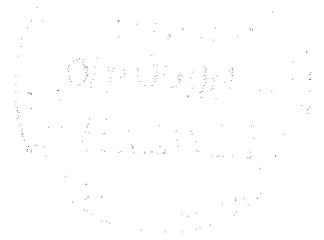


UNIVERSIDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS
CENTRO DE ESTUDOS TECNOLÓGICOS



Antonio Hildebrando de Lima Filho

O CALOR, GERAÇÃO, TRANSPORTE E USOS NA INDÚSTRIA.

Juiz de Fora

2005

Antonio Hildebrando de Lima Filho

O CALOR, GERAÇÃO, TRANSPORTE E USOS NA INDÚSTRIA.

Dissertação monográfica apresentada ao Curso de Tecnologia em Meio Ambiente da Universidade Presidente Antônio Carlos, como exigência para obtenção do título de graduação tendo como orientadora a seguinte professora:

Professora Flávia Medina Cury
Universidade Presidente Antônio Carlos

Juiz de Fora

2005

Antonio Hildebrando de Lima Filho

O CALOR, GERAÇÃO, TRANSPORTE E USOS NA INDÚSTRIA.

Dissertação monográfica apresentada ao Curso de Tecnologia em Meio Ambiente da Universidade Presidente Antônio Carlos, como exigência para obtenção do título de graduação a ser aprovada pela seguinte orientadora:



Professora Orientadora Flávia Medina Cury

Universidade Presidente Antônio Carlos

Juiz de Fora

2005

Dedico este trabalho à minha família por
toda motivação e apoio...

AGRADECIMENTOS

Aos mestres que me doaram conhecimento para realização deste trabalho.

Aos amigos que ajudaram a dar firmeza aos meus passos

A você que tem sido durante todo o tempo, exemplo de doação, às vezes se expondo ao desgaste, mas se reerguendo sempre.

A memória de meus pais e a Deus pela sua infinita bondade para com tão humilde servo.

O homem recebe um enorme feixe de luz para conseguir visualizar sua capacidade. É preciso utilizar desta dádiva com intuito de ampliar seu universo tecnológico, dedicando suas conquistas àquele que lhe concedeu a capacidade do saber.

ANTONIO H. L. FILHO

RESUMO

O presente estudo, visa explicitar o processo industrial que envolve a geração de calor, seu transporte, transformação, causa e efeitos.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO -----	09
1. CALOR -----	10
1.1. Definição e histórico-----	10
2. CALOR, CAUSA E PROPAGAÇÃO -----	12
3. DENOMINAÇÃO DO CALOR -----	14
3.1. Calor latente de fusão-----	14
4. EMISSÕES DE CALOR -----	15
5. MEDIÇÃO DE CALOR -----	16
6. FORMAS DE OBTENÇÃO DE CALOR -----	18
7. AS PERDAS DE CALOR -----	19

8. EFEITOS DO CALOR	-----20
9. GERAÇÃO E TRANSMISSÃO DE CALOR	-----21
9.1. Geração de vapor	-----22
9.2. Transporte e distribuição do vapor	-----23
10. O TRANSPORTE DE CALOR VIA ÓLEO TÉRMICO	-----25
11. CALOR TRANSFERIDO POR DUTOS DE AR	-----26
12. A PRESSÃO E TEMPERATURA NA GERAÇÃO E TRANSMISSÃO DE CALOR	-----27
Tabela 01: Circuito e temperatura no produto	-----28
Gráfico 01: Pressão e temperatura	-----29
13. CONCLUSÃO	-----30
14. BIBLIOGRAFIA	-----31

INTRODUÇÃO

Os processos industriais demandam insumos de classes diversas para obtenção do produto requerido. Nesta abordagem, a produção de calor é o ápice do trabalho, que busca discernir pontos relevantes da geração de energia por algumas das várias fontes. Os parâmetros agregados ao processo, inúmeras vezes caem em equívoco, dificultando um perfeito entendimento dos níveis quantitativos e qualitativos da energia que o conjunto de ações se propõe a gerar.

As aplicações diversas do calor gerado por variados processos, carecem ainda de controle em níveis compatíveis às etapas para obtenção do produto final específico. Como será abordado, faz-se necessário um estudo prévio bastante especializado, almejando conseguir um máximo de produção, com um mínimo de consumo. É o desafio proposto ao mundo em termos energéticos. As buscas por alternativas de geração de energia, com índices menores de poluição e esvaziamento das reservas naturais, obtido a atenção de profissionais em diversas áreas de pesquisa.

O planeta atingiu um patamar de demanda energética tal, que a sustentabilidade está ameaçada. A manutenção da vida como um todo, depende do empenho geral na comunhão por uso racional e projetos viáveis de produção de energia.

1. CALOR

1.1. Definição e histórico

Dá-se o nome de calor, ao agente das sensações particulares, que exprimimos dizendo que os corpos estão quentes ou frios. A ciência admite, que estas sensações são provocadas por um movimento vibratório das moléculas dos corpos, apreciados diretamente pelos órgãos de sensibilidade geral. A hipótese é admitida sob o nome de teoria das ondulações, teoria mecânica do calor ou teoria da termodinâmica.

Consta em algumas literaturas que o interesse pelo conhecimento das causas e efeitos do calor, vem ocorrendo de épocas remotas. O homem vem observando a presença do calor, e mesmo a princípio não conseguindo diferenciar causa e efeito, já em épocas longínquas tirava proveito de tal energia. Aprendeu com os seus experimentos bastante rudes, a interferência do calor do sol, primeira fonte de luz e calor conhecida, nos processos de pesca e caça responsáveis por grande parte de sua subsistência. A evolução no estudo do calor, foi ponto crucial para o início das navegações. A descoberta dos efeitos das correntes marítimas provocadas pelo aquecimento e resfriamento da terra veio dar uma maior facilidade ao ato de zarpar e ancorar das embarcações que tinham somente propulsão humana.

Segundo ainda literatura, o primeiro método para se conseguir fogo, aconteceu por acidente, mediante atrito de alguns tipos de madeira ou rochas. Salienta-se que a única centelha que se conhecia, era vista nos relâmpagos aos quais ocasionalmente chegavam a provocar incêndios aleatórios (TOLEDO, 1979).

2. O CALOR: CAUSA E PROPAGAÇÃO

O calor é causado pelo movimento vibratório das moléculas de um corpo. O atrito é uma das causas do aumento vibratório dessas moléculas que posteriormente ocasionam a sensação de calor.

São conhecidas três maneiras pelas quais o calor se propaga, condução, convecção e irradiação, sendo estas freqüentemente aplicadas no dia a dia da vida do homem, buscando exaurir benefícios em prol de melhor qualidade de vida.

No processo de condução o calor se propaga espontaneamente de um corpo com maior temperatura para um corpo de menor temperatura. Neste processo, faz necessária a existência de um meio material, já que o calor é transmitido de um ponto a outro do corpo através do choque entre as moléculas em agitação. A quantidade de calor transmitido de um ponto a outro, depende da característica do corpo, se bom ou mal condutor de calor.

No processo de convecção o transporte de energia térmica se dá juntamente com o transporte de matéria. Pode-se observar a propagação do calor por convecção no aquecimento de líquidos e gases, onde se observa a movimentação da massa líquida ou do gás para que ocorra tal transferência de energia.

No processo de irradiação a propagação de calor ocorre através de ondas eletromagnéticas, ou ondas caloríficas. Neste caso, não há necessidade de meio físico e nem transporte de matéria. Tal fenômeno possibilita a transmissão de calor no vácuo. O calor do sol

é transportado até a biosfera através de ondas eletromagnéticas, as quais são capazes de ultrapassar o vácuo existente entre as camadas atmosféricas.

3. DENOMINAÇÃO DO CALOR

Todo corpo possui uma certa quantidade de calor. Esta quantidade difere de um material para outro. O calor que é peculiar do material é chamado de calor específico. O calor específico não varia com a quantidade ou dimensão do material. O calor específico da água é 1 (um), logo, o calor específico de 1 litro ou 10 litros de água, é 1. Calor específico de um corpo, é o número que designa em calorias a quantidade de calor necessário para elevar de 0 a 1 grau a temperatura de 1 kg desse corpo.

3.1. Calor latente de fusão:

Calor latente de fusão de um corpo é a quantidade de calorias necessárias para fazer passar do estado sólido ao estado líquido, um quilograma desse corpo sem variação de temperatura (TOLEDO 1979). Quando um corpo no estado líquido se solidifica, restitui aos corpos que o cercam, uma quantidade de calor exatamente igual a que tinha absorvido durante a fusão.

4. EMISSÕES DE CALOR

Nas emissões de calor, temos o calor luminoso e o calor obscuro. O calor luminoso é aquele que vem acompanhado de luz. No caso, o calor do sol e de lâmpadas incandescentes. O calor obscuro não vem acompanhado de luz, é o que ocorre com o calor dos fornos, ferro de passar, etc.

Cada uma das maneiras de propagação do calor tem suas leis específicas, as quais, se bem observadas, facilitam ao homem a aplicação da energia térmica enquadrando os recursos de acordo com suas necessidades. Estas leis amparadas por fórmulas matemáticas, deixam à tona toda informação necessária à aplicação desta ou daquela forma de propagação de tal energia. Os fenômenos da absorção, reflexão e convecção desta energia, são formas consideradas nos cálculos, experimentos para futuras aplicações nos projetos onde deverá ser observada a opção que ofereça a menor perda.

5. MEDIÇÃO DE CALOR

Devido às características dos materiais, a sensação de calor varia conforme as diferenças da capacidade de condução da energia térmica de um ou outro corpo. Um corpo tido como um bom condutor possui a capacidade de distribuir quase que instantaneamente uma certa quantidade de calor aplicado em qualquer ponto de sua superfície. Por outro lado um corpo com as mesmas dimensões, porém constituído de material mal condutor de calor, terá o calor aplicado retido por um intervalo de tempo muito maior que o caso anterior. Assim, se no primeiro caso, for utilizado um bloco de ferro e no segundo, um bloco de madeira, teremos a impressão que a madeira é mais quente. Isto ocorre porque o bloco de ferro distribui o calor com mais rapidez pela sua superfície.

Baseado nas comparações quase sempre não confiáveis, a ciência procura criar métodos mais precisos através de instrumentos de medição. Para que haja sincronismo entre experimentos tanto para efeitos científicos como para industrialização de bens de consumo de forma geral, os instrumentos e unidades de medidas adotadas, obedecem as normas e tratados quase sempre em caráter universal.

A quantidade de calor é expressa em calorias, sendo uma caloria o calor necessário para elevar de um grau a temperatura de um grama de água.

Uma caloria equivale a 4,184 Joules, medida adotada no Sistema Internacional. Adotou-se então que temperatura é o efeito do calor sobre um corpo. Quanto maior a

quantidade de calor doado, teoricamente maior será a temperatura. Quanto maior a temperatura, mais visível o efeito desta. A temperatura vem exprimir a quantidade de calor que um corpo ganha ou perde. O calor que um corpo adquire é igual ao calor que um segundo corpo libera. O termômetro é o instrumento utilizado para medição de temperatura e obedece a três escalas conhecidas universalmente, graus Celsius, graus Fahrenheit e Kelvin, que possuem parâmetros de comparação graus Celsius graus Fahrenheit e Kelvin.

6. FORMAS E OBTENÇÃO DE CALOR

O calor pode ser obtido por formas diversas, prevalecendo no setor produtivo aquela que apresentar maior rendimento, com um consumo relativamente menor de insumos. Atualmente, o fator ambiental também faz parte desta equação já que, obviamente se este não for considerado, o custo futuro com a redução da poluição gerada nos processos de queima para geração de calor será grandemente aumentado por motivos de investimento no controle da poluição. Não raramente, o calor aparece como parte de resíduos em processos industriais. Produz-se calor com reações químicas como a combustão, percussão, pressão, circulação de corrente elétrica, atrito, entre outras. Em cada caso específico, as quantidades de calor obtidas, as temperaturas atingidas e os recursos naturais ou renováveis consumidos, aparecem em variadas quantidades. O calor específico de cada material ou grau de combustibilidade, comparados com o resíduo gerado dirão se o rendimento é ou não viável ao processo requerido. Para os casos em que se busca como energia o calor, todas as condicionantes devem ser medidas visando um aproveitamento maior com uma combustão completa, isto é maior aproveitamento térmico do processo de combustão (NOBRE, 1995).

Tem-se procurado aproveitar o calor residual gerado numa etapa do processo industrial como insumo para outros estágios do processo. Seria de grande interesse para o meio ambiente a interação entre indústrias que perdem calor no seu processo produtivo, com as que necessitam dessa energia para sua atividade.

7. AS PERDAS DE CALOR

O calor está presente basicamente em todo processo industrial e na totalidade da manutenção das formas de vida no planeta. Nas ocorrências de transformação de energia, os resíduos quase sempre estão em forma de calor. Na mudança de energia elétrica para luminosa, perde-se em torno de 40% sob forma de calor no caso das lâmpadas incandescentes. Analogamente, na transferência de energia elétrica para mecânica, as perdas mesmo que em menor escala, são ainda observadas.

A própria condição de equilíbrio térmico do meio ambiente, facilita as perdas uma vez que tudo tende a se estabilizar termicamente.

Percebe-se que a energia térmica é uma das formas de energia mais expostas à perda em níveis consideráveis. Nos sistemas industriais que envolvem combustão de biomassa, a falta de critérios e aparatos para confinar de maneira técnica a energia térmica gerada, vem exaurindo recursos que em breve se apresentarão escassos nas fontes naturais. Os setores da indústria que utilizam a energia térmica do vapor, em grande parte, atuam sem nenhum suporte técnico, trabalhando com linhas de distribuição a modo nú (sem isolamento térmico) o que proporciona uma perda de calor até 25% em estações frias.

8. EFEITOS DO CALOR

São inúmeros os efeitos do calor na vida cotidiana, seja nos lares ou nas indústrias. A gama de transformação de matéria prima em bens de consumo, através do uso da energia térmica, acompanha o homem em todos os seus momentos. Em épocas anteriores, quando da carência de equipamentos mecânicos de porte, a energia térmica era usada para abrandar matérias a serem trabalhadas. Grandes reservatórios, pontes, torres, sinos e outros, foram confeccionados com materiais metálicos, com escassos recursos, devido à ação do calor.

O efeito do calor sobre os metais ferrosos, principalmente os aços especiais, agrega a estes qualidades que os tornam quase indestrutíveis, mesmo quando submetidos a condições extremas de operação.

A capacidade que o calor possui de dilatar, ebulir, evaporar, pressionar, ignir, recoser, temperar, entre outros efeitos, faz desta energia uma das formas mais versáteis dentre as conhecidas. A notoriedade de tal potencial energético se deve em certos casos, até mesmo pela facilidade de obtenção como também a triplicidade da sua capacidade de produzir energias agregadas, sendo estas, térmicas, luminosas e pressão.

9. GERAÇÃO E TRANSMISSÃO DE CALOR

As necessidades energéticas não se sanam e nem se restringem ao processo de geração. Quase nunca é possível ou viável se gerar energia no ponto de consumo. Como na energia elétrica, a qual possui os estágios de geração e transporte, a energia térmica vem requerer os mesmo estágios.

Logicamente o transporte para tal se faz em reduzidas distâncias, chegando a algumas dezenas de metros. Cumprem tal disposição as necessidades peculiares dos setores das indústrias que utilizam energia térmica. No entanto, como o transporte tem que ser feito, buscam-se técnicas baseadas nas leis da termodinâmica, para se obter um rendimento no mínimo satisfatório. Nos processos industriais que são capazes de absorver a energia térmica direto das chamas, a questão em muitos casos se simplifica. Hoje no Brasil, tem-se disponibilizado nos centros industriais de maior demanda energética, linha de distribuição do gás natural.

Tal combustível fornecido a uma pressão e volume compatível com cada setor produtivo vem suprir quase que totalmente a necessidade de material para combustão e produção de calor.

Esta opção no caso das indústrias siderúrgicas, veio diminuir uma etapa do processo de produção de calor. Outrora, o calor gerado em caldeiras e transportado para os pontos de consumo, é agora chama direta através de maçaricos. Foi eliminada com este processo parte

das perdas de calor. No entanto, nas localidades não servidas por esta distribuição de gás natural, e ainda nas indústrias onde não é viável o aquecimento por chama direta, o processo difere. O calor na maioria dos casos é gerado em caldeiras, geradores de vapor.

9.1. Geração do vapor:

Genericamente, gerador de vapor é um equipamento estacionário, no caso de indústria e trabalha com um percentual de água no seu interior. Recebe calor de uma fonte, podendo ser gás, óleo, lenha ou outra fonte.

Tal equipamento dispõe ainda na sua estrutura, feixe de tubos metálicos que faz contato com a água. Tal feixe de tubos é predisposto de maneira a transmitir o calor da combustão, para fazer aquecer água até a fervura e vaporização, com pressão. Dispõe o equipamento de aparato de controle e amostragem de pressão, bem como sistema de reposição de água, atingindo níveis requisitados ao processo, o vapor do interior do gerador começa a ser liberado. Uma bomba de recalque repõe a água gasta na vaporização. Os sistemas de controle eletroeletrônicos paralisam ou dão continuidade à ocorrência da combustão, conforme necessidade que é pré-ajustada. O vapor do gerador segue por uma tubulação de aço denominada linha de vapor.

9.2. Transporte e distribuição do vapor:

Nas indústrias, quase que geral utiliza-se o vapor saturado. Vapor saturado é aquele que apesar de ter uma temperatura razoavelmente alta, em torno de 160° C possui na sua composição um percentual de água, chamado de líquido de arraste. Tal vapor é gerado e entregue para a linha de distribuição, normalmente a uma pressão entre 7 e 8 kg/cm². A pressão do vapor tem duas atribuições:

- Impulsionar o vapor que possui o potencial térmico necessário ao processo até o ponto de consumo;
- Permitir que o vapor tenha uma temperatura adequada ao processo.

Quando a pressão de operação for menor, a temperatura obtida também será menor. No entanto, quando for necessário uma temperatura muito acima daquela fornecida, na faixa de 200 °C, deve-se trabalhar com o vapor super aquecido, uma vez que na geração de vapor saturado, a uma temperatura acima de 200 °C, requer uma pressão de 16 Kg/cm², a qual ultrapassaria a Pressão Máxima de Trabalho Permitido (PMTP) do gerador em questão.

O processo de aquecimento através do vapor de caldeiras se enquadra na propagação por convecção térmica. O vapor entregue a tubulação, atinge os pontos de consumo. Normalmente, o aquecimento ou o contato com o produto final é por sistema de câmara de vapor que passa agora a ser propagação por condução térmica. Nos projetos mais elaborados, quando da transmissão do calor latente do vapor, a água resultante do processo, retorna ao gerador. Mesmo tendo doado a energia térmica, percebe-se que a água de retorno tem uma

temperatura de 70 a 80 °C. Com esta temperatura inicial, o consumo de combustível fica reduzido a cerca de 25%, o que justifica o aproveitamento do retorno.

As linhas de vapor são calculadas conforme o volume de consumo demandado e a pressão de trabalho da linha. Os efeitos da dilatação provocados pelo calor, bem como os golpes de ariete causados pelo alagamento da linha na condensação, são eliminadas pelas juntas de expansão e drenos na linha. Sucessivamente para se erradicar as perdas de calor pela irradiação, as linhas de vapor são isoladas com um material isolante térmico.

Em alguns outros processos lança-se mão de adereços visando o controle de pressão.

10. O TRANSPORTE DE CALOR VIA ÓLEO TÉRMICO

Tal procedimento, bastante parecido com o processo de transporte através do vapor se resume na substituição da água no interior dos geradores, pelo óleo térmico. Tal fluido um dos muitos derivados do petróleo, possui uma viscosidade bastante superior à viscosidade da água. Tal característica, aliada a peculiaridade de sua composição, vem lhe conferir uma capacidade de absorção e transmissão de energia térmica capaz de satisfazer as necessidades requeridas em inúmeros processos industriais. A transferência de calor da combustão para óleo em questão, ocorre através do processo de condução, uma vez que o interior da serpentina, parte integrante do gerador, permanece cheio com este fluido. A serpentina e toda a tubulação ocupadas pelo fluido trabalham em regime contínuo de circulação. Uma bomba com características especiais promove a circulação do óleo num sentido predeterminado, fazendo o transporte da energia pelo processo de convecção. O óleo completa o ciclo, retornando sempre ao gerador. O sistema possui um tanque denominado tanque de expansão, o qual serve para recolher todo o fluido em caso de manutenção. O sistema de aquecimento por fluido térmico, semelhante ao vapor, conta com acessórios voltados para o controle de segurança, temperatura e pressão. Conseguem-se bons resultados e uma temperatura estável adotado na maioria dos processos 160°C .

11. CALOR TRANSFERIDO POR DUTOS DE AR

Nas indústrias de beneficiamento por secagem ou torrefação de grãos, como café e amendoim, a produção de calor bem como o transporte se difere dos casos citados. A secagem e torrefação acontecem em equipamentos que acomodam os grãos em compartimentos rotativos. O calor é gerado numa fornalha metálica, ou fabricado em alvenarias, sendo conduzido ao contato com os grãos, via dutos de metal ou túneis de tijolos. Na parte rotativa que contém o produto, sendo normalmente tipo peneiras de malhas adequadas ao tamanho dos grãos, o calor é distribuído adotando-se sistema de paletas, visando uniformizar a distribuição. As malhas além de facilitar o contato do produto com o calor para a secagem servem ainda para expelir as cascas residuais que em alguns processos, irão ser usadas na combustão. Completado o tempo necessário ao beneficiamento, o fornecimento de calor é cortado, segue o resfriamento do produto para o envase. Nova batelada de grãos é admitida e o processo tem seqüência. A temperatura é normalmente regulada entre 70° à 85° C.

12. A PRESSÃO E TEMPERATURA NA GERAÇÃO E TRANSMISSÃO DE CALOR

A geração e a transmissão de energia térmica pela utilização do vapor requerem uma determinada faixa de temperatura. Além da demanda do calor exigido pelo produto, deverão ser consideradas as perdas na transmissão. No vapor saturado o ganho de temperatura em relação à pressão a qual o sistema fica obrigatoriamente submetido, é notório até a faixa de 170° C. Neste marco, conforme apresentado na tabela 1 e figura 1, a pressão atinge a casa dos 8,3 Kg/cm². Segundo normas de segurança da ABNT, o parâmetro atingido mantém os processos dentro das conformidades seguras. A partir desta amostra, se necessitamos elevar ainda mais a temperatura os níveis de pressão não correspondem em proporção ao ganho de temperatura desejado.

Deparamos então com pressões de trabalho que expõe o sistema a um risco que não justifica o resultado produtivo final, além de comprometer a integridade do operador e funcionários em geral.

Centrando a atenção neste ponto e ainda a questão de ampliar os horizontes na economia de combustível, faz-se uso de metodologias diferenciadas.

Para o caso de demanda pequena de vapor a alta temperatura, utiliza-se dos super aquecedores. São dispositivos adaptados ao gerador de vapor, normalmente reaproveitando o calor da própria liberação de gases da combustão. Para as demandas de vapor em volumes mais apreciados, faz-se uso dos geradores de vapor aquo-tubular.

Tal equipamento ao contrário dos flamo-tubulares, encerram água no interior de seus tubos.

Tal prática é grandemente vantajosa no sentido de ter uma ampliação na área de aquecimento, o que aumenta a produção de vapor, além do que possibilita uma PMTP maior, uma vez que os tubos sendo de diâmetro reduzido, podem suportar uma pressão muito maior que o corpo cilíndrico. Isto implica na obtenção da temperatura demandada.

Tabela 1: Circuito e temperatura no produto

Indústria	Via de transporte do calor	Temperatura do circuito (°C)	Pressão (Kg/cm²)	Temperatura do produto (°C)
Acabamentos de tecidos pesados	Óleo térmico	190/220	13/23	100
Estamparia de tecidos	Vapor	130/160	2,8/6	100
Reforma de pneus	Vapor	130/160	2,8/6	120
Laticínios	Vapor	130/150	2,8/5	70
Torrefação de café	Dutos / ar	110/130	1,4/2,8	95
Indústria de sabão	Vapor	140/160	3,8/6	110
Usina açúcar/ álcool	Vapor	110/210	6/19, 4	60/70
Lavanderia	Vapor	130/160	1,4/6	110

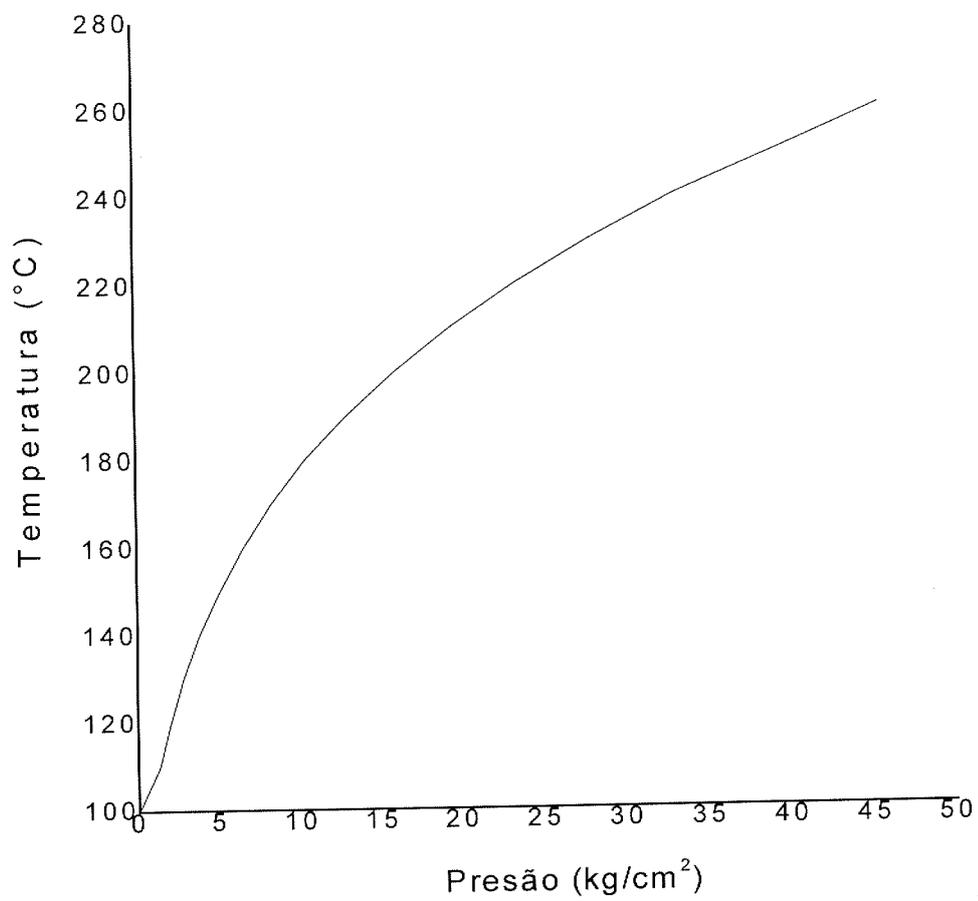


Gráfico 01: Temperatura pela Pressão do vapor saturado

13. CONCLUSÃO

Devido a extrema atuação da energia térmica em todos os processos vitais o homem se vê na necessidade de conhecer causas e efeitos na aplicação deste recurso. As etapas de geração, transporte e utilização do calor com melhor aproveitamento e segurança, envolve com cuidados específicos. A fuga de energia térmica é originada naturalmente pela tendência de equilíbrio térmico entre os corpos. Os investimentos são grandes no que tange ao estancamento máximo de energia gerada.

Há projetos intensos direcionados ao processo onde se prevê possíveis retornos de massa energética, obedecendo uma normatização específica. As várias formas de geração e transporte do calor, vem oferecer aos projetistas, caminhos opcionais para que os objetivos sejam atingidos com economia.

A geração e uso racional de energia demanda um consumo reduzido de recursos naturais. Tais projetos estão sendo revisados e adaptados às alternativas capazes de atender a processos com o menor custo ambiental.

O grande desafio é exatamente produzir com qualidade e segurança, conservando recursos naturais capazes de garantir a sustentabilidade do planeta.

14. BIBLIOGRAFIA

TOLEDO, R. I. N. **Os Fundamentos da Física** - Termologia, Geometria da luz, Vol 2, Editora Moderna. 1979.

NOBRE, F. R. **Tratado de Física Elementar**, 24º Edição, 1945.

CORREA, R. N. **Funilaria Industrial**. A 1 Casillas . Editora Mestre 1 ou 3º Edição, 1957.

GAFFERT, G.A. **Geradores de Vapor (Centrais do Vapor)**. Editora Reverte S.A. Barcelona – 1973.