

# **AValiação DA EFICIÊNCIA DE LIMPEZA EM EQUIPAMENTOS DE BENEFICIAMENTO DO TOMATE DE MESA UTILIZANDO-SE SISTEMA HIDRÁULICO ALTERNATIVO**

MICHELE C. SILVA<sup>1</sup>, MARCOS D. FERREIRA<sup>2</sup>, ROBERTO TESTEZLAF<sup>3</sup>, ANA M. MAGALHÃES<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Aluna de Graduação Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas-SP, e-mail: michele.silva@agr.unicamp.br

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Professor, Faculdade de Engenharia Agrícola UNICAMP, Campinas-SP.

<sup>3</sup>Engenheiro Agrícola, Professor Titular, Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP, Campinas-SP.

<sup>4</sup>Aluna de Mestrado, Departamento 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 no sistema de beneficiamento do tomate de mesa é essencial para a aceitação do produto pelo consumidor, pois o grau de limpeza dos frutos está diretamente relacionado com a qualidade. Entretanto, a etapa de lavagem nos atuais equipamentos de limpeza, utilizada em unidades de beneficiamento, demanda um volume excessivo de água, trazendo sérias preocupações ambientais. O objetivo deste trabalho foi avaliar um sistema alternativo de limpeza composto por um bocal de *spray* do tipo cone cheio, verificando a eficiência deste na etapa de lavagem do tomate de mesa, buscando assim um sistema que possibilite o uso racional da água. Para tanto, foram avaliadas diferentes configurações do equipamento de limpeza, variando a vazão de água utilizada e tempo de permanência do fruto sobre o jato formado pelo *spray*. Verificou-se que a eficiência de limpeza não está diretamente relacionada com o volume de água utilizado, mas sim à pressão da água, associado ao tempo de permanência dos frutos, e rotação das escovas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Consumo de água, Qualidade de frutos, Classificação.

## **EVALUATION OF CLEANING EFFICIENCY AT A FRESH MARKET TOMATO PACKLINE USING AN ALTERNATIVE HYDRAULIC SYSTEM**

**ABSTRACT:** The post-harvesting cleaning process in fresh market tomatoes production is essential to the consumer acceptance, since the degree of dirtiness of the fruits is directly related to its quality. However, the washing stage of the cleaning process of current packinghouse demands an excessive water volume, bringing serious ambient concerns. The objective of this work was to evaluate an alternative cleaning system using a *spray*, full cone, measuring the system efficiency on the cleaning step for fresh market tomatoes, looking for a rational use of water. Therefore, it was evaluated different configurations at the cleaning equipment, changing water flow and standing time under this system. It was observed that cleaning efficiency is not direct related with water volume used, but with water pressure, associate to fruit standing time and brush rotation.

**KEYWORDS:** Fruits quality, Water consumption, Classification.

**INTRODUÇÃO:** A produção brasileira vem crescendo ao longo dos anos. No ano de 2004 o volume de tomate comercializado no CEAGESP-São Paulo foi de 251.279 toneladas. Já no primeiro semestre de 2005 o volume comercializado chegou a 135.813 toneladas, sendo superior 8% ao volume comercializado no mesmo período do ano anterior (AGRIANUAL, 2005). Para atender o aumento da demanda e manter-se competitivo no mercado, faz-se necessário os ajustes na estrutura organizacional

das empresas que almejam continuar a ocupar lugar na cadeia de distribuição, oferecendo produtos de qualidade ao consumidor final. Segundo CHITARRA & CHITARRA (1990), os principais fatores que provocam perdas de produtos perecíveis de origem vegetal, são os processos inadequados de manuseio, transporte e armazenamento. Calcula-se que as perdas em qualidade e quantidade da produção do tomate representam 5% do custo de pós-colheita (AGRIANUAL, 2002). Então, surge à necessidade de evolução no sistema, tanto na colheita como na pós-colheita do tomate. MARCOS (2001) mostra que os consumidores consideram que o grau de sujidade dos frutos está relacionado com a qualidade dos mesmos, assim, quanto menor a sujidade dos produtos, maior a aceitação do consumidor. Desta forma, a etapa de limpeza, se torna essencial, tanto no sistema de beneficiamento do tomate de mesa, como para a aceitação do produto pelo consumidor. Um fator importante a ser levado em consideração na etapa de lavagem do tomate é o uso dos recursos hídricos. A demanda de água doce no planeta tem crescido, tornando o uso racional da água cada vez mais necessário. Este trabalho tem como objetivo a avaliação da eficiência de limpeza de um novo sistema composto por bocal de *spray* do tipo cone cheio, contribuindo com informações que possibilitem a otimização do sistema de limpeza atual, com o aumento da eficiência do uso da água, introduzindo uma nova proposta.

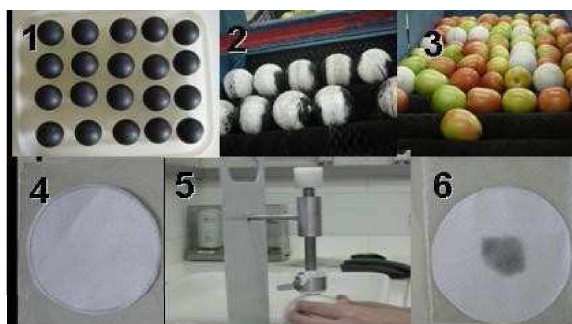
**MATERIAL E MÉTODOS:** Os experimentos foram realizados no Laboratório UNIMAC da FEAGRI - Faculdade de Engenharia Agrícola – UNICAMP em Campinas, SP, onde se encontra instalado o equipamento em estudo, fabricado pela Indústria e Comércio Barana Ltda. O equipamento dispõe de grupos de escovas com diferentes funções. O primeiro grupo é formado por cinco escovas com cerdas de origem sintética, que, associado com o sistema de aspersão de água, tem a função de remover as impurezas superficiais dos frutos. O segundo grupo dispõe de cinco escovas específicas para a eliminação do excesso de água. A seguir os frutos passam por 10 escovas de pelo animal, responsáveis pelo polimento, de onde seguem para classificação e embalagem. O sistema de aspersão original deste equipamento é composto por tubulações de PVC do tipo predial soldáveis com bitola de 25,0 mm e espessura de 1,7 mm. Na parte inferior dos tubos de vazão existem orifícios com 2,21mm de diâmetro médio, com 30,0mm de espaçamento entre orifícios. Em substituição ao sistema convencional, que chega a consumir em média 45 l/min, utilizou-se um bico aspersor com jato do tipo cone cheio fabricado por Spray Systems SA., modelo Quick Full Jet-ProMax (QPHA-1.5). Chegou-se a este modelo de *spray* por meio da avaliação em trabalho anterior quanto a especificações técnicas (vazão e pressão de serviço), que atendessem, principalmente, a faixa de impacto aceitável ao produto em questão (SILVA et al., 2004). Para a utilização deste dispositivo foi necessária a construção de um sistema de bombeamento a fim de adquirir a pressão necessária para a formação do jato. A rotação de operação das escovas utilizada foi de 80 rpm. Avaliou-se a eficiência de limpeza para diferentes vazões, e para cada vazão, diferentes tempos de permanência das esferas sob o jato de água formado pelo *spray* (Tabela 1).

**Tabela 1: Configurações avaliadas.**

Configuração	Vazão [ml/min]	Tempo de lavagem
A	500	1 minuto
B	500	2 minutos
C	650	1 minuto
D	650	2 minutos
E	800	1 minuto
F	800	2 minutos

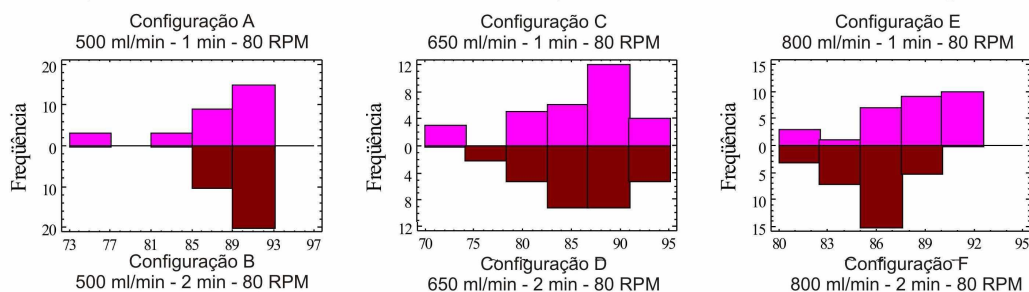
Utilizando-se uma “sujeira artificial”, esferas de borracha, (diâmetro de 70 mm) capazes de simular os tomates na linha de beneficiamento, e um equipamento provido de um anel deslizante, desenvolvido para simular limpeza das esferas à pressão constante, foi possível avaliar a eficiência de limpeza do equipamento. A “sujeira artificial” foi obtida misturando-se uma parte de tinta guache preta, com duas partes de adesivo para ceras comestíveis, acrescidos de uma parte de carvão vegetal moído e peneirado (em peneira com Mesh 48). Assim obteve-se uma substância viscosa, com partículas de carvão em suspensão, de cor escura, o que possibilitou análise em colorímetro, capaz de aderir às esferas, e solúvel em água. A aplicação da sujeira nas esferas foi feita com um pincel, proporcionando maior

uniformidade possível. Estas, após a aplicação, foram deixadas para secagem em ambiente seco e ventilado de 30 a 40 minutos. Para cada configuração, foram introduzidas dez esferas no protótipo, juntamente com frutos de tomate de modo que ficassem posicionados sob o sistema de aspersão, e de acordo com o tempo de permanência exigido pela configuração, aumentou-se o fluxo de frutos no equipamento fazendo com que as esferas percorressem todo o equipamento, até atingir a caixa de recepção, totalizando assim quatro minutos no protótipo. Este tempo foi monitorado através de um cronômetro de precisão. A limpeza das esferas foi realizada utilizando-se o equipamento provido de um anel deslizante, desenvolvido para simular limpeza à pressão constante. Para cada esfera, foi tomada uma amostra de tecido Oxford branco devidamente cortado e preso à ponteira do equipamento, onde a esfera foi friccionada, de modo que percorresse toda a sua superfície externa, retendo no tecido eventuais resíduos da sujeira aplicada, restantes após a limpeza pelo protótipo. Portanto, para cada configuração foram obtidas dez amostras, sendo que para cada amostra, realizaram-se três leituras em colorímetro, obtendo-se assim 30 valores de L, por configuração. O parâmetro L avaliado para as amostras é um parâmetro o qual 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. As amostras obtidas com a limpeza das esferas foram levadas para análise em colorímetro MiniScan XE Plus HUNTERLAB, utilizando-se a escala CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), visando avaliar a intensidade de “sujeira” presentes no tecido após o processo de limpeza. Os resultados obtidos para o parâmetro L foram avaliados estatisticamente aplicando teste de média Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 1: Sequência para obtenção das amostras para a verificação da eficiência de limpeza (1- Aplicação e secagem da “sujeira artificial” nas esferas simuladoras; 2- Limpeza das esferas no protótipo; 3- Fluxo de frutos; 4 – Tecido Oxford antes da limpeza das esferas; 5- Limpeza das esferas para a obtenção das amostras; 6 – Amostra obtida).**

**RESULTADO E DISCUSSÃO:** Comparou-se graficamente, a freqüência dos valores de L, obtidos entre duas configurações de mesma vazão. Assim para cada gráfico apresentado na Figura 2, comparam-se diferentes tempos de permanência (1 e 2 minutos) sob a aplicação de água, para uma mesma vazão (500 ml/min, 650 ml/min ou 800 ml/min), e velocidade de rotação de 80 rpm.



**Figura 2: Gráficos comparativos de distribuição do parâmetro L em função do número de amostras.**

Observa-se, portanto que a configuração B (2 min) apresentou maior uniformidade de limpeza, pois os valores de L, permaneceram entre 85,0 e 93,0, enquanto para a configuração A (1 min), apresentou valores 73,0 a 93. Já as configurações C e D (650 ml/min), mostram-se pouco eficientes quanto a uniformidade, apresentando, para configuração C (1 min), valores de L de 70,0 a 95,0; e valores de L de 75,0 a 95,0 para configuração D (2 min). Para o maior volume de água (800 ml/min) a configuração F

(2 min), apresentou maior uniformidade de limpeza, e, embora tenha consumido maior volume de água, os valores para o parâmetro L foram inferiores aos obtidos para configuração E (1 min).

Na Tabela 2, encontram-se os resultados referentes à análise estatística dos valores de L obtidos em cada configuração através do Teste Tukey a 5% de probabilidade. Observou-se que embora se tenham obtidas médias e uniformidades diferentes para cada configuração, pelo, não houve diferença estatística para os valores de L, quando comparadas as configurações A, C, D, E e F; ou A, B e E, (sendo que estas últimas três configurações apresentaram diferença estatística com as demais).

**Tabela 2: Análise estatística para o parâmetro L ao nível de 5% de significância**

Configurações	Consumo de água [ml]	Média Parâmetro L	Eficiência de limpeza	Grupos Homogêneos
C 650ml/min-1min	650	85,433	0,91	O
F 800ml/min-2min	1600	85,694	0,91	O
D 650ml/min-2min	1300	86,243	0,92	O
A 500ml/min-1min	500	87,107	0,93	O X
E 800ml/min-1min	800	88,027	0,94	O X
B 500ml/min-2min	1000	89,567	0,95	X

Observa-se, portanto, que a configuração B (500 ml/min- 2 min) apresentou melhores resultados quanto à eficiência e uniformidade de limpeza, porém a configuração E (800 ml/min – 1 min) e A (500 ml/min – 1 min) apresentaram resultados estatisticamente equivalentes, com menor consumo de água em relação à configuração B.

**CONCLUSÕES:** Conclui-se que os tratamentos onde o consumo de água foi maior, não necessariamente apresentaram maior eficiência de limpeza. Observou-se que a interação entre rotação das escovas e quantidades intermediárias de água, proporcionou maior retirada da sujeira artificial anteriormente aplicada. Sendo assim, tornam-se necessárias as avaliações entre diferentes rotações das escovas, associadas à aplicação de diferentes vazões, buscando assim, uma configuração eficiente, no que se diz respeito ao consumo de água na etapa de limpeza.

**AGRADECIMENTOS:** Ao CNPq/PIBIC pelo apoio na forma de bolsa de iniciação científica ao primeiro autor, que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho e a FAPESP e sistema Prodetab/Embrapa pelo apoio financeiro.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- AGRIANUAL 2003: *Anuário da Agricultura Brasileira*. São Paulo. Tomate. FNP. p.515-522, 2002.
- AGRIANUAL 2006: *Anuário da Agricultura Brasileira*. São Paulo. Tomate. FNP. p.473-482, 2005.
- CHITARRA, M.I.F; CHITARRA, A.B. **Pós-Colheita de Frutos e Hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. Lavras: ESAL- FAEPE, 1990.
- MARCOS, Sissi Kawai Marcos. **Desenvolvimento de Tomate de Mesa, com o Uso do Método Q. F. D. (Quality Function Deployment) Comercializado em um Supermercado**. 200p. Tese (Doutorado em Tecnologia Pós-Colheita) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP, 2001.
- SILVA, Michele Carvalho; TESTEZLAF, Roberto; FERREIRA, Marcos David. Desenvolvimento do mecanismo de lavagem em equipamentos de beneficiamento de tomate de mesa. In: XXIII Congresso Interno de Iniciação Científica, UNICAMP. **Caderno de resumos...** Campinas, SP: UNICAMP/Pró-Reitoria de Pesquisa, p. 262, 2005.