



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

REDUÇÃO DE SÓDIO DE EMULSÃO CÁRNEA EM SISTEMA MODELO

Vitória Negri **Braz**^{1a}; Suzana Eri **Yotsuyanagi**^{2b}; Juliana Cunha de **Andrade**^{1b}; Marcelo Antonio **Morgano**^{3b}; Eunice Akemi **Yamada**^{1c}

¹ Centro de Tecnologia de Carnes - Instituto de Tecnologia de Alimentos; ² Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição - ESALQ-USP; ³ Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos - Instituto de Tecnologia de Alimentos

Nº 13241

RESUMO - *O presente estudo visou avaliar os impactos tecnológicos em emulsões cárneas com teor de sódio reduzido, adicionadas de fosfato e cloreto de potássio. A otimização do processo utilizou como técnica o planejamento fatorial, o delineamento composto central rotacional – DCCR, baseado na “Metodologia de Superfície de Resposta”, sendo as variáveis independentes: fosfato, cloreto de sódio e cloreto de potássio. O planejamento foi composto por 20 tratamentos incluindo seis repetições no ponto central. Este foi realizado em sistema modelo obtendo as massas em mini “cutter” com os ingredientes usualmente previstos para obtenção de salsicha no Brasil. Os melhores níveis, dentro das faixas estudadas, de cloreto de potássio e fosfato em uma emulsão cárnea com redução do teor de sódio foram 0,85% e 0,25%, respectivamente.*

Palavras-chaves: superfície de resposta, emulsão cárnea, sódio.

^a Bolsista PIBIC/CNPq: Graduação em Nutrição, ^b Colaborador, ^c Orientador, ✉ eyamada@ital.sp.gov.br



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

ABSTRACT- *This study aimed to evaluate the technological impacts on meat emulsions with reduced sodium, added phosphate and potassium chloride. The optimization process used factorial design technique, the central composite rotational design - DCCR based on “Response Surface Methodology”, and phosphate, sodium chloride and potassium chloride as the independent variables. The design consisted of 20 treatments including six replicates at the center point. This model system was performed in mini cutter to obtain the batter provided with the ingredients usually added to obtain Frankfurter type sausage in Brazil. The best levels within ranges studied, potassium chloride and phosphates in meat mixture in an emulsion with reduced sodium content were 0.85% and 0.25%, respectively.*

Key-words: response surface, meat emulsion, sodium.

1 INTRODUÇÃO

A incidência de doenças coronárias, hipertensão, obesidade, diabetes e câncer são cada vez mais frequentes em todo o mundo. Atualmente, a população tem sua alimentação rica em sal, açúcar e gorduras. Todavia, a ingestão de sal em excesso correlaciona-se com a elevação da pressão arterial, ou seja, a hipertensão arterial, a qual tem alta prevalência e baixos índices de controle, sendo considerada uma das Doenças Crônicas Não Transmissíveis mais frequentes da saúde pública no Brasil (SOCIEDADE BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO, 2010).

Os embutidos cárneos têm destaque na quantidade de gordura e sódio presentes nos mesmos, portanto, a alimentação não atinge o objetivo da redução de sódio sozinha, necessitando do auxílio de indústrias alimentícias, as quais podem exercer esse papel por meio da redução do teor de sódio nos alimentos, porém sem alterar a imagem e o sabor perante o consumidor (CAMPAGNOL, 2011).

Há vários caminhos para se reduzir o teor de sódio em produtos cárneos: 1) reduzindo o nível de cloreto de sódio (NaCl) adicionado; 2) substituindo todo ou parte do NaCl por outros cloretos (KCl, CaCl₂ e MgCl₂); 3) substituindo parte do NaCl por sais como fosfatos; 4) com novas técnicas de processo ou modificações de processo e 5) combinação de quaisquer das estratégias acima (RUUSUNEN; PUOLANNE, 2005).

O presente estudo visou avaliar os impactos tecnológicos em emulsões cárneas com teor de sódio reduzido, adicionadas de fosfato e cloreto de potássio.



2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram obtidas emulsões cárneas na Planta Piloto de Processamento do Centro de Tecnologia de Carnes (CTC) do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), localizado na cidade de Campinas – SP.

A otimização do processo utilizou como técnica o planejamento fatorial, o delineamento composto central rotacional – DCCR, baseado na Metodologia de superfície de Resposta (RODRIGUES, 2005), sendo as variáveis independentes: fosfato, cloreto de sódio e cloreto de potássio. O planejamento foi composto por 20 tratamentos incluindo seis repetições no ponto central, os quais foram executados em sequência aleatória, conforme a matriz de planejamento apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Planejamento Experimental (DCCR) para 3 variáveis, com 6 repetições no ponto central.

| Tratamento | Fosfato | [NaCl] | [KCl] | Fosfato | [NaCl] | [KCl] |
|------------|------------|------------|------------|---------|--------|-------|
| 1 | -1 | -1 | -1 | 0,10 | 1,30 | 0,46 |
| 2 | +1 | -1 | -1 | 0,40 | 1,30 | 0,46 |
| 3 | -1 | +1 | -1 | 0,10 | 2,20 | 0,46 |
| 4 | +1 | +1 | -1 | 0,40 | 2,20 | 0,46 |
| 5 | -1 | -1 | +1 | 0,10 | 1,30 | 1,24 |
| 6 | +1 | -1 | +1 | 0,40 | 1,30 | 1,24 |
| 7 | -1 | +1 | +1 | 0,10 | 2,20 | 1,24 |
| 8 | +1 | +1 | +1 | 0,40 | 2,20 | 1,24 |
| 9 | - α | 0 | 0 | 0,00 | 1,75 | 0,85 |
| 10 | + α | 0 | 0 | 0,50 | 1,75 | 0,85 |
| 11 | 0 | - α | 0 | 0,25 | 1,00 | 0,85 |
| 12 | 0 | + α | 0 | 0,25 | 2,50 | 0,85 |
| 13 | 0 | 0 | - α | 0,25 | 1,75 | 0,20 |
| 14 | 0 | 0 | + α | 0,25 | 1,75 | 1,50 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0,25 | 1,75 | 0,85 |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 0,25 | 1,75 | 0,85 |
| 17 | 0 | 0 | 0 | 0,25 | 1,75 | 0,85 |
| 18 | 0 | 0 | 0 | 0,25 | 1,75 | 0,85 |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 0,25 | 1,75 | 0,85 |
| 20 | 0 | 0 | 0 | 0,25 | 1,75 | 0,85 |

No tipo de planejamento proposto (DCCR com 3 variáveis) os oito primeiros tratamentos referem-se ao planejamento fatorial completo 2^3 , com níveis -1 e +1, cuja função foi fornecer os parâmetros lineares (L) do modelo de regressão. Os tratamentos de 9 a 14 apresentam os pontos axiais (níveis: -1,68; 0 e +1,68), cuja função foi fornecer os parâmetros quadráticos (Q) do modelo de regressão. Os últimos 6 tratamentos (nível 0) são replicatas no ponto central, cujo objetivo foi avaliar o erro experimental (padrão) do planejamento.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013

13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

Para o preparo das emulsões (total de 1kg/tratamento) utilizou-se um mini *cutter* (Skymssen Mod. CR4L) para a obtenção das emulsões cárneas. Os ingredientes das emulsões foram: 10,0% paleta bovina, 37,0% paleta suína, 18,0% toucinho, 3,0% proteína texturizada de soja (Solae - Centex 4010 IP), 2,0% fécula de mandioca, 0,05% antioxidante, 0,02% nitrito de sódio, 0,25% condimentos sem sal, 0,75% extrato de levedura, 1,0% lactato de sódio e 0,07% fumaça líquida. Os teores de cloreto de sódio, cloreto de potássio (Nutek® Salt) e fosfato (Budenheim - Abastol® 452) variaram conforme a Tabela 2, e variou-se a porcentagem de água/gelo de forma que a formulação totalizasse 100%.

PROCEDIMENTO ANALÍTICO

- *Estabilidade da emulsão*: A determinação da estabilidade da emulsão foi realizada conforme Parks e Carpenter (1987), onde 45 a 50g de amostra da emulsão crua foi colocada em sacos de nylon/polietileno, seladas sem vácuo e tratadas termicamente por 60 minutos a 70°C. Após o resfriamento das embalagens, foi retirado o volume de líquido exsudado e calculada a porcentagem de perda sobre o peso inicial. A estabilidade da emulsão foi expressa em porcentagem de perda de líquido.

- *Sódio, potássio e fósforo*: Determinação foi realizada conforme HORWITZ (2005).

- *Força de Cisalhamento*: foi determinada utilizando texturômetro TA-XT 2i (Stable Micro Systems Ltda.) com acessório Warner Bratzler (3mm) para cisalhar a secção transversal das emulsões tratadas termicamente. As amostras foram cortadas com 2cm de comprimento e a velocidade de secção foi de 0,8mm/s.

- *Análise estatística*: Foram realizadas análises de superfície de resposta no *software* Statistica versão 7.0.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise da estabilidade da emulsão

Na determinação da estabilidade de emulsão obteve-se para os tratamentos uma média de 8,68% de perda de líquido, com um desvio padrão de 0,49. Através dos resultados obtidos não foi possível elaborar um modelo com as variáveis codificadas, uma vez que todos os parâmetros do modelo não apresentaram diferença ao nível de 95% de confiança (F calculado superior ao F tabelado) e a porcentagem de variação explicada ou coeficientes de determinação (R^2) foi menor que 70,0%. Uma possível causa para a falta de ajuste para o modelo é a qualidade da proteína



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013

13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

utilizada, carne bovina e suína, que apresentam uma elevada capacidade de emulsificação, de tal forma que a variação dos sais não influenciou neste parâmetro.

3.2 Análise da força de cisalhamento

As médias e desvios padrões da força de cisalhamento das emulsões cárneas estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados de sódio, potássio, fósforo e força de cisalhamento.

| Tratamento | Adicionado (%) | | | Resultados* | | | |
|------------|----------------|--------|-------|-------------------|-----------------|--------------------|------------------------|
| | Fosfato | [NaCl] | [KCl] | Fósforo (mg/100g) | Sódio (mg/100g) | Potássio (mg/100g) | Força cisalhamento (g) |
| 1 | 0,10 | 1,30 | 0,46 | 208,02 (2,37) | 617,89 (2,79) | 553,80 (15,25) | 608,67 (30,27) |
| 2 | 0,40 | 1,30 | 0,46 | 250,22 (0,22) | 636,17 (5,88) | 623,14 (5,91) | 575,63 (30,94) |
| 3 | 0,10 | 2,20 | 0,46 | 247,69 (8,23) | 874,02 (23,11) | 462,64 (12,30) | 561,05 (21,34) |
| 4 | 0,40 | 2,20 | 0,46 | 263,28 (2,01) | 876,68 (10,37) | 614,11 (4,59) | 527,65 (26,85) |
| 5 | 0,10 | 1,30 | 1,24 | 406,70 (12,01) | 573,34 (19,88) | 739,72 (24,05) | 571,62 (10,82) |
| 6 | 0,40 | 1,30 | 1,24 | 403,79 (14,98) | 596,92 (16,72) | 839,68 (15,67) | 580,73 (33,12) |
| 7 | 0,10 | 2,20 | 1,24 | 408,49 (4,74) | 888,05 (17,31) | 753,52 (17,94) | 517,78 (21,44) |
| 8 | 0,40 | 2,20 | 1,24 | 405,21 (2,98) | 898,05 (0,18) | 893,52 (6,67) | 571,35 (24,74) |
| 9 | 0,00 | 1,75 | 0,85 | 331,82 (3,54) | 778,66 (12,78) | 582,91 (29,82) | 565,53 (19,53) |
| 10 | 0,50 | 1,75 | 0,85 | 332,39 (2,71) | 763,95 (29,34) | 786,71 (25,91) | 586,24 (14,23) |
| 11 | 0,25 | 1,00 | 0,85 | 370,24 (3,65) | 544,64 (4,58) | 726,59 (10,13) | 672,92 (10,01) |
| 12 | 0,25 | 2,50 | 0,85 | 355,68 (3,00) | 898,25 (0,35) | 720,27 (5,52) | 580,16 (22,50) |
| 13 | 0,25 | 1,75 | 0,20 | 198,81 (10,14) | 767,72 (4,66) | 444,84 (1,14) | 564,10 (14,01) |
| 14 | 0,25 | 1,75 | 1,50 | 460,05 (1,33) | 790,63 (2,52) | 899,86 (3,18) | 590,68 (24,16) |
| 15 | 0,25 | 1,75 | 0,85 | 334,16 (1,46) | 771,51 (3,63) | 663,82 (0,87) | 586,14 (12,16) |
| 16 | 0,25 | 1,75 | 0,85 | 329,92 (6,91) | 787,33 (8,55) | 676,93 (6,25) | 669,78 (19,94) |
| 17 | 0,25 | 1,75 | 0,85 | 330,42 (3,77) | 784,47 (11,27) | 677,11 (9,20) | 686,73 (18,94) |
| 18 | 0,25 | 1,75 | 0,85 | 327,82 (2,99) | 809,83 (5,57) | 721,85 (3,38) | 670,92 (31,18) |
| 19 | 0,25 | 1,75 | 0,85 | 256,81 (16,91) | 776,43 (45,84) | 602,53 (38,09) | 624,10 (20,42) |
| 20 | 0,25 | 1,75 | 0,85 | 305,95 (9,25) | 789,19 (5,83) | 705,10 (5,97) | 619,34 (27,44) |

*Média (desvio-padrão)

As médias dos valores encontrados para sódio, potássio e fósforo são coerentes com as quantidades adicionadas dos respectivos sais.

Com os resultados obtidos foi possível elaborar um modelo com as variáveis codificadas, uma vez que os termos quadrático do fosfato e quadrático do KCl do modelo foram significativos ($p < 0,05$). Sendo a porcentagem de variação explicada ou coeficiente de determinação (R^2) igual a 75,38%.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

Tabela 3. Coeficientes de regressão para força de cisalhamento das emulsões de salsicha.

| | Coeficientes de regressão | Erro padrão | t (10) | P |
|----------------|---------------------------|-------------|----------|------------|
| Média | 466,04 | 193,0907 | 2,41356 | 0,036461* |
| Fosfato (L) | 294,01 | 396,8918 | 0,74077 | 0,475866 |
| Fosfato (Q) | -1312,53 | 385,9699 | -3,40060 | 0,006764 * |
| NaCl (L) | 103,84 | 166,8280 | 0,62245 | 0,547577 |
| NaCl (Q) | -55,78 | 42,8855 | -1,30072 | 0,222530 |
| KCl (L) | 217,10 | 159,6848 | 1,35955 | 0,203839 |
| KCl (Q) | -190,59 | 57,0961 | -3,33808 | 0,007515 * |
| Fosfato x NaCl | 81,65 | 170,3692 | 0,47928 | 0,642049 |
| Fosfato x KCl | 275,87 | 196,5798 | 1,40334 | 0,190795 |
| NaCl x KCl | 23,06 | 65,5266 | 0,35192 | 0,732199 |

* valores significativos para $p < 0,05$.

Analisando-se os coeficientes de regressão (Tabela 3), observamos que o NaCl, dentro da faixa estudada nos ensaios (1,0 a 2,2 g/100g) não foi estatisticamente significativo, não afetando a força de cisalhamento do produto. O modelo com as variáveis incluindo os parâmetros estatisticamente significativos a $p < 0,05$ é expresso por:

$$\text{Força de cisalhamento} = 466,04 - 1312,53 \text{ Fosfato}^2 - 190,59 \text{ KCl}^2$$

Tabela 4. ANOVA para a resposta de força de cisalhamento.

| Fonte de variação | Soma dos quadrados | Graus de liberdade | Quadrado médio | F calculado | F tabelado |
|-------------------|--------------------|--------------------|----------------|-------------|------------|
| Regressão | 35599,42 | 9 | 3955,49 | | |
| Resíduo | 10579,85 | 10 | 1057,99 | 3,73870 | 3,02 |
| Total | 42973,16 | 19 | - | - | - |

F tabelado (9;10;0,05)

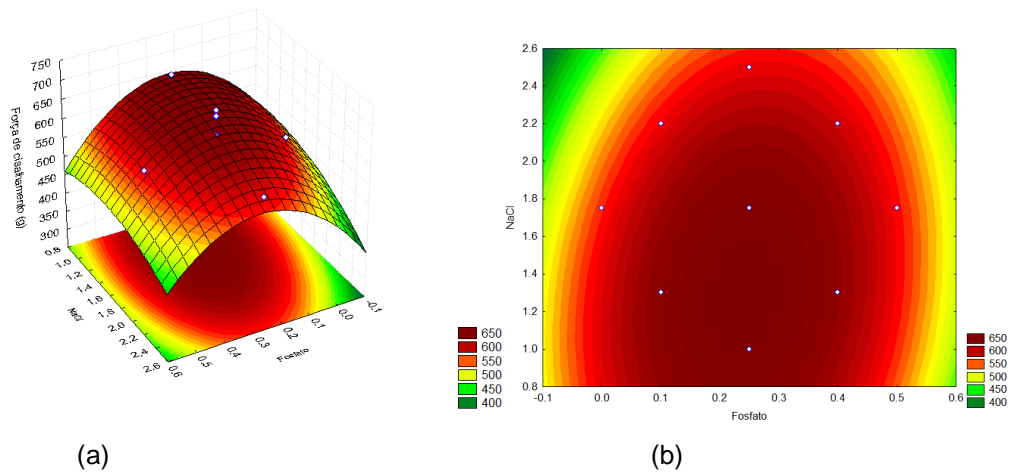


Figura 1. Superfície de resposta (a) e curvas de contorno (b) para o fator de força de cisalhamento em função da razão de NaCl e Fosfato.

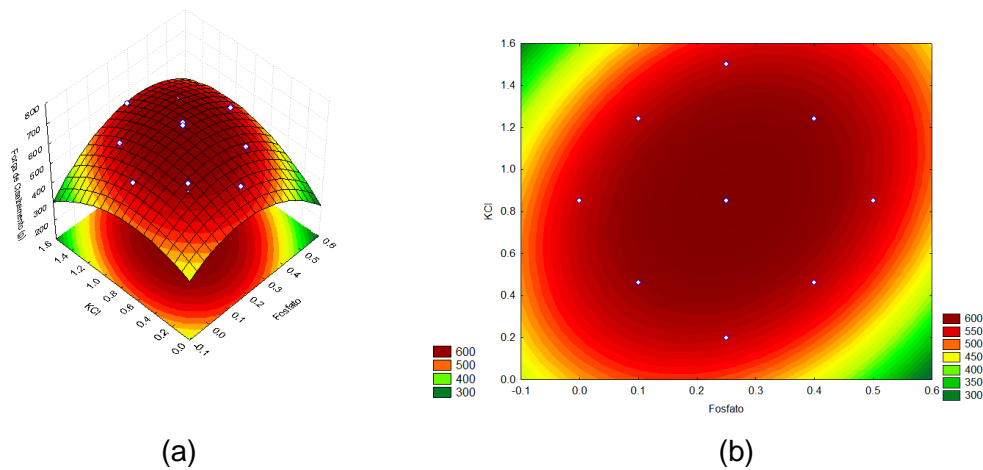


Figura 2. Superfície de resposta (a) e curvas de contorno (b) para o fator de força de cisalhamento em função da razão de KCl e Fosfato.

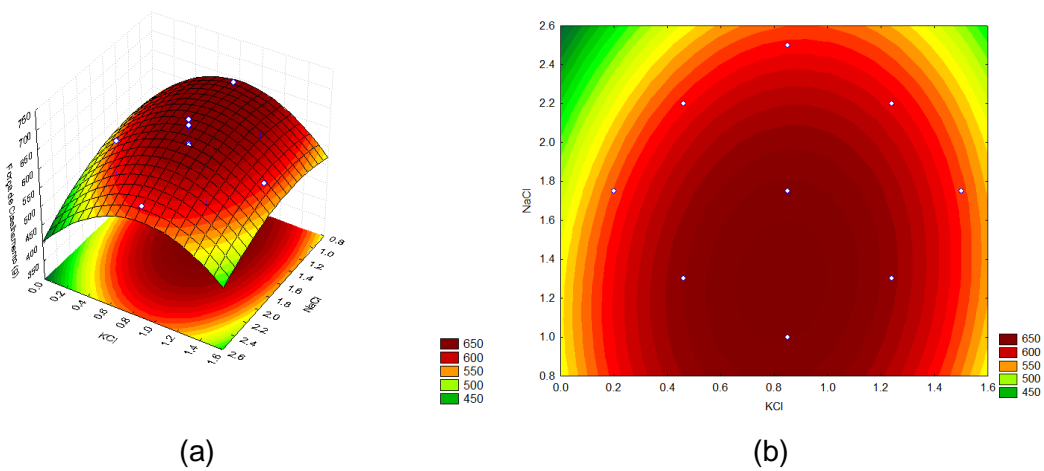


Figura 3. Superfície de resposta (a) e curvas de contorno (b) para o fator de força de cisalhamento em função da razão de KCl e NaCl.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

Os níveis de cloreto de potássio (KCl) e fosfato otimizados neste trabalho devem ser avaliados sensorialmente, uma vez que já se sabe que o cloreto de potássio pode conferir sabor amargo ao produto. Trabalhos futuros de vida útil também são necessários para se conhecer os efeitos da redução de sódio com adição de KCl e fosfato no produto processado em escala de planta piloto ou industrial.

4 CONCLUSÃO

Na avaliação da resposta Força de cisalhamento, verificou-se que, dentro da faixa estudada, as condições para elaboração de uma formulação de emulsão cárnea com teores reduzidos de sódio, visando maior força de cisalhamento, foram: 0,85% de cloreto de potássio (KCl) e 0,25% de fosfato na formulação.

5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ/PIBIC pela bolsa concedida; à Nutek pelo fornecimento do cloreto de potássio e à Budenheim pelo fornecimento do fosfato.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPAGNOL, P.C.B. **Influência da redução de sódio e gordura na qualidade de embutidos cárneos fermentados**. Campinas - SP, 2011. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP.

HORWITZ, W. (ed). **Official Methods of Analysis of AOAC International**. Gaithersburg, MD, USA, AOAC International, 18th ed. 2005.

PARKS, L. L.; CARPENTER, J.A. Functionality of six nonmeat proteins in meat emulsion system. **Journal of Food Science**, v.52, n.2, p. 271-274, 278, 1987.

RODRIGUES, M.I.; IEMMA, A. F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos: uma estratégia sequencial de planejamentos**. Casa do Pão Editora, 2005, 299p.

RUUSUNEN, M.; PUOLANNE, E. Reducing sodium intake from meat products. **Meat Science** v.70, n.3, July, p.531-541, 2005.

Sociedade Brasileira de Hipertensão, Diretrizes Brasileiras de Hipertensão. **Revista Hipertensão**, v. 13, n. 1, 2010.