



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

Estudo das propriedades reológicas da mistura de biscoitos tipo cookies sem glúten enriquecidos com proteínas

Victor Luis **Dolcimáscolo**¹, Matheus Rodrigues de **Almeida**², Ana Lúcia **Horta**³, Paulo de Tarso **Firmino**⁴, Elizabeth Harumi **Nabeshima**⁵

Nº 14205

RESUMO: *Estudos de desenvolvimento de produtos gluten-free estão comumente relacionados à dificuldades tecnológicas e sensoriais, além de apresentarem perda nutricional com a exclusão da farinha de trigo. O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da adição de torta de gergelim e goma xantana sobre as propriedades reológicas utilizando Metodologia de Superfície de Resposta. Foi realizado um delineamento 2² com 12 ensaios, sendo 4 repetições do ponto central. Observou-se que quanto maior a adição de goma xantana, maiores os resultados de retrogradação, viscosidade máxima, mínima e final, enquanto o aumento da quantidade de torta de gergelim resultou em misturas com valores inferiores desses mesmos parâmetros, além da redução na queda de viscosidade e uma menor tendência à retrogradação. Quanto a consistência e dureza da massa, verificou-se uma grande redução desses parâmetros com o aumento da % de torta de gergelim. Os resultados indicam que o ensaio contendo 30,60% de torta de gergelim e 0,85% de goma xantana apresentaram valores de consistência e dureza próximos do controle de farinha de trigo, demonstrando a viabilidade do enriquecimento nutricional de cookies sem glúten utilizando o resíduo da extração do óleo de gergelim.*

Palavras-chaves: torta de gergelim, cookies sem glúten, perfil de viscosidade, reologia.

ABSTRACT: *Studies of development of gluten-free products are usually related to technological and sensorial difficulties and also show nutritional loss resulted from the complete removal of wheat flour. The aim of this research was the study of the effects caused by the addition of sesame meal and xanthan gum over the rheological properties by using Response Surface Methodology. A 2² composite design with 12 assays was made, being 4 repetitions of the central point. The results show that the increase of xanthan gum lead to bigger mean values of maximum, minimum and final viscosity of the mixture while the increase of sesame pie lead to lower mean values of the same characteristics above, beside the reduction of breakdown and lower tendency to setback. It's also notable a big reduction of consistency and hardness as the addition of sesame pie was increased. The results also show that the assay with 30,60% of sesame meal and 0,85% of xanthan gum*

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Engenharia de Alimentos, UNICAMP, Campinas-SP; victorld1@gmail.com

2 Colaborador, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Engenharia de Alimentos, FAJ, Jaguariúna-SP.

3 Colaborador, Pesquisadora da Embrapa Meio-Norte, Teresina-PI

4 Colaborador, Pesquisador da Embrapa Algodão, Campina Grande-PB

5 Orientadora: Pesquisadora do Cereal Chocotec – ITAL, Campinas-SP, nabeshima@ital.sp.gov.br



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

presented the closest consistency and hardness mean values when compared to the control assay made with wheat flour, indicating the viability of nutritional enrichment by using the sesame oil extraction residue.

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento da consciência geral a respeito da doença celíaca, considerando que o único tratamento é a restrição completa do glúten da alimentação, e os seguidores desta dieta que estão em busca de uma alimentação diferenciada, vêm aumentando a demanda por produtos sem glúten (GALLAGHER, 2008). O desenvolvimento destes produtos normalmente ocorre a partir da substituição da farinha de trigo por amidos, o que pode levar à produtos inferiores do ponto de vista nutricional, sensorial e tecnológico. O desafio se encontra na tentativa de manter a qualidade desses parâmetros, com a exclusão da principal proteína formadora de estrutura em produtos de panificação, o glúten (GALLAGHER, 2008).

O gergelim (*Sesamun indicum*) é uma oleaginosa que possui elevado valor nutricional, sendo fonte de vitaminas do complexo B, rico em minerais, fração lipídica composta de ácidos graxos insaturados e substâncias antioxidantes como a sesamina, sesamolina e tocoferol (QUEIROGA et al., 2009). O resíduo da extração do óleo possui em média 50% de proteínas, com alto potencial para enriquecimento de produtos isentos de glúten (MAIA et al., 1999).

Durante o processamento de biscoitos tipo *cookies*, a estrutura é alinhada na direção do equipamento e isto induz um grande stress da massa, alterando as propriedades de extensibilidade biaxial, que estão comumente envolvidas na qualidade do produto. Diversos testes reológicos são utilizados para monitorar o desempenho da massa, os quais são importantes para predizer as dimensões dos biscoitos (FUSTIER et al., 2008).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da adição de torta de gergelim e goma xantana sobre as propriedades reológicas da massa de *cookies* sem glúten.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Foram utilizados amido de milho (Amisol 3408, da Ingredion, Mogi Guaçu, SP), torta de gergelim oriundos de grãos da variedade BR Seda (EMBRAPA Meio Norte, Teresina, PI); goma xantana (Keltrol AP, CPKelco, Limeira, SP); açúcar refinado (União, Barra Bonita, SP); xarope de glicose 1040 DE (Ingredion, Mogi Guaçu, SP); gordura vegetal (Lerxia A 220, Cargill, Itumbiara, GO); bicarbonato de amônia (Plury Química, Diadema, SP); emulsificante Datem (Lametop 500,



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

Granolab, Curitiba, PR) e os demais ingredientes foram adquiridos no comércio (sal refinado, fermento químico, noz moscada, cravo da índia e canela em pó).

2.2 Métodos

- **Caracterização da matéria-prima:** A torta de gergelim foi analisada quanto à composição centesimal (umidade, proteínas, carboidratos, lipídios, fibra alimentar total) conforme a AACC (2010) e minerais (nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco) de acordo com a AOAC (1995).

- **Processamento dos cookies:** utilizou-se como base a formulação proposta por Clerici et al. (2013), com algumas modificações, e seguindo o método de processamento de duas fases (MANLEY, 1983), detalhada a seguir: a gordura e o emulsificante foram pesados e homogeneizados por 60 segundos em batedeira planetária (KitchenAid, modelo K5SS), sob velocidade média, nível 4 do equipamento (144 rpm), com batedor tipo raquete. A seguir foram adicionados os açúcares, misturados por 3 minutos, sob velocidade média, e então, incorporada metade da água, sob agitação durante 1 minuto. Em seguida foi adicionado o amido de milho, sal, condimentos e o fermento, assim como a torta de gergelim e goma xantana (variação conforme a Tabela 1), homogeneizados por 1,5 minutos, a velocidade baixa, nível 2 (96 rpm), por fim, recebendo a água até que a massa ficasse coesa. A massa foi colocada sobre uma mesa e estendida com um rolo de teflon até atingir a espessura padrão (8 mm), mediante o uso de uma guia. Os *cookies* foram colocados em forma metálica perfurada e assados durante 12 minutos em forno Vipinho 0448 Perfecta Curitiba, pré-aquecido a 180 °C. Após mistura, laminação, corte, forneamento e resfriamento, os produtos foram embalados em embalagem laminada de alta densidade e armazenados a 25 °C para análises posteriores.

As análises tiveram por base a formulação padrão dos biscoitos proposta por Clerici et al. (2013). A torta de gergelim de dupla extração e a goma xantana foram as variáveis trabalhadas no delineamento experimental, portanto suas quantidades adicionadas variaram de acordo com o ensaio.

- Análises reológicas da massa

- **Perfil de viscosidade:** foi determinada pela análise de RVA (Rapid Visco Analysis), sendo que as variações de torta de gergelim e goma xantana foi de acordo delineamento experimental x^2 (Tabela 1), e completadas com amido de milho até completar 100% de mistura. Para análise foi realizada utilizando o método Standart 1 do equipamento.
- **Propriedades da massa:** foram avaliadas de acordo com o proposto por Fustier et al. (2008), utilizando texturômetro Stable Micro Systems Texture Analyser TAXT2i. Para esta análise, as



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

massas de *cookies* obtidas durante o processamento, de 3,5 cm de diâmetro, foram dispostas na plataforma do texturômetro e avaliadas utilizando método TPA (Texture Profile Analysis) e probe P100.

Tabela 2. Delineamento experimental 2^2 com valores codificados e reais

Ensaio	Valores Codificados		Valores Reais	
	x_1	x_2	Torta (%)	Goma (%)
1	-1	-1	10,61	0,35
2	1	-1	30,61	0,35
3	-1	1	10,61	0,85
4	1	1	30,61	0,85
5	-1,41	0	5,00	0,50
6	1,41	0	35,00	0,50
7	0	-1,41	20,00	0,00
8	0	1,41	20,00	1,00
9	0	0	20,00	0,50
10	0	0	20,00	0,50
11	0	0	20,00	0,50
12	0	0	20,00	0,50

- **Análise estatística:** Os resultados das análises realizadas em triplicata foram interpretados utilizando-se o software Statistica 7.0 (StatSoft, Inc.), com obtenção de superfícies de respostas, modelos matemáticos após análise de variância (ANOVA).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A composição química obtida para a torta de gergelim foi a seguinte: 7,17 g/100g de umidade; 36,91 g/100g de proteína bruta; 31,0 g/100g de extração etérea; 5,48 g/100g de nitrogênio; 0,90 g/100g de fósforo; 0,24 g/100g de cálcio; 0,65 g/100g de magnésio; 1,53 mg/100g de cobre; 9,90 mg/100g de ferro; 2,42 mg/100g de manganês e 6,99 mg/100g de zinco. Com destaque para o teor de proteínas e minerais, que irão promover o enriquecimento nutricional ao *cookies*, uma vez que ingrediente majoritário desta formulação é o amido de milho, que é composto quase que basicamente de carboidrato (amido).

Os resultados das análises de RVA (*Rapid Visco Analysis*) e de textura (TPA) estão apresentados na Tabela 2. A viscosidade máxima da mistura apresentou uma variação de 180,89 a 434,08 RVU, viscosidade mínima de 128,39 a 247,61 RVU e viscosidade final de 233,69 a 434,39 RVU para os 12 ensaios. O ensaio controle apresentou um valor médio de 337,71 RVU para viscosidade máxima, 190,50 RVU para viscosidade mínima e 387,99 RVU para viscosidade final,



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

indicando que quanto maior a adição de torta de gergelim, menores os valores de viscosidade máxima, mínima e final.

Tabela 2. Resultados médios das análises de viscosidade (RVA) e de textura (TPA)

Ensaio	Perfil de Viscosidade (RVA)					TPA	
	V. Máx. (RVU)	V. Mínima (RVU)	Quebra (RVU)	Visc. Final (RVU)	Retrogradação (RVU)	Consistência (g.s)	Dureza (g)
1	412,39	228,5	183,89	395,39	166,89	10.752,72	5.748,95
2	228,86	144,69	84,17	275,75	131,06	5.518,76	1.378,11
3	422,78	226,81	195,97	413,75	186,94	16.693,97	7.161,76
4	268,72	155,97	112,75	355,47	199,5	1.535,55	666,36
5	434,08	247,61	186,47	434,39	186,78	31.940,44	21.944,48
6	180,89	128,39	52,5	233,69	105,31	2.047,77	803,81
7	286,58	180,44	106,14	355,67	175,22	3.650,06	1.326,58
8	343,31	193,33	149,97	408,92	215,58	3.308,37	1.226,87
9	342,06	191,47	150,58	389,61	198,14	3.179,07	1.375,61
10	342,14	195,97	146,17	386,81	190,83	2.176,41	958,01
11	333,72	188,06	145,67	383,44	195,39	2.091,82	862,02
12	332,92	186,5	146,42	392,11	205,61	3.023,52	1.238,16

A análise estatística dessas respostas apresentou modelos de regressão significativos ($p < 0,05$) na faixa estudada. Os coeficientes de regressão ($r^2 = 98,15$ para a viscosidade máxima; $r^2 = 99,46$ para a viscosidade mínima e $r^2 = 95,90$ para a viscosidade final) e os testes F ($F_c/F_t = 10,54$ para a viscosidade máxima; $36,38$ para a viscosidade mínima e $4,62$ para a viscosidade final) foram altos, gerando modelos preditivos (Figura 1). De acordo com os gráficos de superfície de resposta (Figuras 1a, 1b e 1d), o teor de torta de gergelim apresentou efeito negativo sobre a viscosidade máxima, mínima e final da mistura, reduzindo estes valores. Isso ocorreu provavelmente devido às proteínas influenciarem a gelatinização do amido de milho. De acordo com Fustier et al. (2007), a complexidade dos ingredientes utilizados numa formulação de biscoitos pode modificar a extensão da gelatinização do amido e afetar a qualidade dos produtos.

A quebra de viscosidade apresentou uma variação de 52,50 a 186,47 RVU para os 12 ensaios. O ensaio controle apresentou um valor médio de 147,21 RVU, indicando que quanto maior for a adição de torta de gergelim, menor o valor de quebra de viscosidade. A análise estatística referente à resposta de quebra da viscosidade também apresentou modelo de regressão significativo ($p < 0,05$) na faixa estudada. O coeficiente de regressão ($r^2 = 95,43$) e o teste F ($F_c/F_t = 4,13$) foram altos, gerando modelos preditivos (Figura 1). A resposta para este parâmetro foi similar às das análises referentes à viscosidade máxima, mínima e final.



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

$$Y = 339,21 - 87,08 \cdot X_1 - 10,39 \cdot X_1^2 + 16,33 \cdot X_2 - 6,64 \cdot X_2^2 + 7,37 \cdot X_1 \cdot X_2$$

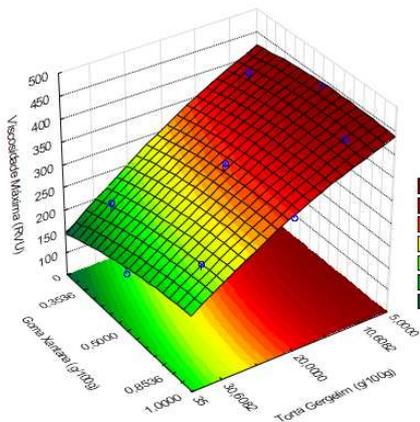


Figura 1a: Viscosidade Máxima

$$Y = 191,83 - 40,46 \cdot X_1 - 1,53 \cdot X_1^2 + 3,48 \cdot X_2 - 2,08 \cdot X_2^2 + 3,24 \cdot X_1 \cdot X_2$$

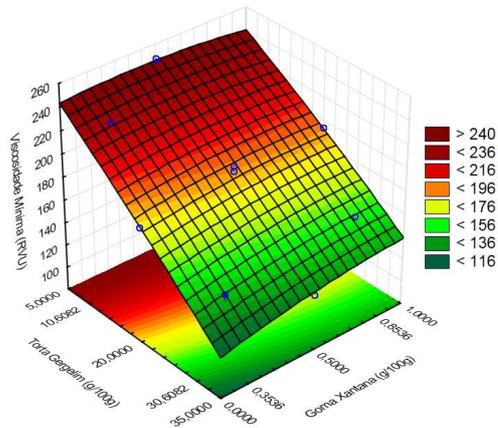


Figura 1b: Viscosidade Mínima

$$Y = 147,39 - 46,62 \cdot X_1 - 8,86 \cdot X_1^2 + 12,85 \cdot X_2 - 4,55 \cdot X_2^2 + 4,12 \cdot X_1 \cdot X_2$$

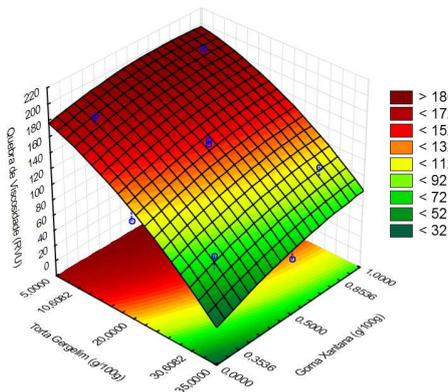


Figura 1c: Quebra de Viscosidade

$$Y = 386,61 - 57,78 \cdot X_1 - 25,91 \cdot X_1^2 + 21,7103 \cdot X_2 - 1,64 \cdot X_2^2 + 15,34 \cdot X_1 \cdot X_2$$

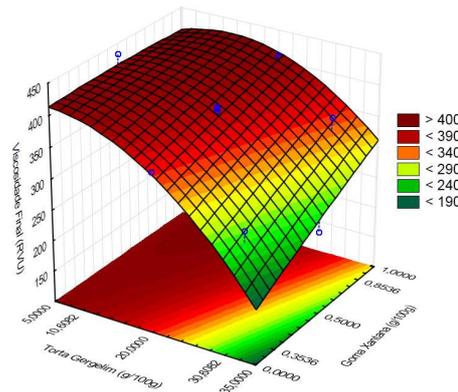


Figura 1d: Viscosidade Final

$$Y = 194,78 - 17,32 \cdot X_1 - 24,38 \cdot X_1^2 + 18,23 \cdot X_2 + 0,44 \cdot X_2^2 + 12,09 \cdot X_1 \cdot X_2$$

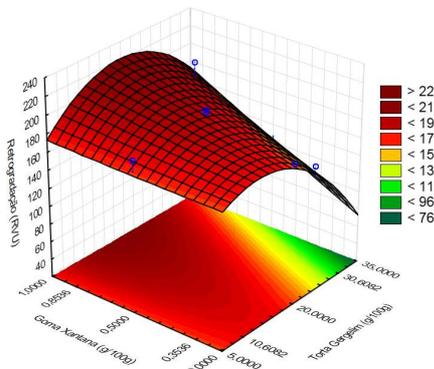


Figura 1e: Retrogradação

Figura 1: Perfil de viscosidade em RVA das misturas de amido de milho, torta de gergelim e goma Xantana



Os modelos preditivos referentes à consistência e dureza da mistura estão apresentados na Figura 2.

$$Y = 2489,01 - 7841 \cdot X_1 + 6879,04 \cdot X_1^2 + 185,08 \cdot X_2 + 81,15 \cdot X_2^2 - 2481,12 \cdot X_1 \cdot X_2$$

$$Y = 1075,6 - 5099,49 \cdot X_1 + 4521,67 \cdot X_1^2 + 70,27 \cdot X_2 - 557,26 \cdot X_2^2 - 531,14 \cdot X_1 \cdot X_2$$

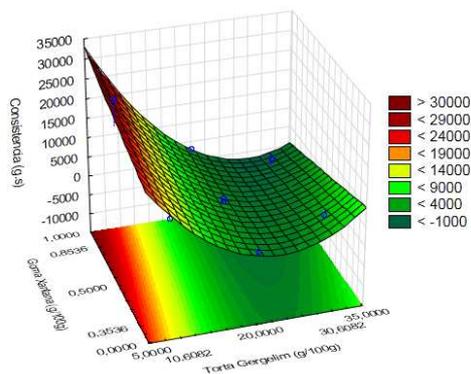


Figura 2a: Consistência

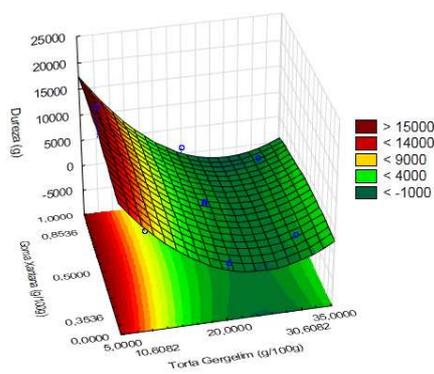


Figura 2b: Dureza

Figura 2: Perfil de textura das misturas de amido de milho, torta de gergelim e goma xantana

A consistência da mistura apresentou uma variação de 1.535,55 a 16.693,97 g.s e dureza de 666,36 a 21.944,48g para os 12 ensaios. O ensaio padrão (a base de farinha de trigo) apresentou um valor médio de 1.342,18 g.s para consistência e 560,23 g para dureza, com valores próximos ao obtido no ensaio 4 (30,60% de torta de gergelim e 0,85% de goma xantana), cujos valores foram de 1.535,55 g.s e 666,36 g, respectivamente. A análise estatística dessas respostas apresentou modelos de regressão significativos ($p < 0,05$) na faixa estudada. Os coeficientes de regressão ($r^2 = 92,26$ para a consistência e $r^2 = 85,29$ para a dureza) e os testes F ($F_c/F_t = 2,36$ para a consistência e 1,14 para a dureza) foram altos, gerando modelos preditivos (Figura 2). De acordo com os gráficos de superfície de resposta (Figuras 2a e 2b), o teor de torta de gergelim apresentou efeito negativo sobre a consistência e dureza da mistura, reduzindo estes valores. Isso pode ter ocorrido devido a torta de gergelim apresentar baixa capacidade de ligação com a água, talvez pelo alto teor de gordura, com isso sua menor contribuição com as propriedades reológicas da massa.

4. CONCLUSÕES

A goma xantana, na faixa de variação estudada, afetou a retrogradação e a viscosidade máxima, mínima e a final, enquanto que a torta de gergelim influenciou todas as propriedades reológicas. Neste estudo, o ensaio contendo 30,60% de torta de gergelim e 0,85% de goma xantana apresentaram valores de consistência e dureza próximos do controle de farinha de trigo, demonstrando a viabilidade do enriquecimento nutricional de *cookies* sem glúten utilizando o resíduo da extração do óleo de gergelim.



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

5. AGRADECIMENTOS: Ao CNPQ – PIBIC, pela bolsa concedida. E 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.

AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists International**. 16 ed., Arlington, 1995. V.1, cap.3.

CATASSI, C.; FASANO, A. **Glúten-free cereal products and beverages**. First edition. San Diego, California: Elsevier. 2008. P 1-27.

CLERICE, M. T. P. S.; OLIVEIRA, M. E.; NABESHIMA, E. H. Qualidade física, química e sensorial de biscoitos tipos *cookies* elaborados com a substituição parcial da farinha de trigo por farinha desengordurada de gergelim. **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, v. 16, n. 2, p. 139-146, abr./jun. 2013.

FUSTIER, P.; CASTAIGNE, F.; TURGEON, S.L.; BILIADERIS, C.G. Flour constituent interactions and their influence on dough rheology and quality of semi-sweet biscuits: A mixture design approach with reconstituted blends of gluten, water-solubles and starch fractions. **Journal of Cereal Science**, v.48, p.144–158, 2008.

GALLAGHER, E. **Gluten-free cereal products and beverages**. 1ed. California: Elsevier. 2008. 321- 341 p.

MAIA, G. A.; CALVETE, Y. M. A.; TELLES, F. J. S. et al. Eficiência da farinha desengordurada de gergelim como complemento protéico da farinha extrusada de caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.7, p.1295-1303, jul. 1999.

MANLEY, D. J. R. **Technology of biscuits, crackers and cookies**. Ellis Horwood Ltd: Chichester, 1983.

QUEIROGA, V. P.; GONDIM, T. M. S.; QUEIROGA, D. A. N.. Tecnologias sobre operações de semeadura e colheita para a cultura do gergelim(*Sesamum indicum* L.). **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, RR, v.3 n.2, p. 106-121, jul-dez, 2009.