

Câmara de congelamento por absorção para camarão e tilápia

Witã dos Santos Rocha¹; Pablo Rodrigo Fica Piras²

1. Bolsista PIBEX, estudante Engenharia de Alimentos, UEFS, witasrocha@gmail.com.
2. Orientador, professor DTEC/UEFS, pafipi@uefs.br

Palavras-chave: refrigeração, absorção, modelagem

INTRODUÇÃO

A refrigeração é uma operação unitária e técnica de conservação do alimento pelo frio na qual há inibição do crescimento da microbiota nociva à saúde. O método de congelamento por absorção emprega uma solução binária composta pelo fluido refrigerante e um solvente, está baseado em uma reação química que otimiza o processo de congelamento, uma vez que, diferentemente dos processos de refrigeração comuns, utiliza a reação entre esse fluido refrigerante e o requerido solvente.

A Associação de Produtores Rurais e Pescadores do Distrito governador João Durval Carneiro tem uma demanda de produção de camarão e tilápia. No seu *lay-out* de processamento ainda não está contemplada a etapa de congelamento. Atualmente a pesca está preservada a temperatura de em torno de -5°C , em congelador caseiro, e este armazenamento não satisfaz as condições impostas pela legislação pertinente.

No modelo de refrigeração por absorção proposto, utilizam-se trocadores de calor (gerador, condensador, evaporador e absorvedor) e válvulas que regulam as vazões e pressões no ciclo.

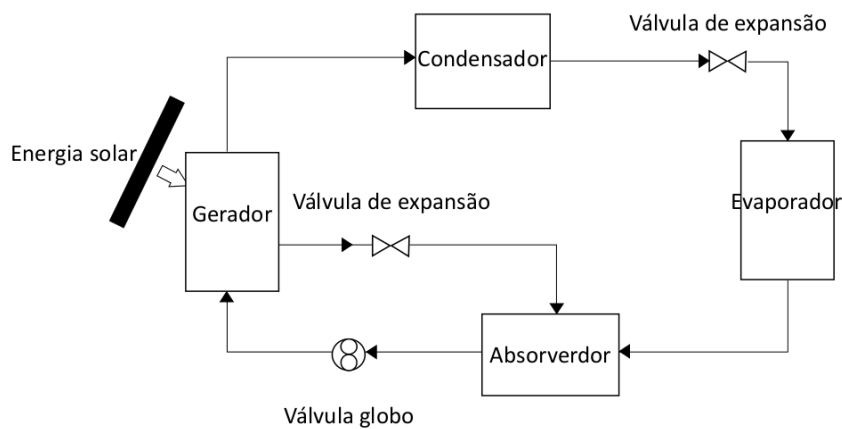
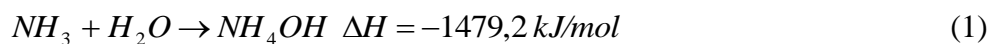


Figura1: esquema de congelamento por absorção utilizando energia solar como fonte geradora de calor

Em contato com a água, o vapor de amônia produz uma reação exotérmica (Equação 1). Para começar com o projeto, pode ser feito um balanço de energia genérico para um processo de troca de energia, na qual o acúmulo da energia com o tempo é resultado do balanço das energias envolvidas no processo (Equação 2). O objetivo desse trabalho é estudar a viabilidade de uma câmara de congelamento por absorção, para armazenamento de camarão e tilápia, produto da pesca da comunidade de pescadores do distrito de Ipuacu, em Feira de Santana.



$$E_{entra} - E_{sai} + E_{gerada} = E_{acumulada} \quad (2)$$

METODOLOGIA

No projeto utilizam-se: diagrama pressão-entalpia (PH) da amônia, tabelas de dados termodinâmicos da amônia e da água, ajuste do processo ao modelo de balanços energéticos e mássicos mais adequados, dimensionamento dos trocadores de calor. A seqüência e encadeamento temporal estão representados na Figura 2.

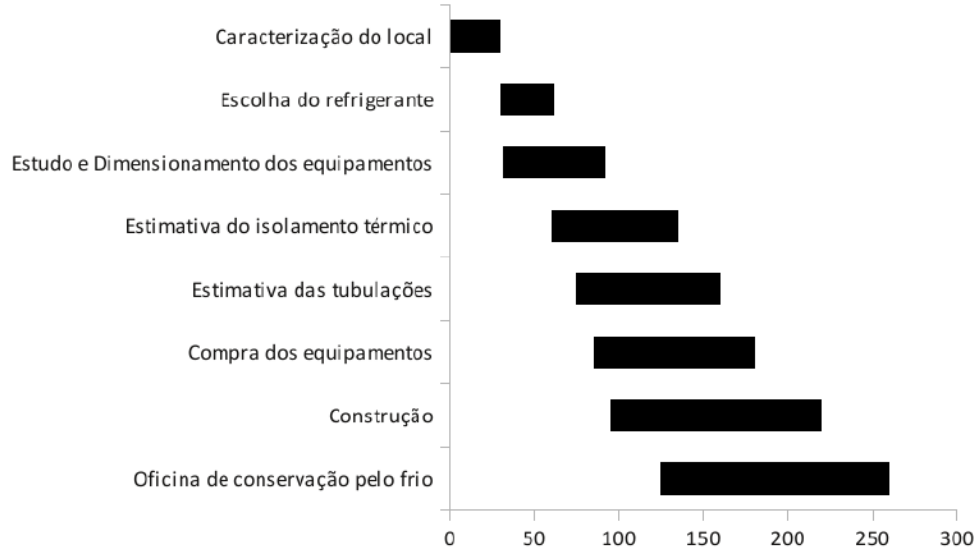


Figura 2: carta Gantt para o desenvolvimento do trabalho com a câmara de congelamento por absorção

Do ponto de vista da transferência de massa, os balanços consideraram uma solução forte (*Strong*) e outra fraca (*Weak*). Dessa forma, podem-se estabelecer duas equações de balanço: uma geral (Equação 3) e outra por espécie (Equação 4):

$$F + W = S \quad (3)$$

$$y_F F + x_W W = x_S S \quad (4)$$

No gerador, no balanço de massa a partir do ponto em que entra uma solução fraca no processo, há a evaporação da amônia e reciclo da solução fraca de NH_4OH (Equação 5).

$$y_G G + x_W W = x_S S \quad (5)$$

Assim, podem ser consideradas as perdas e ganhos de energia nos equipamentos absorvedor e gerador, respectivamente, seguindo as equações de balanço energético descritas (3) e (4), para originar a Equação 6.

$$m_F H_F + m_w c_p w \Delta T_w = m_s c_p s \Delta T_s - Q' \quad (6)$$

Dessa forma, F, W e S são as partes do processo, F é a alimentação (amônia pura), W é a entrada da solução fraca e S é a saída de uma solução forte. Q' representa a perda de energia resultante da absorção da amônia pelo fluido absorvente (neste caso a água).

A evaporação da amônia se dá no gerador, de acordo com a otimização do processo obtida em fase anterior. O balanço energético no gerador pode ser visto na Equação 7.

$$m_G H_G + m_w c_p \Delta T_w = m_s c_p \Delta T_s + Q_{solar} \quad (7)$$

Para o caso do gerador, há o incremento da energia solar, em um espelho parabólico que concentre raios solares e aqueçam um núcleo férnico e esse núcleo férnico aquece também a água que irá evaporar a solução no trocador de calor. Em dias cujo acesso ao sol é difícil, pode-se utilizar um gerador alternativo.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Uma vez consultado o diagrama pressão-entalpia da amônia (RCC, s.d.) e admitindo que a temperatura média da região é de 30 ° C, obtemos os valores da Tabela 1.

Tabela 1: valores das entalpias obtidas do diagrama pressão-entalpia da amônia

Coefficiente	Valor
H ₁	-392 kWs/kg
H ₂	502 kWs/kg
H ₃	735 kws/kg

Sabendo da equivalência entre 1 TONR (1 tonelada de refrigeração) e 3,516 kW, calcula-se a vazão mássica do fluido refrigerante no interior das tubulações. A demanda térmica do evaporador foi obtida. Estima-se que os trocadores de calor (gerador e absorvedor) utilizados possam ser do tipo casco-tubo, podendo assim otimizar as trocas energéticas do sistema. Nesse sentido, pode-se utilizar água no resfriamento e no aquecimento, reaproveitando-a.

Os materiais escolhidos para o projeto de construção da câmara de congelamento (Tabela 2) são fibra de vidro e concreto revestido com cerâmica clara (para atenuando a carga por insolação) (Tabela 3). De modo a otimizar o processo, sugere-se também utilizar embalagens biodegradáveis de filme com fibras vegetais, para conservação do pescado no interior da câmara.

Tabela 2: dados sobre a câmara de congelamento

Dimensões	Valor [m]
Comprimento	3
Largura	3
Altura	2,5
Espessura da fibra de vidro	0,4

Tabela 3: levantamento das cargas térmicas envolvidas no processo

Equipamento	Carga térmica (kW)
Gerador alternativo	2
Evaporador	1
Absorvedor	0,15
Espelho parabólico solar	5
Condensador	1
Carga de pescado	0,0981
Carga por insolação	0,665
Vazão mássica do refrigerante	14,15 kg/h

Tabela 4: dados sobre os produtos a serem armazenados na câmara de congelamento por absorção

Produto	Camarão	Tilápia
Quantidade produzida/mês	30 kg	30 kg
Temperatura inicial	25 ° C	25 ° C
Temperatura final	-5 ° C	-5 ° C
Temperatura no interior da câmara	-8 ° C	-8 ° C

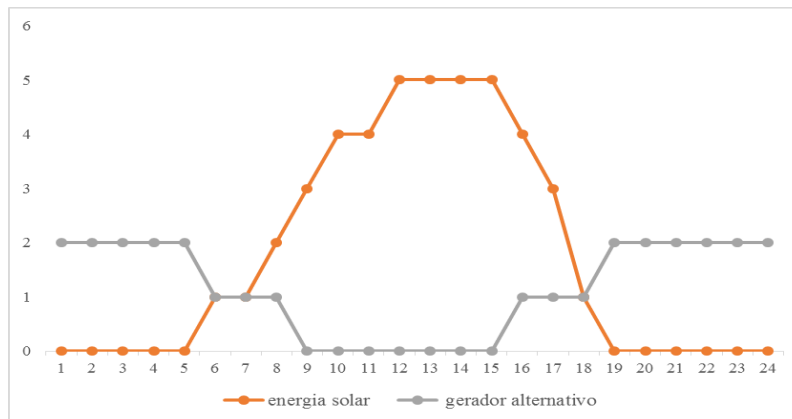


Figura 3: simulação dos picos de consumo (potência, em kW) dos equipamentos

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há um vínculo dos proponentes do projeto com o Laboratório de Energia Solar (LABENSOL) da Universidade Estadual de Feira de Santana, no qual estuda-se a viabilidade e aplicabilidade de coletores solares parabólicos no sentido da captação máxima de energia solar. Ainda, há a perspectiva de se construir esse equipamento com subsídios da prefeitura, nesse caso o orçamento para isso está em torno de R\$ 20000,00. Dessa forma, ao mesmo tempo que necessária, a construção de um entreposto de congelamento coletivo se faz aplicável para as comunidades de pescadores de Ipuacu em Feira de Santana.

NOMENCLATURA

m: vazões mássicas das correntes

x: fração mássica do fluido refrigerante em estado líquido

y: fração mássica do fluido refrigerante em estado vapor

ΔT : a variação de temperatura na corrente em estudo

Cp: capacidade calorífica da corrente

F, S, W: correntes de alimentação, solução forte e fraca, respectivamente

G: corrente de amônia que sai do gerador

H: entalpia da mudança de fase

Q: calor trocado nas etapas do ciclo

BIBLIOGRAFIA

DOSSAT, R. J. Princípios de refrigeração: teoria, práticas, problemas e soluções. São Paulo: Hemus, c1980.

PALZ, W.. Energia Solar e fontes alternativas. São Paulo: Hemus, 2002

RCC - Refrigeration Components Canada. Ammonia R717. Disponível em:<http://www.refrigerationcomponents.ca/resources/charts/ammonia_r717_pressure_enthalpy_chart.pdf>. Acesso 10-08-13

SILVA, A. Câmaras Frigoríficas - aplicação, tipos, cálculo da carga térmica e boas práticas de utilização visando a racionalização da energia elétrica. Disponível em:<<http://www.ambientegegado.com.br/v21/cras-frigorcas-mainmenu-74/575-camaras-frigorificas-aplicacao-tipos-calculo-da-carga-termica-e-boas-praticas-de-utilizacao-visando-a-racionalizacao-da-energia-eletrica.html>> Acesso 10-08-13

STOECKER, W. F.; JABARDO, J. M. S.. Refrigeração industrial. 2.ed São Paulo: E. Blucher, 2002.