se sugerir que isso levou a um alto valor de ISA. O raciocínio inverso seguiria para altos valores de IAA e baixos valores de ISA. Nota-se ainda, que todas as matrizes mistas produzidas apresentaram valores de IAA menores que o encontrado para a fibra de aveia (8,15) e maiores que o encontrado para a proteína (0,14). Esse resultado já era esperado, uma vez que as matrizes mistas são constituídas por ambas as matérias-primas e, portanto, apresentariam valores intermediários. A mesma tendência foi observada para o ISA, que apresentou para as matrizes mistas valores intermediários aos encontrados para as matérias-primas que as compõem.

Como pode ser observado na Tabela 1, a amostra SM apresentou um valor de molhabilidade muito baixo (0,02 min.), indicando que sua adição à formulação de biscoito, por exemplo, causaria uma interferência bastante negativa na reologia da massa, uma vez que a amostra SM competiria com os demais ingredientes pela água disponível, dificultando sua formação. Nota-se que ambos os processos de microestruturação em *spraydryer* e de microencapsulação base gordura influenciaram positivamente o parâmetro molhabilidade, apresentando valores superiores para as matrizes mistas, ou seja, promoveram uma redução na interação das matérias-primas (fibra e proteína) com a água.

Na Tabela 2 e Figuras 1 e 2E pode se observar que as partículas microestruturadas (CMSD) apresentaram diâmetro médio, distribuição de tamanho e morfologia típicos de produtos obtidos por *spray drying*. Resultados similares foram observados em outros trabalhos de microencapsulação, utilizando a mesma técnica (ROCHA et al. 2012; TONON et al 2011). As partículas microencapsuladas por revestimento de gordura (CMBG) apresentaram diâmetro médio aproximadamente 18 vezes maior que a amostra de partículas microestruturadas. Essa diferença é devido ao fato do material revestido por gordura ser originalmente de tamanho maior o que resulta em partículas maiores (Tabela 2 e Figuras 1 e 2A, B e D). No processo de microestruturação esses materiais são solubilizados e reformatados em partículas menores pela atomização e secagem no *spray dryer*. Os resultados de diâmetro médio e distribuição de tamanho de partículas da mistura simples de fibra e proteína são muito similares ao da CMBG (Tabela 2 e Figura 1). Nesse caso, eram esperados valores maiores para CMBG devido à aglomeração das partículas pela presença da gordura, no entanto a técnica de determinação de diâmetro médio utilizada para essas amostras envolve a dispersão das mesmas em etanol absoluto, o que provavelmente solubilizou o

revestimento lipídico e o valor de diâmetro determinado para CMBG foi apenas de fibra e proteína, sendo coerentemente similar ao de SM. As imagens C e D da Figura 2 mostram aparência similar entre as amostras SM e CMBG.

Tabela 2. Resultados do diâmetro médio e da distribuição das partículas

Amostra	D ₅₀	Span
Fibra	150,06 ± 3,79	1,23 ± 0,05
Proteína	163,57 ± 5,94	1,28 ± 0,08
SM	161,74 ± 1,53	1,45 ± 0,13
CMDS	8,25 ± 0,29	6,52 ± 6,90
CMBG	150,01 ± 10,03	1,22 ± 0,07

D₅₀ = Diâmetro médio referente a 50% da distribuição acumulada e span = índice de polidispersidade. SM - Mistura contendo fibra e proteína na proporção de 46% e 54%, respectivamente, e que não passou por processo de microestruturação e microencapsulação. CMDS - Ensaio submetido à microestruturação em *spray dryer*.

CMBG - Ensaio submetido à microencapsulação base gordura.

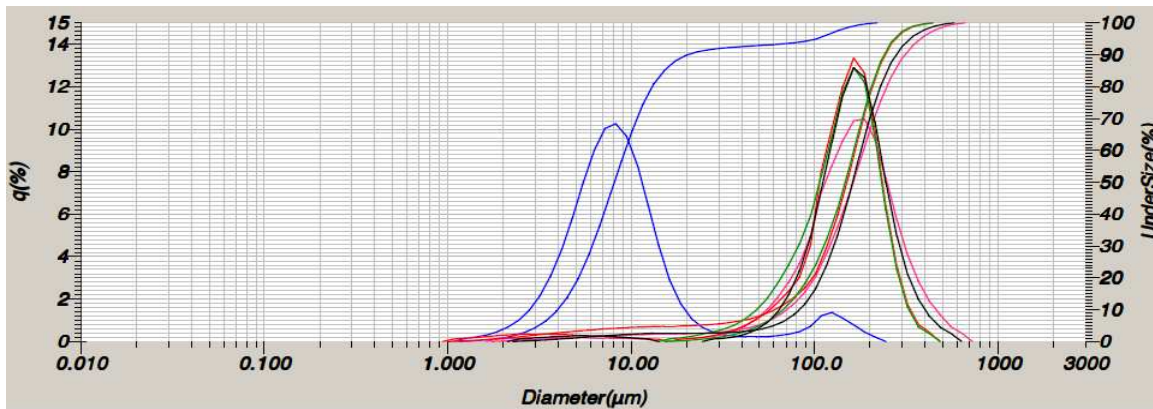


Figura 1. Gráfico de distribuição de tamanho das partículas. Preta – Fibra; verde – Proteína; rosa – Fibra+Prot. s/ gordura; vermelha – Fibra+Prot. c/ gordura; azul – Part. Microestruturada.

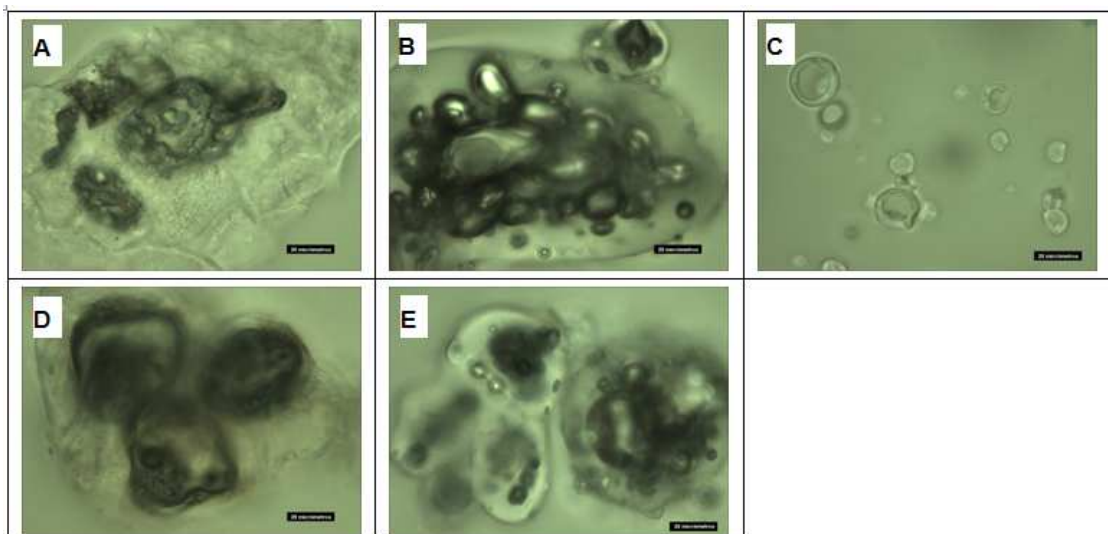


Figura 2. Morfologia por microscopia ótica: A – Fibra; B – Proteína; C – Fibra+Prot. s/ gordura; D – Fibra+Prot. c/ gordura; E – Part. Microestruturada. Barras = 20 micrômetros e aumentos de 1000X.



4 CONCLUSÃO

A partir dos resultados das análises de caracterização das matrizes mistas obtidas, concluiu-se que os processos de microestruturação e de microencapsulação base gordura foram eficientes na proteção das matérias-primas fibra e proteína, ou seja, proporcionaram uma diminuição da interação da fibra e da proteína com a água disponível no sistema. Esse fato pode ser observado a partir da comparação entre os valores de absorção de água (IAA) e de molhabilidade para cada um dos ensaios. Assim, os valores de índice de absorção de água (IAA) para as matrizes mistas geradas (1,58 para CMSD e 2,75 para CMBG) foram menores do que o encontrado para a amostra SM (3,78), que constitui-se apenas em uma mistura física entre as matérias-primas. Já o parâmetro molhabilidade apresentou um resultado superior para as matrizes mistas (5,00 min. para CMSD e 4,58 min. para CMBG) quando comparadas à amostra SM (0,02 min), indicando que a competição pela água com os demais ingredientes de formulações de biscoito, por exemplo, diminuirá ao serem utilizadas as matrizes mistas. As partículas de CMSD apresentaram diâmetros menores que as do SM e apresentaram morfologia típica de produtos de Spray dryer. Pode se concluir, portanto, que a utilização de tais matrizes provavelmente possibilitará a adição de um maior conteúdo de fibra e proteína em formulações de biscoitos por exemplo, sem comprometer a reologia da massa, do que se conseguiria com a adição de uma simples mistura física destas matérias-primas.

5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq - PIBIC pela bolsa concedida;

Ao CEREAL CHOCOTEC/ITAL pela oportunidade de estágio.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AACC .AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. **Approved Methods**, 11th ed., St. Paul: AACC, 2010.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em 05 dez. 2013.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Aprova o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre informação nutricional complementar (Declarações de Propriedades Nutricionais). Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em 05 dez. 2013.

BUENO, R.O.G. **Características de qualidade de biscoitos e barras de cereais ricos em fibra alimentar a partir de farinha de semente e polpa de nêspera**, 2005. 103 p. Tese (Mestrado), Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

FERRARI, C. C., RIBEIRO, C. P., AGUIRRE, J. M. de. Secagem por atomização de polpa de amora-preta usando maltodextrina como agente carreador. **Baz. J. Food Technol.**, v. 15, n. 2, p. 157-165. Campinas, 2012.



8º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2014
12 a 14 de agosto de 2014 – Campinas, São Paulo

MORAES, K. S., ZAVAREZE, E. R., MIRANDA, M. Z., SALAS-MELLADO, M. M. Avaliação tecnológica de biscoitos tipo *cookie* com variações nos teores de lipídio e açúcar. **Ciênc.Tecnol.Alimen.**, Campinas, v. 30, p. 233-242, 2010.

OETTERER, M., D'ARCE, M. A. B. R., SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Barueri, SP. Editora Manole, 2006.

PIRES, C. V., OLIVEIRA, M. G. A., ROSA, J. C., COSTA, N. M. B. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. **Ciênc.Tecnol.Aliment.**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 179-187, 2006.

ROCHA, G. A.; FÁVARO-TRINDADE, C. S.; GROSSO, C. R. F. Microencapsulation of Lycopene by Spray Drying: Characterization, Stability and Application of Microcapsules. **Food and Bioprocess Technology**, v. 90, p. 37-42, 2012.

SANTANA, M. F. S. **Caracterização físico-química de fibra alimentar de laranja e maracujá**. Campinas, SP, Unicamp, p.188, Tese, 2005.

SAYDELLES, B. M.; OLIVEIRA, V.R., VIERA, V. B., MARQUES, C. T., ROSA, C. S. Elaboração e análise sensorial de biscoito recheado enriquecido com fibras e com menor teor de gordura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.3, p. 644-647, 2010.

SAS. Statistical Analysis System Institute. **The SAS for Windows: Release 9.1.3**. USA, Cary: SAS. 2003.

TONON, R. V.; GROSSO, Carlos R ; HUBINGER, M. D. ou HUBINGER, M. Influence of emulsion composition and inlet air temperature on the microencapsulation of flaxseed oil by spray drying. **Food Research International**, v. 44, p. 282-289, 2011.

VISSOTO, F.Z.; MONTENEGRO, F.M.; SANTOS, J.M.; OLIVEIRA, S.J.R. Avaliação da influência dos processos de lecitinação e de aglomeração nas propriedades físicas de achocolatado em pó. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 666-671, jul-set. 2006.

ZACHERL, C.; EISNER, P.; ENGEL, K.H.; In vitro model to correlate viscosity and bile acid-binding capacity of digested water-soluble and insoluble dietary fibres. **Food Chemistry**, 126(2011): 423-428, 2011.