

METODOLOGIA PARA AVALIAR EFICIÊNCIA DE LIMPEZA PARA FRUTAS E HORTALIÇAS

ANA MARIA DE MAGALHÃES¹, MARCOS DAVID FERREIRA², MICHELE C. SILVA³.

¹Engenheira Agrícola, Mestranda da Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas – SP, e-mail: anamaria@agr.unicamp.br.

²Engenheiro Agrônomo, Professor Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas – SP, (0XX19) 3788.1028, e-mail: marcos.ferreira@agr.unicamp.br.

³Aluna de Graduação Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas-SP.

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

RESUMO: A etapa de limpeza de uma linha de beneficiamento para tomate de mesa é dividida em três etapas: lavagem, secagem e polimento. A lavagem é a principal entre estas, pois é responsável pela retirada de impurezas externas dos frutos. No entanto, há a necessidade de quantificar esta eficiência de limpeza, com isso o objetivo deste trabalho foi analisar duas metodologias (turbidímetro e colorímetro) e verificar qual das duas expressa melhor a eficiência de limpeza. Para realização dos experimentos foi desenvolvida uma sujeira sintética, a qual foi aplicada em esferas de borracha (70 mm) que simulavam tomates. Os ensaios foram realizados na etapa de limpeza do protótipo desenvolvido para o sistema UNIMAC*, com rotação de 100 rpm e vazão de água de 800 ml.min⁻¹. No turbidímetro, as esferas após passarem pelo protótipo foram lavadas com 500 ml de água e então realizou-se a leitura do número de turbidez (NTU). No colorímetro as esferas eram submetidas à limpeza em um pedaço de tecido branco e depois realizava-se a leitura do parâmetro L*. Os resultados demonstraram que o turbidímetro é mais eficaz, pois representa pequenas diferenças no teor de sujeira. Por sua vez, no colorímetro, ocorre a saturação do tecido, mesmo com a esfera ainda suja e, em alguns casos, o tecido sujava novamente as esferas, não representando a eficiência de limpeza.

PALAVRAS-CHAVE: tomate, colorímetro, turbidímetro.

METHODOLOGY TO EVALUATE EFFICIENCY OF CLEANING FOR FRUITS AND VEGETABLES

ABSTRACT: Cleaning step of a packing line for fresh market tomatoes is divided in three stages: washing, drying and polishing. Washing step is the main one, and it is responsible for removing external impurities of the fruits. However, it is the necessity to quantify the efficiency of cleaning. The goal of this work was to analyze two methodologies (turbidimeter and colorimeter) verifying which one of those represents better cleaning efficiency. To perform the experiments a synthetic dirt was developed, which was applied in rubber spheres (70 mm) simulating tomatoes. The assay was developed in a packing line prototype developed to UNIMAC* system, with rotation of 100 rpm and water outflow of 800 ml.min⁻¹. For the turbidimeter methodology, the spheres after pass in the prototype were washed with 500 ml of water and then carried through the reading of the turbidez number (NTU). For the colorimeter the spheres were submitted for cleaning in a white fabric piece and later it was carried through the reading of the parameter L*. The results demonstrated that turbidimeter is more efficient, and it represents small differences in the dirt amount. At the colorimeter methodology occurred the saturation of the cloth tissue, with the sphere still dirty, and in some cases the cloth tissue dirtied the spheres, not representing the cleaning efficiency.

KEYWORDS: tomatoes, colorimeter, turbidimeter.

INTRODUÇÃO: A limpeza de frutas e hortaliças é realizada por razões sanitárias, para eliminação de sujeiras provenientes do campo de produção e resíduos tóxicos de defensivos agrícolas, os quais mesmo em baixas concentrações podem causar intoxicações. Assim é necessária a remoção destes

antes da classificação e embalagem (PELEG, 1985). Durante o processo de lavagem os frutos passam por uma série de escovas rotativas que transportam e friccionam os frutos, os quais são submetidos a jatos de água constantes. Cerdas de diferentes origens (vegetal, animal e sintética) podem ser utilizadas nas escovas rotativas (PELEG, 1985). Segundo Miller et al. (2001) a utilização de escovas rotativas transversais para limpeza é praticamente universal para frutas e hortaliças, juntamente com a aplicação de algum detergente ou desinfetante. Para limpeza adequada dos frutos, em geral, recomenda-se 20 segundos de escovação, e em alguns casos até 30 segundos com rotação de 100 rpm. Franco *et al.* (2004) utilizaram o parâmetro L* do colorímetro HUNTER LAB, onde 0 significa preto e 100 branco, para avaliar a eficiência de limpeza de um equipamento nacional e verificaram que o método foi efetivo, pois os tomates que já haviam passado pelo processo de limpeza apresentaram o valor de L* mais próximo a 100 quando comparado aos tomates que não passaram pelo processo de limpeza. O turbidímetro é utilizado para determinar o valor da turbidez de soluções aquosas. Por definição, turbidez é a interferência à passagem da luz através da água, causada por partículas insolúveis de solo, matéria orgânica, microorganismos e outros materiais, que desviam e/ou absorvem os raios luminosos que penetram na água (MACEDO, 2001). Este trabalho teve como objetivo comparar as metodologias colorímetro e turbidímetro com relação à mensuração da eficiência de limpeza do protótipo desenvolvido para o sistema UNIMAC* - Unidade Móvel de Auxílio à Colheita.

MATERIAL E MÉTODOS: Os ensaios foram realizados no protótipo desenvolvido para o projeto UNIMAC (Unidade Móvel de Auxílio à Colheita) para a etapa de limpeza, composto por dois módulos de 0,75 m de comprimento e 0,50 m de largura. O primeiro módulo dispõe de 5 escovas de nylon 0,15 mm associada com o sistema de aspersão de água, o segundo é composto apenas por 5 escovas de nylon 0,15mm. Para avaliar a metodologia que melhor representa a eficiência de limpeza, inicialmente foi desenvolvida uma sujeira sintética formada pela homogeneização de polietileno de alta densidade com concentração 22,7% (Meghwax EPE 350N – Megh), têmpera guache preta (Acrilex) e carvão vegetal moído e peneirado em peneira Tyler Mesh 48, na proporção de 1:1:1. A sujeira desenvolvida foi aplicada de forma uniforme em esferas de borracha com diâmetro de 70 mm e massa de 235g e esperou-se 45 minutos para a secagem em temperatura ambiente. A massa de sujeira aplicada foi aferida por meio da diferença entre a massa da esfera antes e após a aplicação da sujeira. Após a secagem as esferas foram colocadas no protótipo com a rotação de funcionamento de 100 rpm, com a vazão de água de lavagem de 800 ml.min⁻¹ e com a duração de 1 minuto, divididos em duas etapas de 30 segundos para cada módulo. Cada ensaio foi realizado três vezes, totalizando 30 esferas para cada metodologia estudada. A avaliação da eficiência de limpeza foi realizada através de análises de água por meio do turbidímetro HACH 2100AN e análises de cor por meio do colorímetro Minolta Hunter Lab, para escala CIELAB (L*, a* , b*) (Franco *et al.* 2004, 2005). No ensaio de avaliação do turbidímetro, após passarem pelo protótipo cada esfera foi lavada com 500 ml de água destilada e realizou-se a leitura do número de turbidez (NTU), que é crescente com o aumento da turbidez. Para avaliar a eficiência de limpeza inicialmente realizou a leitura no turbidímetro de uma esfera totalmente suja, ou seja, que não passou no protótipo, que foi considerada 100% sujo. A eficiência foi calculada pela equação 1 e dada em porcentagem.

$$\text{Eficiência de limpeza} = 100 - \left(\frac{\text{NTU}_{\text{amostra}}}{\text{NTU}_{\text{100\% sujo}}} \times 100 \right) \dots\dots\dots (1).$$

No ensaio do colorímetro, após passarem pelo protótipo as 30 esferas foram submetidas à limpeza por meio do equipamento desenvolvido na Faculdade de Engenharia Agrícola - UNICAMP (Figura 01).



FIGURA 1: Equipamento desenvolvido para simular a limpeza.

O equipamento é dotado de um anel deslizante e uma ponta arredondada feita de espuma, e simula uma limpeza com pressão constante. Para realizar a limpeza, a ponta de espuma foi forrada por um tecido branco (OXFORD), e o mesmo foi friccionado por toda a superfície externa da esfera. Utilizando-se um tecido para cada amostra. Após a simulação o tecido foi colocado em uma embalagem plástica fechada (zip-lock) e posteriormente analisado no colorímetro em função do parâmetro L*, que indica, em uma escala de 0 a 100, a intensidade de cor escura, sendo que o valor 0 refere-se à cor preta e o valor 100 à cor branca. Para avaliar a eficiência realizaram-se leituras anteriores nos tecidos, que foram consideradas 100% limpo. A eficiência foi calculada pela equação 2 e dada em porcentagem.

$$\text{Eficiência de limpeza} = \frac{L^* \text{ amostra}}{L^* 100\% \text{ limpo}} \times 100, \dots\dots\dots(2).$$

Complementar a estes ensaios, visando aferir esta metodologia mensurou-se a quantidade de sujeira que era retirada no protótipo e a quantidade de sujeira que era absorvida pelo tecido, para isto realizou-se o acompanhamento da massa de cinco esferas. Os resultados foram calculados pela diferença entre as massas. O delineamento estatístico empregado será o inteiramente casualizado. Para comparação entre as médias utilizará o Teste de Tukey ao nível de 5% de confiança.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: No ensaio com o turbidímetro a massa de sujeira aplicada foi de $0,47 \pm 0,08\text{g}$, com um coeficiente de variação de 17%. O valor médio do número de turbidez para a esfera 100% suja foi de 178,5 NTU, já para as amostras foi de 48,63 NTU, ou seja, a eficiência de limpeza foi de 72,75%. Este resultado mostra que a composição escolhida, ou seja, rotação de 100 rpm e vazão de 800 ml.min^{-1} apresenta uma limpeza satisfatória. Neste ensaio foi possível observar que esferas que realmente estavam mais sujas apresentaram maior valor de NTU, enquanto esferas mais limpas apresentaram menor valor de NTU, representando o que realmente aconteceu (Figura 02).



FIGURA 2: Esferas 1 e 2 submetidas à limpeza no protótipo, suas respectivas amostras de água e número de turbidez.

No ensaio com o colorímetro a massa de sujeira aplicada foi de $0,39 \pm 0,11\text{g}$, com um coeficiente de variação de 29%. O parâmetro L* médio para os tecidos limpos, foi de 85,15 e para as amostras foi de 43,35, com uma eficiência média de limpeza de 50,91%. Este resultado contraria o encontrado no ensaio do turbidímetro, que mostrou que a configuração escolhida, rotação de 100 rpm e vazão de 800 ml.min^{-1} , apresenta uma limpeza satisfatória. Uma justificativa para esta diferença é decorrente de problemas encontrados durante a limpeza da esfera pelas amostras de tecidos. Após uma determinada quantidade de sujeira observou-se que o tecido ficava saturado e a partir deste momento não retirava mais a sujeira e começava a sujar novamente a esfera. Para verificar a saturação do tecido, foi realizado o acompanhamento da massa de sujeira nas esferas, observando-se que após passarem pelo

protótipo 24,24% da sujeira aplicada ainda permanecia na esfera e que apenas 50% deste valor era removido pelo tecido, ou seja, 0,05 g de sujeira ainda permanecia na esfera após a limpeza pelo tecido. Na figura 03 observa-se que a análise no colorímetro só identificou grandes diferenças, como é o caso da quinta e oitava esfera, que apresentaram o maior (64,99) e menor (17,78) valor de L*, respectivamente. No caso das esferas 1 e 3 observa-se que a quantidade de sujeira que havia nas mesmas era bem diferente, no entanto o valor de L* foi bem próximo 51,34 e 52,33, respectivamente. Através destes resultados podemos concluir que a análise realizada por meio do colorímetro não representa a quantidade de sujeira e consequentemente à eficiência do processo.

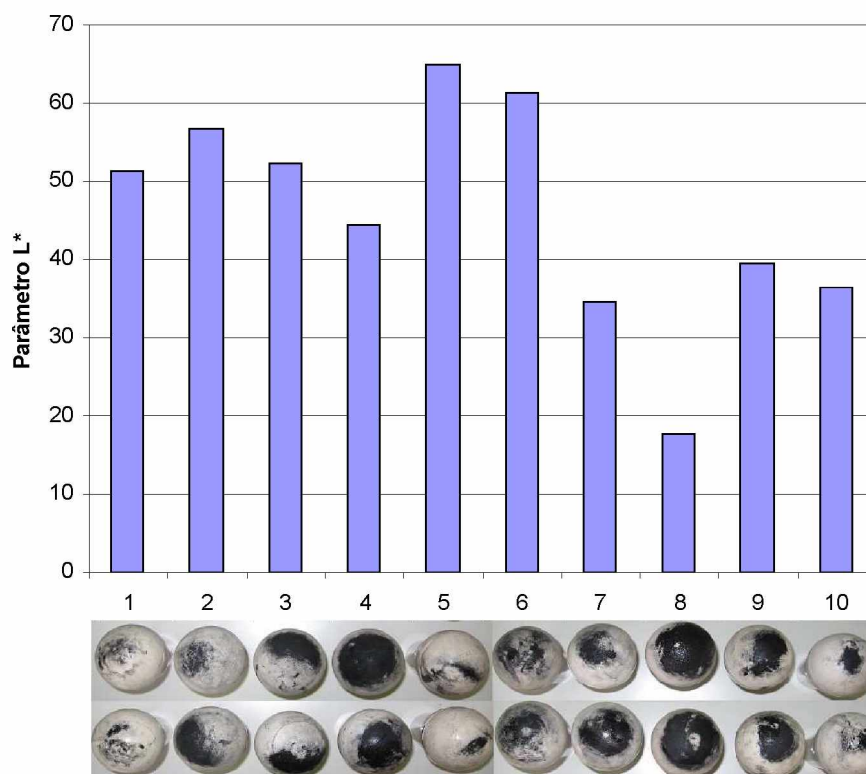


FIGURA 3: Esferas 1 a 10 que foram submetidas à limpeza e seus respectivos valores de L*.

CONCLUSÕES: O método mais eficiente para avaliar a eficiência da limpeza foi o realizado com o turbidímetro, pois possibilitou identificar as diferenças existentes entre as esferas. O método do colorímetro não representou corretamente a sujeira restante, pois após a saturação da amostra do tecido, ainda restava sujeira na esfera e em alguns casos a sujeira do tecido sujava novamente a esfera.

REFERÊNCIA:

- FRANCO, A.T.O.; FERREIRA, M.D.; TAVARES, M. **Avaliação do processo de limpeza do tomate de mesa em equipamento de beneficiamento e classificação nacional.** XXXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, São Pedro, Agosto de 2004, Anais...(Cd-Rom)
- FRANCO, A.T.O.; FERREIRA, M.D.; FERRAZ, A.C.O. **Avaliação do processo de limpeza em protótipo do sistema UNIMAC*.** XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Canoas, Julho de 2005, Anais... (CD-Rom).
- MACEDO, J.A.B de. **Águas e Águas.** São Paulo: Varela 2001. 505p.
- MILLER, W. M.; WARDOWSKI, W. F.; GRIERSON, W. **Packingline machinery for Florida citrus packinghouses.** Extension Bulletin 239. Florida Cooperative Extension Service. Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. April 2001, 26 pags. Disponível em: <http://edis.ifas.ufl.edu/BODY_AE184>. Acesso em 11 de Março de 2005.
- PELEG, K. **Produce handling, packing and distribution.** Westport: AVI Publishing, 1985. 625 p.