

## RECICLAGEM DE REFRIGERADORES A CÉLULAS PELTIER PARA UTILIZAÇÃO EM PROCESSO DE RESFRIAMENTO

**Denilson Pereira Gonçalves**  
denilsonpg@gmail.com

**Irai Tadeu Ferreira de Resende**  
irairesende@gmail.com

**Manoel Messias Araujo Santos**  
messi.c.manoel@hotmail.com

**Resumo** – A demanda por produção de destilados que necessita de fermentação em recipiente refrigerado vem aumentando de forma significativa, com esse cenário promissor e com o mercado necessitando de novos produtos inovadores. O presente projeto traz uma ideia de um sistema de refrigeração de baixo custo para ser utilizado por vários fermentadores com o intuito de maximizar a produção, reduzir o tamanho do equipamento, melhorar a logística e reduzir o consumo de energia na produção dos insumos. É sabido que na produção de destilados o processo de fermentação consome até dois terços do consumo de energia de toda a produção, a necessidade de aguardar a ação das bactérias mantendo uma determinada temperatura se faz necessário para a obtenção do produto nas suas especificações. Para alcançar o objetivo proposto se faz necessário o conhecimento de todo o processo e de alguns sistemas de refrigeração, assim como a movimentação do fluido, o cisalhamento que ocorre ao fluido escoar no interior da tubulação e as suas consequências. O estudo tem como foco da aos pequenos produtores um processo mais refinado, menos custoso e que atende à demanda de produção dessa classe.

**Palavras-Chave:** Fermentação, Controle, Temperatura, Reaproveitamento, Semicondutor.

### INTRODUÇÃO

No decorrer da história da humanidade, alguns fatos apontam que no ano 2000 antes de Cristo a população da ilha de Creta, localizada no mar do Mediterrâneo, sabiam que baixas temperaturas eram de

muita relevância para a preservação dos alimentos.

Com o passar dos anos, o ser humano foi intensificando os estudos sobre o impacto da temperatura para a produção e armazenamento de alimentos e bebidas.

Nos últimos anos a produção artesanal de consumíveis vem crescendo e a fermentação tem um papel importante nesse processo em produtos como vinho, cerveja, queijo, iogurte, entre outros. Com base nos dados obtidos em pesquisa o controle de temperatura nos fermentadores tem um significado expressivo na qualidade do produto final, não esquecendo também dos fermentos e a geometria dos vasos.

Segundo Ortiz (2014), em um processo de fabricação de cerveja artesanal as operações que consomem mais energia na produção é a fermentação e a maturação, que são processos controlados por refrigeração.

Segundo Schmidell et all. (2005), podemos encontrar três tipos de reatores a saber, de acordo com o sistema operacional:

1 - Processo de batelada: em que uma grande quantidade de cultura é inserida no reator. O processo de fermentação tem tempo de duração determinado, o que em geral dura 4 a 5 dias, mas pode estender-se por até um mês dependendo do tipo de produto esperado. O volume do material é constante.

2 - Processo em batelada alimentada: são caracterizados pela alimentação intermitente ou contínua do mosto ao fermentador. Volume do material aumenta com o passar do tempo.

3 – Processo contínuo: O processo efetivo com entrada e saída de material. O volume de

material se mantém constante, pela entrada e saída de material, no entanto, este tipo de cultura está mais suscetível a contaminação.

Atualmente, boa parte dos sistemas utiliza refrigeração por compressão a vapor, desde refrigeradores doméstico e climatizadores até sistemas industriais de grande porte. Segundo Stoecker e Jones (1985), nesse sistema ocorre a compressão e condensação do vapor, em seguida sua pressão é reduzida de forma que o fluido seja capaz de evaporar a baixa pressão. Em uma instalação o compressor é o equipamento que mais consome energia, portanto, é de extrema importância analisar o seu custo-benefício (STOECKER; JABARDO, 2002). Na figura 1 são apresentados os processos e os elementos principais do ciclo de compressão a vapor por meio de um diagrama pressão (P) versus entalpia (P).

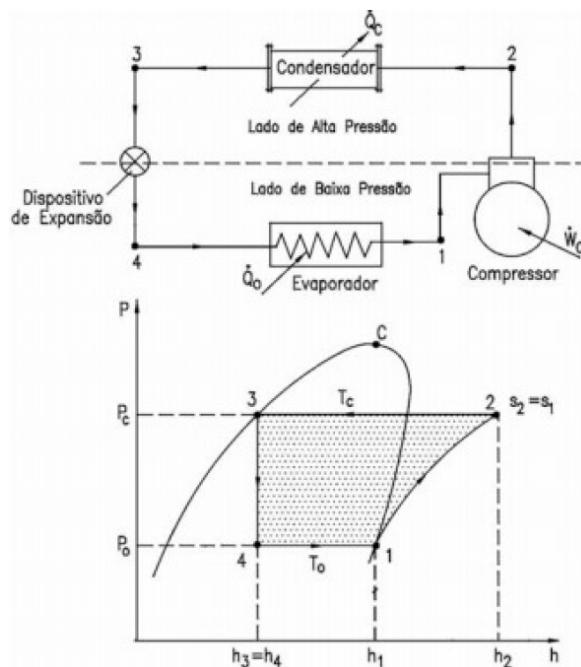


Figura 1 - Ciclo teórico de refrigeração por compressão de vapor. Fonte: Venturin e Pirani, 2005.

Processo 1-2. No compressor acontece uma compressão adiabática reversível e, dessa forma, também um processo isentrópico desde a entrada do fluido no compressor na forma de vapor saturado até sua saída como vapor superaquecido e na pressão de condensação.

Processo 2-3. Acontece no condensador, onde o fluido refrigerante em forma de vapor perde calor até se condensar (torna-se líquido saturado) com pressão constante.

Processo 3-4. Acontece no dispositivo de expansão, sendo uma expansão irreversível e isentálpico. O fluido refrigerante entra no dispositivo na forma de líquido saturado e sai uma mistura de líquido mais vapor na pressão de evaporação.

Processo 4-1. Acontece no evaporador à pressão e temperatura constante, onde o vapor entra úmido e sai superaquecido do evaporador.

Os fluidos refrigerantes são substâncias que possuem um conjunto de propriedades benéficas para aplicação em processos de refrigeração, inclusive são utilizadas no sistema de refrigeração por compressão de vapor. Durante a mudança de fase do estado líquido para vapor o fluido refrigerante absorve calor latente, já quando muda do estado de vapor para líquido ocorre a rejeição do calor absorvido (MILLER; MILLER, 2014).

São considerados refrigerantes primários aqueles que estão operando em um sistema de compressão a vapor para resfriamento de um fluido secundário líquido, este é responsável por levar energia térmica a baixa temperatura para outros locais (Koch; Neto, 2009).

Com base nos dados coletados, montaremos um protótipo utilizando células peltier de bebedouros descartados para refrigerar um banho térmico que será utilizado por mais de um fermentador, maximizando a produção de baixa temperatura e reduzindo o gasto com energia elétrica.

Não o bastante, faremos também uma análise dos pontos críticos nos processos existentes e formataremos um protótipo de controle de temperatura para ser utilizado. A ideia será montar um sistema que forneça refrigeração para fermentadores ligados ao processo, diminuindo com isso a necessidade de construção de uma máquina frigorífica para cada fermentador.

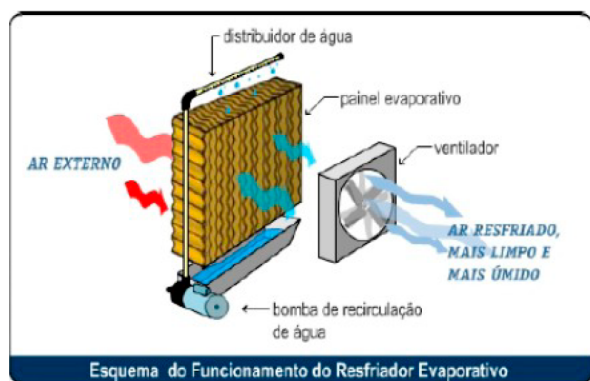
## MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa utilizará partes de bebedouros que utilizam células peltier para refrigerar o líquido, arduino, sensores de temperatura DS18B20, climatizadores umidificadores, fontes de energia, coolers, dissipadores, tanques de polipropileno, tubulações de pvc, entre outros. O sistema consiste de uma fonte de baixa temperatura, para retirar o calor do fluido refrigerante que será utilizado para refrigerar o produto, uma estufa com baixa temperatura para evitar que os tanques percam temperatura para o ambiente, o arduino medirá a temperatura e manterá o sistema controlado, dentro dos parâmetros estabelecidos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho busca a execução e funcionamento de um sistema voltado a controlar e manter um ambiente propício para a produção de insumos que necessitam de baixa temperatura com intervalos definidos com constância.

Segundo LOPES et. all. O fato de a evaporação ser um processo bastante endotérmico, é um processo adiabático, pois não emite calor para o ambiente trocando apenas o calor latente necessário para a transformação do estado físico.



FONTE: LOPES, A. O. R.; DA COSTA GABARRA, G. R.; LIMA, B. W. F., 2006

Com base nos conhecimentos adquiridos nas referências bibliográficas, juntaremos várias

técnicas de controle e redução da temperatura para que o sistema trabalhe dentro dos critérios objetivados.

## CONCLUSÕES

O trabalho em tela tem um contextualização promissora e acreditamos que os resultados serão satisfatórios, do ponto de vista científico, cabendo aos projetos futuros lapidar os pontos fora da reta que venham a surgir. O projeto encontra-se em fase de montagem e conformação, para em seguida, começarmos as coletas de dados e análise dos resultados.

## REFERÊNCIAS

KOCH, E. G.; NETO, O. S. ESTUDO SOBRE REFRIGERANTES, 2009. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAah7oAF/ref-trabalho-sobre-refrigerantes>>. Acesso em: 11 abr. 2020.

MILLER, M. R.; , R.. **Ar-Condicionado e Refrigeração**. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

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

STOECKER, W. F.; JONES, J. W. **Refrigeração e Ar condicionado**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1985.

VENTURIN, O. J.; PIRANI, M.. **Eficiência Energética em Sistemas de Refrigeração Industrial e Comercial**. Rio De Janeiro: Eletrobrás, 2005.

LOPES, A. O. R.; DA COSTA GABARRA, G. R.; LIMA, B. W. F. **Ar condicionado versus climatizadores por evaporação**. *Revista Ciências do Ambiente On-Line*, v. 2, n. 2, 2006.