

Desenvolvimento de bebida mista à base de suco de frutas tropicais e cereais utilizando a metodologia de superfície de resposta

R. A. ZAMBELLI¹, S. C. P. MELO¹, D. L. BRASIL¹, G. K. PINHEIRO¹, L. I. F. PINTO, E. R. PONTES¹ e D. F. PONTES¹.

¹ Universidade Federal do Ceará, Departamento de Tecnologia de Alimentos.
E-mail para contato: Zambelli@alu.ufc.br

RESUMO - O estudo teve o objetivo de desenvolver uma bebida mista à base de suco de caju e acerola, com aveia e linhaça e estudar os parâmetros de qualidade. Foi aplicado um delineamento composto central rotacional, com a aveia e linhaça sendo as variáveis independentes, incorporadas nos níveis de 0 a 10 g, totalizando 11 ensaios, para verificar a influência no pH, acidez, sólidos solúveis e nos parâmetros de cor (L*, a*, b*). A região ótima para o pH foi de valores superiores a 4,40 com adição de 7 a 10 g de linhaça, com quantidades superiores 5 g de aveia. A acidez variou de 0,207% (E6) a 0,250% (E7). O teor de sólidos solúveis teve a região de otimização para valores superiores a 12,20 °Brix, com 3 a 7 g de linhaça e até 8 g de aveia. A luminosidade foi elevada pela adição superior a 8 g de aveia, para 8 g de linhaça este parâmetro foi reduzido. A cromaticidade a* teve região ótima para valores superiores a -1,60 e superiores a 12,00 para a cromaticidade b*, com maior influência da linhaça.

1. INTRODUÇÃO

A associação entre o consumo de frutas e legumes e uma diminuição no risco de doenças cardiovasculares e câncer é apoiado por evidências epidemiológicas consideráveis. O efeito benéfico deve-se a ação de compostos antioxidantes, que são capazes de neutralizar os radicais livres e reduzir os danos oxidativos (Roesler *et al.*, 2006). A atividade antioxidante de suco de acerola foi avaliada e, segundo Righetto *et al.* (2005), possui elevada capacidade antioxidante. Por sua vez, os produtos alimentícios do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) pode ser dividido em dois grupos: um de castanha de caju, a fruta real, e outra do pedúnculo do fruto a partir do qual, suco, doces e outros produtos podem ser produzidos. O suco de caju tem sabor agradável, sendo rico em vitamina C e em polifenóis (Damascendo *et al.*, 2008).

A aveia branca (*Avena sativa* L.) é um cereal de excelente valor nutricional, fonte de fibras alimentares, rico em compostos antioxidantes, possuindo função nutritiva básica e propriedades fisiológicas benéficas, sendo considerado um grão integral, por apresentar, após seu processamento, o mesmo balanço de nutrientes encontrado na matéria-prima original (Gutcoski *et al.*, 2009; Piovesana *et al.*, 2013). A linhaça dourada (*Linum usitatissimum* L.) é uma das maiores fontes de ácidos graxos essenciais, possuindo vários compostos fenólicos com atividade antioxidante. Contém ácidos graxos ômega-3 (60%) e ômega-6 (16%), minerais, vitaminas, fibras e lignanas (Galvão *et al.*, 2008; Colpo *et al.*, 2006).

O estudo tem como objetivo desenvolver, através do delineamento composto central rotacional, suco misto de acerola e caju incorporado com aveia e linhaça e avaliar o efeito sobre a qualidade do produto.

2. METODOLOGIA

2.1 Delineamento Experimental

Para o desenvolvimento das formulações de suco misto de caju e acerola foram utilizados polpas congeladas industrializadas. O suco foi formulado com 50% de cada fruto, com a adição de 20% de sacarose, com diluição em água potável de 1:1.

Na tabela 1 são apresentados as faixas de valores codificados e reais utilizados para os ensaios e na tabela 2 é apresentada a matriz do planejamento.

Tabela 1 – Variáveis e níveis do planejamento experimental completo 2²

Variáveis Independentes	Níveis codificados e reais das variáveis independentes				
	$-\alpha = -1,41$	-1	0	+1	$+\alpha = +1,41$
Aveia (g)	0	2,5	5	7,5	10
Linhaça (g)	0	2,5	5	7,5	10

Para o desenvolvimento das formulações de suco misto incorporadas com diferentes quantidades de aveia e linhaça foi utilizado o Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR). Foi aplicado um planejamento fatorial 2² completo, totalizando 11 ensaios.

Tabela 2 - Matriz do delineamento experimental com valores codificados e reais

Ensaio	Aveia	Linhaça	Aveia (g)	Linhaça (g)
1	-1	-1	2,5	2,5
2	+1	-1	7,5	2,5
3	-1	+1	2,5	7,5
4	+1	+1	7,5	7,5
5	-1,41	0	0,0	5,0
6	+1,41	0	10,0	5,0
7	0	-1,41	5,0	0,0
8	0	+1,41	5,0	10,0
9	0	0	5,0	5,0
10	0	0	5,0	5,0
11	0	0	5,0	5,0

2.2 Avaliação da qualidade do suco misto

pH: Alíquotas de 50 mL de suco misto foram colocados em béqueres de 100 mL para leitura direta em pHmetro (TEC-5 TECNAL), conforme metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2005).

Acidez: foram utilizadas 10 mL de suco misto, sendo diluídas em 100 mL de água destilada em erlenmeyer de 250 mL, foram adicionadas de 2 a 4 gotas do indicativo fenolftaleína, as amostras foram tituladas com solução NaOH 0,1 N até o ponto de viragem, com três repetições e o resultado foi expresso em % de acidez em solução molar, de acordo com o Instituto Adolfo Lutz (2005).

Sólidos solúveis totais (SST): determinação por refratometria, descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2005), utilizando refratômetro de bancada do tio Abbé.

Vitamina C: foi realizada por volumetria com utilização de iodo padronizado para oxidoredução, segundo Haida (2005) e cada mL de iodo gasto na titulação correspondente a 8,806 mg de Vitamina C.

Análise de cor instrumental: determinada em colorímetro digital Minolta CR-300 (Osaka, Japão), com 8mm de área de mensuração e geometria d/0° no sistema CIELab, com leituras realizadas em ângulo de visão de 10° e iluminante padrão D65. Os parâmetros medidos foram luminosidade (L*) e as coordenadas de cromaticidade (a* e b*).

2.3 Análise Estatística

A avaliação dos resultados das variáveis independentes no desenvolvimento das formulações através do delineamento composto central rotacional foi realizada por superfície de resposta e suas respectivas curvas de contorno após a análise de variância (ANOVA) e regressão, foi realizado teste de médias ao nível de 5% de significância. A análise foi realizada no programa STATISTICA 7.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 apresenta a superfície de resposta e a curva de contorno da ação da aveia e linhaça sobre o pH do suco misto.

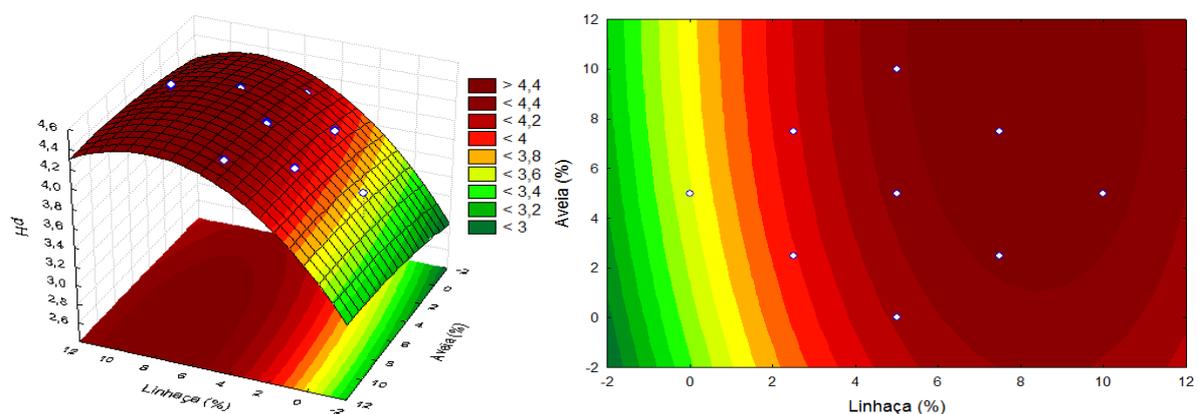


Figura 1 - Superfície de resposta e curva de contorno da ação da aveia e linhaça sobre o pH do suco misto

Verificou-se que a Aveia reduz o pH do suco misto de caju e acerola, sem a incorporação da linhaça, os valores ficaram na região de pH até 3,60. A linhaça elevou o pH para valores superiores a 4,40 sendo a região ótima, compreendendo nas adições de 7 a 11 g

de linhaça e 3 a 12 g de linhaça. O pH obtido pelos ensaios variou de 3,49 (ensaio 5) a 4,51 (ensaio 6).

A figura 2 apresenta a superfície de resposta e curva de contorno da ação da aveia e linhaça sobre o sólidos solúveis totais (SST).

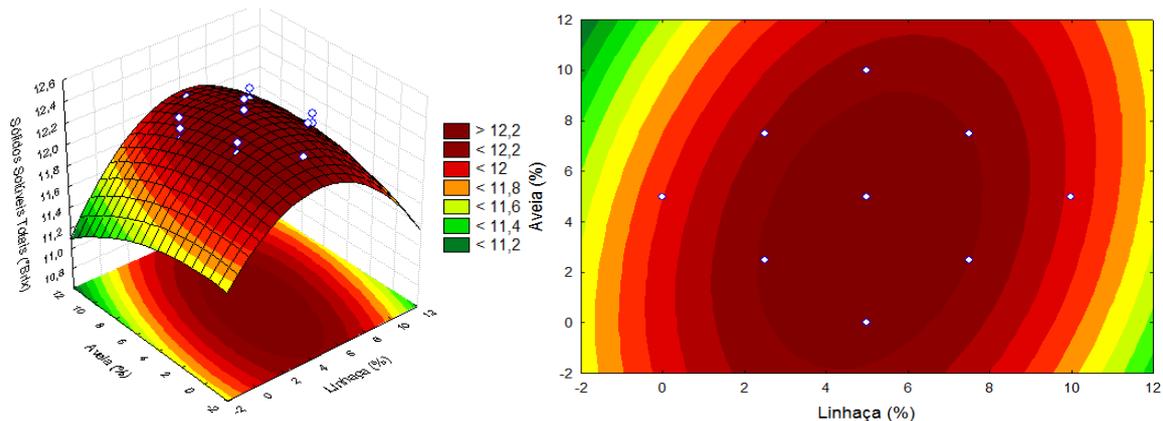


Figura 2 - Superfície de resposta, curva de contorno da ação da aveia e linhaça no teor de sólidos solúveis totais do suco misto

A zona de maximização compreendeu para valores superiores a 12,2 °brix, com adição de linhaça entre 3 a 7 g e entre 0 a 8 g de aveia. Os valores obtidos pelos ensaios variaram de 11,83 (ensaio 5) a 12,43 para o ensaio 9. Observou-se que a incorporação de quantidades superiores a 8 g de linhaça promovem a redução do sólidos solúveis totais.

Através da análise de variância não foi possível obter ajuste significativo para a obtenção das superfícies de resposta dos parâmetros de Acidez, Vitamina C e a análise instrumental de cor. A tabela 3 apresenta os valores obtidos para os parâmetros de qualidade do suco misto com a adição de aveia e linhaça.

Tabela 3 – Parâmetros de qualidade do suco misto com a adição de aveia e linhaça

Ensaio ¹	Aveia (g)	Linhaça (g)	Acidez (%)	Vitamina C (mg/100 mL)	Sólidos Solúveis Totais (° Brix)
E01	2,5	2,5	0,248 ^{ab} ±0,01	125,06 ^{ef} ±1,82	12,30 ^{bc} ±0,08
E02	7,5	2,5	0,246 ^{ab} ±0,02	122,89 ^{bcf} ±1,46	12,20 ^{cde} ±0,10
E03	2,5	7,5	0,222 ^{ab} ±0,01	123,82 ^{bf} ±0,51	12,20 ^{cde} ±0,09
E04	7,5	7,5	0,252 ^a ±0,01	129,24 ^c ±1,32	12,28 ^{cde} ±0,05
E05	0,0	5,0	0,215 ^{ab} ±0,02	126,67 ^{ef} ±1,02	11,83 ^a ±0,10
E06	10,0	5,0	0,207 ^b ±0,01	115,58 ^{ad} ±2,50	12,00 ^{ad} ±0,05
E07	5,0	0,0	0,250 ^{ab} ±0,01	125,69 ^{ef} ±3,14	12,23 ^{cde} ±0,03
E08	5,0	10,0	0,247 ^{ab} ±0,01	118,60 ^{cd} ±0,05	12,13 ^{cd} ±0,05
E09	5,0	5,0	0,245 ^{ab} ±0,02	119,10 ^{bcd} ±1,50	12,43 ^b ±0,04
E10	5,0	5,0	0,246 ^{ab} ±0,01	112,96 ^a ±1,53	12,13 ^{cd} ±0,03
E11	5,0	5,0	0,236 ^{ab} ±0,02	127,36 ^{ef} ±0,32	12,23 ^{cde} ±0,04

¹Letras distintas em uma mesma coluna apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% de significância (p ≤ 0,05)

A acidez do suco misto de caju e acerola incorporado com diferentes quantidades de aveia e linhaça variou de 0,207%, para o ensaio 6, a 0,248% (ensaio 1). Apresentaram diferenças significativas, ao nível de 5% de significância, apenas os ensaios 4 e 6, os demais, não diferiram entre si. Os teores de vitamina C variaram entre 112,96 (ensaio 10) a 125,69 (ensaio 7), não apresentaram diferenças significativas entre si os ensaios 1, 3 e 11. Verificou-se que quando foi adicionado a maior quantidade de aveia no delineamento, foi obtido um valor inferior de vitamina C quando incorporado a quantidade máxima de linhaça. O teor de sólidos solúveis totais variou entre 11,83 quando foi adicionado apenas 5 g de linhaça a 12,28 quando incorporado 7,5 g de aveia e linhaça, não apresentaram diferenças significativas os ensaios 2, 3, 4, 7 e 11; 8 e 10.

Faraoni *et al.*, (2012) estudaram o desenvolvimento de suco misto de manga, goiaba e acerola utilizando delineamento de misturas, verificaram que os valores de vitamina C variaram entre 32,00 mg/100 mL a 69,29 mg/100 mL, quando incorporado o nível máximo de suco de acerola, valores inferiores aos obtidos neste estudo. Os valores de acidez obtidos foram da ordem de 0,19 a 0,25 g de ácido por 100 mL de suco, havendo similaridade com a acidez apresentada pelos sucos mistos de caju e acerola contendo aveia e linhaça. Morzelle *et al.*, (2011) encontraram teor de sólidos solúveis superior, na ordem de 14 a 16, em néctar misto de maracujá e aratum.

Tabela 4 – Parâmetros de qualidade do suco misto com a adição de aveia e linhaça

Ensaio ¹	Aveia (g)	Linhaça (g)	L*	a*	b*
E01	2,5	2,5	47,43 ^c ±0,15	-1,04 ^a ±0,03	12,65 ^g ±0,10
E02	7,5	2,5	48,77 ^f ±0,16	-1,77 ^{cde} ±0,01	12,99 ^a ±0,01
E03	2,5	7,5	49,11 ^f ±0,13	-1,60 ^c ±0,02	12,65 ^g ±0,01
E04	7,5	7,5	48,16 ^b ±0,02	-2,33 ^b ±0,07	11,90 ^d ±0,03
E05	0,0	5,0	44,47 ^e ±0,25	-2,24 ^b ±0,15	10,66 ^b ±0,09
E06	10,0	5,0	46,49 ^d ±0,21	-2,34 ^b ±0,19	11,37 ^e ±0,21
E07	5,0	0,0	44,71 ^e ±0,04	-1,86 ^{de} ±0,02	11,06 ^f ±0,06
E08	5,0	10,0	47,73 ^{bc} ±0,33	-1,80 ^{cde} ±0,06	11,69 ^{de} ±0,03
E09	5,0	5,0	48,76 ^f ±0,12	-1,66 ^{cd} ±0,04	12,64 ^g ±0,03
E10	5,0	5,0	46,08 ^d ±0,06	-1,75 ^{cde} ±0,01	11,63 ^d ±0,07
E11	5,0	5,0	45,37 ^a ±0,04	-1,97 ^e ±0,08	11,30 ^{ef} ±0,09

¹Letras distintas em uma mesma coluna apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% de significância ($p \leq 0,05$)

A luminosidade do suco misto variou de 44,71 a 49,11; verificou-se que a adição de aveia promoveu maior escurecimento ao produto. Não houve diferenças significativas na luminosidade entre os ensaios 2 e 3, onde as quantidades dos ingredientes foram alternadas e no ensaio 9, onde foram adicionadas quantidades iguais. A cromaticidade a* ficou entre -1,04 a -2,34; não houve diferenças significativas entre os ensaios 2, 8 e 3; 4, 5 e 6, onde observou-se que a variação das quantidades de aveia e linhaça não promoveu modificações significativas.

Comportamento semelhante foi apresentado pela cromaticidade b*, situou-se na faixa de variação entre 10,66 para o ensaio 5 a 12,99 quando foi adicionado 7,5 g de aveia e 2,5 g de linhaça (ensaio 2), não houve diferença significativa entre os ensaios 1 e 9, ou seja,

dobrada as quantidades de aveia e linhaça incorporadas, não produziu efeito significativo na cromaticidade b*.

Castro *et al.*, (2014) estudaram os parâmetros colorimétricos de suco misto de abacaxi e siriguela, os valores de luminosidade variaram entre 26,86 a 28,45, a cromaticidade a* entre -2,35 a -2,83 e a cromaticidade b entre 5,18 a 6,85. Observou-se que os valores de luminosidade foram inferiores aos obtidos pelo suco misto de caju e acerola, valores próximos foram constatados para a cromaticidade a* e houve divergências com os apresentados para a cromaticidade b*, o uso do suco de acerola, de coloração avermelhada, foi a causa destas diferenças, uma vez que o abacaxi e siriguela apresentam tonalidades próximas.

4. CONCLUSÃO

Verificou-se que a adição de aveia e linhaça em suco misto de caju e acerola promoveu o aumento da acidez, dos sólidos solúveis totais e não foi observada influência significativa nos teores de vitamina C. Com relação aos parâmetros colorimétricos, a aveia promoveu a redução da luminosidade e não foi constatado influência nas cromaticidades a* e b*. As regiões ótimas de incorporação foram para até 5 g de aveia e entre 7 a 10 g de linhaça.

5. REFERÊNCIAS

- CASTRO, D. S.; NUNES, J. S.; SILVA, F. B.; OLIVEIRA, T. K. B.; SILVA, L. M. M. Desenvolvimento e avaliação físico-química de néctar misto de abacaxi (*Ananas comosus*) e Siriguela (*Spondias purpurea*). *Rev. Ver. Agrotec. Des. Sust.*, v. 9, p. 06-09, 2014.
- COLPO, E.; FRIEDRICH, L.; ROSA, C. S.; OLIVEIRA, V. R. Benefícios do uso da semente de linhaça. *Nutr. Pauta.*, v. 14, p. 25-28, 2008.
- DAMASCENO, L. F.; FERNANDES, F. A. N.; MAGALHÃES, M. M. A.; BRITO, E. S. Non-enzymatic browning in clarified cashew apple juice during thermal treatment: kinetics and process control. *Food Chem.*, v. 106, p. 172-179, 2008.
- FARAONI, A. S.; RAMOS, A. M.; GUEDES, D. B.; OLIVEIRA, A. N.; LIMA, T. H. S. F.; SOUSA, P. H. M. Desenvolvimento de um suco misto de manga, goiaba e acerola utilizando delineamento de misturas. *Cie. Rur.*, v. 28, p. 382-389, 2012.
- GALVÃO, E. L.; SILVA, D. C. F.; SILVA, J. O.; MOREIRA, A. V. B.; SOUZA, E. M. B. D. Avaliação do potencial antioxidante e extração subcrítica do óleo de linhaça. *Cie. Technol. Alim.*, v. 28, p. 551-557, 2008.
- GUTKOSKI, L. C.; TEIXEIRA, D. M. F.; DURIGON, A.; GANZER, A. G.; BERTOLIN, T. E.; COLLA, L. M. Influência dos teores de aveia e gordura nas características tecnológicas e funcionais de bolo. *Cie. Technol. Alim.*, v. 29, p. 254-261, 2009.
- HAIDA, K. S. *Apostila de aulas práticas de bioquímica*. Unipar – Campus Cascavel, 2005. 32 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. 3. ed. São Paulo: IMESP, 2005. v. 1. 533p.

MORZELLE, M. C.; SOUZA, E. C.; ASSUMPÇÃO, C. F.; BOAS, B. M. V. Desenvolvimento e avaliação sensorial de néctar misto de maracujá (*Passiflora edulis Sims*). *Rev. Bras. Prod. Agroind.*, v. 13, p. 131-135, 2011.

PIOVESANA, A.; BUENO, M. M.; KLAIN, V. M. Elaboração e aceitabilidade de biscoitos enriquecidos com aveia e farinha de bagaço de uva. *Braz. J. Food Technol.*, v. 16, p. 68-72, 2013.

RIGHETTO, A. M.; NETTO, F. M.; CARRARO, F. Chemical composition and antioxidant activity of juices from mature and immature acerola (*Malpighia emarginata* DC.). *Food Sci. Technol. Inter.*, v. 11, p. 315-321, 2005.

ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; PASTORE, G. Evaluation of the antioxidant properties of Brazilian cerrado fruit *Annoa crassiflora* (*Araticum*). *J. Food Sci.*, v. 71, p. 102-107, 2006.