

PRODUÇÃO DE BARRAS DE CEREAL A PARTIR DO SUBPRODUTO DE ABACAXI

Adeilton Padre de Paz; Érica Lúcia da Silva Maciel; Severina de Sousa; Verônica Evagelista de Lima; Antonio Augusto Pereira de Sousa; Djane de Fátima Oliveira

Universidade Estadual da Paraíba, prograd@uepb.edu.br

Resumo do artigo: Nos últimos anos o desenvolvimento mundial está diretamente ligado à tecnologia e ao meio ambiente, uma vez que o processamento agroindustrial eleva a quantidade de resíduos, que podem causar sérios problemas ao meio ambiente e interferir no equilíbrio dos ecossistemas. O presente trabalho teve como objetivo o aproveitamento tecnológico de subproduto proveniente da indústria de suco de abacaxi, para produção de barras de cereais. Utilizou-se como ferramenta estatística um planejamento fatorial 2^2 e a metodologia de superfície de resposta. Foram estudadas como variáveis independentes, concentração de resíduo de suco de abacaxi (%) e concentração de xarope de glicose (%) para avaliar as respostas: teor de água (%b.u.), pH e acidez (%). Para análise do planejamento experimental adotado, utilizou-se o software Estatística 7.0 a um intervalo de confiança de 95%. Constatou-se que a variável independente concentração de resíduo de abacaxi foi a que apresentou maior influência no processo de confecção de barra de cereal sobre as respostas estudadas.

Palavras-chave: fruta, aproveitamento, superfície de resposta.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o desenvolvimento mundial está diretamente ligado à tecnologia, ao meio ambiente e ao capitalismo. Com esse avanço é necessário a retirada de vários recursos do meio ambiente para atender as exigências da população, que precisa de espaço físico e alimentos de boa qualidade com um baixo custo. O fornecimento de alimento é um problema comum nas grandes cidades, onde há uma grande explosão populacional. Diante dessa realidade é necessário o aumento na produção de alimentos pela agroindústria em um curto intervalo de tempo, nesse sentido a agricultura e a indústria precisam desenvolver técnicas para evitar o desperdício e ampliar a produção sem perder a qualidade.

No Brasil, o desperdício de alimentos ocorre desde a produção até sua comercialização e utilização, sendo 20% na colheita, 8% no transporte e armazenamento, 15% na indústria de processamento e 1% no varejo, com mais de 20% de perdas no processamento culinário e nos hábitos alimentares, totalizando 64% de perda em toda a cadeia (TORRES, 2009).

Segundo alguns autores o consumidor atual apresenta um grande interesse pelo mercado de frutas e hortaliças frescas. Esses produtos são utilizados pela agroindústria como alimentos processados, sucos, néctar, sorvete, sobremesas, geleificadas, fazendo uso da ciência e tecnologia de alimentos para inclusão de fibras alimentares na dieta e em produtos

comumente consumidos pela população (ROSA e CARVALHO, 2000; TEIXEIRA, SOUZA e ZAMBIAZI, 2001; VIDAL e GASPARETO, 2000).

Na região Nordeste as frutas topicais são bastante utilizadas *in natura* ou como matéria prima para a produção de algum alimento. É o caso do abacaxi, essa infrutescência é uma das principais frutas cultivadas na região Nordeste, sendo responsável por 41% (599.597 mil frutos) da produção total brasileira. No contexto nacional, a Paraíba destaca-se como o principal produtor, com aproximadamente 16% do total da produção, vindo em seguida os estados de Minas Gerais com 17% e Pará, com 16%. No Nordeste, a Paraíba contribui com 44% do abacaxi produzido; a Bahia e o Rio Grande do Norte, ambos com 20%; e o Estado de Pernambuco, com 4% (Embrapa - 2012).

O consumo de frutas contribui com uma alimentação mais saudável que pode favorecer a qualidade de vida da sociedade. Porém esse hábito gera um acúmulo de resíduos como cascas, bagaços e sementes, os quais são descartados de forma inadequada na natureza causando sérios problemas ao meio ambiente além de interferir no equilíbrio dos ecossistemas.

Observa – se então que os atuais desafios para abastecer a população são: respeitar as práticas alimentares, promover a saúde e proteger o meio ambiente. Por tanto os mais recentes indicadores sociais, econômicos e científicos apontam para a necessidade de buscar soluções, trabalhar potencialidades e apresentar as inovações sustentáveis para o descarte do resíduo da indústria, e da agricultura.

Diante dessa realidade é necessário inserir a discussão sobre o meio ambiente e sua sustentabilidade na produção e consumo de alimentos. Um estudo para utilização de produtos e/ou subprodutos de pouca ou nenhuma utilização comercial/industrial, ou até mesmo dos resíduos industriais servem como base para formulação de novos produtos, como pães, bolos, vinagres, barras de cereais entre outros. A incorporação dessa prática pode contribuir tanto para agregar qualidade tecnológica e nutricional como também diminuir os impactos no ambiente.

A produção de barras de cereais a partir do resíduo poderá reduzir a quantidade do subproduto da agroindústria lançado diretamente na natureza, irá agregar valor ao resíduo, o qual poderá ser utilizado em outras formulações de alimentos, já que apresenta uma grande quantidade de substâncias nutritivas que são importantes para a fisiologia humana. Essa iniciativa irá ampliar a produção de alimentos, reduzir a poluição e contribuir para uma melhor qualidade de vida, principalmente das populações carentes.

METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Engenharia de Alimentos da Unidade Acadêmica de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Campina Grande – PB.

Foi utilizado como matéria prima, resíduo da agroindústria de suco de abacaxi, da espécie *Ananas comosus, L.*, adquirido no mercado local. Na confecção das barras de cereais utilizou-se também outros materiais como arroz em flocos e aveia integral em flocos, açúcar mascavo e xarope de glicose.



Figura 1 - Subproduto do abacaxi

O processo de confecção das barras de cereal foi estudado utilizando um planejamento fatorial completo e a metodologia de superfície de resposta (MSR). No planejamento fatorial 2^2 completo, foram realizado um total de sete ensaios com três repetições no ponto central. As variáveis independentes foram: concentração de subproduto de abacaxi (%) e concentração de xarope de glicose (%).

Os níveis das variáveis independentes estudadas, ou seja, concentração de subproduto de abacaxi (%) e concentração do xarope de glicose (%), bem como a matriz do planejamento fatorial 2^2 completo, estão apresentados nas Tabelas 1 e 2. As respostas estudadas foram: teor de água (%b.u), pH e acidez (%).

Tabela 1 – Níveis das variáveis independentes

Níveis	-1	0	+1
Concentração de Subproduto de abacaxi (%)	15	20	25
Concentração de xarope de glicose (%)	5	10	15

Tabela 2 – Matriz do planejamento fatorial 2^2 completo

ENSAIOS (83) 3322.3222	Concentração SA	Concentração SA	Concentração	Concentração

	(codificado)	(real) (%)	XG (codificado)	XG (real) (%)
1	-1	15	-1	5
2	+1	25	-1	5
3	-1	15	+1	15
4	+1	25	+1	15
5	0	20	0	10
6	0	20	0	10
7	0	20	0	10

SA – Subproduto de abacaxi; XG – xarope de glicose.

Foi utilizado o programa computacional Statística 7.0 para análise do planejamento experimental, para avaliar os efeitos das variáveis independentes a um intervalo de confiança de 95% sobre as variáveis dependentes.

As barras de cereal foram confeccionadas utilizando subproduto de abacaxi adquirido no mercado local, como também xarope de glicose, mas arroz em flocos, aveia integral em flocos e açúcar mascavo em proporções dependentes das variáveis independentes em função do planejamento adotado.

Todos os ingredientes foram homogeneizados, seguidos de moldagem em formas retangulares e submetidas ao forneamento em forno convencional por 15 minutos. Ao retirar o produto do forno, as barras de cereais foram submetidas ao corte, embaladas com papel alumínio e armazenadas em geladeira para análise posterior do teor de água, pH e acidez.



Figura 3 - Barras de cereais produzidas utilizando subproduto do abacaxi

As análises do teor de água, pH e Acidez, foram realizadas de acordo com as normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

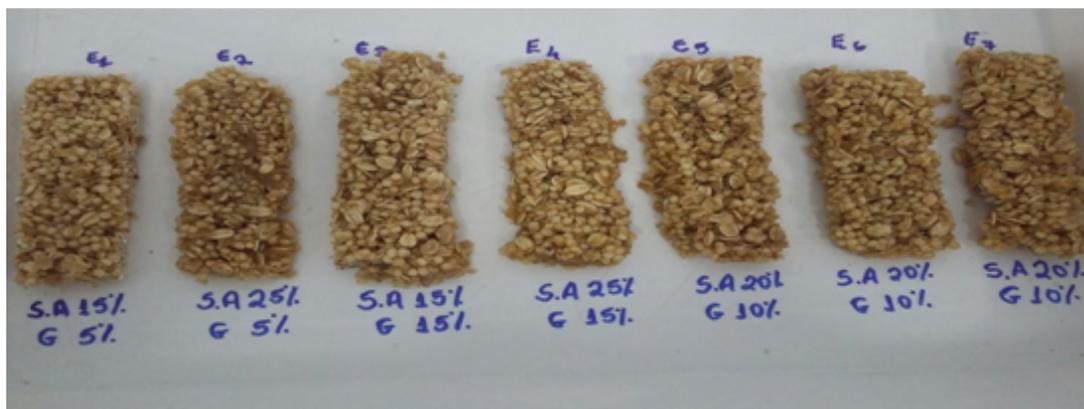


Figura 4 – Barras de cereais produzidas em função das variáveis independentes

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 3 encontram-se os dados de caracterização do subproduto de suco de abacaxi *in natura*.

Tabela 3 - Caracterização físico-química do subproduto de abacaxi

Analises	<i>In natura</i>	Desvio padrão
Teor de água (%)	84,689	0,17
Vitamina C (%)	29,22	2,52
Acidez (%)	0,556	0,007
pH (%)	3,70	0,015

Pode ser observado na Tabela 3, que os valores encontrados para o subproduto de abacaxi *innatura* encontram-se próximos dos valores encontrados na literatura, estando de acordo com diversos trabalhos apresentados para o subproduto do suco do abacaxi.

Nota-se que esse resíduo apresenta um valor significativo para a vitamina C, comum na maioria das frutas tropicais. Quanto ao teor de água encontrado no resíduo observa-se que este apresentou um valor elevado ou seja, 84,6 %. Observa-se também que o valor do pH é igual a 3,70.

Estudou-se um planejamento experimental para avaliar os efeitos estatisticamente significativos das variáveis independentes sobre as variáveis dependentes no processo de confecção de barras de cereal utilizando subproduto da agroindústria de suco de abacaxi. Os resultados do planejamento experimental para as respostas estudadas estão na Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados do planejamento experimental completo 2²

Variáveis independentes			Respostas		
Ensaio	CSA (°C)	CXG (%)	Teor de água (%)	pH	Acidez (%)
1	15	5	8,220	5,430	0,102
2	25	5	14,376	5,105	0,126
3	15	15	11,098	5,360	0,153
4	25	15	15,059	5,070	0,138
5	20	10	10,724	5,225	0,141
6	20	10	10,019	5,299	0,123
7	20	10	11,495	5,229	0,127

Na Tabela 5 estão apresentados os efeitos significativos e não significativos da concentração de xarope de glicose e do subproduto do suco de abacaxi utilizado nas barras de cereal sobre a resposta teor de água.

Tabela 5 – Efeitos estimados pelas variáveis independentes sobre a resposta teor de água (%)

Fator	Efeito	Erro Padrão	P
Média	12,659	0,618	0,000254
Concentração CSA (%)	4,135	1,242	0,044694
Concentração XG (%)	0,858	1,242	0,539400
Interação CSA versus XG	-0,193	1,247	0,886810

Pela análise dos efeitos, nota-se que apenas a variável concentração de subproduto de abacaxi, apresentou efeito estatisticamente significativo sobre a resposta teor de água a um intervalo de confiança de 95%. Percebe-se também que o fator concentração de subproduto de abacaxi apresentou-se com sinal positivo, indicando que com o aumento desta variável independente promove uma elevação na resposta em estudo. A partir dos efeitos significativos observados para o teor de água foi possível estabelecer um modelo estatístico codificado para descrever o comportamento das variáveis estudadas, com base nos coeficientes de regressão na Tabela 6, representados pela Equação (1). Em seguida foi realizada análise de variância para a validação do mesmo.

Desconsiderando-se os fatores não significativos, foi verificada a significância da regressão em relação a 95% de confiança, pelo teste F, na análise de variância (ANOVA) apresentada na Tabela 7.

Tabela 6 – Coeficientes de regressão para o teor de água

Fator	Coeficientes de regressão	Erro Padrão	P
Média	10,326	0,328	1x10 ⁻³
Concentração de Subproduto de abacaxi	0,043	0,006	19x10 ⁻³

Abacaxi (%)			
-------------	--	--	--

Modelo codificado para o teor de água:

$$\text{Teor de água} = 10,33 + 0,043C \quad (\text{Equação 1})$$

A Tabela 7 apresenta a análise de variância (ANOVA) da equação acima para o teor de água.

Tabela 7 - ANOVA do ajuste do modelo obtido para o conteúdo de teor de água

Fontes de variação	Soma Quadrática	Graus de liberdade	Média Quadrática	F _{calculado}	F _{tabelado}	R ² (%)
Regressão	27,846	1	27,846	20,56	6,61	0,80
Resíduo	6,771	5	1,354			
Falta de ajuste	5,682	3	1,89			
Erro puro	1,089	2	0,54	3,48	19,16	
Total	34,616	6				

A análise estatística mostrou que o modelo proposto para teor de água é preditivo, porque a análise de variância apresentou regressão significativa ao nível de 95% de confiança, coeficiente de determinação igual a 0.80 e relação F_{calculado} / F_{tabelado} igual a 3,11. Assim foi possível estabelecer a superfície de resposta e respectivas linhas de contorno para teor de água em função da concentração do xarope de glicose e da concentração de subproduto de suco de abacaxi na confecção de barras de cereal.

Na Tabela 8 estão apresentados os efeitos significativos e não significativos da concentração de xarope de glicose e do subproduto de suco de abacaxi utilizado nas barras de cereal sob a resposta valor de pH.

Tabela 8 – Efeitos estimados pelas variáveis independentes sobre a resposta pH

Fator	Efeito	Erro Padrão	P
Média	3,918	0,007	4 x 10 ⁻⁶
Concentração CSA (%)	-0,108	0,015	1,8 x 10 ⁻²
Concentração XG (%)	-0,008	0,015	6,5 x 10 ⁻¹
Interação CSA versus XG	-0,019	0,015	3,4 x 10 ⁻¹

Pela análise dos efeitos, verifica-se que somente a variável concentração do subproduto do suco de abacaxi, apresentou efeito significativo ao nível de 95% sobre o valor do pH na confecção das barras de cereal.

Observa-se também que para o valor do pH, para o fator concentração de suco de abacaxi apresentou efeito significativo com sinal negativo, indicando que um aumento nesta

variável independente, promove uma redução da resposta estudada, ou seja reduz o valor do pH.

Através dos efeitos significativos para o valor do pH, determinou-se os coeficientes de regressão (Tabela 9), para estabelecer o modelo estatístico codificado (Equação 2) que possa descrever o comportamento do pH nas condições de estudo.

Em seguida foi verificada a significância da regressão em relação a 95% de confiança, pelo teste F, na análise de variância (ANOVA) apresentada na Tabela 10.

Tabela 9 – Coeficientes de regressão do modelo para o valor do pH

Fator	Coeficientes de regressão	Erro Padrão	P
Média	3,967	0,007	4×10^{-6}
Concentração SA (%)	-0,001	$1,4 \times 10^{-4}$	$1,7 \times 10^{-2}$

Modelo codificado para a resposta pH:

$$\text{pH} = 3,97 - 0,001C$$

(Equação 2)

Após análise de regressão, a partir dos fatores significativos, foi realizada a análise de variância (ANOVA), para a validação do modelo (Equação 2). Analisando-se os valores de F calculado e F tabelado a 95% de confiança com valor de p menor que 0,05.

Tabela 10 - ANOVA do ajuste do modelo obtido para o valor do pH

Fontes de variação	Soma Quadrática	Graus de liberdade	Média Quadrática	F _{calculado}	F _{tabelado}	R ²
Regressão	0,015	1	0,015	60,71	6,61	0,92
Resíduo	0,001	5	0,001			
Falta de ajuste	0,000	3	0,001			
Erro puro	0,000	2	0,001	0,86	19,16	
Total	0,017	6	0,001			

A análise estatística mostrou que o modelo proposto apresentou regressão significativa com 95% de confiança para a resposta, com valores de F calculado superiores a F tabelado, apresentando relação de F_{calculado} / F_{tabelado} igual a 9,19 para a análise de pH nas barras de cereal.

Na Tabela 11 estão apresentados os efeitos significativos e não significativos da concentração de xarope de glicose e do subproduto de suco de abacaxi utilizado nas barras de cereal sobre a resposta acidez.

Tabela 11 – Efeitos estimados pelas variáveis independentes sobre a resposta Acidez

Fator	Efeito	Erro Padrão	p
8322.3222			

contato@conidis.com.br

www.conidis.com.br

Média	0,136	0,001	1,0 x 10⁻⁴
Concentração CSA (%)	-0,008	0,003	9,4 x 10 ⁻²
Concentração XG (%)	0,018	0,003	2,1 x 10⁻²
Interação CSA versus XG	-0,006	0,003	1,4 x 10 ⁻¹

Pela análise dos efeitos para a resposta acidez, percebe-se que apenas a variável independente concentração de xarope de glicose, apresentou efeito estatisticamente significativo com um nível de confiança de 95%, ou seja, apresentando valor de p inferior a 0,05.

Após a análise dos efeitos, foi feita a análise de regressão para estabelecer o modelo estatístico codificado para descrever a resposta em estudo.

Os valores dos coeficientes de regressão obtidos para a resposta acidez estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12 – Coeficientes de regressão para a Acidez

Fator	Coeficientes de regressão	Erro Padrão	p
Média	0,128	0,001	1x 10 ⁻⁴
Concentração (XG) (%)	0,0002	0,00003	1,9 x 10 ⁻²

Modelo codificado para a resposta Acidez:

$$\text{Acidez} = 0,128 + 0,0002\text{XG} \quad \text{(Equação 3)}$$

Após análise de regressão, a partir dos fatores significativos, foi realizada a análise de variância (ANOVA), para a validação do modelo (Equação 3). Analisando-se os valores de F calculado e F tabelado a 95% de confiança com valor de p menor que 0,05.

A análise estatística mostrou que o modelo proposto apresentou um ajuste não significativo para a resposta acidez estudada no processo. Apresentando um valor do coeficiente de determinação (R^2) baixo (58%), assim a superfície de resposta gerada por este modelo não é confiável.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As variáveis independentes concentração de subproduto de suco de abacaxi e de xarope de glicose para a confecção de barras de cereais sobre as respostas de teor de água, pH e acidez apresentaram influência

De acordo com o planejamento estatístico adotado as formulações em que se utilizou maiores concentrações de subproduto de abacaxi, apresentaram valores do teor de água mais elevados, do que nas formulações que utilizou concentrações mais baixas;

A variável independente concentração de subproduto de abacaxi foi a variável que apresentou maior influência estatística sobre o processo sobre a maioria das respostas estudadas.

A utilização de subproduto da agroindústria de frutas na confecção de novos produtos é possível, podendo desta forma participar da redução da poluição.

REFERÊNCIAS

- BORGES, J. M. Práticas de tecnologia de alimentos. 2.ed. Viçosa: Universitária, 1989. 156 p.
- BRASIL, Ministério da saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição. Guia alimentar para a população brasileira. Brasília, DF, 2005.10p
- BRASIL. ANVISA. (Org.). **Métodos físicoquímicos para análise de alimentos**. 2005. Disponível em: <http://www.crq4.org.br/sms/files/file/analisedealimentosial_2008.pdf>. Acesso em: 01 maio 2015.
- BRITO, J. R. F. et al. Adoção de boas práticas agropecuárias em propriedades leiteiras da Região Sudeste do Brasil como um passo para a produção de leite seguro. Acta Scientiae Veterinariae, v. 32, n. 2, p. 125-131, 2004
- CARVALHO, M. G. Barras de cereais com amêndoas de chichá, sapucaia e castanha – do – gurguéia, complementadas com casca de abacaxi. 2008. 93p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.
- CECCHI, H. M. Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos, 2ª ed. rev. Editora Unicamp. Campinas - SP, 2009
- COELHO, K. D. Desenvolvimento e avaliação da aceitação de cereais matinais e barras de cereais à base de amaranto (*Amaranthus cruentus* L.). 99p. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana Aplicada) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

COMPARINI, A. et al. METODOLOGIA DE SUPERFÍCIE DE RESPOSTA: UMA INTRODUÇÃO NOS SOFTWARES R E STATISTICA ICMC – USP – CP668 – CEP 13.566-590, São Carlos – SP – Brasil

COSTA, J. M. C. et al. Comparação dos parâmetros físico-químicos e químicos de pós alimentícios obtidos de resíduos de abacaxi. Rev. Ciênc. Agron., Fortaleza, v.38, n.2, p.228-232, 2007.

EMBRAPA - Agencia CNPTIA. Disponível em:

http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CON T000fbz80bbh02wx5eo0sawqe35nbbcs8.html Acesso em 10 de julho de 2014

FONSECA, Renata Siqueira; SANTO, Victor Rogério del; SOUZA, Gilberto Batista de. Elaboração de barra de cereais com casca de abacaxi. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición: Órgano Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición**, São Carlos, v. 61, n. 2, p.216-223, 2011.

FRANCO, G. Tabela de composição química dos alimentos. 8.ed. Rio de Janeiro: Livraria Atheneu, 1989. 230 p.

MOURÃO, Luísa Helena Elerry. **Obtenção de barras de cereais do caju ameixa com alto teor de fibras processadas com ingredientes funcionais**. 2008. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008. Cap. 4.

ROSA, O. O.; CARVALHO, E. P. Características microbiológicas de frutos e hortaliças minimamente processados. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas, v.34, n.2, p.84-92, jul./dez. 2000.

TEIXEIRA, A. M.; SOUZA N. L.; ZAMBIAZI, R. Elaboração de geléias light. In: SIMPÓSIO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, Florianópolis- SC, 2001, Resumos... Florianópolis- SC, Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Regional Santa Catarina, 2001, p. QB.31.

TORRES, E. R. Desenvolvimento de barra de cereais formuladas com ingredientes regionais. 78 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) – Universidade Tiradentes. Aracaju, 2009.

VIDAL, J. R. M. B.; GASPARETO, C. A. Comportamento reológico da polpa de manga (Mangífera indica L.) – efeito dos sólidos insolúveis. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.20, n.2, p.172-175, maio/ago.2000.

