

## USO DE ENERGIA LIMPA NA INDÚSTRIA

**Sugestão de tema a ser estudado, transformado em curso ou disciplina e disseminado no meio acadêmico técnico.**

**Justificativa:** A desmobilização de Carbono que demorou centenas de milhões de anos para ser fixado ao solo e sua transferência para o ar, na forma de CO<sub>2</sub>, através de processos de combustão, em larga escala e em poucas décadas, tem aumentado o teor deste gás na atmosfera.

Uma elite de homens de ciência concluiu que tal aumento acarreta na elevação das temperaturas médias do planeta e variações mais intensas nas condições climáticas. Para corroborar tal previsão, efetivamente, as condições do clima tem apresentado cada vez maiores oscilações, as temperaturas médias tem aumentado e outras consequências objetivas podem ser observadas.

Os governos de diversos países mais desenvolvidos, tem envidado esforços para amenizar a questão.

Parcela dos corpos técnicos de tais países, cada um em seu campo de atuação, tem apresentado contribuições.

Parte tem atuado no desenvolvimento da obtenção de energia por alternativas não emissoras de CO<sub>2</sub>. Todas elas culminam na obtenção de energia elétrica.

Outra parcela de técnicos tem desenvolvido os meios de transporte movidos à eletricidade. Outras atividades poderiam ser enumeradas.

Aos técnicos que atuam no meio industrial, frente a tal conjuntura que é grave, cabe desenvolver e implementar alternativas que permitam o processamento e a obtenção de produtos para o bem estar humano, com cada vez menor uso da combustão de carbono para a obtenção da energia necessária, o que corresponde a um emprego maior da energia elétrica.

Além do trabalho de conscientização e informação do corpo estudantil e profissional, é altamente desejável fornecer a tal comunidade, além desta visão mais atualizada da questão, também uma formação técnica que venha a lhes fornecer um certo grau de pró atividade operacional.

### **Proposta Preliminar do plano do Curso**

**(a)** Transporte de Energia Elétrica no meio industrial. Seleção dos condutores (cabos e barras). Suporte dos condutores e layout da instalação.

**(b)** Conversão da Energia Elétrica em Calor (Resistências, Indução e Arco) Seleção, dimensionamento e proteção dos elementos de aquecimento. Ligação em estrela e em triângulo.

**(c)** Caldeiras Elétricas Industriais (Electric Steam Boilers) Características, seleção, unidades em paralelo.

- (d) Aquecedores Elétricos Industriais (Electric Industrial Heaters) Características, seleção, dimensionamento, unidades em paralelo.
- (e) Bombas de calor por compressão de vapor. (Heat Pumps) Fundamentos, dimensionamento e detalhamento do sistema.
- (f) Adaptação dos equipamentos convencionais ao uso do aquecimento elétrico.
- (g) Processos Eletroquímicos. Conversão de corrente alternada em corrente contínua. Estudo de processos já desenvolvidos. Efeito da intensidade de corrente e da diferença de potencial, dentre outros.

### **Comentários Complementares**

O tema em questão pode ser considerado a expansão do conteúdo programático de disciplinas eventualmente existentes em cursos de graduação em engenharia, tais como eletroquímica e processos eletroquímicos, eletricidade industrial, eletrodeposição e outras.

O tema pode ser considerado pouco desafiador. Desejável quanto a esta questão, analisar sua relevância para o bem estar, que afinal é aquilo pelo qual todos os técnicos operam.

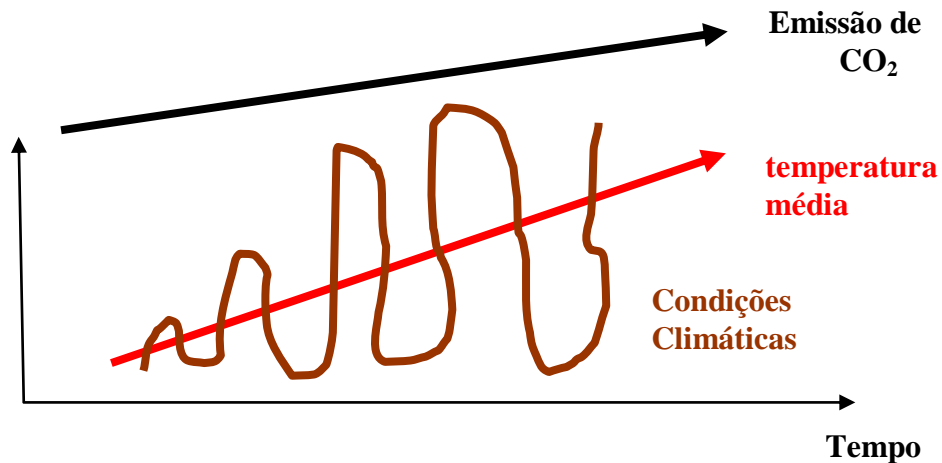
Numa indústria atuam engenheiros de todas as modalidades. É altamente desejável que possuam um corpo de conhecimentos que os permitam atuar em zonas comuns. Um conhecimento de maior abrangência permite o desenvolvimento de técnicas que só a integração de saberes pode proporcionar.

**Na sequência a síntese da orientação para os seminários da disciplina de Integração III, ministrada no curso de graduação em Engenharia Química da Universidade Federal do Paraná - Brasil.**

## ORIENTAÇÃO DOS SEMINÁRIOS DE INTEGRAÇÃO III

### YB - Adaptação da Indústria a menor uso de energia proveniente de combustão. (maior emprego da energia elétrica)

⇒ Elite de cientistas concluiu quanto à emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera:



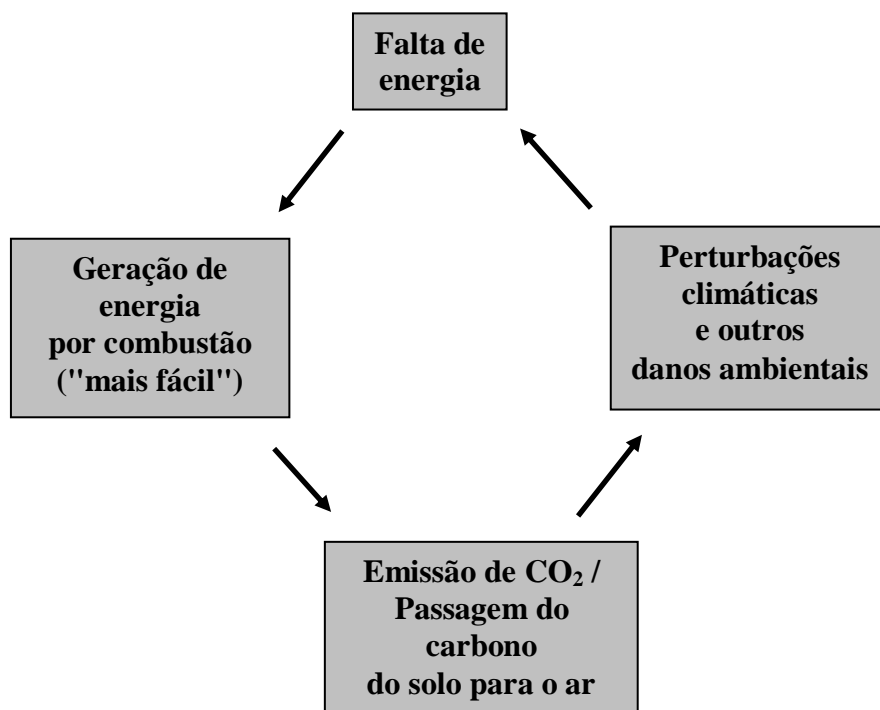
- Aumento da temperatura média.
- Aumento da variação das condições climáticas.

→ Houveram questionamentos ...

- O que se observa ?
- Quanto ao clima ?
  - Quanto ao comportamento das nações mais desenvolvidas ?

---

Observação de um ciclo vicioso:



---

## CONSTATAÇÃO:

MÉTODOS LIMPOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA LEVAM À OBTENÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.

---

### O que cabe a nós realizar ?

---

Esperado: O fenômeno irá se agravar, mesmo com o aumento do emprego de alternativas.

Deste modo: Emitir CO<sub>2</sub> por combustão e depois recapturá-lo (vegetais, algas) salvo melhor juízo não é a melhor solução.

Entendo que a melhor solução é procurar cessar a combustão de carbono em larga escala.

Empregar fontes de energia alternativas que não impliquem na emissão de CO<sub>2</sub> ⇒ se convertem em energia elétrica.

Diminuir drasticamente a combustão no meio industrial.

---

Tema central do seminário: reduzir o consumo de energia obtida por combustão de carbono. (Adaptar a produção a maior uso de energia elétrica.)

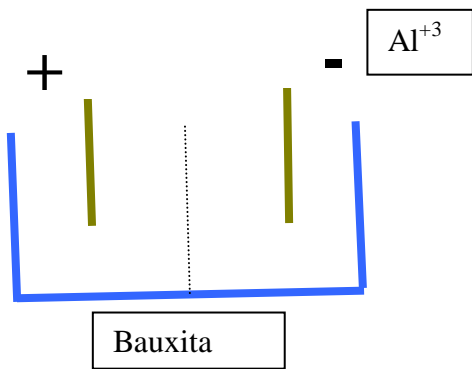
## EXEMPLOS:

(I) PROCESSOS ALTERNATIVOS.

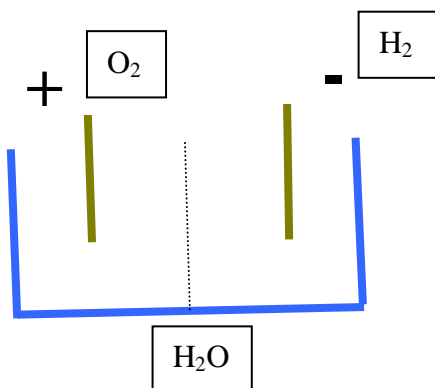
EXEMPLO: PROCESSOS ELETROQUÍMICOS:

EXEMPLO: PROCESSOS JÁ BEM CONHECIDOS E/OU EMPREGADOS:

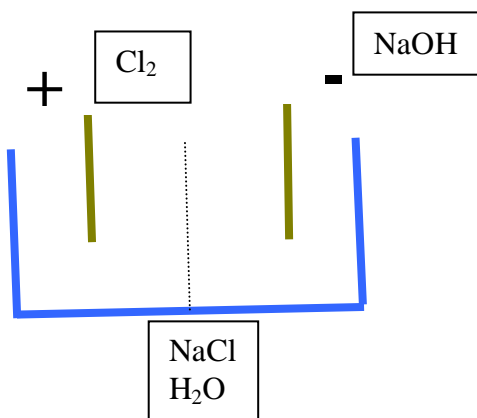
PRODUÇÃO DE ALUMÍNIO



PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO

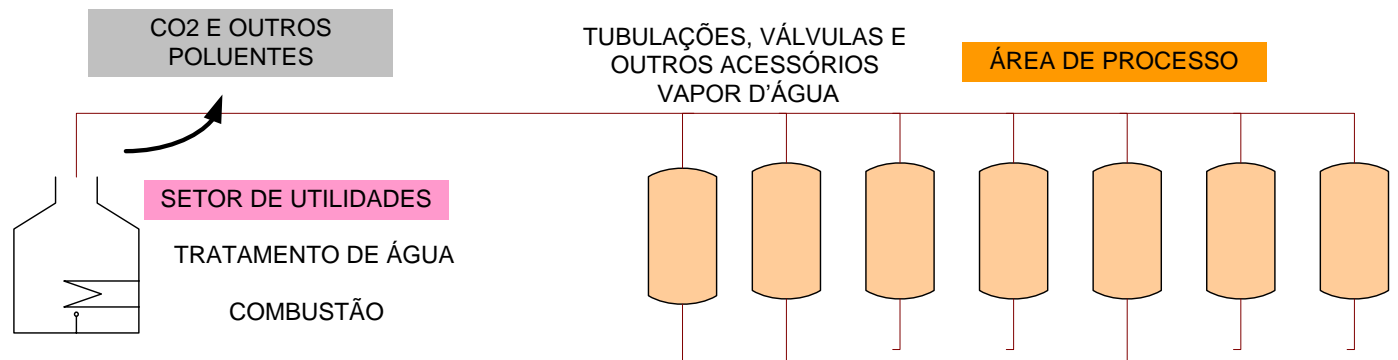


PRODUÇÃO DE NaOH E CLORO



## (II) CALDEIRAS ELÉTRICAS

Sistema convencional:



Com o emprego da energia elétrica, haverá a geração de vapor sem a realização da combustão e a geração de poluentes.

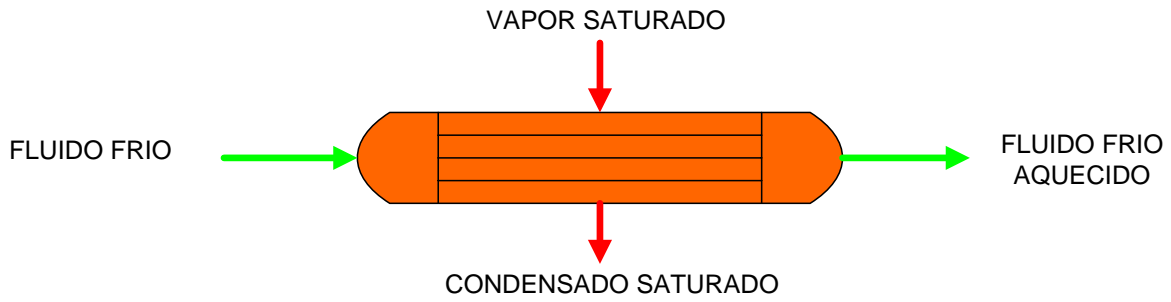


(Electric Steam boiler)

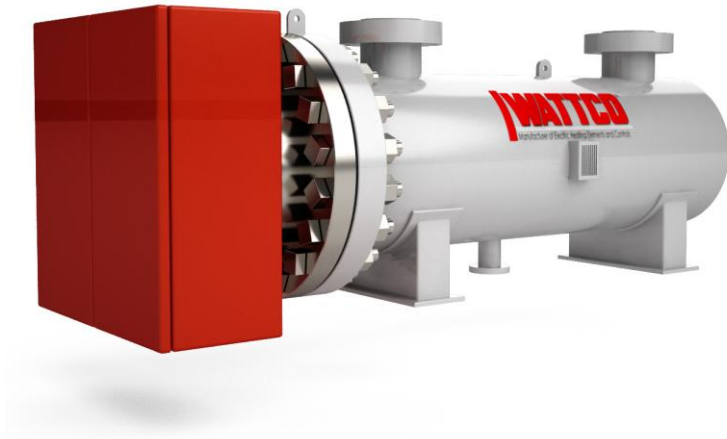
---

### (III) AQUECEDORES ELÉTRICOS

Operação convencional

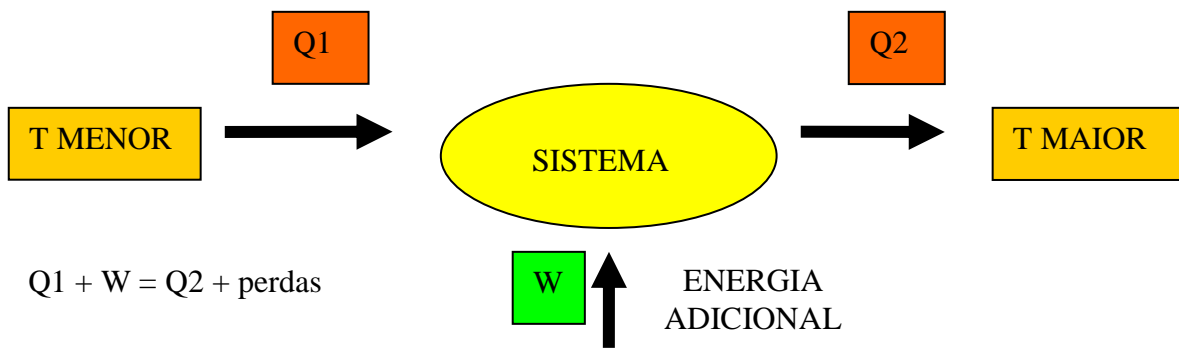


Com o emprego da energia elétrica, haverá o aquecimento sem a realização da combustão e a geração de poluentes.

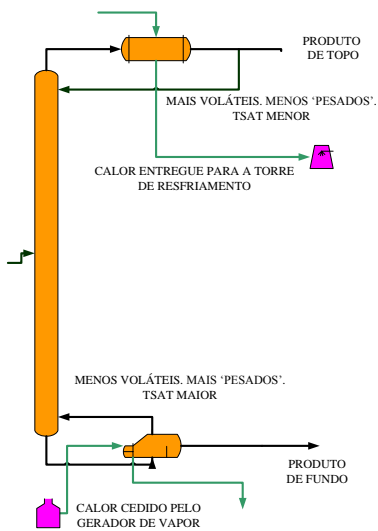


(Electric Industrial Heaters)

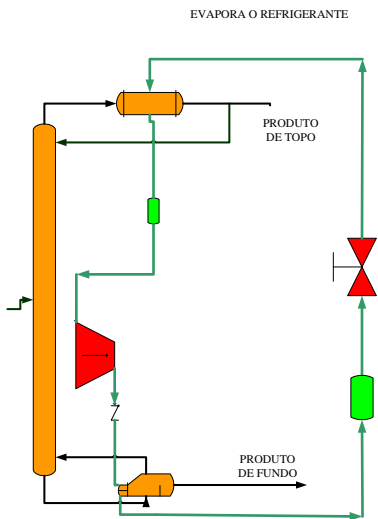
(IV) BOMBAS DE CALOR



Processo convencional. Exemplo: Coluna de destilação.



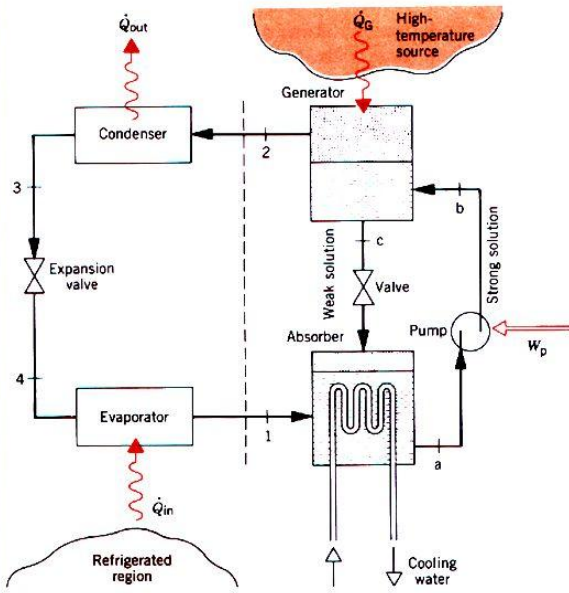
Com o uso da Bomba de Calor, o calor liberado na condensação é aproveitado para a evaporação, com a adição de uma certa quantidade de energia no compressor, que pode ser de pequena monta.





Processo convencional. Exemplo. Geração de frio por absorção

**Ciclo de refrigeração por absorção**



O fluido de trabalho é uma solução, um dos componentes é o fluido resfriador e o outro é um meio de transporte:

Amônia - água

Água - brometo de lítio

Água - cloreto de lítio

O refrigerante é "bombeado" da região de baixa pressão para a de alta pressão.

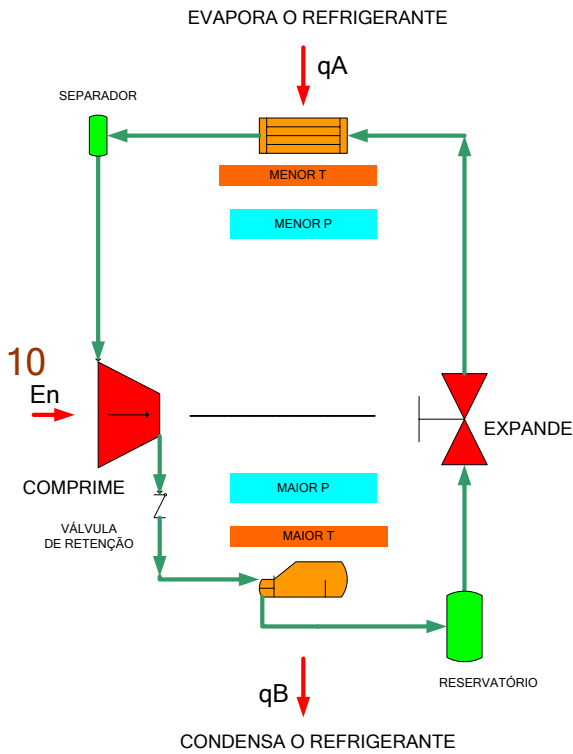
O compressor é substituído pelo conjunto de absorvedor+gerador+bomba+válvula.

Alta concentração de amônia: 1,2,3,4.

A dissolução de amônia em água é exotérmica, mas a dissolução é mais alta quanto menor a temperatura.

A solução é bombeada para o gerador, onde é aquecida por uma fonte externa. O vapor, em equilíbrio com a solução têm alto conteúdo de amônia. É ele que vai para o condensador.

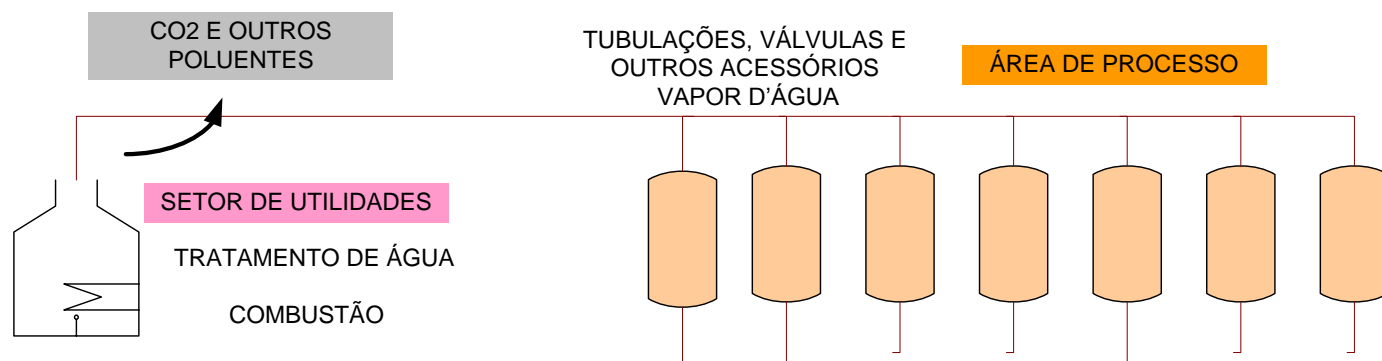
Substituída, evitando a combustão e risco de vazamento de NH<sub>3</sub>, por refrigeração por compressão do vapor.



---

## (V) CONVERSÃO DIRETA DE ENERGIA EM CALOR

Processo Convencional:



Proposta não poluente: Acoplar elemento de aquecimento elétrico no próprio equipamento.



---

### COMENTÁRIOS COMPLEMENTARES:

O lucro está relacionado ao custo. Custos e lucros dependem dos itens e valores considerados nas planilhas de custo.

As informações necessárias estão disponíveis em artigos técnicos, que podem ser facilmente acessados pela web.

---

---

Em 19 de março de 2015.

Paul Fernand Milcent  
Um seu amigo