

Pacotes molhados: o aumento do tempo de secagem aumenta o consumo de água (recurso natural escasso)?

Wet packs: Is extending drying time increasing water (scarce natural resource) consumption?

Paquetes mojados: el aumento del tiempo de secado aumenta el consumo de agua (recurso natural escaso)?

Paulo Roberto Laranjeira¹

Jeane Aparecida Gonzalez Bronzatti¹

Rafael Queiroz de Souza²

Kazuko Uchikawa Graziano¹

Descritores

Vapor; Esterilização; Ingestão de líquidos; Recursos naturais; Equipamentos e provisões

Keywords

Steam; Sterilization; Water consumption; Natural resources; Equipment and supplies

Descriptores

Vapor; Esterilización; Ingestión de líquidos; Recursos naturales; Equipos y suministros

Submetido

10 de novembro de 2018

Aceito

7 de fevereiro de 2019

Resumo

Objetivo: Este estudo tem como objetivo comparar o consumo de água e energia em quatro configurações do ciclo (número de pulsos na fase de condicionamento, tempo de secagem e valor de ajuste da profundidade do vácuo) para esterilização a vapor.

Métodos: Estudo descritivo de quatro diferentes configurações de ciclo: na configuração A, os pulsos de vácuo da fase de condicionamento foram ajustados no total de três, com a profundidade de vácuo em 90 mbar e o ponto positivo de pressão em 1500 mbar. A fase de secagem foi ajustada em 45 minutos com a profundidade de vácuo em 90 mbar. Os consumos de água e energia foram medidos durante toda a fase de condicionamento e a cada 15 minutos durante a fase de secagem. Na configuração B, a profundidade de vácuo na fase de condicionamento foi de 150 mbar e os outros parâmetros foram idênticos aos da configuração A. Nas configurações C e D, o número de pulsos de vácuo foi ajustado no total de cinco, com o ponto positivo de pressão em 1500 mbar nas duas configurações e a profundidade de vácuo de 90 mbar e 150 mbar, respectivamente.

Resultados: A água consumida durante a fase de secagem teve grande impacto sobre o consumo total de água durante todo o ciclo.

Conclusão: Este estudo evidenciou que o aumento do tempo de secagem para solucionar pacotes molhados aumenta o consumo de água, um recurso natural escasso, que deve ser utilizado como última opção para obter pacotes secos ao fim do ciclo.

Abstract

Objective: This study aims to compare water and power consumption in four cycle configurations (number of pulses in the conditioning phase, drying time, and vacuum depth set point) for steam sterilization.

Methods: A descriptive study of four different cycle configurations: In configuration A, conditioning phase vacuum pulses were set to a total of three, with a lower vacuum set point of 90 mbar and a higher pressure set point of 1500 mbar. The drying phase was set for 45 minutes with a vacuum level of 90 mbar. Water and power consumption were measured during the entire conditioning phase, and every 15 minutes during the drying phase. In configuration B the conditioning phase vacuum set point was adjusted to 150 mbar and the other parameters were identical to configuration A. On configurations C and D, the quantity of vacuum pulses was set to five, with higher pressure adjusted to 1500 mbar in both configurations. The lower vacuum set point was adjusted to 90 mbar in configuration C and to 150 mbar in configuration D.

Results: Water consumption at the drying phase had the most impact on the total water consumption for the entire cycle.

Conclusion: This study shows that increasing drying time to solve wet packs will increase water consumption, a scarce natural resource, and should be the last option to achieve dry loads at the end of the cycle.

Resumen

Objetivo: Este estudio tiene el objetivo de comparar el consumo de agua y energía en cuatro configuraciones del ciclo (número de pulsos en la fase de acondicionamiento, tiempo de secado y valor de ajuste de la profundidad del vacío) para esterilización a vapor.

Métodos: Estudio descriptivo de cuatro diferentes configuraciones de ciclo: en la configuración A, los pulsos de vacío de la fase de acondicionamiento se ajustaron en el total de tres, con la profundidad de vacío en 90 mbar y el punto positivo de presión en 1500 mbar. La fase de secado se ajustó en 45 minutos con la profundidad de vacío en 90 mbar. Los consumos de agua y energía fueron medidos durante toda la fase de acondicionamiento y cada 15 minutos durante la fase de secado. En la configuración B, la profundidad de vacío en la fase de acondicionamiento fue de 150 mbar y los otros parámetros fueron idénticos a los de la configuración A. En las configuraciones C y D, el número de pulsos de vacío se ajustó en el total de cinco, con el punto positivo de presión en 1500 mbar en las dos configuraciones y la profundidad de vacío de 90 mbar y 150 mbar, respectivamente.

Resultados: El agua consumida durante la fase de secado tuvo un gran impacto en el consumo total de agua durante todo el ciclo.

Conclusión: Este estudio evidenció que el aumento del tiempo de secado para solucionar paquetes mojados aumenta el consumo de agua, un recurso natural escasso, que debe ser utilizado como última opción para obtener paquetes secos al final del ciclo.

Autor correspondente

Paulo Roberto Laranjeira
<http://orcid.org/0000-0003-1252-6344>
 E-mail: prlaranjeira@usp.br

DOI

<http://dx.doi.org/10.1590/1982-0194201900014>



Como citar:

Laranjeira PR, Bronzatti JA, Souza RQ, Graziano KJ. Pacotes molhados: o aumento do tempo de secagem aumenta o consumo de água (recurso natural escasso)? Acta Paul Enferm. 2019;32(1):101-5.

¹Escola de Enfermagem, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

²Centro Universitário São Camilo, São Paulo, SP, Brasil.

Conflitos de interesse: nenhum.

Introdução

O princípio básico da esterilização por vapor é permitir que cada produto seja exposto ao vapor a uma temperatura, tempo e pressão predeterminados.⁽¹⁾ Os ciclos variam de acordo com o processo, mas podem ser resumidos em três fases: condicionamento, exposição e secagem.

O processo exige o uso de água para gerar vapor e operar a bomba de vácuo ou sistema Venturi utilizados para remover o ar na fase de condicionamento e o vapor na fase de secagem. Para os equipamentos que utilizam a bomba de vácuo, estima-se que o consumo de água possa ser de 150 a 600 litros por ciclo de esterilização, dependendo do modelo, marca e tamanho da autoclave. Autoclaves que usam o sistema Venturi para gerar o vácuo em uma câmara interna com capacidade máxima de 250 litros, podem consumir até 700 litros de água por ciclo.⁽²⁾

Se houver umidade absoluta visível dentro ou fora de um sistema de barreira estéril após a esterilização e período de resfriamento adequado, o pacote é considerado molhado e deve ser analisado para diagnosticar o problema.⁽³⁾ Infelizmente, este é um problema comum em centros de materiais e esterilização (CME) em todos os continentes.

Os pacotes molhados muitas vezes causam desperdício de tempo e esforço, aumentando a carga de trabalho, os custos com consumíveis (ex.: barreira estéril, indicadores químicos, etc.), e atraso ou cancelamento de procedimentos cirúrgicos.⁽⁴⁾ Além disso, os pacotes podem estar contaminados, aumentando os riscos de infecções para os pacientes.⁽⁴⁾

O tempo de secagem é apontado como um dos problemas, e por ser uma solução fácil, muitos profissionais do CME e equipes de manutenção aumentam esse tempo aleatoriamente. Com a câmara do esterilizador mantida pressurizada, a transferência de temperatura ajuda na secagem dos pacotes, e uma falsa solução para o problema é alcançada.^(5,6) Como a fase de secagem ocorre com o equipamento em vácuo, normalmente é utilizada uma bomba de vácuo com selo de água e, aumentar o tempo nesta etapa também aumentará o consumo de água. Uma solução pouco utilizada envolve o aumento da profundidade do vácuo,⁽⁷⁾ fazendo com que o condensado evapore

em uma temperatura mais baixa. Outra abordagem para resolver o problema de pacotes molhados é aumentar a profundidade do vácuo e o número de pulsos de vácuo na fase de condicionamento.

Este estudo tem como objetivo comparar os consumos de água e energia em quatro configurações de ciclo (número de pulsos na fase de condicionamento, tempo de secagem e valor de ajuste da profundidade do vácuo) para esterilização a vapor.

Métodos

Um estudo descritivo experimental, que analisou quatro diferentes configurações de ciclos de esterilização a vapor: na configuração A, os pulsos de vácuo da fase de condicionamento foram ajustados no total de três, com a profundidade de vácuo em 90 mbar e o ponto positivo de pressão em 1500 mbar. A fase de secagem foi ajustada em 45 minutos com a profundidade de vácuo em 90 mbar. Os consumos de água e energia foram medidos durante toda a fase de condicionamento e a cada 15 minutos durante a fase de secagem. Na configuração B, a profundidade de vácuo na fase de condicionamento foi de 150 mbar e os outros parâmetros foram idênticos aos da configuração A. Nas configurações C e D, o número de pulsos de vácuo foi ajustado no total de cinco, com o ponto positivo de pressão em 1500 mbar nas duas configurações. Foram programadas a profundidade de vácuo de 90 mbar na configuração C e de 150 mbar na configuração D. Os ciclos A, B, C e D foram usados para comparar os resultados das diferentes configurações da fase de condicionamento, e os resultados da fase de secagem foram comparados apenas nos ciclos A e B, porque os ciclos C e D tinham a mesma configuração de secagem. Este estudo foi realizado na fábrica de esterilizadores da CISA Brasile™, localizada em Joinville, Santa Catarina, Brasil, em agosto de 2016. Foi utilizado um esterilizador a vapor CISA 600 litros, modelo 6410, com bomba selada por água, temperatura da água de entrada entre 19°C e 23°C. Um higrômetro foi instalado na entrada da bomba de água e outro na entrada de água do gerador de vapor. O consumo de energia do equipamento foi medido com um wattímetro. Somente as fases de condicionamento e secagem do ciclo de esterilização foram alteradas e a fase de exposi-

ção foi mantida a 134°C por três minutos, em todos os ciclos. Todos os ciclos de esterilização foram monitorados com indicadores físicos impressos pelo equipamento: tempo, temperatura e pressão. Sua precisão foi confirmada no relatório de qualificação do equipamento. Este estudo não envolve pesquisa com seres humanos e, portanto, não foi necessário submetê-lo para aprovação de um Comitê de Ética em Pesquisa, reconhecido pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), de acordo com a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) ou órgão equivalente no país de origem do estudo.

Resultados

Na fase de condicionamento, níveis mais profundos de vácuo e o maior número de pulsos de vácuo au-

mentam a eficiência da remoção de ar e a evaporação do condensado, reduzindo o tempo de secagem e o consumo de água. Ao aumentar a profundidade de vácuo, de 150 mbar para 90 mbar, o consumo de água aumentou 55%, e com a adição de dois pulsos de vácuo, de três para cinco, foi observado o aumento de 45%. Nesta última situação, o consumo de água do gerador de vapor aumentou, assim como o consumo de energia, devido à necessidade de gerar mais vapor para os dois pulsos adicionais (Figura 1).

A água consumida durante a fase de secagem teve grande impacto sobre o consumo total de água durante todo o ciclo. Para cada minuto adicional na fase de secagem, foi observado um aumento aproximado de dez litros no consumo de água, representando um aumento de 100% para cada 15 minutos adicionais de secagem (Figura 2). Ao reduzir o nível de vácuo de 150 mbar para 90 mbar, aumentou o

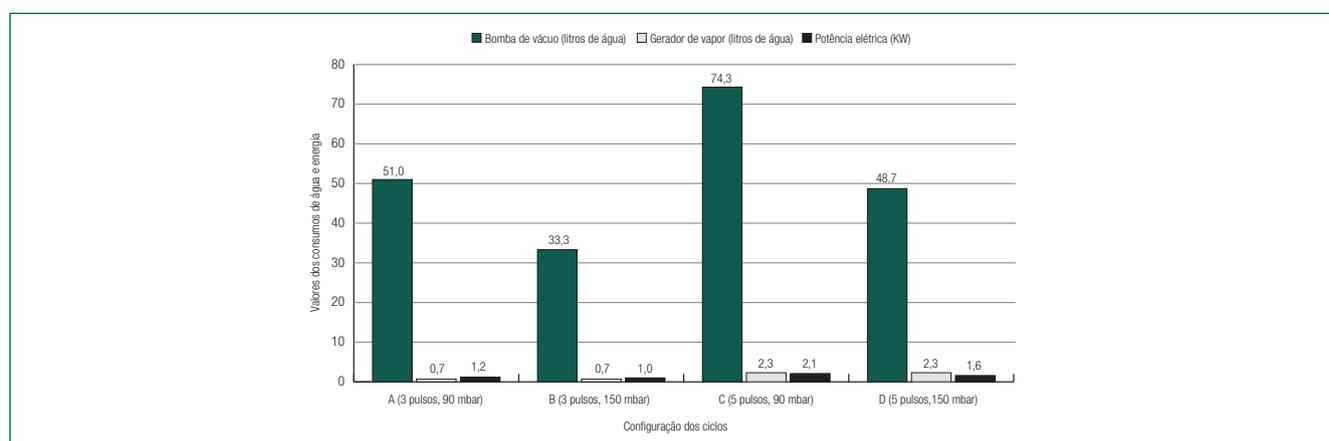


Figura 1. Consumo médio de água e energia durante a fase de condicionamento de cada configuração do ciclo

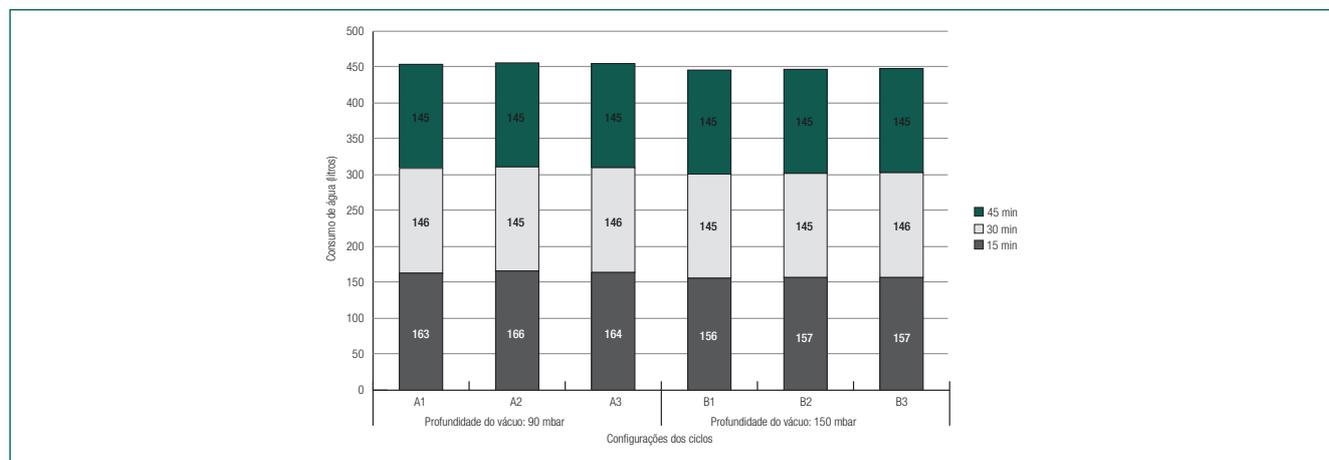


Figura 2. Resultados obtidos em triplicata para as configurações A e B do consumo total de água durante a fase de secagem, para cada ciclo, em intervalos de 15 minutos

efeito da evaporação, e o consumo de água aumentou apenas 5% nos primeiros 15 minutos, pois ao atingir o nível de vácuo, o consumo de água serve apenas para manter o nível de vácuo. O consumo de água para o gerador de vapor e o consumo de energia tiveram um aumento discreto para cada 15 minutos adicionais no tempo de secagem.

Discussão

Os enfermeiros do CME enfrentam continuamente um dilema quando identificam um pacote molhado após o ciclo de esterilização, gerando insegurança para a equipe cirúrgica e, conseqüentemente, para o paciente. A norma AAMI ST79 refere que os pacotes molhados devem ser considerados contaminados e devem ser reprocessados.⁽³⁾ Todavia, outras pesquisas não encontraram evidências de contaminação em pacotes molhados.^(8,9) Infelizmente, esse conflito entre normas e pesquisas ainda não gerou uma definição sobre como lidar com pacotes molhados. Outra observação se refere aos resultados dos indicadores biológicos, químicos e físicos. Sabe-se bem que esses indicadores são usados para auxiliar os profissionais do CME a determinar se os produtos para saúde esterilizados podem ser liberados para uso com segurança e, mesmo diante de resultados aprovados, a carga não pode ser liberada se houver umidade absoluta ou água no final do ciclo.⁽³⁾ As soluções para eliminar pacotes molhados devem levar em consideração os impactos indiretos, como o aumento do consumo de água, um recurso natural escasso, decorrente do aumento do tempo de secagem do ciclo. Além disso, as ações devem se concentrar nos princípios de esterilização a vapor, onde a fase de condicionamento desempenha um papel importante no condicionamento de carga, e uma profundidade de vácuo maior aumenta a evaporação do condensado durante esta fase. Essa mesma ação na fase de secagem também aumenta o processo de evaporação do condensado, estas duas ações simultâneas são consideradas as soluções adequadas para eliminar o problema de pacotes molhados após o ciclo de esterilização sem aumentar o consumo de água. Se a única opção para eliminar pacotes mo-

lhados for aumentar o tempo de secagem, deve-se primeiramente investir em bombas de vácuo que não utilizem água ou adotar um sistema computadorizado de recirculação de água, com controle de volume, temperatura e qualidade, para reduzir o consumo deste escasso recurso natural.

Conclusão

A configuração mais eficiente do ciclo é a que utiliza a profundidade de vácuo a 90 mbar na fase de condicionamento e secagem, que reduz a temperatura de ebulição da água, exigindo menos tempo na fase de secagem. A redução da profundidade de vácuo para 90 mbar exige mais tempo de operação da bomba de vácuo, aumentando inicialmente o consumo de água, que será compensado com a redução do tempo na fase de secagem, onde o consumo de água tem o maior impacto. O desempenho e o consumo dos equipamentos de esterilização variam conforme a marca, o tamanho e os modelos; porém, este estudo demonstrou que o aumento do tempo de secagem aumentará consideravelmente o consumo de água e deverá ser utilizado como última opção para solucionar os pacotes molhados. A solução correta para eliminar os pacotes molhados é utilizar profundidades de vácuo mais baixas nas fases de condicionamento e secagem.

Agradecimentos

Este estudo foi parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) do Brasil, código de financiamento 001.

Colaborações

Laranjeira PR, Bronzatti JAG, Souza RQ e Graziano KU contribuíram para o projeto e interpretação dos dados, redação do artigo, revisão crítica do conteúdo intelectual e aprovação da versão final a ser publicada.

Referências

1. Perkins J. Principles and methods of sterilization in Health Science. Springfield: Charles C. Thomas; 1983.
2. Laranjeira PR, Bronzatti JA, Souza RQ, Graziano KU. Revisão narrativa/crítica esterilização pelo vapor: aspectos fundamentais e recursos técnicos para redução do consumo de água. *Rev SOBECC*. 2017;22(2):115-120.
3. American National Standard AAMI ST79. Comprehensive guide to steam sterilization and sterility assurance in health care facilities. Arlington: AAMI; 2017.
4. Basu D. Reason behind wet pack after steam sterilization and its consequences: An overview from Central Sterile Supply Department of a cancer center in eastern India. *J Infect Public Health*. 2017;10(2):235-239.
5. Seavey R. Troubleshooting failed sterilization loads: Process failures and wet packs/loads. *Am J Infect Control*. 2016;44(5):e29-e34.
6. Sandle T. Ensuring sterility: Autoclaves, wet loads and sterility failures. *J Valid Technol*. 2015;(Spe Ed: Cleaning Validation):79-84.
7. Moore T. Wet packs: Improved communication leads to improved response time. *Biomed Instrum Technol*. 2008;42(5):393-394.
8. Abrahão G, Moriya A, Graziano KU. Sterility Maintenance Assessment of Moist/Wet Material After Steam Sterilization and 30-day Storage. *Rev Lat Am Enfermagem*. 2010;18(4):786-791.
9. Fayard C, Lambert C, Guimier-Pingault C, Levast M, Germe R. Assessment of residual moisture and maintenance of sterility in surgical instrument sets after sterilization. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2015;36(8):990-2.