



UNICAMP

# AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE SPRAY DRYER PARA EXTRATO DE INULINA DE RAÍZES DE CHICÓRIA



Faculdade de Engenharia Agrícola Unicamp

Bruno Silva Oliveira<sup>1</sup>, Prof. Dr. Rafael Augustus de Oliveira<sup>2</sup>, Prof. Dr. Kil Jin Park<sup>3</sup>,  
Faculdade de Engenharia Agrícola (FEAGRI/ UNICAMP). Cidade Universitária “Zeferino Vaz”. Campinas – SP.

1. Aluno de graduação da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP – e-mail: bruno.oliveira@feagri.unicamp.br

2. Professor Doutor da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP (Co-orientador)

3. Professor Titular da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP (Orientador)

Palavras-chave: Atomização – Rendimento – Eficiência Térmica

Órgão de Fomento: CNPq

## Introdução

A inulina é um carboidrato de reserva presente em diversos produtos vegetais, formado por uma cadeia de moléculas de frutose e uma molécula de glicose terminal. Dentre os vegetais que produzem a inulina, destacam-se as raízes de chicória (*Cichorium intybus* L.) e de alcachofra de Jerusalém (*Helianthus tuberosus*).

Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho do spray dryer na obtenção de inulina em pó por atomização, utilizando extrato concentrado de raízes de chicória, com determinada concentração de sólidos solúveis (°Brix) do extrato. As variáveis controladas nos experimentos foram o fluxo de ar comprimido na entrada do secador, o fluxo de ar do aspirador e a temperatura do ar de entrada do secador.

Foi realizado um planejamento experimental fatorial 2<sup>3</sup> com três pontos centrais. O desempenho do spray dryer foi avaliado por meio da determinação do rendimento do produto, dos resíduos e da perda e por meio da determinação da eficiência térmica do processo.

## Material e Métodos

• **Extrato de raízes de chicória:** o extrato concentrado de raízes de chicória utilizado foi estudado com a concentração 12° Brix.

• **Secagem em spray dryer:** O extrato de raízes de chicória foi submetido a secagem no mini-spray dryer BUCHI, modelo B191. A Figura 1 mostra o mini-spray dryer utilizado.

A velocidade da bomba peristáltica foi mantida a 5% de sua capacidade máxima, e a amostra foi mantida a temperatura próxima a 25 °C. A temperatura de saída depende dos outros parâmetros, sendo apenas monitorada.

As melhores condições de secagem foram determinadas de acordo com o efeito das variáveis independentes sobre a eficiência global e eficiência térmica do produto, utilizando as equações (1) e (2):

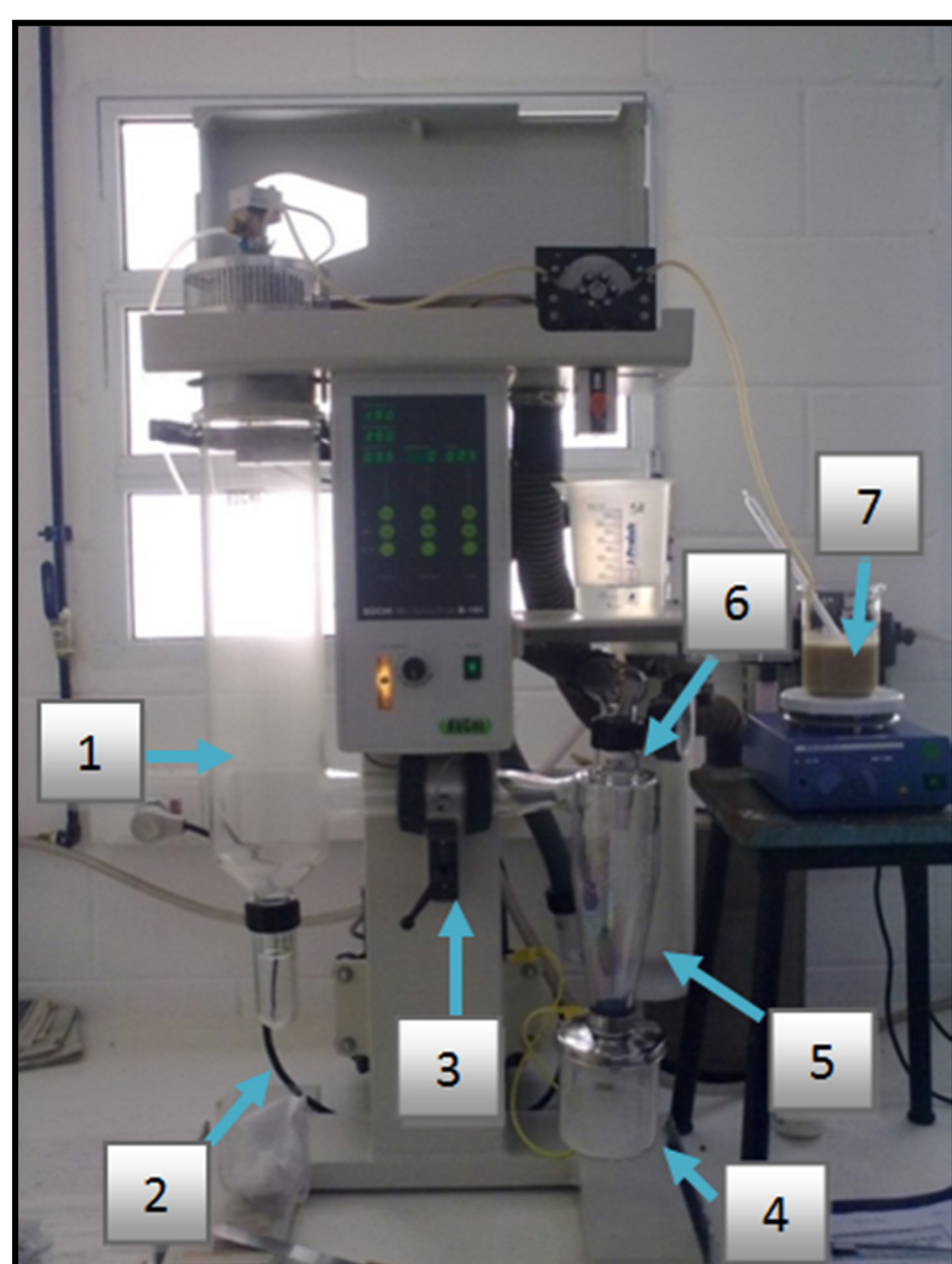


Figura 1: mini-spray dryer. 1-coluna; 2-coletor secundário; 3-junção; 4-coletor principal, 5-ciclone; 6-cotovelo; 7-extrato concentrado utilizado.

$$\eta_{\text{thermal}} = \frac{T_{\text{inlet}} - T_{\text{outlet}}}{T_{\text{inlet}} - T_{\text{room}}} \times 100 \quad (1)$$

$$\eta_{\text{product}} = \frac{DM_{\text{product}}}{DM_{\text{feed}}} \times 100 \quad (2)$$

Para a concentração Brix utilizada, foram realizados 11 experimentos, dos quais três eram pontos centrais nas faixas de operação do mini-spray dryer.

As variáveis independentes estão na Tabela 1, com os valores de operação utilizados:

Tabela 1: Valores de operação utilizados.

| Variáveis            | Mínimo (-1) | Central (0) | Máximo (1) |
|----------------------|-------------|-------------|------------|
| T. Entrada (°C) Ti   | 150         | 175         | 190        |
| Aspirador (%) Vd     | 60          | 75          | 90         |
| Entrada ar (NI/h) Vc | 500         | 600         | 700        |

## Resultados e Discussão

Os valores médios de temperatura de saída e ambiente e a eficiência térmica estão na Tabela 2:

| Teste | T <sub>inlet</sub> | Vc | Vd | T <sub>outlet</sub> (°C) | T <sub>room</sub> (°C) | η <sub>thermal</sub> |
|-------|--------------------|----|----|--------------------------|------------------------|----------------------|
| 1     | 1                  | 1  | 1  | 109.23                   | 27.46                  | 0.4967               |
| 2     | 1                  | 1  | -1 | 109.80                   | 26.70                  | 0.4905               |
| 3     | 1                  | -1 | 1  | 119.69                   | 29.38                  | 0.4375               |
| 4     | 1                  | -1 | -1 | 118.44                   | 30.94                  | 0.4499               |
| 5     | -1                 | 1  | 1  | 91.13                    | 25.25                  | 0.4704               |
| 6     | -1                 | 1  | -1 | 51.93                    | 27.97                  | 0.8025               |
| 7     | -1                 | -1 | 1  | 88.54                    | 27.85                  | 0.5028               |
| 8     | -1                 | -1 | -1 | 92.07                    | 26.86                  | 0.4701               |
| 9     | 0                  | 0  | 0  | 105.23                   | 28.00                  | 0.4558               |
| 10    | 0                  | 0  | 0  | 116.22                   | 28.22                  | 0.3783               |
| 11    | 0                  | 0  | 0  | 101.69                   | 26.38                  | 0.4756               |

O maior valor de eficiência térmica ocorreu com os mínimos de temperatura de entrada e fluxo do aspirador. A Figura 2 mostra o efeito das variáveis independentes na eficiência térmica.

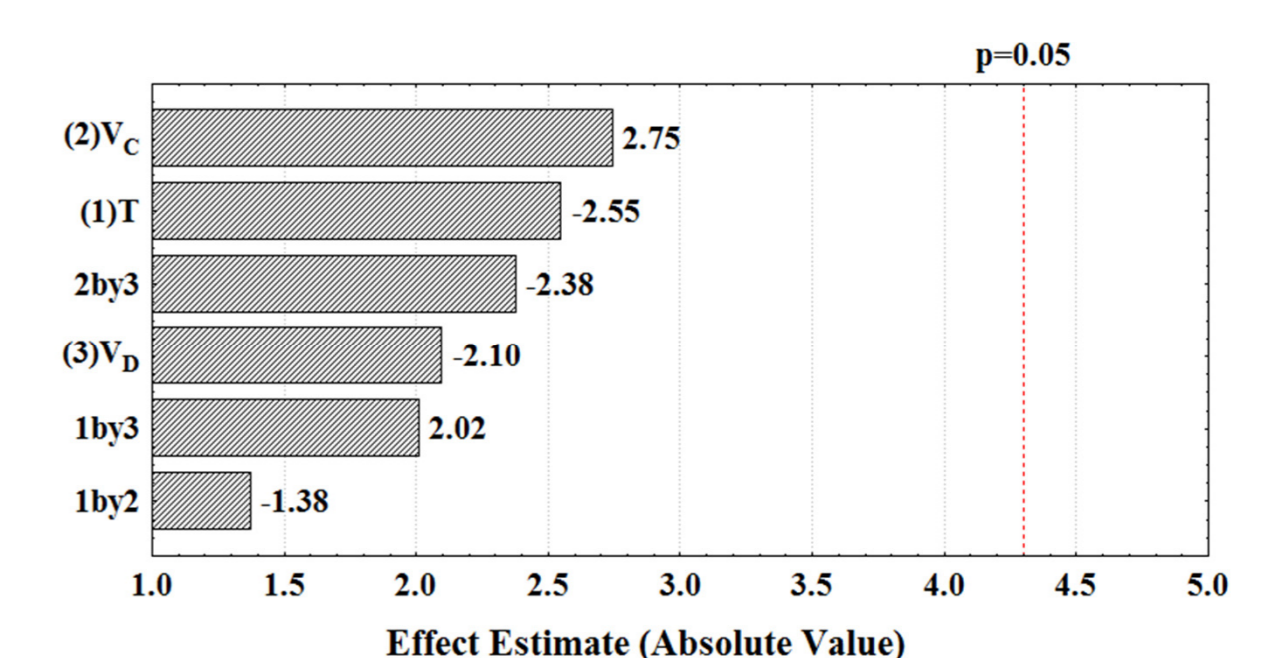


Figura 2: Diagrama de Pareto do efeito das variáveis independentes sobre a eficiência térmica

| Teste | T <sub>inlet</sub> | Vc | Vd | η <sub>product</sub> | η <sub>residue</sub> | η <sub>loss</sub> |
|-------|--------------------|----|----|----------------------|----------------------|-------------------|
| 1     | 1                  | 1  | 1  | 0.4823               | 0.3983               | 0.1193            |
| 2     | 1                  | 1  | -1 | 0.4221               | 0.2901               | 0.2878            |
| 3     | 1                  | -1 | 1  | 0.4129               | 0.3712               | 0.2159            |
| 4     | 1                  | -1 | -1 | 0.4926               | 0.3195               | 0.1880            |
| 5     | -1                 | 1  | 1  | 0.2690               | 0.4448               | 0.2862            |
| 6     | -1                 | 1  | -1 | 0.2033               | 0.6372               | 0.1594            |
| 7     | -1                 | -1 | 1  | 0.4480               | 0.3806               | 0.1714            |
| 8     | -1                 | -1 | -1 | 0.5193               | 0.3025               | 0.1782            |
| 9     | 0                  | 0  | 0  | 0.3429               | 0.4541               | 0.2030            |
| 10    | 0                  | 0  | 0  | 0.3852               | 0.2930               | 0.3219            |
| 11    | 0                  | 0  | 0  | 0.3607               | 0.4232               | 0.2161            |

A Tabela 3 mostra os resultados de rendimento do produto, dos resíduos e da perda para cada teste realizado. O melhor rendimento do produto foi obtido quando as variáveis estavam em seu valor mínimo, sendo 51,93%. Quando a temperatura de entrada era máxima e o fluxo do ar de entrada e o aspirador eram mínimos, obteve-se 49,26% de rendimento do produto.

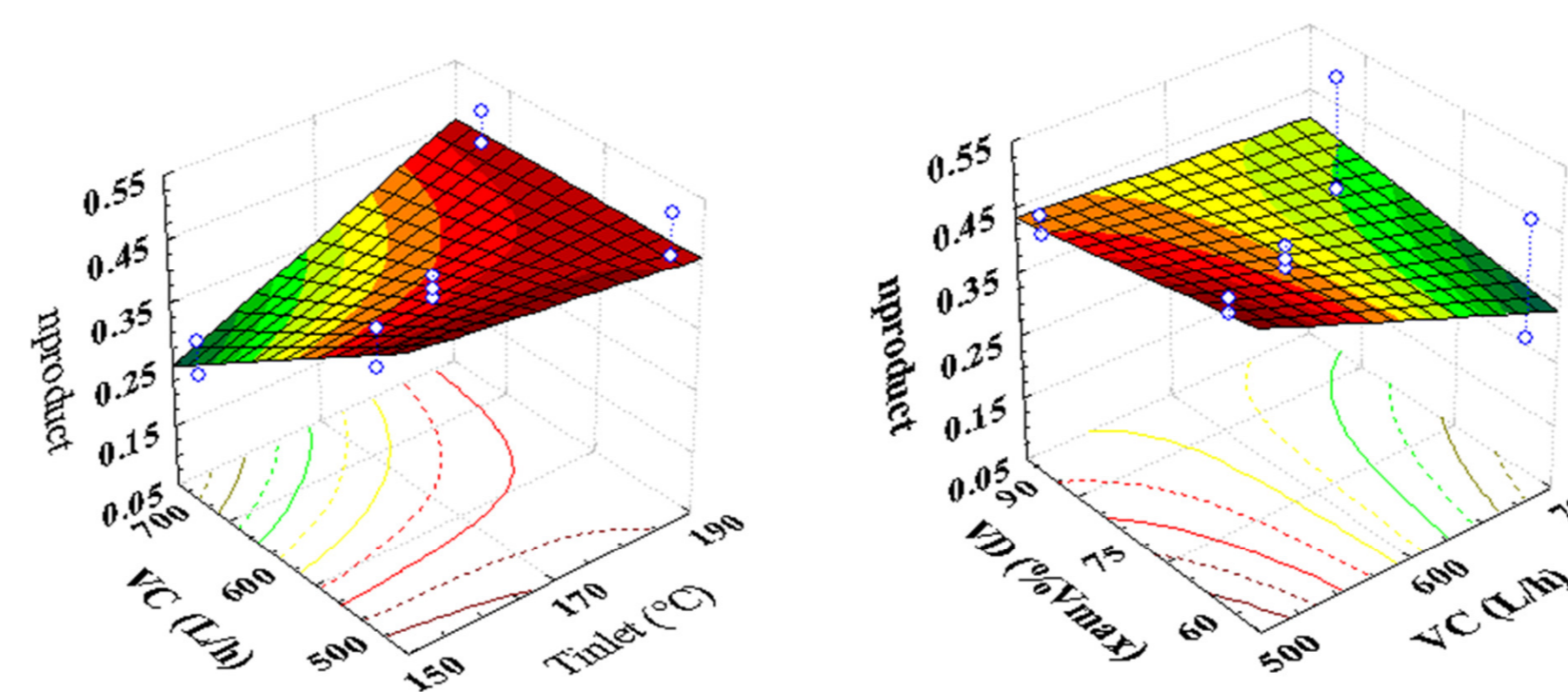


Figura 3: Superfície de resposta do rendimento do produto em função da temperatura de entrada e fluxo de ar de entrada

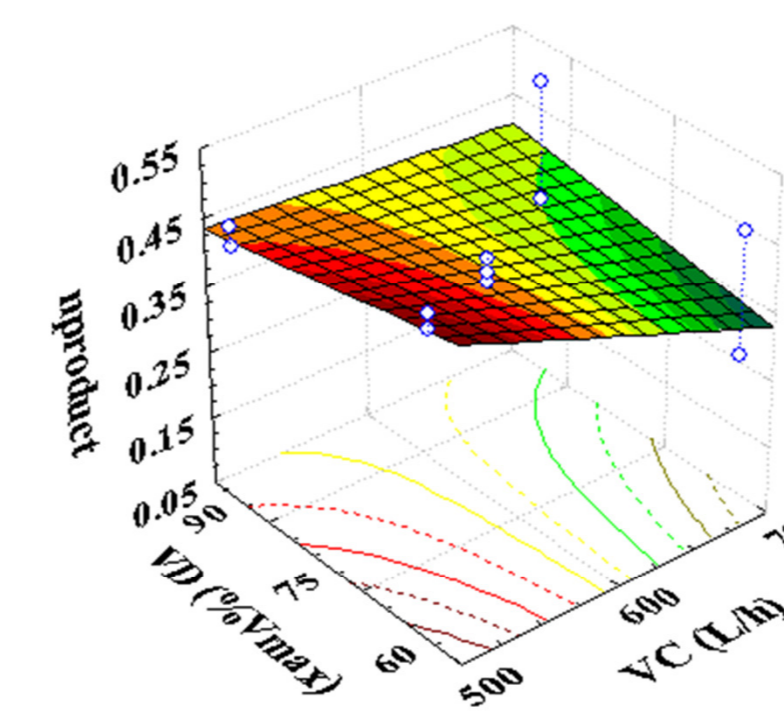


Figura 4: Superfície de resposta do rendimento do produto em função do fluxo de ar de entrada e do aspirador

A Figura 3 mostra que o aumento de temperatura do ar de entrada combinado com os menores fluxos de ar de entrada favorecem a secagem, resultando em melhores rendimentos.

A Figura 4 mostra que o rendimento do produto é favorecido quando se tem os menores fluxos de ar de entrada e no aspirador, dentro da faixa estudada.

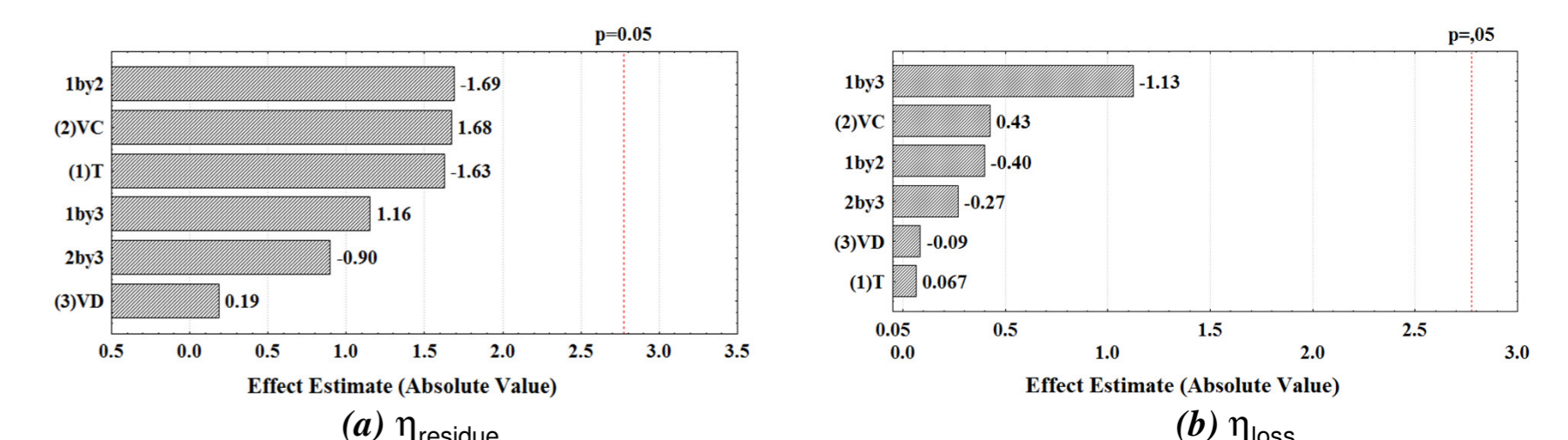


Figura 5: Diagramas de Pareto do efeito das variáveis independentes no rendimento dos resíduos (a) e da perdas (b).

A Figura 5 mostra os diagramas de Pareto para o rendimento dos resíduos e da perda.

## Conclusões

Os resultados obtidos apontam que a configuração das variáveis independentes no mini-spray dryer que possibilitam as melhores condições de secagem é a que combina a maior temperatura de entrada do ar com os menores fluxos de ar na entrada e no aspirador. Essa configuração forneceu melhores rendimentos de produto com menores quantidades de produto aderido às paredes do secador.