

## OTIMIZAÇÃO DA HIDRÓLISE DE PENAS DE FRANGO COM UTILIZAÇÃO DE MAMÃO

Diego Surek<sup>1</sup>, Gizelle Cristina Bedendo<sup>2</sup>, Everton Luis Krabbe<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Doutor, Analista, Embrapa Suínos e Aves, (49) 3441 0431, diego.surek@embrapa.br

<sup>2</sup> Doutora, Analista, Embrapa Suínos e Aves, (49) 3441 0431, gizelle.bedendo@embrapa.br

<sup>3</sup> Doutor, Pesquisador, Embrapa Suínos e Aves, (49) 3441 0489, everton.krabbe@embrapa.br

Apresentado no

XLVII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2018  
06, 07 e 08 de agosto de 2018 - Brasília - DF, Brasil

**RESUMO:** Visando contribuir com a avicultura brasileira, por meio da construção de uma nova rota para a destinação de animais mortos não abatidos e geração de produto com valor agregado, o objetivo desse trabalho foi estabelecer as condições de hidrólise das penas de frango com otimização de reagentes e menor geração de resíduos sólidos não degradados. Para o estudo foi realizado um experimento em planejamento fatorial completo 2<sup>3</sup>, totalizando 18 ensaios. Foram testados dose de mamão verde (*Carica papaya*) entre 4,92 a 25,08 g/L, associados as concentrações de sulfito de sódio entre 3,72 a 11,28 g/L; e concentrações de ureia entre 26,75 a 110,75 g/L. Os experimentos foram conduzidos na Embrapa Suínos e Aves. Em cada ensaio o material utilizado foi dois gramas de penas em 40 mL de água destilada que foi mantida a 60 °C por 6 e 24 horas. A variável avaliada durante o processo foi porcentagem de matéria fragmentada. Para o planejamento estatístico do estudo utilizou-se delineamento composto central rotacional, e os dados experimentais foram avaliados utilizando análise de regressão múltipla. De acordo com os resultados obtidos em escala laboratorial, a degradação das penas de frango demonstrou ser efetiva pelo processo estudado mostrando elevado potencial para aplicação a campo tanto em novas tecnologias para tratamento de carcaças de frango integras quanto para resíduos de penas de abatedouros tendo como resultado um produto com valor agregado.

**PALAVRAS-CHAVE:** Hidrólise enzimática, papaina, queratina.

## OPTIMIZATION POULTRY FEATHER HYDROLYSIS WITH PAPAYA

**ABSTRACT:** To contribute with the Brazilian poultry industry through the construction of a new route for the disposal of non-slaughtered dead animals and generation of value-added products. The objective of this work is to establish conditions of hydrolysis of poultry feathers with optimization of reagents and lower generation of non-degraded solid waste. For the study, it was carried out in a complete planning experiment 2<sup>3</sup>, totaling 18 assays. A dose of green papaya (*Carica papaya*) was tested: between 4.92 to 25.08 g/L, associated with sodium sulphite concentrations between 3.72 to 11.28 g/L and with urea concentrations between 26.75 to 110.75 g/L. The experiments were conducted at Embrapa Swine and Poultry. In each assay, the material used was two grams of poultry feathers in 40 ml of distilled water which was held at 60°C for 6 and 24 hours. The parameter evaluated during the process was the fragmented matter percentage. For the statistical were used a rotational central composite design, and the experimental data were analyzed by multiple regression. According to the results obtained in laboratory scale, the degradation of chicken feathers shown to be effective in the studied conditions, showing high potential for field application in new technologies for the treatment of whole chicken carcasses and for residues of slaughter feathers, as a result a value-added product.

**KEYWORDS:** Enzymatic hydrolysis, papain, keratin.

**INTRODUÇÃO:** A Embrapa Suínos e Aves, historicamente, vem trabalhando com compostagem tradicional, porém, visto que esta pratica tem apresentado limitações, nos últimos anos outras práticas vêm sendo avaliadas como rotas tecnológicas, tais como a compostagem acelerada, a biodigestão anaeróbia, a desidratação, a incineração, a hidrólise enzimática e a reciclagem industrial de carcaças para a produção de farinhas, gorduras, fertilizantes e outros coprodutos de valor agregado. Um problema que é enfrentado nas diferentes rotas é a presença de materiais de difícil degradação, tais

como bicos, cascos, ossos e penas, principalmente. Segundo López-Coello, et al. (1994) a porcentagem de penas em relação ao peso vivo dos frangos varia de 3,9 a 4,7%. Assim, além do peso considerável de resíduo, este apresenta grandes volumes devido à baixa densidade. As penas são constituídas por 90% de proteína estrutural, sendo que predomina a queratina, proteína resistente às enzimas proteolíticas (Nascimento 2000). Segundo Onifade (1998) a resistência à digestão proteolítica é consequência do empacotamento das cadeias nas formas de  $\alpha$  e  $\beta$  queratina. Arruda (2010) realizou um trabalho extraindo e fragmentando queratina, através da combinação de diferentes concentrações de sulfito de sódio, ureia e papaína a 80°C e obteve uma hidrólise enzimática adequada com o prévio tratamento químico. A papaína é extraída do látex dos frutos verde do mamoeiro, sendo uma protease sulfidrilica (cisteína-protease) que é ativada na presença de agentes oxidantes. Visando contribuir com uma nova rota para a destinação de animais mortos não abatidos e geração de produto com valor agregado, o objetivo desse trabalho foi estabelecer as condições de hidrólise das penas integras de frango com otimização de reagentes, uso de mamão in natura e menor geração de resíduos sólidos não degradados para aplicação em resíduo remanescente em abatedouros ou propriedades rurais.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Os ensaios de hidrólise enzimática foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-Químicas (SLAFQ) na Embrapa Suínos e Aves, localizada em Concórdia - SC. Para o planejamento estatístico do estudo utilizou-se delineamento composto central rotacional (DCCR), em planejamento fatorial completo  $2^3$ , com pontos axiais ( $\alpha = (2^n)^{1/4}$ ), sendo utilizados quatro pontos centrais. Na TABELA 1 encontra-se a matriz de planejamento dos níveis reais e codificados das variáveis independentes estudados.

TABELA 1. Matriz do planejamento definindo os níveis estabelecidos (codificados) e seus valores correspondentes (reais) para as três variáveis estudadas.

| Variáveis                                         |                | Níveis              |       |       |       |                    |
|---------------------------------------------------|----------------|---------------------|-------|-------|-------|--------------------|
|                                                   |                | -1,68 (- $\alpha$ ) | -1    | 0     | 1     | 1,68 (+ $\alpha$ ) |
| Dose de mamão verde ( <i>Carica papaya</i> ), g/L | X <sub>1</sub> | 4,92                | 9     | 15    | 20    | 25,08              |
| Concentrações de sulfito de sódio, g/L            | X <sub>2</sub> | 3,72                | 5,25  | 7,5   | 9,75  | 11,28              |
| Concentrações de ureia, g/L                       | X <sub>3</sub> | 26,75               | 43,75 | 68,75 | 93,75 | 110,75             |

( $\alpha$ ): Pontos axiais calculado por  $\alpha = (2^n)^{1/4}$ , com n=3.

Utilizou-se para os ensaios penas integras da asa de frango de corte de 21 dias de idade oriundos das granjas da Embrapa Suínos e Aves. As penas foram secas em estufa a 65°C durante 72 horas antes de serem utilizadas na hidrólise. As penas secas foram transferidas para tubos do tipo falcon, identificado e pesado (aproximadamente dois gramas). Em seguida adicionou-se 40 mL de água destilada, o sulfito de sódio, a ureia e o mamão conforme cada ensaio estabelecido na Tabela 1. O mamão verde (*Carica papaya*) foi utilizado como fonte de papaína, sendo que o mesmo foi colhido no período da manhã e triturado em liquidificador para ser aplicado no ensaio.

Os tubos foram mantidos em banho-maria com movimento recíproco (Dubnoff MA 095/RE) com 100 rotações por minuto (RPM), e temperatura de 60°C durante a hidrólise. Para cálculo de porcentagem de matéria fragmentada, a matéria sólida era peneirada nos tempos de 6 e 24 horas após início da hidrólise e o resíduo sólido era seco em estufa a 65°C durante 72 horas.

Os dados experimentais foram analisados utilizando análise de regressão múltipla. O ajuste foi feito em um modelo de 2ª ordem para cada resposta. O modelo pode ser expresso com variáveis codificadas (X<sub>1</sub>, X<sub>2</sub>, X<sub>3</sub>) como a seguinte equação:

$$Y = B_0 + B_1X_1 + B_2X_2 + B_3X_3 + B_{12}X_1X_2 + B_{13}X_1X_3 + B_{23}X_2X_3 + B_{11}X_1^2 + B_{22}X_2^2 + B_{33}X_3^2 + \varepsilon$$

Em que, Y representa a variável dependente, B<sub>0</sub> é a constante, B<sub>i</sub>, B<sub>ii</sub>, B<sub>ij</sub> são coeficientes estimados pelo modelo. Os coeficientes de regressão para os termos lineares, quadráticos e de interação foram determinados usando regressão linear múltipla. A significância de cada coeficiente de regressão foi julgada estatisticamente pelo cálculo do teste de F e do seu correspondente valor p.

A análise de variância (ANOVA) foi aplicada para validar o modelo pelo teste do ajuste. Os coeficientes de regressão foram usados então para determinar o modelo de 2ª ordem. Após o ajuste do

modelo de 2ª ordem, as condições de hidrólise ótimas foram obtidas. O gráfico da superfície de resposta foi elaborado representando uma função das duas variáveis independentes.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os valores de porcentagem de matéria fragmentada foram obtidos por diferença de peso antes e após o processo de hidrólise e estes estão apresentados na TABELA 2.

TABELA 2. Matéria fragmentada (%) obtida em cada ensaio do planejamento composto central.

| Ensaio | Matéria fragmentada (%) |                        |             |         |          |
|--------|-------------------------|------------------------|-------------|---------|----------|
|        | Mamão (g/L)             | Sulfito de Sódio (g/L) | Ureia (g/L) | 6 horas | 24 horas |
| 1      | 9,00                    | 5,25                   | 43,75       | 38,30   | 50,93    |
| 2      | 21,00                   | 5,25                   | 43,75       | 41,47   | 62,41    |
| 3      | 9,00                    | 9,75                   | 43,75       | 40,87   | 56,59    |
| 4      | 21,00                   | 9,75                   | 43,75       | 43,85   | 73,37    |
| 5      | 9,00                    | 5,25                   | 93,75       | 36,19   | 43,57    |
| 6      | 21,00                   | 5,25                   | 93,75       | 47,70   | 60,71    |
| 7      | 9,00                    | 9,75                   | 93,75       | 41,40   | 56,35    |
| 8      | 21,00                   | 9,75                   | 93,75       | 49,05   | 71,33    |
| 9      | 4,92                    | 7,5                    | 68,75       | 22,79   | 28,83    |
| 10     | 25,08                   | 7,5                    | 68,75       | 49,77   | 64,60    |
| 11     | 15,00                   | 3,72                   | 68,75       | 20,54   | 51,45    |
| 12     | 15,00                   | 11,28                  | 68,75       | 46,28   | 57,75    |
| 13     | 15,00                   | 7,5                    | 26,75       | 40,82   | 65,03    |
| 14     | 15,00                   | 7,5                    | 110,75      | 47,70   | 66,26    |
| 15     | 15,00                   | 7,5                    | 68,75       | 43,36   | 63,83    |
| 16     | 15,00                   | 7,5                    | 68,75       | 43,44   | 62,00    |
| 17     | 15,00                   | 7,5                    | 68,75       | 46,18   | 63,03    |
| 18     | 15,00                   | 7,5                    | 68,75       | 46,18   | 60,67    |

Observa-se que o tempo de hidrólise de 24 horas apresenta para todos os ensaios uma maior eficiência na fragmentação das penas sendo este um requisito que já pode ser adotado como parâmetro. Para eficiência e manejo do processo proposto, o tempo de 24 horas pode ser considerado um período de fácil manejo para aplicação em campo.

A desfragmentação é bastante perceptível após o período relatado, sendo que somente a parte do cálcio e da raque permanece aparentemente íntegra enquanto a parte do vexilo está parcialmente em suspensão e parcialmente solubilizada na solução (Figura 1).

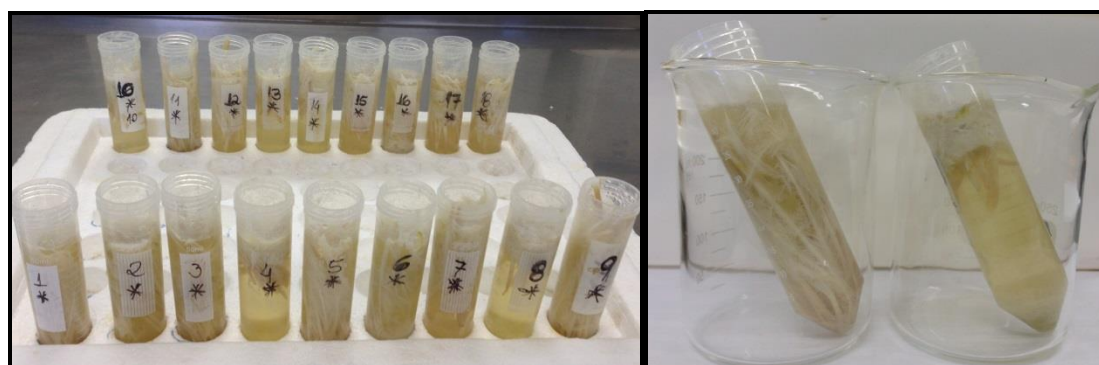


FIGURA 1. Matéria fragmentada após 24 horas.

A análise das superfícies de resposta obtidas permite visualizar os efeitos combinados das variáveis estudadas. Para a combinação de mamão e sulfito de sódio é possível observar uma zona de ação de ambos com melhor resposta enquanto que para combinação de ureia e sulfito de sódio se observa um efeito positivo somente com concentrações mais elevadas de sulfito de sódio. Esse mesmo efeito pode ser observado para a combinação de mamão com ureia (Figura 2).

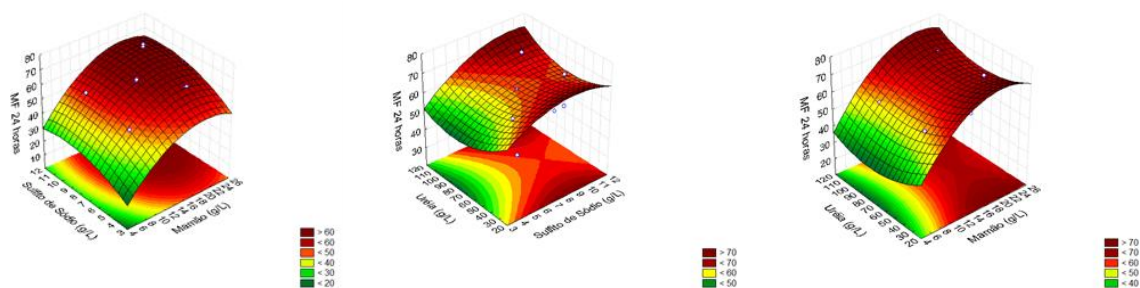


FIGURA 2. Superfícies de resposta para a obtenção de matéria fragmentada em 24 horas: interação entre SS x MM, U x SS e U x MM.

A observação destes resultados juntamente com a obtenção e utilização do modelo matemático construído a partir das superfícies fornece informação essencialmente úteis para aplicação prática da técnica. O que permite levar em consideração para uso a campo de melhores relações de reagentes para obtenção de eficiência, ao mesmo tempo em que pode ser avaliados parâmetros de custo para estabelecimento de melhor relação custo-benefício do sistema como um todo. As melhores condições de acordo com o modelo são apresentadas na Tabela 3.

TABELA 3. Máxima resposta para matéria fragmentada (%) de penas obtido com sulfitólise e mamão.

| Tempo (horas) | Mamão (g/L) | Sulfito de Sódio (g/L) | Ureia (g/L) | Matéria fragmentada (%) |
|---------------|-------------|------------------------|-------------|-------------------------|
| 6             | 20,04       | 8,91                   | 36,45       | 46,00                   |
| 24            | 20,92       | 9,90                   | 64,47       | 68,57                   |

O efeito da concentração da ureia ao longo do tempo da hidrólise é visivelmente impactante de acordo com os dados observados e este é um dos fatores que deverá ser devidamente considerado para o escalonamento do processo.

**CONCLUSÕES:** De acordo com os resultados obtidos em escala laboratorial, a degradação das penas de frango demonstrou ser efetiva pelo processo estudado, com elevado potencial para aplicação a campo tanto em novas tecnologias para tratamento de carcaças de frango integras quanto para resíduos de penas de abatedouros tendo como resultado um produto com valor agregado.

## REFERÊNCIAS:

- ARRUDA, M. N. Extração, caracterização e modificação química da queratina extraída das penas de frango. 2010. Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em tecnologia químico-farmacêutica, USP, São Paulo, SP, 88 p.
- LÓPEZ-COELLO, C., ARCE, J., ÁVILA, E., RUIZ-LÓPEZ, B. The relationship between 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid (HMB) and D, L-methionine (DLM) supplementation and broiler feathering and performance (Abstract). Poultry Science, v. 74 (Supplement 1): p.65, 1994
- NASCIMENTO, A. H. Determinação do valor nutritivo da farinha de vísceras e da farinha de penas para aves, utilizando diferentes metodologias. 2000. Tese de doutorado, UFV, Viçosa, MG, 106 p.
- ONIFADE, A. A. A Potentials for biotechnological applications of keratin-degrading microorganisms and their enzymes for nutritional improvement of 40 feathers and other keratins as livestock feed resources. Bioresource Technology. v. 66, p.1-11. 1998.