



**XXVIII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS**  
**SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2024**

Aplicação de enzimas na extração e clarificação de sucos obtidos de frutas  
do semiárido nordestino.

**Maria Gabryelle Sampaio Dias<sup>1</sup>; Sandra Aparecida de Assis Rodowanski<sup>2</sup>**

1. Bolsista – Modalidade Bolsa/PVIC, Graduando em Nome do Curso, Universidade Estadual de Feira de Santana,  
e-mail: mariagabryelle2009@gmail.com
2. Orientador, Departamento de nome, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: sandraassis@uefs.br

**PALAVRAS-CHAVE:** Enzimas; Clarificação; Extração.

## **INTRODUÇÃO**

O suco de fruta é uma suspensão coloidal cuja viscosidade está relacionada à presença de polissacarídeos complexos como celulose e pectina, encontrados na parede celular das plantas (Sharma *et al.*, 2014). Durante a produção de sucos, as indústrias enfrentam desafios relacionados à filtração e clarificação devido a esses materiais. O uso de enzimas, como pectinases e celulases, tornou-se comum otimizando as características físico-químicas dos sucos e aumentando a produtividade (Sharma *et al.*, 2017) pois as enzimas apresentam alta eficiência, seletividade, especificidade e baixa toxicidade (Shahrestani *et al.*, 2016). A aplicação de enzimas em processos agroindustriais pode aumentar rendimentos, reduzir desperdício, diminuir os resíduos e custos de tratamento. Para a produção de sucos, especialmente em regiões com alta produção de frutas, como o semiárido nordestino, o uso de enzimas é fundamental.

## **METODOLOGIA**

A fruta escolhida para a aplicação das enzimas foi o umbu (*Spondias tuberosas*), obtido em feiras da cidade de Feira de Santana, Bahia, Brasil. O suco foi processado com a fruta, sem caroço, o suco foi pasteurizado a 85°C em banho-maria por 5 minutos e resfriado a 45°C. A quantidade de enzima a ser aplicada na extração e clarificação foi determinada de acordo com planejamento Doehlert, codificado por duas variáveis, a concentração de enzima (% v/v) e o tempo (minutos) de incubação, avaliados através da taxa de redução da viscosidade (%) e o rendimento, em relação ao controle, como resposta experimental (Santana, *et al.*, 2022).

Na extração foi utilizada a enzima comercial celulase *Sigma* (*Sigma-Aldrich*, São Paulo, Brasil), (0,4 %, 1,0 %, 0,1 %, 1,3 % e 0,7 %) nas amostras (1 e 5), (2 e 6), (3), (4) e (7, 8 e 9), incubadas a 50° C sob agitação de 150 rpm, em um tempo de 40, 80 e 120 minutos nas amostras (1 e 6), (3, 4, 7, 8 e 9) e (2 e 5). Após, mantidas em banho de gelo, pesadas e centrifugadas por 15 minutos a 4°C e 9000 rpm e o suco filtrado e pesado para cálculo do rendimento.

Para a clarificação foram aplicadas concentrações de 1%, 2%, 3%, 4% e 5% do volume total, de enzima comercial Pectinase obtida por *Aspergillus* (*Sigma-Aldrich*, São Paulo,

Brasil) nas amostras (1), (2 e 3), (4, 5 e 6), (7 e 8) e 9, incubadas a 150 rpm a 50 °C, nos tempos 60, 120 e 180 minutos, (1, 4, 5, 6 e 9), (2 e 7) e (3 e 8), respectivamente. A análise estatística dos dados experimentais foi realizada através do programa Statistica 7 (STATSOFT 2007). As amostras (*Spondias tuberosas*) tratadas e não tratada (controle) com a solução de enzima comercial de Pectinase foram utilizadas para ensaios físico-químicos (Brix°, acidez titulável, pH, açúcar redutor e clarificação) segundo metodologia descrita por (Santana et al., 2022).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados na tabela 1 o tempo de incubação foi o fator mais significativo para o aumento do rendimento, devido a um maior tempo de interação entre a celulose e a enzima, que leva a liberação de mais suco e aumento do rendimento da extração, como nas amostras 2 e 6, ambas apresentam a mesma quantidade de enzima e tempos diferentes, onde o tempo é determinante para o menor rendimento, o mesmo nas amostras 1 e 5 (Sharma, et al., 2017).

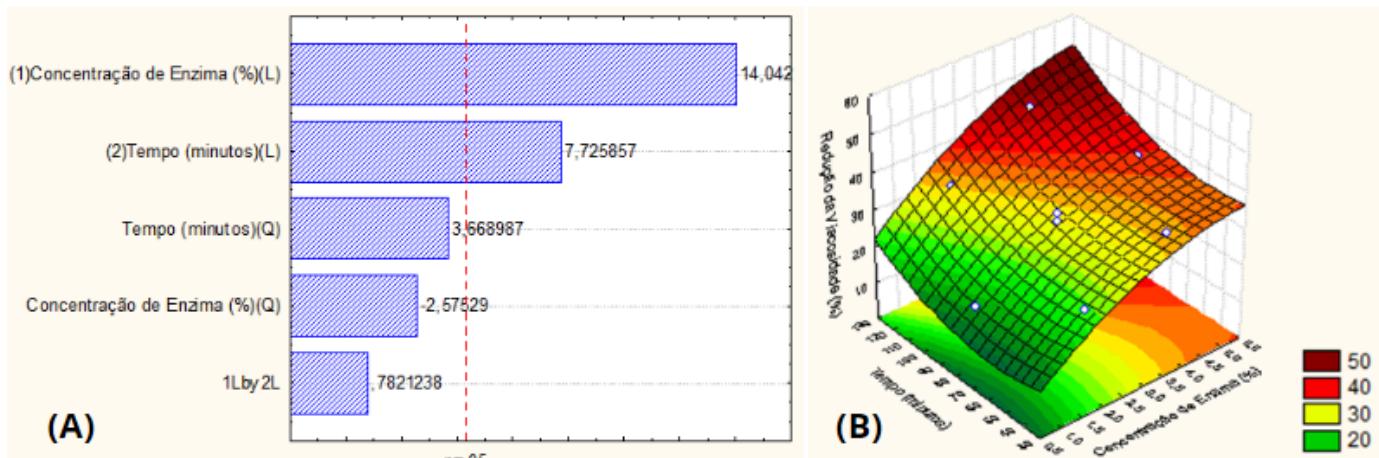
Tabela 1 - Dados da extração do suco de umbu pela enzima celulase comercial Sigma.

| Amostras | Enzima (ml) | Tempo (min) | Rendimento (%) |
|----------|-------------|-------------|----------------|
| 1        | 0,4         | 40          | 3.24           |
| 2        | 1,0         | 120         | 8.27           |
| 3        | 0,1         | 80          | 4.25           |
| 4        | 1,3         | 80          | 7.76           |
| 5        | 0,4         | 120         | 6.85           |
| 6        | 1,0         | 40          | 0.62           |
| 7        | 0,7         | 80          | 5.64           |
| 8        | 0,7         | 80          | 6.51           |
| 9        | 0,7         | 80          | 7.73           |

Após o tratamento com a pectinase a viscosidade foi reduzida, tabela 2, principalmente nas amostras 6, 8 e 9, isso ocorre devido a hidrólise da pectina. A adição de pectinases na clarificação aumenta a liberação de açúcares e sólidos solúveis, diminuindo a viscosidade (Santana, et al., 2022). Para a redução da viscosidade a concentração enzimática foi o fator mais influente, pode ser representado na comparação das amostras 2 e 3, e 7 e 8, onde a diferença da redução da viscosidade não é expressiva, quando comparada com as amostras 1, 4, 5, 6 e 9.

A propriedade de clareza do suco, avaliada pela absorbância, diminuiu após a aplicação da enzima, em relação ao controle, especialmente as amostras 5, 8 e 9. O aumento da clareza está relacionado à ação enzimática que leva a exposição da parte da proteína carregada positivamente, reduzindo a repulsão eletrostática entre partículas de suco, que faz com que elas se agreguem em partículas maiores e sedimentem, aumentando o grau de absorbância medido (Sin et al., 2006).

**Figura 1 - Gráfico de Pareto (A) e Gráfico de superfície (B) para a análise da redução de viscosidade.**



O gráfico de pareto, Figura 1 (A), com nível de confiança de 95%, o valor presente indica que a concentração linear da enzima (L) é um fator relevante no processo, sendo o fator que mais influencia a redução da viscosidade. O valor positivo da relação quadrática (Q) da enzima sugere que o efeito da concentração da enzima tem um impacto desejado sobre o resultado. O tempo também possui um valor significativo, mas menor, o que pode concluir que o valor negativo da relação quadrática do tempo implica em um impacto negativo do aumento no tempo de incubação no resultado. A relação entre as variáveis, (1Lby2L) indica uma interação positiva, porém não significativa. Os dados obtidos geraram uma superfície de resposta, Figura 1 (B), representa o efeito da interação entre as variáveis independentes, concentração (%) e tempo (minutos), sendo a resposta a redução de viscosidade (%).

**Tabela 2 - Propriedades fisico-químicas do suco de umbu clarificado com enzima comercial pectinase.**

| Amostra  | Clarezza<br>(660 nm) | Sólidos<br>solúveis<br>(°Brix) | pH        | Acidez<br>titulável<br>(%) | Açúcar redutor<br>(mg/ mL) | Redução<br>viscosidade (%) |
|----------|----------------------|--------------------------------|-----------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Controle | 0,62±0,01            | 6,0±0,01                       | 2,45±0,01 | 13,37±0,46                 | 0,83±0,12                  | 0,82±0,04                  |
| 1        | 0,59±0,01            | 6,1±0,01                       | 2,46±0,01 | 13,57±0,40                 | 0,86±0,11                  | 11.42                      |
| 2        | 0,37±0,01            | 6,1±0,01                       | 2,45±0,01 | 13,47±0,17                 | 0,81±0,16                  | 31.46                      |
| 3        | 0,31±0,02            | 6,3±0,20                       | 2,46±0,02 | 14,35±0,12                 | 0,82±0,04                  | 32.46                      |
| 4        | 0,23±0,02            | 6,1±0,00                       | 2,46±0,01 | 14,07±0,26                 | 0,82±0,07                  | 43.29                      |
| 5        | 0,19±0,00            | 6,1±0,01                       | 2,45±0,02 | 15,13±0,45                 | 0,87±0,01                  | 43.29                      |
| 6        | 0,40±0,02            | 6,2±0,10                       | 2,37±0,01 | 14,20±0,26                 | 0,89±0,02                  | 59.92                      |
| 7        | 0,30±0,01            | 6,1±0,10                       | 2,45±0,01 | 13,47±0,26                 | 0,90±0,06                  | 46.09                      |
| 8        | 0,14±0,01            | 6,0±0,06                       | 2,44±0,01 | 13,95±0,20                 | 0,81±0,01                  | 50.10                      |

|   |           |          |           |            |           |       |
|---|-----------|----------|-----------|------------|-----------|-------|
| 9 | 0,20±0,01 | 6,1±0,08 | 2,42±0,01 | 14,23±0,16 | 0,84±0,02 | 46,49 |
|---|-----------|----------|-----------|------------|-----------|-------|

Como citado anteriormente, a pectinase aumenta a liberação de açúcares e sólidos solúveis. O aumento de STT e açúcar redutores então, após a aplicação enzimática, está relacionado a uma maior degradação do tecido vegetal, como exemplificado nos resultados da tabela 1. A acidez titulável para o suco tratado aumentou e não houve alteração expressiva do pH em relação ao controle. Ao utilizar enzimas pectinolíticas comerciais, é relatado um aumento na acidez titulável, esse aumento pode estar relacionado à presença de pectinases, como a pectinesterase e a poligalacturonase. Essas enzimas ajudam a promover a hidrólise da pectina e a liberação de ácidos carboxílicos e ácidos galacturônicos, o que causa um aumento da acidez total (Santana, *et al.*, 2022).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de enzimas na produção de suco de umbu demonstrou eficácia significativa na otimização do rendimento e na clarificação do suco. A celulase aumentou a extração do suco e rendimento, enquanto a pectinase melhorou a viscosidade e clarezas. Esses resultados destacam o potencial do uso de enzimas para aprimorar a produção de sucos em regiões semiáridas. A sua implementação pode contribuir para avanços no processamento de frutas e valorização de resíduos agroindustriais.

## REFERÊNCIAS

- SIN H. N., *et al.* Otimização da clarificação enzimática do suco de sapoti usando metodologia de superfície de resposta. *J Food Eng.* v. 73, p. 313-319, 2006. Disponível: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0260877405000750?via%3Dihub>. Acesso em: 17 jun. 2024.
- SHARMA, H. P., *et al.* "Enzymatic extraction and clarification of juice from various fruits—a review." *Trends Post Harvest Technol.* v. 2, n. 1, p. 1-14, 2014. Disponível em: [https://web.archive.org/web/20170809042008id\\_/http://jakraya.com/journal/pdf/2-tphta rticle\\_1.pdf](https://web.archive.org/web/20170809042008id_/http://jakraya.com/journal/pdf/2-tphta rticle_1.pdf). Acesso em: 05 Dez. 2023.
- SHARMA, H. P., *et al.* Enzymatic added extraction and clarification of fruit juices—A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 57, n. 6, p. 1215–1227, 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10408398.2014.977434#abstract>. Acesso em: 30 jul. 2024.
- SANTANA, M., *et al.* Melhoramento da qualidade do suco de goiaba (*Psidium guajava*) utilizando extratos multienzimáticos brutos obtidos de leveduras. *IUBMB JOURNALS*, v. 70, n. 3, p. 1310–1319, 2022. Disponível em: <https://iubmb.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bab.2441>. Acesso em: 27 maio 2024.
- SHAHRESTANI, H. *et al.*. Enzymatic clarification of fruit juices using xylanase immobilized on 1, 3, 5-triazine-functionalized silica-encapsulated magnetic nanoparticles. *Biochemical engineering journal*, v. 109, p. 51-58, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1369703X15301285>. Acesso 30 jul. 2024.
- SHARMA H. P., *et al.*. Enzymatic added extraction and clarification of fruit juices—A review. *Crit Rev Food Sci Nutr*, v. 57, n. 6, p. 1215-1227, 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26731188/>. Acesso em: 10 set. 2024.