



## UTILIZAÇÃO DE ESCOVAS COM RELEVO HELICOIDAL EM UNIDADE DE BENEFICIAMENTO: AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE LIMPEZA E TEMPO DE ESCOVAÇÃO

*L.G.P. Carmelo<sup>1</sup>, M.D. Ferreira<sup>2</sup>*

(1) Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Washington Luís, km 235, SP 310, 13565-905, São Carlos, SP,  
gugapaulino@gmail.com

(2) Embrapa Instrumentação, Rua XV de Novembro, 1452, 13560-970, São Carlos, SP,  
marcos.david@embrapa.br

**Resumo:** O presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de limpeza e tempo de escovação de novos roletes de escovas com relevo helicoidal aplicados em uma unidade móvel de beneficiamento. Os resultados mostraram que este tipo de escova causa pouca influência na eficiência de limpeza da unidade de beneficiamento, sendo mais eficiente quando utilizada a 150 rpm. As escovas com relevo helicoidal auxiliaram no processo de beneficiamento, diminuindo o tempo total do processo.

**Palavras-chave:** unidade de beneficiamento, escovação, eficiência de limpeza.

### **USE OF BRUSHES WITH HELICAL RELIEF ON PACKINGLINE UNIT: EVALUATION OF CLEANING EFFICIENCY AND BRUSHING SPEED**

**Abstract:** The goal of this work was to evaluate the cleaning efficiency and brushing time of new brush rollers with helical relief applied in a mobile packingline unit. According to the results, this brush type causes little effect on cleaning efficiency of the processing unit, being more effective when used at 150 rpm. Brushes with helical relief helped the beneficiation process, decreasing the total process time.

**Keywords:** packingline, brushing, cleaning efficiency.

## 1. Introdução

O beneficiamento é uma prática bastante frequente na cadeia produtiva de frutas e hortaliças. Podendo ser realizado no campo ou em unidades de beneficiamento (BRAUNBECK, 2008), para vários produtos é indicado o processo de escovação (FERREIRA, 2008). Durante o beneficiamento, espera-se que a escovação promova uma limpeza eficiente em tempo hábil sem, todavia, ocasionar danos às frutas e hortaliças, como injúrias internas, externas e deformações. Desta forma, o desenvolvimento de tipos e configurações de roletes de escovas de beneficiamento que permitam uma escovação adequada são desejáveis, uma vez que podem ajudar a otimizar esta importante etapa pós-colheita.

Estudo anterior realizado por ATARASSI et. al. (2010) indicou o potencial de utilização de rolos em helicoides para classificação de hortifrúti, com incremento da eficiência do sistema. Todavia, a associação de escovas e helicoides em ciclo tripla, visando não somente a classificação, mas também a limpeza, ainda é pouco explorada, e pode ser uma alternativa para pequenos e médios produtores de frutas e hortaliças. Nos rolos de escovação, a helicoides é confeccionada nas próprias cerdas do rolete de escovação.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência de limpeza e tempo de escovação de roletes de escovas com relevo helicoidal aplicados em uma unidade móvel de beneficiamento.

## 2. Materiais e Métodos

Para a realização dos ensaios, utilizou-se o protótipo de uma unidade móvel de beneficiamento vertical, que apresenta as etapas de escovação e de classificação por tamanho. A etapa de escovação é composta por 3 módulos de escovas, cada um com 3 roletes em ciclo tripla. A etapa de classificação por tamanho é composta por 2 roletes divergentes (Fig. 1). Durante o beneficiamento dos frutos, estes passam sequencialmente ao longo dos três módulos de escovas e, logo após, são classificados através dos roletes divergentes.

Em cada módulo de escovas, os eixos dos três roletes estão dispostos de forma triangular, onde os dois roletes inferiores funcionam como base entre a qual o fruto se desloca. O eixo superior de cada módulo auxilia na condução e na escovação dos frutos a serem beneficiados. Tradicionalmente, esta unidade de beneficiamento utiliza roletes de escovas tradicionais (sem relevo). Para este trabalho, foram confeccionados roletes de escova com

relevo helicoidal, como demonstrado na figura 1. Com a existência deste relevo, espera-se que o mesmo ajude na adequada condução dos produtos, que podem então avançar para a etapa subsequente do beneficiamento.

Rolos com cerdas com relevo helicoidal foram instalados na unidade, em três módulos com configuração distintas, a seguir: (A) escova com cerdas em relevo helicoidal posicionada em um dos roletes laterais; (B) escovas sem relevo e (C) escova com cerdas em relevo helicoidal no rolete superior (figura 1).

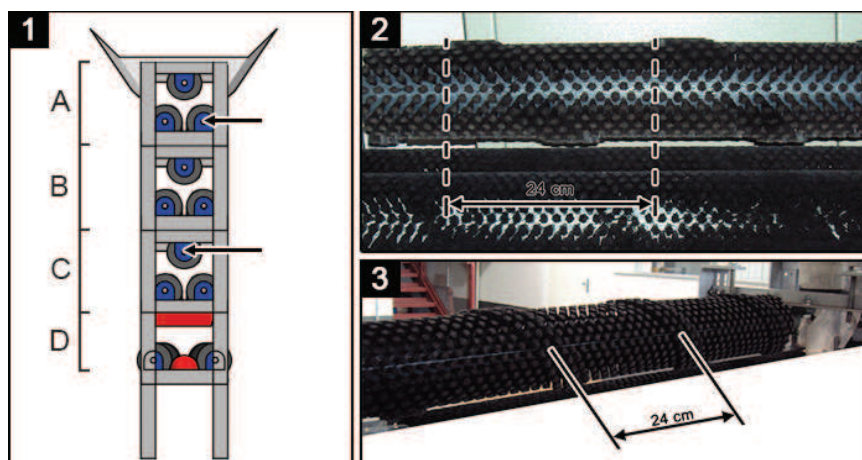


Figura 1. (1) Diagrama esquemático em vista lateral da unidade de beneficiamento vertical, destacados os três módulos de escovas (A, B e C) e os roletes de classificação por tamanho (D); as setas indicam a localização das escovas com cerdas em relevo helicoidal. (2) e (3): detalhe do relevo helicoidal confeccionado nas cerdas do rolete de escovação.

O beneficiamento foi realizado nas seguintes condições: ângulo de inclinação dos roletes em 5,7°, eixo de rotação relativa ajustado em 18,5mm e rotação das escovas em 90 ou 150 rpm. Utilizando-se estes parâmetros, as análises descritas a seguir foram realizadas individualmente para cada módulo de escovas.

### 2.1. Eficiência de limpeza

Para a avaliação da eficiência de limpeza foi utilizada metodologia adaptada de MAGALHÃES et. al. (2009). Para cada módulo de escovas, 15 esferas de borracha (com diâmetro de 69mm) pintadas com solução de taguá foram submetidas por três vezes à escovação. Após este processo, as esferas foram colocadas, separadamente, em um béquer contendo 500 mL de água destilada e esfregadas com as mãos, para a total deposição do taguá na água. Cada solução de água e taguá teve sua turbidez medida com um Turbidímetro “Hanna HI 93703”. O índice de eficácia de limpeza foi então calculada da seguinte forma:

$$IL = (T_p - T_i) / T_p \quad (1)$$

onde IL é o índice de eficácia de limpeza,  $T_p$  é a turbidez da solução de sujeira padrão (em FTU) e  $T_i$  é a turbidez da solução da amostra (em FTU).

### 2.2. Tempo total do processo de escovação

Para aferição do tempo total do processo de escovação, utilizou-se frutos de laranja, de tamanho médio entre 70-80 mm os quais tiveram a tempo total de passagem por um dos módulos de escovass (A, B ou C) medido por de um cronômetro. Foram realizados três ensaios (enumerados de 1 a 3), nos quais utilizou-se 5, 10 e 15 frutos, respectivamente. Os ensaios foram repetidos por três vezes. Quando não observada a escovação de 50% dos frutos em 1 minuto, o conjunto de rolos foi considerado como “não eficiente”.

## 3. Resultados e Discussão

### 3.1. Eficiência de limpeza

Os resultados indicam pouca influência das escovas com cerdas com relevo helicoidal na eficiência de limpeza (figura 2). Todavia, nota-se que a utilização da rotação de 150 rpm sempre apresenta maiores médias de eficiência de limpeza, quando comparado com a rotação de 90 rpm para o mesmo módulo de escovas. O conjunto de escovas “C” foi o que apresentou maior média de eficiência de limpeza, em comparação aos demais.

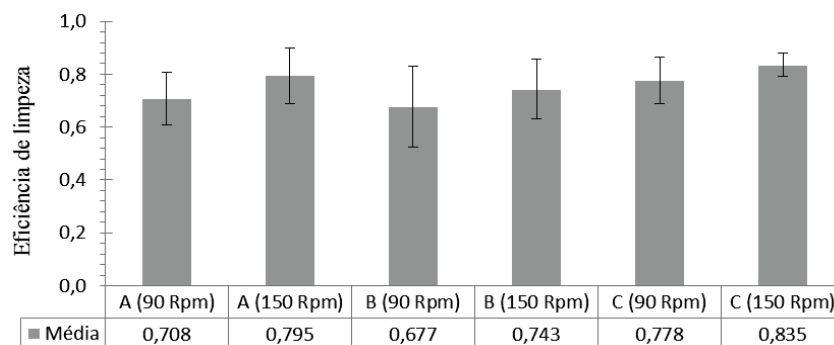


Figura 2. Eficácia de limpeza das esferas submetidas aos diferentes módulos de escovas e diferentes rotações. As barras verticais representam o desvio padrão da média.

### 3.2. Tempo total do processo de escovação

Na aferição do tempo total do processo de escovação dos frutos de laranja, foi observado que o módulo de escovas “B” apresentou travamento e deslizamento da correia da máquina, sem consequente transmissão da força - efeito da alta compressão que as cerdas das escovas exerceram sobre os frutos, neste módulo de escovas. Desta forma, não foi possível aferir o tempo do processo para este módulo.

O módulo de escovas “A” não realizou a escovação de 50% dos frutos em 1 minuto, sendo considerado como “não eficiente” em todos os ensaios. Para o módulo de escovas “C”, a média do tempo de escovação de todos os ensaios, utilizando-se 90 rpm, foi de 74,6 segundos, ao passo que utilizando-se a rotação de 150 rpm, o tempo médio foi de 39,3 segundos. Desta forma, para o módulo de escovas “C” a utilização da rotação de 150 rpm diminuiu o tempo total de escovação dos frutos em aproximadamente 48%. Para esta rotação, em que os frutos são escovados em um tempo menor, os dados de eficiência de limpeza não indicam grande decréscimo neste importante atributo relacionado à limpeza total dos frutos.

Observa-se também uma tendência na queda do tempo total de escovação com o aumento do número de frutos utilizados. Este fato se deve à própria interação entre os frutos que, quando escovados, “empurram” o fruto subsequente, desta forma aumentando a velocidade da escovação.

## 4. Conclusões

A utilização das escovas com relevo helicoidal auxiliou no beneficiamento, diminuindo o tempo de escovação sem ocasionar decréscimo na eficiência de limpeza. A utilização da rotação de 150 rpm resultou nas maiores médias de eficiência de limpeza.

Este tipo de escova apresenta-se com potencial de utilização e implementação em unidades de beneficiamento estacionárias e móveis. Novos estudos devem ser conduzidos visando o aprofundamento da técnica.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPESP processo nº 2010/51155-6 pelo apoio financeiro.

## Referências

- ATARASSI, M. E.; FERREIRA, M. D.; BRAUNBECK, O. A.; MORETTI, C. L. Avaliação de classificadora de cilindros divergentes para tomate “Carmen”. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 334-345, 2010.
- BRAUNBECK, O. A. Unidades móveis de colheita e beneficiamento de frutas e hortaliças. In: FERREIRA, M.D. (Coord.). *Colheita e beneficiamento de frutas e hortaliças*. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2008. p. 23-45.
- FERREIRA, M. D. Beneficiamento de frutas e hortaliças. In: FERREIRA, M.D. (org.). *Colheita e beneficiamento de frutas e hortaliças*. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2008. p. 47-59.
- MAGALHÃES, A.M.; FERREIRA, M.D.; MORETTI, C.L. Eficácia de limpeza durante o beneficiamento do tomate de mesa. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n.9, pp. 2431-2438, 2009.

