

Influência da composição e da fermentação nas propriedades físico-químicas e nutricionais de multimisturas

Influence of the composition and fermentation on the physico-chemical and nutritional properties of multimixtures

Autores | Authors

✉ **Vivian FEDDERN**

Universidade Federal do Rio Grande
(FURG)
Departamento de Química
Rua Eng. Alfredo Huch, 475, Pavilhão 6
CEP: 96201-900
Rio Grande/RS - Brasil
e-mail: vfeddern@yahoo.com.br

Stephanie Silva PINTO
Katiane Almeida NOGUEIRA
Eliana BADIALE-FURLONG
Leonor Almeida de SOUZA-SOARES

Universidade Federal do Rio Grande
(FURG)
Departamento de Química
e-mail: stephanie_silvapinto@yahoo.com.br
kkalmeidanog@yahoo.com.br
bafu@vetorial.net
leonor.souzasoares@gmail.com

✉ Autor Correspondente | Corresponding Author

Recebido | Received: 11/09/2007
Aprovado | Approved: 09/06/2008

Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar físico-química e nutricionalmente oito multimisturas, que diferiram quanto ao tipo de farelo (trigo ou arroz), presença ou ausência de pó de folha de mandioca e submissão ou não à fermentação em estado sólido com *Saccharomyces cerevisiae* durante 6 h a 30 °C. A composição proximal foi realizada segundo a AOAC (2000), o pH e a acidez segundo as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985), os açúcares redutores por espectrofotometria, a digestibilidade protéica *in vitro* e a metionina disponível por método enzimático. As multimisturas com farelo de arroz apresentaram médias dos teores de lipídios (18,1%), cinzas (14,1%), fibras (7,8%), acidez (3,1%) e digestibilidade protéica *in vitro* (80,8%) mais elevadas do que as multimisturas com farelo de trigo, as quais, por sua vez, apresentaram teores de proteínas (14,5%), carboidratos (68,9%) e pH (7,8) maiores que as multimisturas com farelo de arroz (12,3% de proteína). A digestibilidade protéica *in vitro* variou de 62,1 a 81,2% e o conteúdo de metionina de 0,58 a 2,09 mg.g⁻¹. Os açúcares redutores apresentaram um decréscimo médio de 16% em função da fermentação. A presença da folha de mandioca duplicou a acidez de duas multimisturas. A fermentação ocasionou variação máxima de 2,6 pontos percentuais para proteínas e 1,5 para cinzas, aumentando a acidez em 5 vezes, diminuindo no máximo 1,2 unidades de pH, 9,8 pontos percentuais de carboidratos e 1,26 mg.g⁻¹ de metionina disponível, não alterando a digestibilidade protéica *in vitro*.

Palavras-chave: Digestibilidade protéica *in vitro*; Farelo; Fermentação; Metionina; Multimistura; *S. cerevisiae*.

Summary

This work aimed to evaluate physico-chemically and nutritionally eight multimixtures that differed from each other according to the source of bran (rice or wheat bran), presence or not of cassava leaf powder and whether they had been submitted or not to a solid-state fermentation process with *Saccharomyces cerevisiae* for 6 h at 30 °C. The proximate composition was determined according to AOAC (2000), pH and acidity according to the analytical norms of the Adolfo Lutz Institute (1985), reducing sugars by spectrophotometry, and the *in vitro* protein digestibility and methionine availability by an enzymatic method. The multimixtures containing rice bran presented average values for lipids (18.1%), ash (14.1%), fibre (7.8%), acidity (3.1%) and *in vitro* protein digestibility (80.8%) that were higher than those containing wheat bran, but the latter presented higher values for protein (14.5%), carbohydrates (68.9%) and pH (7.8). Those containing rice bran presented 12.3% of protein. *In vitro* protein digestibility varied from 62.1 to 81.2% and the available methionine content from 0.58 to 2.09 mg.g⁻¹. Fermentation resulted in an average decrease in reducing sugars of 16%. The presence of cassava leaf doubled the acidity of two of the formulations studied. Fermentation caused a maximum variation in protein content of 2.6% and in ash content of 1.5%, as well as causing a five-fold increase in acidity, reducing the pH value until 1.2 units, reducing the carbohydrate content by 9.8% and reducing the methionine availability by 1.26 mg.g⁻¹, but not altering the *in vitro* protein digestibility.

Key words: *In vitro* protein digestibility; Bran; Multimixture; Fermentation; Methionine; *S. cerevisiae*.

Influência da composição e da fermentação nas propriedades físico-químicas e nutricionais de multimisturas

FEDDERN, V. et al.

1 Introdução

O princípio geral da alimentação alternativa está baseado no uso e na reutilização de alimentos não convencionais, como farelos de trigo e de arroz, pós de folhas verde-escuras, de sementes e de casca de ovo, introduzidos inicialmente pela Pastoral da Criança para combater a desnutrição infantil (MADRUGA e CÂMARA, 2000). A mistura destes ingredientes constitui a multimistura, sendo definida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária como “produto obtido pela secagem, torragem, moagem e mistura de ingredientes de origem vegetal, podendo ser adicionado de leite em pó” (BRASIL, 2000).

Uma das formas de aumentar a disponibilidade de nutrientes e melhorar a digestibilidade de alimentos é a aplicação de um processo fermentativo (WAINWRIGHT, 1995). A submissão de matérias-primas à fermentação com leveduras tem se destacado como uma excelente forma de disponibilizar proteínas e outros compostos, não apenas pela capacidade de síntese, mas também porque a inclusão delas acarreta o aporte de micronutrientes, tais como vitaminas e minerais, decorrentes da composição característica da levedura adicionada, introduzidos sem o risco de patogenicidade aos alimentos destinados ao consumo humano ou rações (LIMA e SATO, 2001; RODRIGUES e SANT’ANNA, 2001). A composição química da célula de leveduras, em geral, apresenta 47 a 53% de proteínas, 5 a 9,5% de minerais e 2 a 6% de lipídios (KIHILBERG, 1972). Sgarbieri et al. (1999) encontraram para células íntegras de leveduras 48,7% de proteína, 3,3% de lipídios, 8,5% de minerais, 24,4% de fibra total, dos quais 1,8% corresponde à parte insolúvel.

Com o intuito de reutilizar alimentos não convencionais e possibilitar a disponibilização de nutrientes através de um processo fermentativo, este trabalho objetivou avaliar físico-química e nutricionalmente multimisturas formuladas com diferentes farelos de cereais não fermentados e fermentados com *S. cerevisiae*.

2 Material e métodos

2.1 Matérias-primas

As matérias-primas utilizadas na produção das multimisturas foram: farelo de trigo, farelo de arroz integral, farinha de milho, semente de girassol, pó de folha de mandioca (desidratada e moída) e casca de ovo. Todas foram adquiridas no comércio local, com exceção do farelo de arroz, que foi cedido por uma indústria de extração de óleo de arroz da região, e das cascas de ovo, obtidas em padarias. A levedura utilizada na fermentação (*Saccharomyces cerevisiae*) foi obtida na forma de fermento liofilizado instantâneo, adquirido comercialmente.

2.2 Preparo das multimisturas

As multimisturas (MM) foram elaboradas no Laboratório de Bioquímica de Alimentos da Universidade Federal do Rio Grande (FURG), segundo formulações estudadas anteriormente por Sacchet et al. (2006) no mesmo local, utilizando farelo de trigo. Neste estudo, além da utilização do farelo de trigo, foi também avaliada a substituição por farelo de arroz como principal ingrediente da formulação. As multimisturas foram preparadas de acordo com o esquema da Figura 1.

As formulações das multimisturas utilizadas encontram-se na Tabela 1. As multimisturas pares continham farelo de arroz como ingrediente majoritário e as ímpares, farelo de trigo. As quatro primeiras continham folha de mandioca em sua formulação e as quatro últimas tiveram suas porcentagens ajustadas em função da ausência desta matéria-prima. Das oito multimisturas estudadas, quatro foram fermentadas em estado sólido, com 3% de inóculo (*Saccharomyces cerevisiae*) adicionado à multimistura após 10 min de descanso, em água suficiente para atingir 40% de umidade. As multimisturas foram homogeneizadas manualmente e submetidas à fermentação em estufa com circulação forçada de ar durante 6 h/30 °C em bandejas com dimensões (comprimento x largura x altura) de 40 x 25 x 1 cm. Em seguida, foram trituradas em moinho de facas e peneiradas em Tyler 42 (0,355 mm), sendo armazenadas congeladas. As multimisturas não fermentadas foram somente peneiradas, misturadas nas proporções segundo a Tabela 1 e armazenadas em recipientes de vidro com tampas plásticas em ambiente isento de luz, com ventilação.

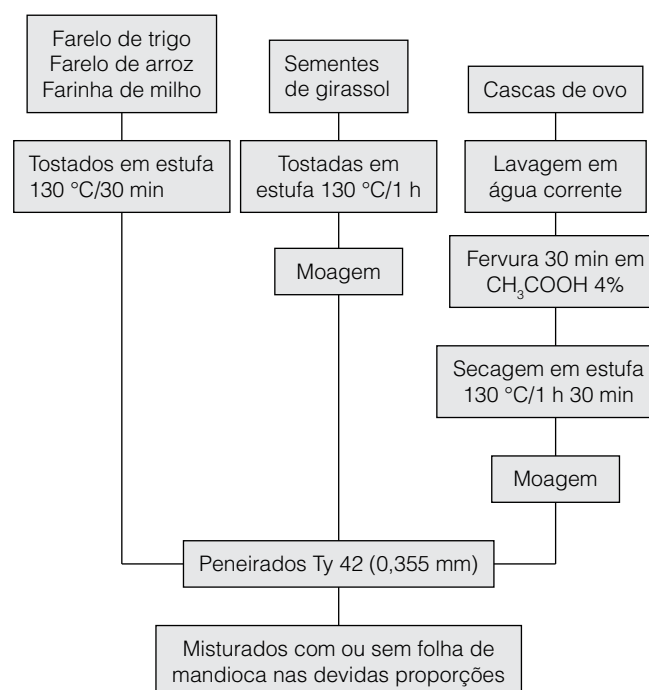


Figura 1. Preparo das matérias-primas que misturadas constituíram as multimisturas.

Influência da composição e da fermentação nas propriedades físico-químicas e nutricionais de multimisturas

FEDDERN, V. et al.

2.3 Composição físico-química

Lipídios, cinzas, fibras e proteínas (%N x 5,75 para proteínas vegetais), conforme Brasil (2003), foram determinados segundo procedimentos descritos pela AOAC (2000), sendo carboidratos estimados por diferença e açúcares redutores por espectrofotometria a 546 nm em cromóforo de reagente 3,5 dinitrosalicílico reduzido (MILLER, 1959), determinados a cada hora de fermentação. A acidez e o pH foram determinados segundo normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

2.4 Disponibilização de nutrientes

A disponibilidade de nutrientes das multimisturas foi estimada mediante determinação da digestibilidade protéica *in vitro* e da metionina disponível. A digestibilidade protéica *in vitro* foi realizada por digestão enzimática com pepsina (atividade específica de 107 μg tirosina. $\text{min}^{-1}.\text{mg}$ prot^{-1}) em HCl 0,1N e pancreatina (atividade específica de 24 μg tirosina. $\text{min}^{-1}.\text{mg}$ prot^{-1}) em tampão fosfato pH 8,0, sendo a determinação de aminoácidos liberados realizada pelo método de Lowry et al. (1951). As concentrações foram calculadas com base em curva padrão de tirosina, cuja concentração variou entre 3 e 11 $\mu\text{g}.\text{mL}^{-1}$. A metionina disponível foi determinada a partir do hidrolisado resultante da ação da pancreatina e da pepsina, conforme Sacchet et al. (2006), adaptado de Badiale (1979), sendo as concentrações calculadas com base em curva padrão de metionina, cuja concentração variou entre 50 e 170 $\mu\text{g}.\text{mL}^{-1}$.

2.5 Análise estatística

Foi realizada análise de variância (ANOVA), sendo que as médias das duplicatas de todas as determinações foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

3 Resultados e discussão

3.1 Composição físico-química das multimisturas

A Tabela 2 mostra os resultados da composição físico-química das multimisturas elaboradas, com os respectivos índices de significância.

Os resultados da Tabela 2 mostram que as multimisturas MM1, MM3, MM5 e MM7, todas com farelo de trigo, e as multimisturas MM4 e MM8, com farelo de arroz, ambas fermentadas, apresentaram os maiores teores de proteína. Foi observado que, da MM2 para a MM4 houve variação significativa de 11,2 para 13,8% de proteína, comparando-se a multimistura com farelo de arroz com a mesma fermentada. Houve também um aumento significativo (13,5 para 16%) no conteúdo de proteína da MM5 para a MM7 (farelo de trigo – multimistura não fermentada para a mesma fermentada). Isto pode ser devido à quantidade protéica intrínseca da levedura seca, que conforme Lima e Sato (2001) varia de 40 a 50%, ou até mesmo pelo fato da levedura disponibilizar este nutriente pelo processo fermentativo. Entre a MM1 e a MM3, a diferença não foi significativa, o mesmo ocorrendo entre a MM6 e a MM8. A folha de mandioca não influenciou no teor protéico

Tabela 1. Formulações das multimisturas estudadas.

Multimisturas	1	2	3F	4F	5	6	7F	8F
Farelo de trigo (%)	65,0	-	65,0	-	68,4	-	68,4	-
Farelo de arroz (%)	-	65,0	-	65,0	-	68,4	-	68,4
Farinha de milho (%)	20,0	20,0	20,0	20,0	21,0	21,0	21,0	21,0
Pó de folha de mandioca (%)	5,0	5,0	5,0	5,0	-	-	-	-
Pó de casca de ovo (%)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,3	5,3	5,3	5,3
Pó de semente de girassol (%)	5,0	5,0	5,0	5,0	5,3	5,3	5,3	5,3

F: fermentadas.

Tabela 2. Composição físico-química das multimisturas elaboradas.

Multimistura	Proteína*	Lipídios*	Cinzas*	Fibras*	Carboidratos*	pH	Acidez**
MM1	14,4 ^{a,b}	6,9 ^a	8,6 ^a	2,6 ^a	67,4 ^a	8,3 ^a	1,0 ^{a,d}
MM2	11,2 ^c	17,4 ^b	13,6 ^b	6,2 ^{b,c}	51,4 ^b	7,4 ^b	2,7 ^b
MM3F	14,2 ^{a,b}	5,6 ^c	7,5 ^c	2,7 ^a	68,8 ^a	7,6 ^b	5,3 ^c
MM4F	13,8 ^b	18,5 ^d	15,1 ^d	7,0 ^{c,d}	41,6 ^c	6,8 ^c	5,1 ^c
MM5	13,5 ^b	4,3 ^e	7,1 ^c	2,1 ^a	72,8 ^d	8,3 ^a	0,8 ^a
MM6	11,3 ^c	18,3 ^d	13,8 ^{b,e}	5,6 ^b	50,9 ^b	7,6 ^b	2,1 ^{b,d}
MM7F	16,0 ^a	5,0 ^{c,e}	8,4 ^a	2,4 ^a	66,5 ^a	7,1 ^c	2,9 ^b
MM8F	12,7 ^{b,c}	18,1 ^{b,d}	14,1 ^e	6,1 ^{b,c}	46,8 ^e	6,8 ^c	2,5 ^b

Letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); * % em base seca, sendo carboidratos estimados por diferença; ** em % de ácido oléico; MM1: multimistura com farelo de trigo e folha de mandioca; MM2: multimistura com farelo de arroz e folha de mandioca; MM3F: idem MM1, fermentada; MM4F: idem MM2, fermentada; MM5: multimistura com farelo de trigo, sem folha de mandioca; MM6: multimistura com farelo de arroz, sem folha de mandioca; MM7F: idem MM5, fermentada; e MM8F: idem MM6, fermentada.

Influência da composição e da fermentação nas propriedades físico-químicas e nutricionais de multimisturas

FEDDERN, V. et al.

para nenhuma multimistura: comparando-se a MM1 com a MM5, a MM2 com a MM6, a MM3 com a MM7 e a MM4 com a MM8. Azeredo et al. (1999) e Madruga e Câmara (2000) encontraram valores de proteína para multimisturas de 12,3 e 13,6%, respectivamente, semelhantes aos do presente trabalho.

Quanto ao teor de lipídios em sua composição, as multimisturas com farelo de arroz (MM2, 4, 6 e 8) apresentaram os teores mais elevados (em média 18,1%), pois o farelo recebido da indústria era integral, o que pode trazer problemas de rancificação, se não armazenado corretamente. Este alto valor de lipídios também foi encontrado por Azeredo et al. (1999), que trabalharam com farelo de arroz em uma multimistura. Do ponto de vista da estabilidade da multimistura, se aconselharia trabalhar com farelo de arroz desengordurado ou, ainda, tostar o farelo a ser utilizado imediatamente após seu recebimento pela indústria, para diminuir problemas de rancificação pela inativação de enzimas lipolíticas.

Em relação ao teor de cinzas, mesmo havendo variação significativa de algumas multimisturas fermentadas com relação à composição original (MM4 comparada com a MM2 e MM7 comparada com a MM5), não houve uma variação definida no teor de minerais que possa estar associada ao processo fermentativo, uma vez que nas demais formulações a fermentação provocou diminuição dos minerais (MM1 para MM3) ou ainda não foram observadas diferenças significativas (MM6 para MM8). Vizeu et al. (2005) avaliaram uma multimistura com 84% de farelo de trigo, 8% de folha de mandioca e 8% de pó de casca de ovo, encontrando 6,5% de minerais, valor este próximo ao obtido neste trabalho para as multimisturas com farelo de trigo. Todas as multimisturas apresentaram conteúdo mineral superior ao mínimo estipulado pela legislação, que é de 5,5% (BRASIL, 2000), sendo que as multimisturas com farelo de arroz apresentaram média de minerais superior (14,1%) às multimisturas com farelo de trigo (7,9%).

O teor de fibras foi menor nas multimisturas com farelo de trigo, tanto com folha de mandioca, como sem ela, não diferindo significativamente entre si. A fermentação não ocasionou aumento significativo do teor de fibras para nenhuma formulação estudada, devido ao fato da levedura conter baixo teor de fibras, além da mesma ter sido adicionada numa proporção de apenas 3%. A folha de mandioca não ocasionou mudanças nos conteúdos de fibra bruta. Segundo a legislação (BRASIL, 2000), uma multimistura deve conter no mínimo 8% de fibras, sendo que neste trabalho nenhuma multimistura alcançou o valor estipulado.

A MM5 foi a que apresentou o maior conteúdo de carboidratos (72,8%) e um dos menores teores de lipídios (4,3%). Em seguida, as demais multimisturas com farelo de trigo foram as que tiveram os maiores valores para carboidratos, os quais não diferiram entre si. Comparan-

do-se as MM2 e 4, 5 e 7, 6 e 8, observou-se que todas apresentaram uma diminuição do conteúdo de carboidratos de 20, 9 e 8%, respectivamente, provavelmente devido ao consumo dos mesmos pela levedura durante a fermentação. Mais uma vez a presença da folha de mandioca não influenciou os teores de carboidrato.

Com a fermentação, as amostras tiveram uma queda média de 0,8 pontos de pH, comparadas às mesmas amostras não fermentadas. A folha de mandioca não interferiu no valor de pH. Além da modificação do pH, a acidez aumentou em até 5 vezes com a fermentação da MM3 em comparação à MM1, em 3,5 vezes, comparando-se a MM7 e a MM5, e 2 vezes, comparando-se a MM4 com a MM2; contudo, as amostras MM6 e MM8 não diferiram quanto à acidez. As multimisturas menos ácidas foram aquelas formuladas com farelo de trigo e não fermentadas (MM1 e MM5), e as mais ácidas foram aquelas com folha de mandioca em sua composição e fermentadas (MM3 e MM4), que obtiveram 5,3 e 5,1% de acidez, respectivamente, provavelmente devido aos compostos cianógenos que a folha apresenta e à produção de álcoois durante a fermentação. Quando a folha foi retirada da formulação (MM7 e MM8), a acidez caiu praticamente pela metade, de 5,3 para 2,9% e de 5,1 para 2,5%.

3.2 Digestibilidade protéica e metionina disponível das multimisturas

A Tabela 3 mostra a digestibilidade *in vitro* das multimisturas, bem como a quantidade de metionina disponível em mg.g⁻¹ de amostra.

As digestibilidades protéicas *in vitro* das multimisturas com farelo de arroz (MM2, 4, 6 e 8) não diferiram entre si, apresentando-se, geralmente, mais elevadas que aquelas contendo farelo de trigo. A fermentação das multimisturas não ocasionou mudança na digestibilidade, com exceção da amostra 7, que apresentou digestibilidade inferior à amostra 5.

A multimistura com farelo de trigo e folha de mandioca fermentada (MM3) apresentou maior digestibilidade que a sem folha fermentada (MM7). Kahlon e Chow (2000) avaliaram a digestibilidade *in vivo* em hamsters, utilizando dietas compostas de farelo de arroz, obtendo em torno de 82% de digestibilidade, valores próximos aos encontrados no presente trabalho em relação às multimisturas com farelo de arroz (MM2, MM4, MM6 e MM8), que apresentaram digestibilidade média de 80,8%.

Saliendo-se que a digestibilidade de proteínas de origem animal é maior que a digestibilidade de proteínas de origem vegetal e, que ela indica a porcentagem de proteínas que são hidrolisadas e absorvidas como aminoácidos ou peptídeos de cadeia curta (SGARBIERI, 1996), os valores encontrados podem ser considerados bons, ou seja, as proteínas estudadas são bem aproveitadas pelo organismo.

Influência da composição e da fermentação nas propriedades físico-químicas e nutricionais de multimisturas

FEDDERN, V. et al.

A presença ou não de folha de mandioca não alterou o conteúdo de metionina disponível entre as amostras fermentadas: comparando-se a MM3 com a MM7, a MM4 com a MM8, e entre as não fermentadas, no caso da MM2 em relação à MM6. Os resultados da Tabela 3 sugerem que o aminoácido metionina foi degradado durante o processo fermentativo, o que era esperado, pois segundo Wainwright (1995), a fermentação altera a composição de aminoácidos de farinhas, aumentando a concentração de lisina enquanto diminui a quantidade de metionina. Comparando-se as multimisturas não fermentadas com as fermentadas, houve diferença significativa entre elas, observando-se que a redução no teor de metionina disponível foi de 46%, comparando-se a MM1 com a MM3, 57% da MM2 para a MM4, 17% da MM5 para a MM7 e de 67%, da MM6 para a MM8. Madruga e Câmara (2000) avaliaram uma multimistura que continha 1,25 mg.100 g⁻¹ de metionina, sendo o primeiro aminoácido limitante nesta multimistura.

Sacchet et al. (2006) encontraram 6 mg.g⁻¹ de metionina disponível por grama de amostra para multimistura com farelo de trigo e folha de mandioca, e para a mesma multimistura fermentada, 5,9 mg.g⁻¹. Para a multimistura sem folha não fermentada, um valor de

Tabela 3. Digestibilidade protéica *in vitro* e metionina disponível.

Multimistura	Digestibilidade (%)	Metionina (mg.g ⁻¹)
MM1	74,6 ± 3,40 ^a (4,56%)	2,09 ± 0,06 ^a
MM2	81,2 ± 0,57 ^{a,b} (0,70 %)	1,36 ± 0,01 ^b
MM3F	73,7 ± 2,65 ^a (3,60%)	1,12 ± 0,16 ^b
MM4F	79,4 ± 0,74 ^{a,b} (0,94%)	0,58 ± 0,01 ^c
MM5	73,9 ± 2,85 ^a (3,85%)	1,66 ± 0,03 ^d
MM6	84,4 ± 2,18 ^b (2,58%)	1,89 ± 0,00 ^{a,d}
MM7F	62,1 ± 1,25 ^c (2,01%)	1,38 ± 0,05 ^b
MM8F	78,3 ± 1,74 ^{a,b} (2,22%)	0,63 ± 0,11 ^c
Casca de ovo	5,8 ± 0,05 ^d (0,81%)	-

Os resultados estão apresentados como média ± desvio padrão. Para a digestibilidade foi admitido um coeficiente de variação (CV) até 5%. Letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey. MM1: multimistura com farelo de trigo e folha de mandioca; MM2: multimistura com farelo de arroz e folha de mandioca; MM3F: idem MM1, fermentada; MM4F: idem MM2, fermentada; MM5: multimistura com farelo de trigo, sem folha de mandioca; MM6: multimistura com farelo de arroz, sem folha de mandioca; MM7F: idem MM5, fermentada; e MM8F: idem MM6, fermentada.

6,9 mg.g⁻¹ e de 5,5 mg.g⁻¹ para a mesma fermentada, observando-se que naquele estudo não houve diferença de metionina entre as multimisturas estudadas. Lara et al. (2005), pela técnica da peroxidação com ácido fórmico e perfórmico antes da hidrólise ácida, encontraram valores de metionina para farelos de trigo de consumo humano e animal iguais a 0,36% (b.s.) e 0,33% (b.s.), respectivamente, valores estes que estão próximos aos teores de metionina das multimisturas MM1 (0,20%) e MM5 (0,16%) do presente trabalho.

A digestibilidade encontrada para casca de ovo foi de 5,8%, valor considerado baixo devido à quantidade elevada de minerais presentes em sua composição, segundo Madruga e Câmara (2000), em torno de 37% e que, segundo Sacchet et al. (2006) contém 3,1% de proteína.

3.3 Açúcares redutores das multimisturas fermentadas

A Figura 2 mostra a variação de açúcares redutores ao longo de 6 h de fermentação com *S. cerevisiae* para as multimisturas fermentadas.

As multimisturas 3 e 4 apresentaram certa analogia nos comportamentos das curvas, observada pela diminuição do conteúdo de açúcares redutores após a terceira hora de fermentação, indicando que houve consumo dos açúcares pela levedura. Para a MM3, houve diferença significativa na diminuição de açúcares da terceira para a quarta hora ($p = 0,00047$) e da quarta para a quinta hora ($p = 0,00019$), sendo que esta redução da terceira para a quinta hora foi de 60%. A MM4 apresentou 23% de redução nos açúcares da terceira para a quarta

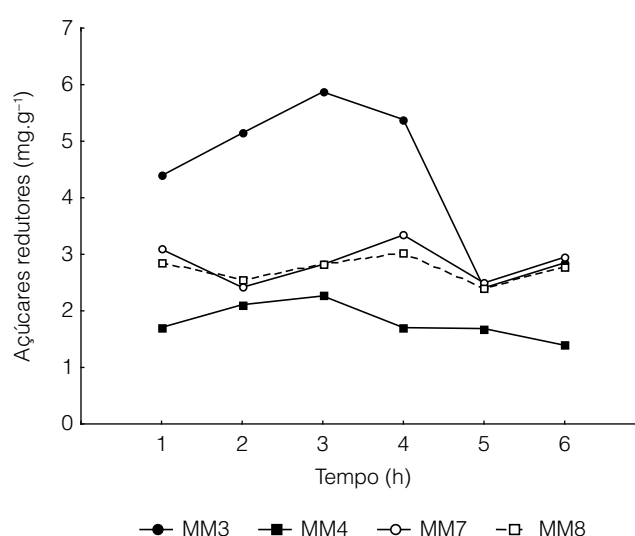


Figura 2. Açúcares redutores ao longo de 6 h de fermentação. MM3: multimistura com farelo de trigo e folha de mandioca, fermentada; MM4: multimistura com farelo de arroz e folha de mandioca, fermentada; MM7: multimistura com farelo de trigo, sem folha de mandioca, fermentada; e MM8: multimistura com farelo de arroz, sem folha de mandioca, fermentada.

Influência da composição e da fermentação nas propriedades físico-químicas e nutricionais de multimisturas

FEDDERN, V. et al.

hora ($p = 0,00020$), apresentando-se os demais valores constantes, sem diferença significativa ($p < 0,05$). Cabe mencionar, conforme a Tabela 2, que a MM3 apresentou o maior conteúdo de carboidratos entre as multimisturas fermentadas (68,8%) e a MM4, o menor (41,6%).

Por sua vez, nas multimisturas 7 e 8, mesmo havendo diferença significativa ($p = 0,00019$ para ambas as formulações) apenas da quarta para a quinta hora de fermentação não foi notada nenhuma tendência, visto que a concentração de açúcares na primeira e na última hora foram semelhantes. Os teores de carboidratos destas multimisturas (Tabela 2) foram 66,5% para MM7 e 46,8% para MM8, valores estes menores quando comparados com as multimisturas originais (MM5 = 72,8% e MM6 = 50,9%).

4 Conclusões

As multimisturas com farelo de arroz apresentaram um bom aporte de minerais, mostrando potencial de aplicação como suplemento destes nutrientes, além de maior digestibilidade protéica *in vitro*.

A presença da folha de mandioca nas formulações aumentou em até duas vezes a acidez, não influenciando significativamente os demais componentes.

A fermentação não ocasionou alterações nos conteúdos de nutrientes avaliados das multimisturas formuladas, não aumentou a digestibilidade e apresentou uma tendência em diminuir o teor de metionina disponível.

Referências

ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**. 3. ed. São Paulo: O Instituto, 1985. v. 1, 533 p.

AZEREDO, V. B.; BOAVENTURA, G. T.; CARMO, M. G. T. Study of chemical characteristics and nutritional quality of two food - subproduct flour - multimixture. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, London, v. 50, n. 2, p. 145-148, 1999.

BADIALE, E. **Variação de metionina em feijões (*Phaseolus vulgaris*)**. Campinas, 1979. 79 p. Dissertação – (Mestrado em Ciência de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC n.º 360, de 23 de dezembro de 2003. **Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados**. Brasília, 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC n.º 53, de 15 de junho de 2000. **Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Mistura à Base de Farelo de Cereais**. Brasília, 2000. 4 p.

HORWITZ, W. **Official Methods of Analysis**. 17th ed. Washington: AOAC, 2000. (CD-ROM).

KAHLON, T. S.; CHOW, F. I. Lipidemic response of hamsters to rice bran, uncooked or processed white and brown rice, and processed corn starch. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 77, n. 5, p. 673-678, 2000.

LARA, L. B.; BORGES, F. M. O.; SALIBA, E. O. S.; SAAD, C. E. P.; TEIXEIRA, E. A. Técnica da peroxidação para a determinação de metionina em amostras derivadas de ensaios de digestibilidade do trigo e seus subprodutos em frangos de corte. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 29, n. 2, p. 459-466, 2005.

LIMA, U. A.; SATO, S. Proteínas de origem microbiana. In: AQUARONE, E.; BORZANI, W.; SCHMIDELL, W.; LIMA, U. A. **Biotecnologia Industrial: Biotecnologia na produção de alimentos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. v. 4, cap. 15, p. 421-445.

LOWRY, O. H.; ROSEBROUGH, N. J.; FARR, A. L.; RANDALL, R. J. Protein measurement with the folin phenol reagent. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v. 193, n. 1, p. 265-275, 1951.

MADRUGA, M. S.; CÂMARA, F. S. The chemical composition of "Multimistura" as a food supplement. **Food Chemistry**, Barking, v. 68, n. 1, p. 41-44, 2000.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, Arlington, v. 31, n. 3, p. 326-428, 1959.

RODRIGUES, A. M.; SANT'ANNA, E. S. Efeito do cloreto de sódio na produção de proteínas (*Saccharomyces cerevisiae*) em fermentação semi-sólida. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 57-62, 2001.

SACCHET, F. S.; FARIA, A. F.; VASCONCELLOS, D. G. V.; SOUZA-SOARES, L. A.; BADIALE-FURLONG, E. Avaliação nutricional de multimisturas – Efeito de um processo fermentativo. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 4, p. 7-13, 2006.

SGARBIERI, V. C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradação, modificação**. São Paulo: Varela, 1996. 517 p.

SGARBIERI, V. C.; ALVIM, I. D.; VILELA, E. S. D.; BALDINI, V. L. S.; BRAGAGNOLO, N. Produção piloto de derivados de levedura (*Saccharomyces sp.*) para uso como ingrediente na formulação de alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 2, n. 1-2, p. 119-125, 1999.

KIHLBERG, R. The microbe as a source of food. **Annual Review of Microbiology**, Palo Alto, v. 26, n. 8, p. 428-466, 1972.

VIZEU, V. E.; FEIJÓ, M. B. S.; CAMPOS, R. C. Determinação da composição mineral de diferentes formulações de multimistura. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 254-258, 2005.

WAINWRIGHT, M. **Introducción a la biotecnología de los hongos**. Zaragoza, España: Acribia, 1995. 228 p.