

USO DE AVALIAÇÕES ENERGÉTICAS E EXERGÉTICAS EM PROCESSOS PSICROMÉTRICOS¹

Paulo Martins LEAL², Luís Augusto Barbosa CORTEZ³, José Tadeu JORGE⁴

RESUMO: Processos Psicrométricos são muito usados, na Engenharia Agrícola, para o condicionamento do ar, com a finalidade de manter ambientes e sistemas climatizados de maneira adequada para conservar produtos agrícolas, por mais tempo e com qualidade. Tradicionalmente, estes processos são avaliados utilizando-se os conceitos baseados na 1ª Lei da Termodinâmica; acredita-se porém, que a avaliação baseada nos conceitos combinados da 1ª e 2ª Lei da Termodinâmica, leva a resultados mais precisos e identifica com mais clareza, dentro de cada sistema, os equipamentos e processos menos eficientes do ponto de vista termodinâmico.

PALAVRAS-CHAVE: Processos psicrométricos, avaliações energética e exergetica, eficiências termodinâmicas

ABSTRACT: Psychrometric processes are well used on Agricultural Engineering to conditioning air to keep climatic environment and systems in a suitable manner to conserve agricultural products, for more time and with quality. Traditionally, these processes are evaluated by using the theory based on the 1st Law of Thermodynamic; however to make oneself respected that the evaluation based on the concepts of the combination of the 1st and 2nd Law of Thermodynamic leads to more precise results, and it recognizes within each system the equipments and processes less efficient from the thermodynamic point of view.

KEYWORDS: Psychrometric processes, energetic and exergetic evaluations, thermodynamic efficiencies

INTRODUÇÃO: A utilização de processos psicrométricos; tais como: aquecimento do ar via resistência elétrica, aquecimento do ar por água quente, umidificação e aquecimento do ar, resfriamento do ar por contato direto com evaporador aletado, resfriamento do ar por água gelada, resfriamento evaporativo do ar e, finalmente, mistura adiabática de duas correntes de ar; muito empregados no meio rural em processos de conservação de ambientes e produtos agrícolas, requer uma avaliação adequada do ponto de vista termodinâmico e, portanto, induz à uma análise dos sistemas e processos via aplicação da

¹ Parte da Tese de Doutorado apresentada pelo primeiro autor à FEAGRI/UNICAMP

² Professor Assistente-Doutor - Departamento de Construções Rurais - FEAGRI - UNICAMP - CP: 6011 - CEP: 13083-970 - E-mail: pamleal@agr.unicamp.br - F: 788-2037 - Fax: 239-4717

³ Professor Livre-Docente - Departamento de Construções Rurais - FEAGRI - UNICAMP - CP: 6011 - CEP: 13083-970 - F: 788-2033 - Fax: 239-4717

⁴ Professor Titular - Departamento de Pré-Processamento de Produtos Agropecuários - FEAGRI - UNICAMP - CP: 6011 - CEP: 13083-970 - F: 788-2072 - Fax: 239-4717

análise energética e exergética, a fim de se comparar as eficiências resultantes do balanço de 1ª Lei com o balanço de 1ª e 2ª Leis combinados.

MATERIAL E MÉTODOS: Através de um Sistema Gerador de Processos Psicrométricos (SIGEP) (Figura 1) gerou-se os sete processos acima descritos, variando-se principalmente, o fluxo de ar e as temperaturas de bulbo seco e úmido do ar de saída, através, principalmente, da alteração da potência elétrica dos sistemas individuais dos equipamentos de condicionamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Obteve-se para cada processo valores mínimos e máximos de eficiências energéticas e exergéticas, pela aplicação dos balanços energéticos e exergéticos, respectivamente, e pelo balanço de massa de ar seco e de vapor de água, quando necessário (Tabela I). Pode-se observar através da Tabela I que para quase a totalidade dos processos; as eficiências energéticas (máximas e mínimas) foram superiores às eficiências exergéticas (máximas ou mínimas), respectivamente.

CONCLUSÕES: A principal conclusão que se pode retirar dos resultados obtidos é que a avaliação energética, embora correta, é menos rigorosa e eficaz em identificar a real capacidade de um sistema em realizar trabalho, proporcionando, às vezes, uma falsa impressão de que processos e sistemas operavam com altas eficiências, não requerendo portanto, melhorias técnicas; todavia ao se olhar estes mesmos processos ou sistemas pela óptica da avaliação exergética, descobre-se quão distante estava-se de uma eficiência termodinâmica satisfatória.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ASHRAE. **Handbook of Fundamentals**. American Society of Heating, Ventilating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers. ASHRAE, 967 p. Atlanta, GA, USA. 1981.

BEJAN, A. **Advanced engineering thermodynamic**. John Wiley & Sons, 758 p. NEW YORK, NY, USA. 1988.

BOCK, H. Efficiency in Air-Conditioning and the New Thermodynamic Function "Exergy". **Bulletin de l'institut international du froid (2)**: p. 51-60. Abano, 1957.

VAN WYLEN, G.J. & SONTAG, R.E. **Fundamentos da termodinâmica clássica**. Editora Edgard Blucher Ltda. 566 p. 3ª ed. São Paulo, SP. Brasil, 1976.

AGRADECIMENTOS:

FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

FAEP/PRP-UNICAMP - Fundo de Apoio ao Ensino e à Pesquisa

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

TABELA I - Resultados das eficiências energéticas e exeréticas, mínimas e máximas, obtidas para os diferentes processos psicrométricos realizados.

PROCESSO PSICROMÉTRICO	$\epsilon_{\min}(\%)$		$\epsilon_{\max}(\%)$		$\eta_{\min}(\%)$		$\eta_{\max}(\%)$	
Aquecimento do ar via resistência elétrica	7,11		44,54		0,42		2,50	
Aquecimento do ar por água quente	9,54		41,41		0,34		1,70	
Umidificação (1) e aquecimento do ar (2)	1	2	1	2	1	2	1	2
	0,61	15,62	4,31	79,41	0,40	1,16	2,91	8,24
Resfriamento do ar por contato direto com evaporador aletado	14,75		77,40		1,57		4,65	
Resfriamento do ar por água gelada	4,33		73,29		0,20		2,68	
Resfriamento evaporativo do ar	0,10		0,53		0,37		2,10	
Mistura adiabática de duas correntes de ar Caso A	44,26		55,54		5,34		17,17	
	94,94		98,99		41,16		49,12	

$\epsilon_{\min}(\%)$ = eficiência energética mínima, em %
 $\epsilon_{\max}(\%)$ = eficiência energética máxima, em %

$\eta_{\min}(\%)$ = eficiência exerética mínima, em %
 $\eta_{\max}(\%)$ = eficiência exerética máxima, em %

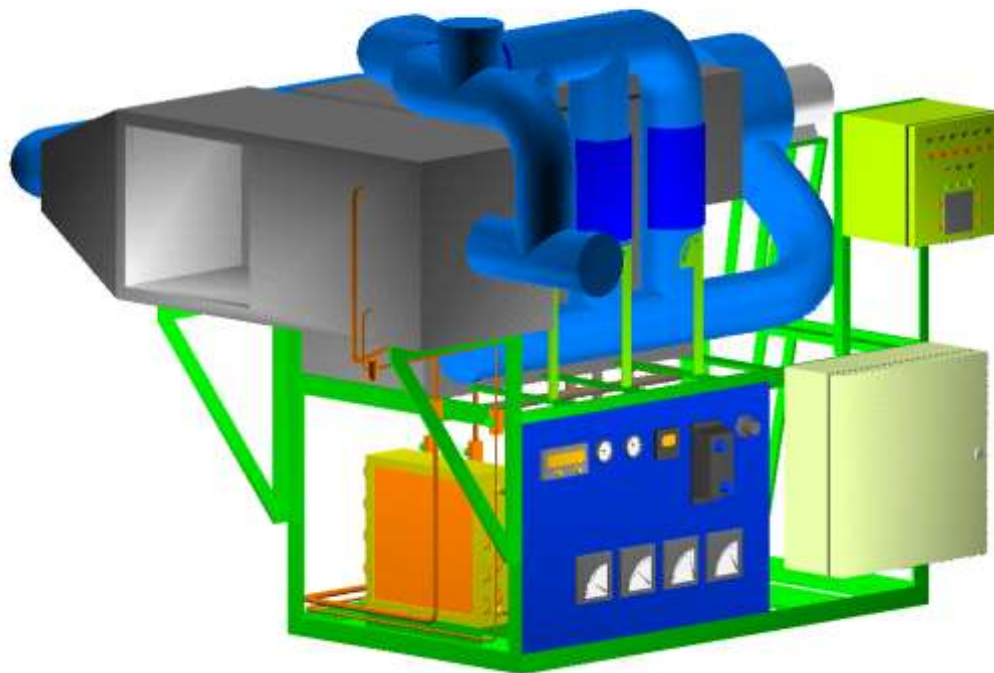


Figura 1 - Sistema Gerador de Processos Psicrométricos (SIGEP)