

Enriquecimento protéico da farinha de sementes de mangaba com *Rhizopus oryzae*: otimização utilizando a metodologia de superfície de resposta

Kyzzes Barreto de Araújo¹, Rafaela Cristiane Andrade Santos¹, Fernanda Martins de Souza¹
e Luciana Cristina Lins de Aquino¹

¹Núcleo de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos/Laboratório de Microbiologia de Alimentos/Universidade Federal de Sergipe (UFS), CEP 49100-000, São Cristóvão, Sergipe, Brasil. Email: kyzzesbarreto@hotmail.com, kislely17@hotmail.com, Fernanda.martinsdesouza@yahoo.com.br, aquinoluciana@hotmail.com

Resumo - A crescente preocupação com o meio ambiente vem mobilizando vários segmentos do mercado para a minimização, recuperação e aproveitamento de resíduos. Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial do microrganismo *Rhizopus oryzae* para o enriquecimento protéico da farinha de sementes de mangaba através de fermentação em estado sólido. As fermentações foram realizadas variando a umidade inicial do substrato entre 24% e 66% e a temperatura de fermentação entre 28 °C e 42 °C. Maior enriquecimento protéico foi obtido quando utilizado umidade inicial do substrato de 60% e temperatura de fermentação de 40 °C. O aumento protéico na farinha em proteínas totais solúveis, proteína bruta e teor de metionina foi de 5,0, 3,2 e 2,0 vezes em relação ao valor inicial. O fungo demonstrou potencial para o enriquecimento protéico da farinha de sementes de mangaba com a vantagem de não ter apresentado toxicidade em relação à presença de aflatoxinas.

Palavras-chave: proteína unicelular, resíduo agroindustrial, superfície de resposta

Protein enrichment of mangaba seed flour with *Rhizopus oryzae*: optimization using the response surface methodology

Abstract - The growing concern with the environment is mobilizing various segments of the market for the minimization, recovery and reuse of residues. This study aimed to evaluate the potential of the microorganism *Rhizopus oryzae* for the protein enrichment of mangaba seeds flour by solid state fermentation. Fermentations were carried out varying the initial substrate moisture between 24% and 66% and the fermentation temperature between 28 °C and 42 °C. Increased protein enrichment was obtained when using initial substrate moisture of 60% and fermentation temperature of 40 °C. The maximum increment of total soluble protein, crude protein and methionine content was 5.0, 3.2 and 2.0 times, respectively, compared to the initial value. The fungi has shown potential for the protein enrichment of mangaba seeds flour with the advantage of not having showed toxicity in relation to the presence of aflatoxins.

Keywords: single cell protein, agricultural waste, response surface

Introdução

A mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes), nativa do Brasil, é encontrada vegetando espontaneamente em várias regiões do país, desde tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas do Nordeste, onde é mais abundante, até as áreas sob cerrado das regiões Norte e Sudeste (Neto et al., 2002). É um alimento consumido por brasileiros sob diferentes formas: *in natura*, doces, conservas, dentre outros. O fruto apresenta ótimo aroma e sabor, sendo utilizado além do consumo *in natura*, na produção de doces, compotas, xarope, vinho, vinagre, licor, refresco e, principalmente, suco e sorvete¹. De acordo com dados da produção nacional de mangaba, por região e por Estado, no período de 2001 a 2005 os maiores produtores da fruta são os estados do Rio Grande do Norte, Bahia e Sergipe (IBGE).

Os resíduos derivados (sementes) deste produto são ricos em nutrientes, tais como: proteínas, fibras, sais minerais, ácidos graxos e excelentes níveis de vitamina C que são de

155,54 mg/100g, sendo superior a média do teor encontrados na laranja que é de 55 mg/100 mg por fruto (Guilherme et al., 2007). Segundo Vieira (2007), a composição média das sementes de mangaba é teor de proteínas de 11,4%, teor de lipídeos de 24,7%, teor de carboidratos de 25,7% e porcentagem de fibras de 33%.

Uma das formas promissoras para o aproveitamento de resíduos é por meio do desenvolvimento de processos biotecnológicos que possibilita a produção de um grande número de metabólitos de interesse industrial. A fermentação em estado sólido de resíduos agroindustriais tem gerado vários produtos dentre eles, a chamada proteína unicelular ou “*single cell protein*” (SCP) a qual tem sido alvo de estudo mundial devido à possibilidade de aplicação na dieta alimentar (Campos et al., 2005). A SCP ou biomassa fúngica é produzida a partir de microrganismos tais como: algas, fungos e bactérias, cuja biomassa produzida tem contribuído para o teor protéico do substrato ou para agregar valores a rejeitos agroindustriais. Os fungos filamentosos em

destaque algumas espécies dos gêneros *Rhizopus* e *Aspergillus* são considerados como os mais promissores na produção de biomassa, uma vez que além de elevarem o teor protéico, produzem proteínas com atividade catalítica específica. O gênero *Rhizopus* é especialmente importante, pela produção de proteínas com elevada digestibilidade e ausência de substâncias tóxicas (Pandey et al., 2000).

Vários pesquisadores utilizaram a técnica de fermentação em estado sólido para o enriquecimento protéico de resíduos agroindustriais tais como bagaço do pendúculo de caju (Campos et al., 2005), bagaço de maçã (Koch et al., 2007), casca de batata (Gelinas & Barrete, 2006), resíduo de cana-de-açúcar (Pelizer et al., 2007), resíduo do processamento de frutas (Santos et al., 2010), farelo de arroz (Feddern et al., 2007), entre outros.

Visando a valorização biotecnológica da farinha de sementes de mangaba (*Harconia speciosa* Gomes) e tendo em vista que na literatura não há relatos de utilização deste resíduo como substrato para o crescimento microbiano, este trabalho teve como objetivo principal o enriquecimento protéico do resíduo através da fermentação em estado sólido utilizando o microrganismo *Rhizopus oryzae*.

Material e Métodos

As sementes de mangaba (*Harconia speciosa* Gomes) foram cedidas pela Empresa Pomar, processadora de Polpa de Frutas, localizada na cidade de Aracaju, SE. O microrganismo *Rhizopus oryzae* IOC 4274 foi adquirido da coleção de culturas do Instituto Oswaldo Cruz (Rio de Janeiro, Brasil), e foi mantido a 4 °C em meio PDA (ágar batata dextrose).

As sementes de mangaba foram lavadas, secadas à temperatura de 60 °C, durante 8 horas (secador elétrico Pardal PE 100 Semi-industrial), trituradas em diâmetro médio de 1,06 mm e esterilizadas à 121 °C durante 15 min. A farinha obtida foi caracterizada quanto aos teores de umidade, pH, acidez, lipídeos, cinzas, fibras e proteína bruta segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2006).

As fermentações foram realizadas em placas de petri contendo 10 g de farinha de sementes de mangaba e *Rhizopus oryzae* (10^6 células/mL), variando-se o teor de umidade inicial da farinha (entre 30 e 60%) e a temperatura de fermentação (entre 30 e 40 °C) para avaliar a influência destes parâmetros no enriquecimento protéico da farinha de semente de mangaba. A cinética do processo fermentativo foi acompanhada a cada 24 horas para determinar em que tempo era obtido máxima produção de proteínas.

Os experimentos foram realizados segundo o delineamento experimental composto central rotacional (DCCR) 2^2 incluindo 4 pontos axiais e 3 repetições no ponto central (Tabela 1), tendo como variável resposta a

porcentagem de proteínas totais solúveis e de proteína bruta produzidas no processo. Os dados foram analisados estatisticamente utilizando-se o Software STATISTIC 6.0.

Tabela 1. Planejamento experimental para o enriquecimento protéico da farinha de semente de mangaba.

Experimentos	Umidade	Temperatura
1	-1 (30)	-1(30)
2	-1 (30)	+1(40)
3	+1 (60)	-1(30)
4	+1(60)	+1(40)
5	0 (45)	-1,41 (28)
6	0 (45)	+1,41 (42)
7	-1,41 (24)	0 (35)
8	1,41 (66)	0 (35)
9	0 (45)	0 (35)
10	0 (45)	0 (35)
11	0 (45)	0 (35)

A extração das proteínas totais solúveis do fermentado foi realizada adicionando-se água destilada, na proporção 1:9 (fermentado:água), mantendo-se à temperatura de 60 °C, 150 rpm durante 2 horas. A seguir, o material foi centrifugado à 3500 rpm durante 5 min e o sobrenadante foi filtrado em papel filtro qualitativo, obtendo-se o extrato protéico (Streit, 2004).

As proteínas totais solúveis presentes no extrato foram determinadas pelo método de Bradford (1976), utilizando a albumina do soro bovino como proteína referência.

A determinação do teor de proteína bruta no fermentado foi realizada pela técnica de micro-Kjeldahl (IAL, 2006), multiplicando-se o teor de nitrogênio por 6,25 para obter o teor protéico.

O conteúdo de metionina disponível nos fermentados foi determinado segundo metodologia descrita por Silveira & Furlong (2007). Inicialmente, realizou-se a hidrólise dos aminoácidos presentes com as enzimas pepsina e pancreatina. O hidrolisado obtido (2 mL) foi complexado com 1 mL de nitroprussiato de sódio 2,5%, em meio ácido, em seguida, fez-se a leitura em espectrofotômetro (510 nm) do complexo formado, tendo como padrão uma curva de metionina na faixa de linearidade entre 0,02 e 0,9 mg.mL⁻¹.

A quantificação indireta do crescimento celular foi realizada através da dosagem de glicosamina, segundo metodologia descrita por Aidoo et al. (1981).

A farinha de sementes de mangaba enriquecida com *Rhizopus oryzae* foi analisada quanto à presença ou ausência das aflatoxinas B1, B2, G1 e G2 através de cromatografia em camada delgada (CCD) segundo metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2006).

Resultados e Discussão

Caracterização físico-química da farinha de sementes de mangaba processadas termicamente

Na Tabela 2, encontram-se os valores obtidos referentes à caracterização físico-química da farinha de sementes de mangaba seca e esterilizada. Devido ao tratamento térmico de secagem à temperatura de 60 °C seguido por autoclavagem, a farinha apresentou menores teores de lipídeos, proteínas totais e bruta, pH e cinzas do que os obtidos pela farinha apenas submetida à secagem.

Tabela 2. Caracterização físico-química da farinha de sementes de mangaba seca e esterilizada.

Componentes	Farinha seca	Farinha seca e Esterilizada
Umidade (%)	4,30 ± 0,05	19,02 ± 1,19
Lipídeos (%)	23,50 ± 0,74	12,82 ± 0,04
Cinzas (%)	2,13 ± 0,02	1,01 ± 0,06
pH	5,23 ± 0,05	4,00 ± 0,02
Acidez total(%)	28,40 ± 0,55	18,35 ± 0,35
Proteína Bruta (%)	11,42 ± 0,32	5,68 ± 0,14
Proteína Solúvel (%)	4,59 ± 1,11	1,87 ± 0,05
Metionina (mg/g)	3,80 ± 0,05	-

A farinha seca apresentou teor de lipídeos (23,50%), próximo ao obtido por Vieira (2007), cujo valor foi de 24,68 % de lipídeos. O teor de proteína bruta das farinhas seca e seca e esterilizada foram similares aos obtidos por Vieira (2007), a qual obteve teor médio de 11,37% de proteínas. O teor de proteínas solúveis obtida para a farinha seca (4,59%) foi próximo ao obtido por Vendruscolo et al. (2009), o qual obteve 4,97% para a farinha do bagaço de maçã. A farinha seca e esterilizada apresentou menor teor de proteínas solúveis (1,87%) do que a farinha seca, provavelmente, devido ao processo de autoclavagem, pois, em temperaturas acima de 50 °C as proteínas sofrem desnaturação (Scarbieri, 1996).

A metionina é um aminoácido sulfurado importante na alimentação humana e animal. As proteínas vegetais são frequentemente deficientes em metionina e, conseqüentemente, uma dieta vegetal exclusiva pode não cumprir as exigências nutricionais (Kumar & Gomes, 2005). O teor de metionina da farinha de sementes de mangaba seca foi de 3,80 mg/g, maior do que os valores encontrados na farinha de arroz (2,57 mg/g) e farelo de trigo (2,02 mg/g) (Pandey et al., 2000).

Os experimentos de enriquecimento protéico foram realizados com a farinha de sementes de mangaba seca e esterilizada.

Cinética de produção de proteínas totais solúveis e proteína bruta

O enriquecimento protéico da farinha de sementes de mangaba com o fungo *Rhizopus oryzae* foi realizado por FES através do planejamento experimental variando-se a umidade do resíduo e a temperatura de fermentação.

A produção de proteínas solúveis e de proteína bruta foi determinada ao longo do tempo de fermentação com o objetivo de verificar em que tempo ocorreria a produção máxima. Os resultados da cinética estão apresentados gráficos das Figuras 1 e 2.

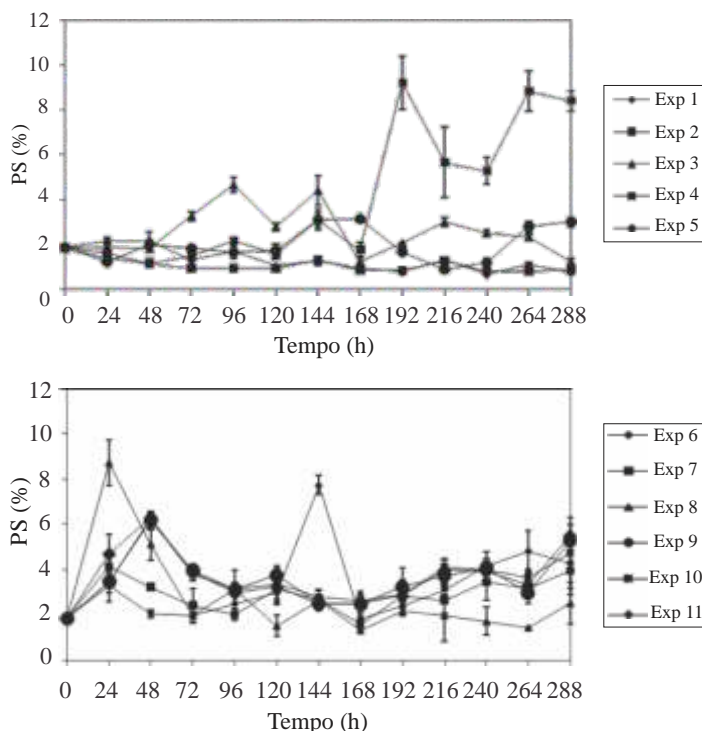


Figura 1. Cinética de produção de proteínas totais solúveis na farinha de sementes de mangaba fermentada com *Rhizopus oryzae*.

Em todas as fermentações a produção de proteínas solúveis e bruta aumentou ao longo do tempo de fermentação, atingindo um valor máximo seguido de estabilidade ou diminuição. A máxima produção de proteínas solúveis (9,19%) e de proteína bruta (18,47%) foi obtida quando utilizado farinha contendo 60% de umidade inicial e temperatura de 40 °C (experimento 4), em 192 e 240 h de fermentação, respectivamente. Nestas condições, o crescimento microbiano atingiu valor máximo de 169,23 mg/g seca em 192 h de fermentação, isto significou que a produção de proteínas solúveis estava associada ao crescimento do fungo.

O aumento protéico foi de aproximadamente 5,0 e 3,2 vezes em proteína solúveis e proteína bruta em relação ao valor inicial (PS = 1,85%, PB = 5,68%), respectivamente. A menor produção de proteínas solúveis (1,87%) e de proteína

bruta (10,24%) foram obtidas quando utilizado 30% de umidade inicial de farinha e temperatura de fermentação de 40 °C e 60% de umidade e 30 °C de temperatura, respectivamente.

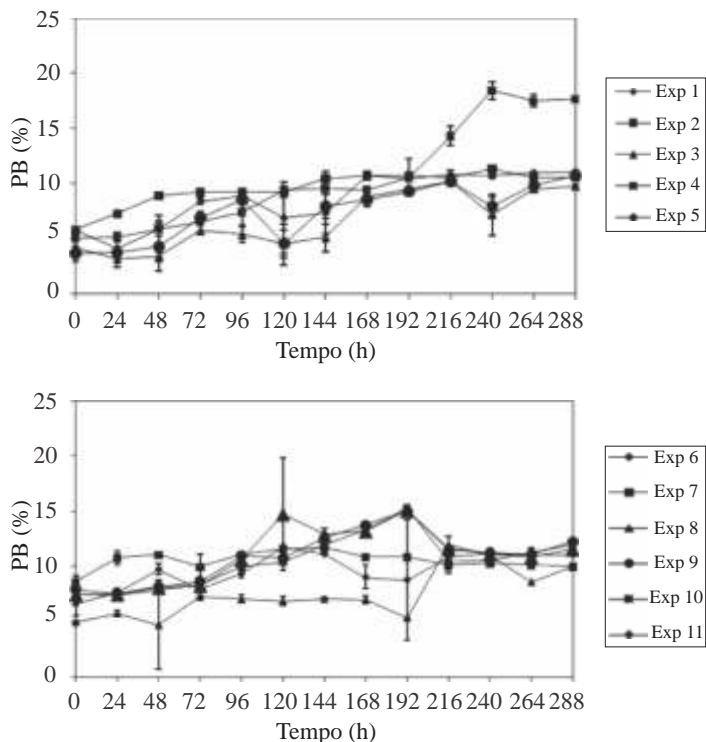


Figura 2. Cinética de produção de proteína bruta na farinha de sementes de mangaba fermentada com *Rhizopus oryzae*.

O enriquecimento da farinha em termos de proteínas totais solúveis obtido neste trabalho foi similar ao encontrado por Albuquerque et al. (2003), os quais fermentaram bagaço de maçã com o fungo *Rhizopus oligosporus* e obtiveram aumento protéico de em torno de 5 vezes em proteínas solúveis. Já o enriquecimento em termos de proteína bruta (aumento de 3,2 vezes) foi maior do que os obtidos por Sturza et al. (1997) (aumento protéico de 2,5 vezes em bagaço de maçã enriquecido com *Rhizopus oryzae*), Silveira & Furlong (2007) (aumento protéico de 1,6 vezes em farelo de trigo enriquecido com *Rhizopus sp.*), Gregório et al. (2002) (aumento protéico de 2,2 vezes em polpa de limão enriquecida com *Aspergillus niger*) e Campos et al. (2005) (aumento protéico de 2,0 vezes em bagaço do pedúnculo de caju enriquecido com *Saccharomyces cerevisiae*).

O fermentado obtido na condição do experimento 4 (60% de umidade de substrato e temperatura de fermentação de 40 °C, 192 h de fermentação) apresentou teor de metionina de 7,30 mg/g seca e ausência das micotoxinas aflatoxinas B₁, B₂, G₁ e G₂. Silveira & Furlong (2007) no enriquecimento de farelo de arroz desengordurado e de farel de arroz com *Rhizopus oryzae* obteve aumento no teor de metionina de 2,0 e 1,7 vezes, respectivamente, resultado similar ao obtido neste trabalho (aumento no teor de metionina de 2 vezes).

Influência de parâmetros no enriquecimento protéico - Análise de superfície de resposta

A influência da temperatura e da umidade inicial do substrato no enriquecimento protéico da farinha de sementes de mangaba com *Rhizopus oryzae* foi avaliada através do tratamento estatístico dos valores máximos de produção de proteínas solúveis obtidos nos experimentos de fermentação (Tabela 3).

Tabela 3. Valores máximos de produção de proteínas totais solúveis e proteína bruta obtidos nas fermentações da farinha de sementes de mangaba.

Ensaio	X ₁	X ₂	T(°C)	U(%)	Proteína solúvel (%)	Proteína Bruta (%)
1	-1	-1	30	30	2,17	11,06
2	+1	-1	40	30	1,87	11,31
3	-1	+1	30	60	4,66	10,24
4	+1	+1	40	60	9,19	18,47
5	-1,41	0	28	45	3,13	10,79
6	+1,41	0	42	45	7,73	11,79
7	0	-1,41	35	24	4,15	11,77
8	0	+1,41	35	66	8,72	11,99
9	0	0	35	45	6,19	15,27
10	0	0	35	45	6,25	15,05
11	0	0	35	45	6,29	15,05

Os parâmetros que apresentaram significância ao nível de 90% de confiança (p<0,1) na fermentação da farinha de sementes de mangaba foram à umidade e temperatura linear para a produção de proteínas solúveis, e para a produção de proteína bruta, foram as temperaturas linear e quadrática e a interação entre temperatura e umidade. De acordo com gráfico de Pareto (Figura 3), a umidade (linear) foi a que mais interferiu e de forma positiva na produção de proteínas solúveis, e a interação entre a temperatura e umidade foi a que mais interferiu positivamente na produção de proteína bruta (Figura 4).

Nas equações 2 e 3 estão apresentados os modelos codificados de primeira ordem para a produção de proteínas solúveis (PS) e de segunda ordem para a produção de proteína bruta (PB), em função da temperatura de fermentação e umidade do substrato, onde T é a temperatura e U é a umidade.

$$PS (\%) = 6,26 + 1,34 T + 2,04 U + 1,20 TU \quad (\text{Eq. 2})$$

$$PB (\%) = 15,10 + 1,23 T - 1,62 T^2 + 2,01 TU \quad (\text{Eq. 3})$$

O modelo apresentado na equação (2) para a produção de proteínas solúveis apresentou coeficiente de correlação R² = 0,90234 e o F calculado (9,23) foi maior que o F tabelado (3,45) (Tabela 4). Este resultado permitiu a obtenção da superfície de resposta (Figura 5), a qual indicou a existência de uma região ótima para a produção de proteínas solúveis, em condições de umidade inicial de substrato entre 60% e 70% e temperatura entre 40 e 44 °C.

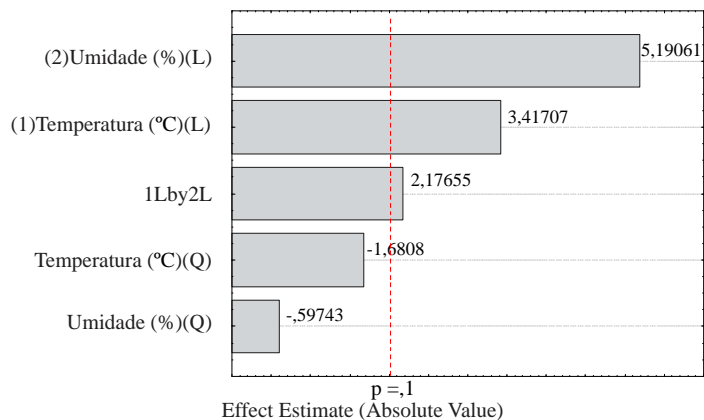


Figura 3. Diagrama de Pareto para a produção de proteínas totais solúveis através da FES da farinha de sementes de mangaba com *Rhizopus oryzae*.

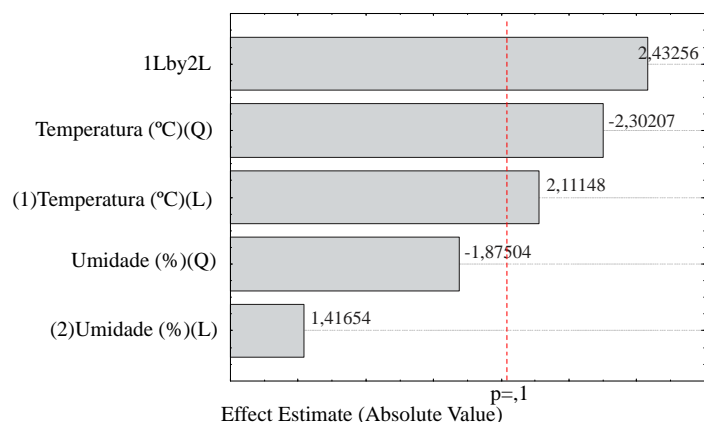


Figura 4. Diagrama de Pareto para a produção de proteína bruta através da FES da farinha de sementes de mangaba com *Rhizopus oryzae*.

Nas equações 2 e 3 estão apresentados os modelos codificados de primeira ordem para a produção de proteínas solúveis (PS) e de segunda ordem para a produção de proteína bruta (PB), em função da temperatura de fermentação e umidade do substrato, onde T é a temperatura e U é a umidade.

$$PS (\%) = 6,26 + 1,34T + 2,04U + 1,20TU \quad (\text{Eq. 2})$$

$$PB (\%) = 15,10 + 1,23T - 1,62T^2 + 2,01TU \quad (\text{Eq. 3})$$

O modelo apresentado na equação (2) para a produção de proteínas solúveis apresentou coeficiente de correlação $R^2 = 0,9023$ e o F calculado (9,23) foi maior que o F tabelado (3,45) (Tabela 4). Este resultado permitiu a obtenção da superfície de resposta (Figura 5), a qual indicou a existência de uma região ótima para a produção de proteínas solúveis, em condições de umidade inicial de substrato entre 60% e 70% e temperatura entre 40 e 44 °C. Por outro lado, o modelo apresentado na equação (3) para a produção de proteína bruta apresentou coeficiente de correlação $R^2 = 0,7942$ e o F calculado de 3,86 foi próximo ao F tabelado (3,45) (Tabela 4). Isso significou que os dados experimentais não foram ajustados ao modelo devido ao valor do F

calculado está próximo ao valor do F tabelado, não sendo possível a obtenção da superfície de resposta.

Tabela 4. Análise de variância (ANOVA) para produção de proteínas totais solúveis (PPTS) e produção de proteína bruta (PPB) na farinha de sementes de mangaba fermentada com *Rhizopus oryzae*.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios	
		PPTS	PPB
Regressão	5	11,3747	10,5422
Resíduo	5	1,2311	2,7310
F calculado		9,23	3,86
F tabelado (p = 0,10)		3,45	3,45
R ²		0,9023	0,7942

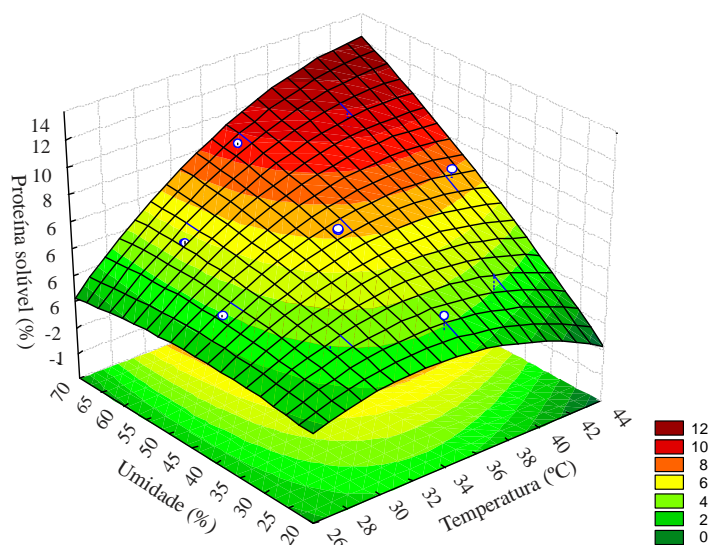


Figura 5. Superfície de resposta para o enriquecimento protéico em termos de proteínas totais solúveis da farinha de sementes de mangaba com *Rhizopus oryzae*.

Considerações Finais

O microrganismo *Rhizopus oryzae* demonstrou potencial para o enriquecimento da farinha de sementes de mangaba obtendo-se aumento protéico maior do que os comumente encontrados na literatura com outros resíduos agroindustriais. Através da metodologia de superfície de resposta pode-se obter a otimização da produção de proteínas na farinha em condições de umidade inicial de substrato entre 60% e 70% e temperatura entre 40 e 44 °C. Este trabalho possibilitou o desenvolvimento de um processo biotecnológico para o aproveitamento das sementes de mangaba oriundas de indústrias de processamento de polpas de frutas, proporcionado a valorização do resíduo para aplicações futuras em rações de animais.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida ao primeiro autor.

Referências

ALBUQUERQUE, P.M. **Estudo da produção de proteína microbiana a partir do bagaço de maçã** (2003). Monografia de Mestrado em Engenharia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Catarina.

AIDOO, K.E.; HENDRY, R.; WOOD, B.J.B. Estimation of fungal growth in a solid state fermentation system. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 12, p. 6-9, 1981.

BRADFORD, M.M. A rapid and sensitive method for quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v.72, p.248-254, 1976.

CAMPOS, A.R.N.; SANTANA, R.A.C.; DANTAS, J.P.; OLIVEIRA, L.S.C.; SILVA, F.L.H. Enriquecimento protéico do bagaço do pedúnculo de caju por cultivo semi-sólido. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v.5, n.2, 2005. Disponível em : <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/html/500/50050210/50050210.html>

FEDDERN, V.; FURLONG, E.B.; SOARES, L.A.S. Efeitos da fermentação nas propriedades físico-químicas e nutricionais do farelo de arroz. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.4, p. 800-804, 2007.

GÉLINAS, P.; BARRETE, J. Protein enrichment of potato processing waste through yeast fermentation. **Bioresource Technology**, v.98, p.1138-1143, 2006.

GUILHERME, D.O.; SANTOS, A.M.; ARAUJO, C.B.; SANTOS, W.G. Ecogeografia e etnobotânica da mangaba (*Hancornia speciosa*) no Norte de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n.1, p. 414-416, 2007.

GREGORIO, A.; MANDALARI, G.; ARENA, N.; NUCITA, F.; TRIPODO, M.M.E.; LO CURTO, R.B. SCP and crude pectinase production by slurry-state fermentation of lemon pulps. **Bioresource Technology**, v. 83, n. 2, p. 89-94, 2002.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, disponível em : <http://www.ibge.gov.br>.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Inst. Adolfo Lutz. 4ª Ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2006. 1018p.

KOCH, F.; PITOL, L.O.; VENDRUSCOLO, F.; NINOW, J.L.

Produção de Proteína Unicelular a partir do Bagaço de Maçã Utilizando Fermentação em Estado Sólido. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v.1, n., p. 53-57, 2007.

KUMAR, D.; GOMES, J. Methionine production by fermentation. **Biotechnology Advances**, v.23, p.41-61, 2005.

NETO, R.D.V.; CINTRA, F.L.D.; SILVA, A.L.; SILVA JÚNIOR, J.F., COSTA, J.L.S.; SILVA, A.A.G.; CUENCA, M.A.G. Sistema de produção de mangaba para os tabuleiros costeiros e baixada litorânea. **Embrapa Tabuleiros Costeiros**. 22p, 2002. Disponível em: <<http://www.cpatc.embrapa.br>>. Acesso em: 20 nov. 2011.

PANDEY, A.; SOCCOL, C.R.; MITCHELL, D. New developments in solid state fermentation: I-bioprocesses and Products. **Process Biochemistry**, v. 35, p.1153-1169, 2000.

PELIZER, L.H.; PONTIERI, M.H.; MORAES, I.O. Utilização de Resíduos Agro-Industriais em Processos Biotecnológicos como Perspectiva de Redução do Impacto Ambiental. **Journal of Technology Management & Innovation**, v.2, n.1, p.118-127, 2007.

SANTOS, T.M.; GOMES, D.P.P.; FILHO, G.A.; FRANCO, M. Enriquecimento proteico dos resíduos sólidos do Processamento de frutas. **Enciclopédia Biosfera**, v.6, n.11, p. 1-7, 2010.

SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações**. São Paulo: Varela, 1996.

SILVEIRA, C.M.; FURLONG, E.B. Caracterização de Compostos Nitrogenados Presentes em Farelos Fermentados em Estado Sólido. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.4, p.805-811, 2007.

STREIT, F. **Estudo do aproveitamento do bagaço de maçã para produção de quitosana fúngica** (2004). Dissertação de Mestrado em Engenharia de Alimentos. Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos/Universidade Federal de Santa Catarina.

STURZA, R.C.M.C.; SOCCOL, C.R.; MARIN, B.; FREITAS, R.J.S.; KUBICKI, D.; MEDEIROS, E. Protein enrichment of Apple pomace by solid state fermentation. **Upgrading of Agro-Industrial Products/Wastes**. v.21, p.257-271, 1997.

VENDRUSCOLO, F.; RIBEIRO, C.S.; ESPÓSITO, E.; NINOW, J.L. Tratamento biológico do bagaço de maçã e adição em dietas para alevinos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.4, p.487-493, 2009.

VIEIRA, G.S. **Desenvolvimento e caracterização de barras de cereais com mangaba**. 2007. Monografia (Conclusão de Curso em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Sergipe, UFS, Sergipe, SE, 2007.