

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO**

MARCIO VENZON

Proposta de utilização de energia solar para aquecimentos de água e fluentes para linhas tratamento de superfície na Atlas Indústria de Eletrodomésticos Ltda.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
Lavras - MG
2004
MARCIO VENZON

Proposta de utilização de energia solar para aquecimentos de água e fluentes para linhas tratamento de superfície na Atlas Indústria de Eletrodomésticos Ltda.

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-graduação lato-sensu em Fontes Alternativas de Energia, para obtenção do Título de Especialização.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
Lavras – MG
2004
MARCIO VENZON

Proposta de utilização de energia solar para aquecimentos de água e fluentes para linhas tratamento de superfície na Atlas Indústria de Eletrodomésticos Ltda.

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Pós-graduação lato-sensu em Fontes Alternativas de Energia, para obtenção do Título de Especialização.

Carlos Alberto Alvarenga
Orientador

Banca Examinadora:

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
Lavras - MG
2004.

“Se te dei subordinados não é para que tu os transformes em escravos e nem para que eles aceitem passivamente teus caprichos. Te fiz líder e forte para que tu os defenda e os proteja” (Jesus Cristo)

“Que fazemos nas horas que estamos trabalhando, determina o que possuímos no mundo. O que fazemos nas horas em que estamos nos divertindo, determina o que somos”. (George Eastman)

Aos meus pais, Danilo e Laura.
À minha namorada, Leilane G. S. Muller.
Aos meus irmãos, Leandro e Evandro.
Aos meus colegas e amigos,
que contribuíram para a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao Profº Carlos Alberto Alvarenga, pelo apoio e incentivo, pela sua colaboração e dedicação, o que possibilitou a realização do trabalho.

A Atlas Eletrodomésticos Ltda. por disponibilizar meios para efetuar o estudo e dar apoio à efetivação do mesmo.

A todas as pessoas que de alguma forma colaboraram no desenvolvimento deste trabalho.

A todos que auxiliaram na realização deste trabalho, seja através de orientação técnica e científica, ou prestando apoio e amizade.

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE ANEXOS

1	INTRODUÇÃO	01
2	JUSTIFICATIVA	04
3	REFERENCIAL TEÓRICO	06
3.1	HISTÓRIA DA ENERGIA SOLAR	06
4	APRESENTAÇÃO DA EMPRESA A SER ESTUDADA	07
5	O SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA POR ENERGIA SOLAR	15
5.1	COLETOR SOLAR	15
5.2	PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO	17
5.3	DISPOSIÇÃO DO BOILER	21
5.4	COMO DIMENSIONAR UM SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR	22
5.5	ESPECIFICAÇÃO DOS COLETORES	23
5.6	ESCOLHA DO LOCAL DE INSTALAÇÃO	23
5.7	INCLINAÇÃO DOS COLETORES	24
5.8	CUIDADOS NA INSTALAÇÃO	25
6	DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE	27
7	GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO (GLP)	30
8	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	30
8.1	A ESCOLHA SETOR A SER ESTUDADO	31
8.2	CUSTO DO PROJETO	32
8.3	VIABILIDADE DO PROJETO	32
8.5	MANUTENÇÃO E SUPERVISÃO DOS EQUIPAMENTOS	33
8.6	CONSEQÜÊNCIAS DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA	34
9	TEMPO DE PARADA	35

10	MEIO AMBIENTE	35
11	O SISTEMA ATUAL	35
12	EFICIÊNCIA DO PROJETO	36
12.1	EFICIÊNCIA DOS DADOS	37
13	DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA	40
14	CONCLUSÃO	43
15	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD - *Computer Aided Design* - Projeto Assistido por Computadores;

CNC - Comando Numérico Computadorizado - Robôs Industriais;

CEP – Controle Estatístico de Processo

FMEA - *Failure Mode and Effect Analysis* - Análise do Modo e Efeito da Falha

DQO – Demanda Química de Oxigênio

GLP – Gás Liquefeito de petróleo

ml – Mililitro

PPM – Parte por milhão

°C – Graus Celsius

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Sol	03
FIGURA 2 – Esquema de Construção de um Coletor Solar	17
FIGURA 3 – Boiler	18
FIGURA 4 – Ligação Boiler e Coletores	19
<i>FIGURA 5 - Instalação através do Sistema de Termosifão</i>	20
<i>FIGURA 6 - Vista em perspectiva de uma Instalação de Termosifão</i>	20
<i>FIGURA 7- Circulação Forçada</i>	21
<i>FIGURA 8 - Instalação de um Boiler de Nível</i>	22
<i>FIGURA 9 - Fixação dos Coletores</i>	25
<i>FIGURA 10 - Interligação dos Coletores</i>	25
<i>FIGURA 11. Tanques do tratamento de Superfície</i>	34
<i>FIGURA 12. Disposição do Sistemas</i>	42

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1	Consumo com insumos e gás	31
GRÁFICO 2	<i>Controle das Temperaturas dos Tanques</i>	38
GRÁFICO 3	Controle da emissão de Gases	39

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Volume de água quente de acordo com consumo	22
TABELA 2	Latitudes de Cidades e Inclinação dos Coletores.	24
TABELA 3	Projeção econômica	33
TABELA 4	<i>Listagem dos materiais e equipamento</i>	33
TABELA 5	Tempo de retorno do investimento	34

1. INTRODUÇÃO

A energia solar é a energia produzida e emitida pelo sol. Para se ter uma idéia, em apenas um segundo o sol produz mais energia (internamente) que toda a energia usada pela humanidade desde o começo dos tempos.

Este processo já ocorre a milhões de anos no núcleo do sol para a superfície de onde é emanada em todas as direções, levando cerca de 8 minutos para chegar ao planeta terra, que está a quase 150 milhões de quilômetros de distância. A energia solar viaja no espaço a velocidade da luz, cerca de 300.000 Km/s. Apenas uma pequena parte da energia que é irradiada pelo sol chega até a terra; ao redor de 15 % da energia emitida pelo sol que chega a terra é refletida de volta para o espaço; outros 30 % é perdido na evaporação da água, a qual sobe para a atmosfera produzindo a chuva. A energia solar também é absorvida pelas plantas, pela terra e oceanos. A energia restante mantém o equilíbrio energético do planeta, e é emitida sob forma de radiação térmica. (ALVARENGA, 2001.)

Toda essa energia vem de dentro do próprio sol, que como outras estrelas é uma grande bola de gás feito basicamente de hidrogênio e hélio. O sol gera energia em seu núcleo por um processo conhecido como fusão nuclear. Durante a fusão, ocorrem temperaturas e pressões extremamente altas que fazem o átomo de hidrogênio ter seu núcleo fundido ou combinado. Quatro núcleos de hidrogênio fundem-se tornando um átomo de hélio, mas o peso atômico do hélio é menor que os quatro núcleos combinados na sua formação, fazendo então que a matéria perdida seja emitida para o espaço na forma de radiação.

A energia solar é uma fonte que não depende do consumo de combustível, e sim da energia disponível pela natureza. Normalmente considerado como fonte alternativa ou renovável.

Considerando que a energia solar está disponível de forma totalmente gratuita, a pergunta que se faz é porque seu aproveitamento ainda é tão restrito? A resposta é curta e esclarecedora; é que a energia solar apresenta-se sob forma disseminada e sua captação pelo menos para potências elevadas, requer instalações complexas e de valores ainda elevados.

Hoje em dia pessoas usam a energia solar para aquecimento interno de água e para gerar eletricidade para as mais diversas finalidades. Quanto a geração de eletricidade pelo efeito fotovoltaico, ou seja, a transformação da luz em energia elétrica, é conhecido desde 1839, em experiências realizadas por **Bequerel**, teve uma evolução lenta e somente em 1941 é fabricada a primeira fotocélula de silício monocristalino, sendo aperfeiçoado ao longo do tempo. (www.geocities.yahoo.com.br/saladefisica5/leituras/solar.html).

A energia fotovoltaica é cada dia mais cotada como substituição aos métodos convencionais de geração de eletricidade, pois nos dias atuais, os problemas ambientais se agravam e as matérias primas se esgotam, tornando-se intolerável a exploração continuada dos combustíveis fósseis e nucleares para sustentar a “orgia energética” a que nossa sociedade está habituada.

Hoje em dia mais de noventa e oito por cento de nossa energia procede de combustíveis fósseis: carvão, petróleo e gás natural. Por mais importantes que sejam, as reservas de combustíveis fósseis são limitadas e, como a interrupção do consumo é praticamente impossível, o ritmo atual de tais combustíveis é insustentável. O petróleo e o carbono, além disso, são importantíssimas matérias primas para a indústria química e seu desperdício como combustível é, no mínimo, uma falta de visão. (www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/esolar/esolar.html).

Até muito pouco tempo se dava por descartada a esgotalidade da energia. Um homem comum simplesmente desconhecia a intrincada rede formada pela produção de combustível e a indústria que serve à sua comodidade. A divisão do trabalho, levado ao limite, foi a responsável por essa posição de puro descaso – do pensamento: “Não importa de onde venha, se eu obtenho” – que prevalecia em nossa sociedade de consumo. Não fazíamos conta do valor inerente ao que possuímos. Essa é uma das causas da alienação, da divisão entre a vida particular e a sociedade como um todo e os processos naturais dos quais dependemos. (www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/esolar/esolar.html). Nos últimos anos, no entanto, este quadro tem se alterado significativamente. Pessoas comuns são melhor informadas, devido à crescente eficiência dos meios de comunicação, o que gera um fortalecimento da consciência comum, quanto à

necessidade da manutenção de nossas reservas esgotáveis de energia e do desenvolvimento tecnológico no setor de aproveitamento de fontes de energia alternativas. (www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/esolar/esolar.html).

O sol, além de fonte de vida, é a origem de toda as form as de energia que o homem vem utilizando durante a sua história e pode ser resposta para a questão do abastecimento energético no futuro, uma vez que aprendamos a aproveitar de maneira racional a luz que esta estrela constantemente derrama sobre nosso planeta. Brilhando a mais de 5 bilhões de anos, calcula-se que o sol ainda nos privilegiará por outros 6 bilhões de anos, ou seja, ele está apenas na metade de sua existência e lançará sobre a Terra, só neste ano, 4000 vezes mais energia que consumiremos.(www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/esolar/esolar.html).

Frente a esta realidade, seria irracional não buscar, por todos os meios tecnicamente possíveis, aproveitar esta fonte de energia limpa, inesgotável e gratuita.



FIGURA 1 – SOL

2. JUSTIFICATIVA

Prover a população de todo o mundo, que está crescendo rapidamente, com a energia limpa é um dos grandes desafios políticos e tecnológicos que a humanidade enfrenta atualmente.

A ligação estreita entre padrões de vida, aumento de população, desenvolvimento econômico e consumo de energia, provoca um aumento desproporcionalmente alto das necessidades de energia nos países emergentes. Em breve, não será possível satisfazer estas necessidades apenas com combustíveis convencionais (óleo, gás, carvão e madeira). Além disso, a poluição atmosférica global, através de resíduos (por exemplo, NO₂, CO₂, SO₂, materiais particulados) resultantes do uso de combustíveis fósseis, é um assunto cada vez mais urgente e impulsiona o desenvolvimento, o teste e a implementação de novas instalações para geração de energia.

Sempre haverá várias tecnologias para produzir energia, refletindo diferentes necessidades e locais geográficos. No entanto, as fontes de energia renovável e, principalmente, a exploração da radiação solar direta se tornarão definitivamente uma das mais importantes fontes de energia do futuro. (EM-Eletricidade Moderna, 2002).

A crescente demanda global por energia e a importância do impacto das políticas energéticas sobre a sociedade e o meio ambiente, criam a necessidade de optarmos por uma fonte de energia inesgotável e que possa servir de base para um desenvolvimento sustentável.

A busca de sistemas alternativos de energia é uma constante, devido ao aumento do consumo e da dependência mundial sobre a geração de energia através de fontes não renováveis.

A energia que vem do sol é uma fonte alternativa ideal, abundante, totalmente gratuita e renovável a cada dia. É uma energia limpa, pois não gera nenhum tipo de poluição, assim não prejudicando o ecossistema.

A energia solar é uma das fontes alternativas que pode suprir com grandes vantagens determinadas necessidades, apesar de não ser uma solução total ou definitiva para o problema.

A energia captada do sol e devidamente acondicionada para sua utilização é uma das tecnologias mais importantes para o desenvolvimento sustentável. Sua utilização é de altíssimo interesse para aqueles que vislumbram um mundo equilibrado, ecologicamente correto, sem agressão à natureza.

A facilidade e baixo custo da instalação, transmissão e manutenção, juntamente com a longa duração e estabilidade de um sistema adequadamente projetado, proporcionam grande satisfação e retorno do investimento ao usuário.

A energia solar é captada através de módulos fotovoltaicos, que são compostos por materiais semicondutores que reagem na presença de luz, deslocando elétrons, gerando corrente elétrica.

A utilização da energia solar apresenta vantagens consideráveis: disponibilidade constante; segurança em seu funcionamento, autonomia, alta resistência à ação do tempo, pouca manutenção, entre outras.

No Brasil, a geração de energia solar ainda é pequena, mas estima-se que a produção gere anualmente cerca de 20 milhões de megawatts-hora de eletricidade, o suficiente para abastecer 15 mil residências de dois cômodos, e ainda podendo destacar que pode-se usar a energia solar em alguns pontos estratégicos dentro de uma empresa. Ainda é pouco, visto que o nosso país é um dos mais ricos no mundo em incidência de raios solares. (ALVARENGA, 2001)

A energia solar está se tornando cada vez mais competitiva em relação às hidrelétricas e a tendência é que o custo de produção diminua a cada dia.

Para se ter uma idéia em 1984 era preciso gastar, em média, 10 dólares para gerar 1 watt de potência elétrica a partir da energia solar, nos dias de hoje gasta-se cerca de 3 dólares. Para uma residência de até dois dormitórios, por exemplo, situada a 3 km da rede elétrica convencional, é mais barato instalar painéis (módulos) solares do que instalar a rede elétrica.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 HISTÓRIA DA ENERGIA SOLAR

Mais do que nunca em grande evidência na mídia e nos centros de pesquisas especializados no mundo, a energia solar dentro do campo das energia renováveis, apresenta um potencial bastante expressivo em sua utilização de forma intensiva.

A utilização prática da energia solar remonta os primórdios da humanidade quando se utilizava o sol para secar peles e alimentos. A humanidade está ligada a energia solar por séculos. A partir de achados históricos de arqueólogos comprova-se que, já no século 7 A.C se utilizava simples lentes de vidro para concentrar a luz do sol e desta forma queimar pequenos pedaços de madeira e assim obter fogo.

(www.geocities.yahoo.com.br/saladefisica5/leituras/solar.html).

Na Grécia antiga já se fazia uso de conhecimentos da arquitetura visando melhorar o aquecimento natural das residências e assim economizar lenha e carvão. Outros exemplos existem ao longo do processo evolutivo, mas dispositivos ativos datam ao século XVII quando foi testado o primeiro coletor solar (Horácio de Saussure, Suiço, 1767), atingindo temperaturas superior ao ponto de ebulição da água (100º). (www.geocities.yahoo.com.br/saladefisica5/leituras/solar.html).

A aplicação da energia solar para produção de energia mecânica, se realizou no período posterior da Revolução industrial, e em meados do século passado vários motores solares foram desenvolvidos por August Mouchot (Francês, atuação entre 1864/1878). A mesma época outros pesquisadores na Europa, como também nos EUA realizaram experiências no campo solar basicamente em aquecimento d'água e motorização.

(www.geocities.yahoo.com.br/saladefisica5/leituras/solar.html).

Um importante desenvolvimento foi obtido pelo inventor de Greeleu Abbot, astrofísico americano em 1936, de uma caldeira solar. A indústria começou no início dos anos 20 alcançando seu auge até as vésperas da II Guerra Mundial. Este crescimento veio declinando até meados dos anos 50 quando o baixo custo

do gás natural e do petróleo, tornou o principal meio de aquecimento dos lares Norte-americanos. O mundo permaneceu indiferente sobre as possibilidades da energia solar até a crise do petróleo dos anos 70.

(www.geocities.yahoo.com.br/saladefisica5/leituras/solar.html).

A escassez de petróleo e gás natural estimulou nos EUA esforços para obter, com a energia solar, uma fonte produtora de força realmente funcional. Em 1974, o congresso norte americano aprovou a lei sobre pesquisa e desenvolvimento da energia solar. A lei autorizava um programa nacional de pesquisa da energia solar, a fim de desenvolver sistemas mais efetivos para captar, concentrar e armazenar a energia do sol.

4 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA A SER ESTUDADA

A Atlas Indústria de Eletrodomésticos Ltda é a principal das empresas que formam o grupo Petrycoski, união da mesma com mais quatro empresas secundárias são elas: Tubulações Pato Branco, Extremosul, Eletra Industrial Química e Pró Fundi Indústria de Fundidos, tais empresas trabalham em função da Atlas.

A Atlas é responsável pela fabricação de vários modelos de fogões a lenha e fogões a gás que são vendidos no Brasil inteiro e exportados para mais de 20 países.

A fábrica funciona 24 horas por dia, montando aproximadamente 90 mil fogões por mês, o que a coloca em quinto lugar no quesito produção nacional de fogões. Conta com aproximadamente 2000 funcionários que desempenham funções específicas em cada um dos setores da mesma, que serão descritos a seguir:

1 – CNC¹ – Comando Numérico computadorizado

2 – CAD² – Computer Aided Design – Projeto Assistido por computador

Desenvolvimento de produto: A principal função deste setor é gerar novas idéias e criar novos produtos. Uma parte da equipe é composta por profissionais em design gráfico, que desenvolvem a parte estética dos fogões.

Os demais funcionários desenvolvem a parte funcional do produto, pesquisam novos materiais, formas e processos e constroem os primeiros protótipos buscando sempre a melhoria da qualidade e simplificação do processo de fabricação.

Protótipo: A função da oficina de protótipos é definir as dimensões das peças a serem produzidas e eliminar falhas de projeto. Os produtos são confeccionados manualmente para que seja possível observar a montagem de cada peça, fazer os ajustes necessários, tanto de peças em estudo como as de linha. Muitas idéias e modificações partem da oficina de protótipo.

Laboratório de produto: Testa a resistência e funcionalidade dos protótipos para manter e assegurar a qualidade do produto. Se aprovado é dada seqüência ao projeto, caso contrário é mesmo é refeito.

Também dá aprovação dos produtos ou peças compradas de terceiros. É subordinada à Engenharia de Qualidade.

Engenharia de produto: através do programa CAD² todos os protótipos são desenhados e armazenados nos computadores da engenharia. Um desenho preliminar é feito e passado para a oficina de protótipos que refaz a peça para definir suas dimensões exatas. O projeto segue para a ferramentaria.

Projetos de ferramentas: A partir do desenho fornecido pela engenharia é feito o projeto das matrizes de cada peça. As ferramentas são de corte, dobra ou repuxo. As partes mais simples das ferramentas vão direto para a ferramentaria através de um desenho e são confeccionadas pelos funcionários do setor de ferramentaria. As mais complexas são confeccionadas com equipamento CNC¹. O projeto é feito com o programa específico. A usinagem da matriz é simuladas e os

dados são enviados até as máquinas na ferramentaria. São 2 fresas e uma eletroerosão a fio.

Ferramentaria: Cada funcionário é responsável por um processo da produção das matrizes. Existem os operadores para torno, fresa, retifica, eletroerosão com eletrodo, furadeira radial, plaina e fresa CNC e eletroerosão à frio. Também são responsáveis pela montagem e manutenção das ferramentas.

Após todas as matrizes serem testadas e ajustadas, a produção é iniciada e são avaliadas as primeiras amostras pelo controle de qualidade.

Setores ligados a produção

Recebimento de produtos: Confere todos os produtos – matérias-primas – terceirizados que chegam à empresa. Envia amostras para o laboratório de ensaios analisar. É subordinado à Engenharia de Qualidade. Libera os produtos para todos os setores de produção.

Estamparia: utiliza prensas excêntricas (40 à 75 toneladas) e prensas hidráulicas 100 toneladas. As matrizes de ferramentaria são acopladas nas prensas e todas as peças são produzidas por conformação mecânica. As peças que não precisam de acabamento vão direto para a montagem. As outras para o tratamento de superfícies metálicas.

Tratamento de superfícies metálicas:

Decapagem → A linha é constituída de 8 tanques para imersão das peças, sendo: dois tanques de desengraxante fortemente alcalino, possui a finalidade de retirar todos os óleos e graxas da superfície da peça, um tanque com solução decapante, ácido sulfúrico, usado somente para peças que apresentam oxidação. O ácido remove a oxidação, um tanque com solução neutralizadora, este é o último tanque, solução de carbonato de sódio o qual neutraliza a peça. Os demais tanques são de enxágüe, água corrente e situam-se intercalados entre os demais,

depois as peças vão para o secador. As peças que passam por este processo vão para o setor de esmaltação.

Fosfatização→ Esta linha é constituída de sete tanques para imersão de peças sendo: dois tanques com desengraxante fortemente alcalino, tendo como finalidade a limpeza das peças, tirando os óleos e graxas aderidos à mesma. Um tanque com água corrente para enxágüe, um tanque com refinados de iomado, o qual composto de óxidos como titânio. Prepara a peça para o fosfatizante. Um tanque com fosfato de zinco, onde ocorre a deposição de zinco na peça, na forma de fosfato de zinco, liberando ferro da chapa. Dois tanques de enxágüe, um de água fria e outro de água quente. Posteriormente são secados e vão para o setor de Pintura Pó Eletrostática.

Esmaltação→ As peças após passarem pelo processo de decapagem serão esmaltadas. Dois processos são os de aplicação do esmalte: por aplicação com pistola (pistolamento) e por imersão da peça em tanque com esmalte. Após ambos os processos as peças são secadas em estufa à aproximadamente 110°C e vão para o forno que queima à aproximadamente 820° - 840°C. São classificados na saída do forno e vão para montagem.

Pintura pó eletrostática→ Após passar pelo processo de fosfatização as peças vão para a pintura com tinta pó. A aplicação é feita com pistola e ocorre através do processo eletrostático. Peça e pistola carregados com cargas de sinais opostos, atração. Após a aplicação as peças vão direto para estufa de cura à 200°C. Posteriormente são classificados e vão para montagem.

Cromagem ou galvanoplastia→ Melhor designado de setor de eletrodeposição, é onde ocorre a deposição de íons metálicos em solução sobre dois tipos de peças: peças de aço e ferro fundido, com a finalidade de proteger da oxidação e embelezamento da peça. É composta por: um tanque de cobre alcalino, um tanque de cobre ácido, cinco tanques de níquel, um tanque de cromo, um tanque de desengraxante alcalino eletrolítico e intercalados entre todos os tanques os de enxágüe e neutralização. A camada protetora é aplicada por imersão da peça no banho e passagem de uma corrente elétrica pelo mesmo. Após o processamento as peças são mondadas para o setor de montagem.

Laboratório de ensaios

- Responsável pelos produtos de matéria-prima para o setor de esmaltação: fritas, esmaltes prontos e aditivos utilizados. Controle das ordens de fabricação de esmaltes: limpa-fácil, normal, auto limpante, trempe e esmalte de acabamento;
- Análises de controle de qualidade, de todas as matérias-primas do setor de esmaltação, pintura pó e tratamento de superfícies metálicas (desengraxante fosfato de zinco), quando do recebimento das mesmas, é coletada amostra de cada lote de produto, pelo recebimento enviado ao laboratório para análises. Se o produto estiver em conformidade com o padrão o lote é liberado para a produção, do contrário, é devolvido ao fabricante mediante laudo de reprovação.
- Responsável, também, pelo sistema de tratamento do efluente líquido da fábrica. Onde controla-se o processo mecânico e químico e também verificação da qualidade do efluente final por análises de :
 - a) DQO – demanda química de oxigênio = pH;
 - b) Óleos e graxas à 103°C = acidez;
 - c) Metais pesados: cobre = alcalinidade: à fenolftaleína, metilorange e total; Boro, cianeto = dureza: cálcio, magnésio e total; Níquel e Cromo IV II; Fosfato e Cromo III = sólidos sedimentáveis; Cromo total; Zinco = sólidos suspensos totais à 103°C; Alumínio = sólidos suspensos totais à 103°C.

É de responsabilidade do laboratório o desenvolvimento, quando possível e necessário de novas cores de esmaltes e da resolução de problemas referentes à esmaltes, tinta pó, e tratamentos de superfícies, quanto à concentração e matéria-prima. Além dos ensaios de recebimento o laboratório realiza controle diário dos processos de tratamento de superfícies metálicas:

- Realizado à cada 90 minutos, 24 hora por dia, titulação quantitativa dos banhos de desengraxante, do banho de fosfato de zinco, do neutralizador e do ácido sulfúrico;
- Controle da camada na pintura eletrostática à pó a cada duas horas com medidor de camada;
- Controles na esmaltação: de hora em hora acompanhamento do pick-up dos esmaltes realizado com chapa de 30 cm x 30 cm (pé quadrado).
- Medição da camada das peças esmaltadas na saída do forno, a cada duas horas;
- A cada moagem (preparação de esmalte) antes que o esmalte vá para a produção é necessário e obrigatório a realização do teste de granulometria e densidade baixados em padrões pré-estabelecidos;
- No processo de cromagem o laboratório realiza teste quantitativo de galvanoplastia uma vez por semana, para ver concentração dos componentes do banho para ver reforço. E análise de célula de Hull para ver concentração dos abrillantadores D3, D4 e D5;
- Quando solicitado pela engenharia de produtos, o laboratório realiza teste em cabine *salt spray* para verificar resistência da peça à corrosão (utilizando-se cloreto de sódio, em solução, como eletrólito).
- Realiza ainda ensaios de controle da areia de moldagem da fundição duas vezes por semana consistindo em: Ensaio na argila ativa; Ensaio de teor de umidade; Ensaio de teor de voláteis. Os mesmos testes são realizados para a Pró-fundi indústria de fundidos, filiada à Atlas.

O laboratório está subordinado à Engenharia da Qualidade, e conta com 8 funcionários sendo dois horário comercial, dois turno manhã 05:30 – 13:30hs, dois turno tarde 13:30 – 22:00hs e dois turno da noite 22:00 – 05:30 hs.

Montagem: O sistema é o de linha de montagem, onde cada operário é responsável pela montagem de uma peça do produto. As peças esmaltadas e as pintadas à pó são distribuídas na linha de acordo com a seqüência de montagem.

O fogão é montado, testado, revisado e embalado e vai para o depósito onde aguardará o carregamento.

Engenharia e controladoria de qualidade: Monitora todos os processos que influenciam no acabamento e funcionalidade do produto. Confere as dimensões das peças que chegam à empresa e o acabamento das peças que saem do estampário, esmaltação, serigrafia e montagem. Conta com os trabalhos do Recebimento, Laboratórios de Ensaio e de Produto.

Processos: Busca a melhoria dos processos de fabricação de cada peça e atua em todos os setores de produção. É responsável pelo *lay out* da empresa, levantamento de dados de produção, balanceamento de linhas de montagem, capacidade produtiva (carga máquina), desenvolvimento de novos métodos de trabalho, melhorias no sistema de logística interna, racionalização do trabalho.

Fundição: responsável pela produção das peças de ferro fundido que serão utilizadas para produção de fogões à lenha.

Engenharia de Fábrica: Sua função é planejar todas as construções que devem ser feitas e são feitas na empresa. Realizar todas as manutenções preventivas e corretivas. Coordena os trabalhos de manutenção civil, manutenção elétrica, manutenção mecânica.

Segurança: Monitora todos os setores da empresa, buscando condições seguras de trabalho para todos os funcionários com campanhas e projetos de prevenção de acidentes de trabalho.

Expedição: Estoca os fogões produzidos e é responsável pelo carregamento dos caminhões.

Logística: Responsável pela compra das matérias-primas para fabricação e programação de produção diária de fogões e controle do estoque de produtos.

Informática: Gerencia e dá assistência ao sistema de processamento de dados de toda empresa.

Zeladoria: Cuida da limpeza interna e externa da empresa.

Refeitório: Serve aproximadamente 1800 refeições diárias para os funcionários de todos os turnos.

Setores Administrativos:

Comercial: Responsável por toda e qualquer compra que é feita pela empresa.

Contabilidade: Controla todo o capital movimentado.

Financeiro: Cuida do pagamento de todos os funcionários da empresa.

Marketing: É responsável pela publicidade, divulgação da empresa.

Recursos Humanos: Responsável pela contratação e demissão de funcionários e demais assuntos referentes a recursos humanos.

Assistência Técnica: Possui linhas telefônicas destinadas ao atendimento ao consumidor esclarecendo quaisquer dúvidas sobre o produto e também presta assistência técnica com serviços fora da empresa.

Exportação: Controla as vendas fora do Brasil.

Televendas: Serviço de vendas por telefone.

5 O SISTEMA DE AQUECIMENTO DE ÁGUA POR ENERGIA SOLAR

Atualmente uma das mais utilizadas e viáveis formas de aproveitamento da energia solar é o aquecimento de água em residências, piscinas, hotéis, indústrias, edifícios, propriedades rurais ou qualquer outra aplicação que necessite de água quente. E quando se pensa em água quente com economia, a energia solar reforça ainda mais essa visão por ser realidade.

5.1 COLETOR SOLAR

O aquecedor solar é um equipamento utilizado para o aquecimento da água pelo calor do sol e seu armazenamento para uso posterior. É composto por coletores solares (placas), onde ocorre o aquecimento da água através dos raios solares e um reservatório térmico (boiler), onde é armazenada a água quente para ser utilizada posteriormente, tendo em vista que a maior utilização é no período noturno, quando não temos mais sol.

No Brasil, a utilização da energia solar a cada dia tem se tornado mais comum, principalmente em residências, com a substituição de chuveiros elétricos por aquecedores solares de água.

Além de proporcionar um banho bem mais confortável que o chuveiro elétrico, o uso do aquecedor solar de água diminui em média 35% o consumo de energia elétrica numa residência. Um aquecedor solar, que tem modelos partindo de cerca de R\$ 900,00, se paga com a economia proporcionada entre seis meses e dois anos, dependendo do tamanho. Em residências, a aplicação do aquecedor solar de água vai além do aquecimento de água para banho e pode também ser utilizado na lavanderia, cozinha e até para aquecimento de piscinas.

Com a crescente evolução tecnológica dos aquecedores solares, foram desenvolvidos dispositivos como o Registro Misturador Solar, que também é confeccionado em cobre e torna possível a instalação de aquecedores solares de água em residências prontas, dispensando a quebra de paredes e azulejos para instalação de rede própria para água quente.

Praticamente sem necessitar de manutenção, apenas de uma limpeza a cada seis meses nas placas coletoras, o aquecedor solar tem uma vida útil de cerca de 20 anos. (www.cefetsp.br/edu/sinergia/andre2.html).

Onde houver a necessidade de água quente é possível a utilização de aquecimento solar. Como exemplo pode citar-se:

- Residências;
- Edifícios;
- Hotéis;
- Motéis;
- Indústrias;
- Piscinas;
- Hospitais;
- Vestiários;
- Etc.

O aquecimento solar utiliza uma fonte de energia gratuita, limpa e inesgotável, o Sol. A utilização do aquecimento solar é ecologicamente correta, pois não polui. Suas grandes vantagens são que proporcionam elevada economia de energia na conta de luz, não apresentam riscos aos usuários, além de possibilitar a utilização da água quente de forma mais prazerosa. (www.soletrol.com.br).

A temperatura obtida na água com o uso de um aquecedor solar dependerá de fatores diversos como: região, tecnologia empregada, tipo de aplicação, época do ano, condições climatológicas e outras características relacionadas às condições de instalação. Como exemplo, uma instalação residencial no estado de São Paulo em um dia pleno de Sol atingirá a temperatura de cerca de 50°C no inverno e 70°C no verão. Em todos os casos, a temperatura produzida normalmente estará acima da temperatura necessária para uso, sendo portanto necessária sua mistura com a água fria. (www.soletrol.com.br).

5.2 PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

Basicamente o princípio de funcionamento é o mesmo que se verifica quando deixamos, sob a ação do sol, um veículo fechado e estacionado por algumas horas na via pública. A ação da radiação solar se faz cada vez mais presente na medida em que a pintura do veículo se aproxima da cor preta, ocorrendo o mesmo com o seu interior.

O princípio de funcionamento do aquecimento solar de água é bastante simples, é baseado na transmissão de calor através dos materiais que compõem o sistema. É composto, em geral, por dois itens básicos: o reservatório térmico (*boiler*) e o coletor solar (placas).

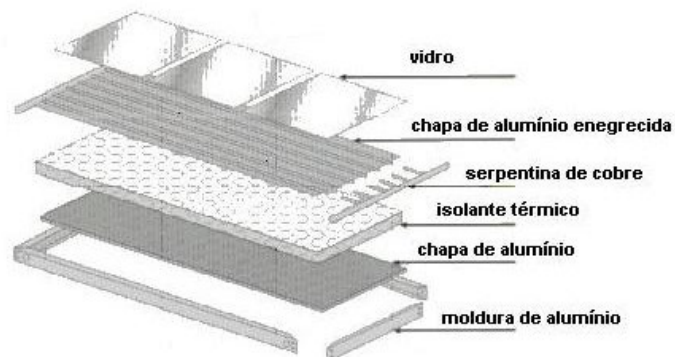


Figura 2: Esquema de Construção de um Coletor Solar

Como indica a figura 2, ele é composto pelos seguintes materiais:

Vidro: impede que entrem, no coletor, água de chuva, materiais sólidos, poeira etc. Tem como finalidade principal provocar o efeito estufa. Ou seja, a luz do sol, incidindo diretamente no vidro, faz com que parte dela penetre no interior do coletor, refletindo outra parcela de luz. Na reflexão, a luz é composta basicamente de raios infravermelhos que não conseguem ultrapassar a camada de vidro, provocando assim um aquecimento interno que ajudará no aquecimento da água que está circulando na tubulação de cobre.

Tubo de cobre: serve para conduzir a água que captará o calor do sol. O cobre, sendo um ótimo condutor de calor, absorverá todo esse calor do coletor e o transmitirá para a água que está circulando.

Chapa de alumínio enegrecida: tem por finalidade auxiliar no aquecimento do coletor. Pela sua cor negra, absorve melhor o calor da luz solar, transmitindo-o para os tubos de cobre e conseqüentemente para a água.

Poliuretano expandido ou lã de vidro: é um material que isola termicamente o coletor, impedindo que o calor captado pela luz solar escape para o ambiente.

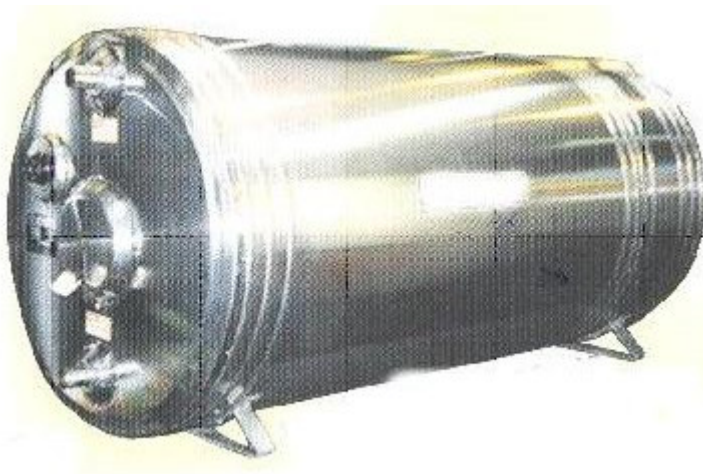


Figura 3: BOILER

O *boiler* serve para armazenar água quente para consumo. É fabricado por fora de alumínio e por dentro de cobre ou aço inox. Internamente, a água quente se mistura com a fria ficando a água quente sempre na parte superior. O boiler possui resistência elétrica que aquece a água em dias em que não há luz solar suficiente. Comandada por um termostato, ela liga e desliga de acordo com a temperatura da água. Aqui também temos o poliuretano expandido, revestindo toda a parede interna do *boiler*. Em dias com grande luminosidade, a água quente pode ficar armazenada por várias horas sem precisar acionar a resistência

elétrica. Existem *boilers* de alta pressão e de baixa pressão. Os de baixa pressão trabalham com até 5mca e os de alta pressão com até 20 mca. Os *boilers* podem ser de nível (colocado no mesmo nível da caixa fria) ou de desnível (abaixo da caixa fria). A escolha vai depender da altura da cumeeira da residência .

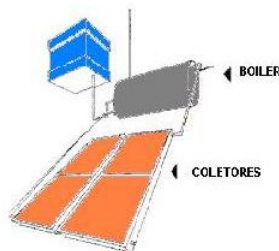


Figura 4: Ligação *Boiler*-Coletores

A água sai da caixa d'água fria e vai para o *boiler*, seguindo depois para as placas que estão no telhado. A água é aquecida ao passar pelas placas, a água quente retorna para o *boiler*, ficando armazenada até o seu consumo. A água pode circular pelos coletores através de duas maneiras: natural (termosifão) ou forçada.

Termosifão: a circulação ocorre devido à diferença de densidade entre a água fria e a quente. A água fria, sendo mais pesada, acaba empurrando a água quente que é mais leve, realizando a circulação. Sua vantagem é de não precisar de energia elétrica para a movimentação da água, dispensando qualquer tipo de manutenção. Para haver esse tipo de circulação, é necessário que as placas estejam no mínimo 30 cm mais baixas que a base do *boiler*, como indica a figura 4.

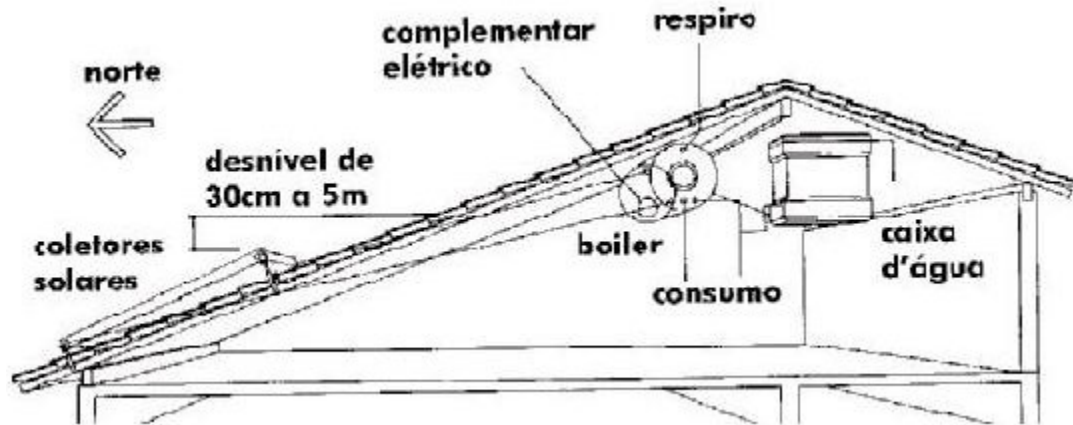


Figura 5: Instalação através do Sistema de Termosifão

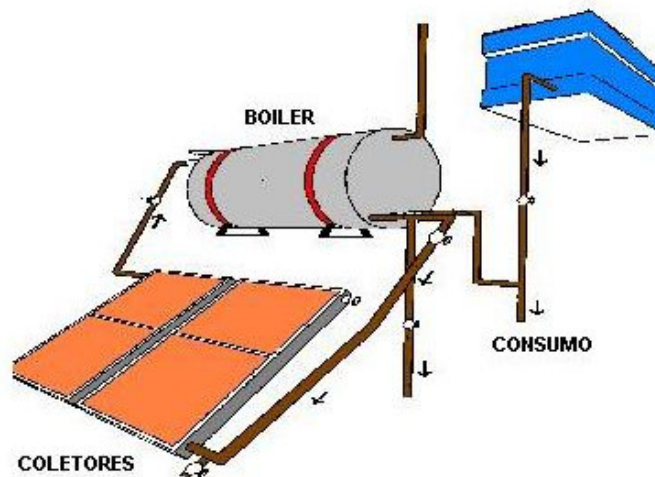


Figura 6: Vista em perspectiva de uma Instalação de Termosifão

A distância máxima entre o boiler e as placas tem que ser de 5m, caso contrário a circulação por termosifão pode não ocorrer.

Forçada: nesse caso a circulação da água não ocorre sozinha e sim por auxílio de uma microbomba instalada no circuito. As desvantagens nesse tipo de instalação é a dependência da eletricidade (127 ou 220 V) e a possibilidade de ocorrerem problemas na microbomba. O *boiler* sempre ficará abaixo dos coletores como indica a figura 7.

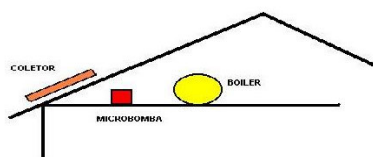


Figura 7: Circulação Forçada

O coletor solar é instalado, geralmente, sobre o telhado. O reservatório térmico e a caixa d'água fria, sempre que possível, ficam sob o telhado. A tubulação de água quente, de cobre ou termoplástico, é separada da tubulação de água fria. (www.brasol.com.br/aquecedoressolares.html).

5.3 DISPOSIÇÃO DO BOILER

Existem duas maneiras de se posicionar o *boiler* de acordo com a caixa d'água. São elas:

De desnível: nesse modo o *boiler* se encontra abaixo da caixa d'água, situação que acontece quando temos espaço de folga entre a laje e a cumeeira (figura 7).

De nível: nessa situação o *boiler* se encontra no mesmo nível que a caixa d'água, caso em que o espaço entre a laje e a cumeeira é muito baixa (figura 8).

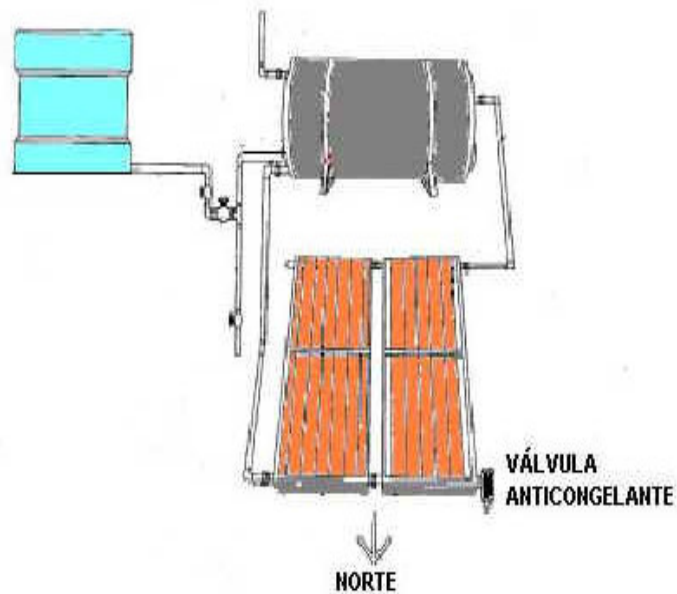


Figura 8: Instalação de um *Boiler* de Nível

5.4 COMO DIMENSIONAR UM SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR

O dimensionamento correto de um sistema de aquecimento solar evita a falta de água quente para o consumo ou também o superdimensionamento que encarece a instalação. Para dimensionar-se um sistema, deve-se levar em conta o volume de água de consumo, como por exemplos os indicados na tabela 1.

Componentes	Consumo Diário
Ducha normal	40 litros por pessoa para banho de 10 min.
Lavatório	5 litros por pessoa
Bidê	7 litros por pessoa
Cozinha	20 litros por pessoa
Lavanderia	20 litros por kg de roupa seca
Banheira simples	100 litros por banho
Banheira dupla	200 litros por banho

Tabela 1: Volume de água quente de acordo com o consumo

Os cálculos são considerados para pressão de trabalho de 4 m.c.a entre o topo da caixa d'água e a saída de água quente. É aconselhável uma reserva para atender possíveis excessos ou emergências, a qual deve ser estudada para cada caso.

Exemplo: vamos dimensionar um aquecedor solar para uma residência com cinco moradores. A casa terá água quente na cozinha, chuveiros (2 banheiros), lavatório, e uma banheira de hidromassagem simples.

Resolução: preenchendo a tabela abaixo, vamos determinar o volume de água quente necessária:

Componentes	Consumo	Consumo total (litros)
Ducha	40 x 5	200
Lavatório	5 x 5	25
Cozinha	20 x 5	100
Banheira	100 litros 1 vez ao dia	100
Reserva		100
Consumo total diário		525

5.5 ESPECIFICAÇÃO DOS COLETORES

No caso dos coletores, normalmente utiliza-se um para cada 100 litros de água quente. No exemplo anterior, teríamos que utilizar cinco ou seis coletores, caso escolhêssemos um *boiler* de 500 ou 600 litros. No mercado existem vários tipos de construção de coletores, vai depender da opção do comprador querer o que melhor se encaixe a suas exigências.

5.6 ESCOLHA DO LOCAL DE INSTALAÇÃO

Para que os coletores tenham um ótimo aproveitamento da luz solar, é recomendado o seu posicionamento ao norte geográfico. Para a sua localização

correta é necessária a utilização de uma bússola. O norte geográfico está situado sempre à direita do norte magnético e varia de acordo com o local.

5.7 INCLINAÇÃO DOS COLETORES

A inclinação dos coletores requer muito cuidado na hora de serem instalados. Para sabermos a inclinação ideal, utilizaremos a seguinte regra:

Latitude do local + 10°

Cidade	Latitude (grau)	Inclinação (grau)
São Paulo	24	34
Porto Alegre	30	40
Curitiba	25	35
Florianópolis	28	38
Rio de Janeiro	23	33
Campo Grande	20	30
Belo Horizonte	20	30
Salvador	13	23
Fortaleza*	4	14
Brasília	16	16
Manaus*	2	12
Cuiabá	16	26
Natal*	6	16
Recife*	8	18

Tabela 3: Latitudes de algumas Cidades Brasileiras e a Inclinação dos Coletores.

- Quando a inclinação for menor que 20° é recomendada a instalação de um suporte, pois a inclinação mínima é de 20° para garantir o fluxo adequado de água.

5.8 CUIDADOS NA INSTALAÇÃO

Fixação dos coletores: os coletores devem ser fixados no telhado através de fios de cobre presos nos caibros pelas uniões.

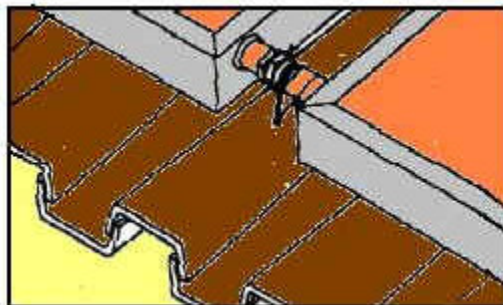


Figura 9: Fixação dos Coletores

Interligação dos coletores: os coletores devem ser interligados com uniões de cobre que serão soldadas umas nas outras.



Figura 10: Interligação dos Coletores

Ligação hidráulica: toda interligação hidráulica do sistema deve ser feita com tubos e conexões de cobre. (www.soletrol.com.br).

É possível instalar mais coletores solares do que a quantidade indicada, desde que haja espaço disponível no telhado para a instalação desejada. A instalação de mais coletores, além do padrão indicado, possibilitará uma maior velocidade de aquecimento e, conseqüentemente, poderá elevar a temperatura da água. A vantagem maior será sentida em dias em que a incidência solar esteja limitada por formações de nuvens intensas e até mesmo naqueles dias de baixas temperaturas e vento.

Em algumas instalações que a direção do telhado em relação ao norte e sua respectiva inclinação não sejam favoráveis, recomenda-se a ampliação da área de coletores solares para compensar as possíveis perdas.

Quando o tempo está chuvoso ou nublado a insolação não será suficiente para o aquecimento da água, então o aquecimento é complementado por um sistema auxiliar elétrico ou de combustão (gás), uma vez que a água já estará pré-aquecida. Esse sistema normalmente fica desligado, devendo ser acionado somente quando realmente necessário.

Em dias em que o sol não é suficiente, o tempo necessário para o auxiliar elétrico ou combustão(gás) aquecer a água, dependerá da temperatura que a água possa estar e da capacidade de armazenamento de água do reservatório térmico, podendo variar de cerca de 1 a 3 horas, normalmente.

O reservatório térmico tem a capacidade de conservar a água aquecida, mas com o passar das horas, verificar-se-á uma certa redução na temperatura, haja vista ser impossível conter as perdas de temperatura em 100%. Independente disto, na maioria das vezes, as perdas não chegam a prejudicar o funcionamento do sistema pois ele aquece a água a temperaturas bem mais elevadas, justamente para compensar as possíveis perdas. Quando necessário, a temperatura poderá ser complementada através do sistema auxiliar elétrico.

O sistema auxiliar elétrico deve estar sempre desligado e ser acionado somente quando houver necessidade. Embora o sistema seja automático, não se aconselha que o mesmo seja mantido ligado, justamente para evitar que seu acionamento ocorra em momentos desnecessários.

Pode ser utilizado um sistema alternativo a gás ao invés de usar o sistema elétrico auxiliar que faz parte do aquecedor solar, pode se utilizar um aquecedor a gás de passagem para realizar a complementação do aquecimento da água nos dias em que o Sol não aqueça plenamente.

6 DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE SUPERFÍCIE.

Decapar significa remover qualquer camada depositada numa superfície metálica. Neste caso em específico, a remoção de camadas de oxidação. Para isso, utiliza-se um ácido que pode ser:

- Ácido muriático (clorídrico);
- Ácido sulfúrico e,
- Acido fosfórico.

Na Atlas, utiliza-se ácido sulfúrico como decapante e o banho deve estar com concentração de 4 – 6%.

A linha completa de decapagem constitui-se de 8 (oito) tanques e o processo de limpeza é feito por imersão das peças. Essa linha constitui-se de:

- Tanque desengraxante 1, 30 – 35 pontos;
- Tanque de enxágüe com água corrente;
- Tanque com ácido sulfúrico, 4 – 6%;
- Tanque de enxágüe com água corrente;
- Tanque de enxágüe com água corrente;
- Tanque desengraxante 2, 30 – 35 pontos;
- Tanque de enxágüe com água corrente;
- Tanque com neutralizador carbonato de sódio (barrilha) 0,2 – 0,3%;
- Secador de peças.

A função do banho de desengraxante é remover todos os óleos e graxas das peças, oriundos da estampagem e da própria proteção da chapa.

O banho neutralizador tem por função neutralizar, através do óxido de sódio presente no carbonato de sódio (barrilha), quaisquer íons que possam formar oxidação da chapa. Este banho encontra-se a uma temperatura de 40 – 50°C.

Para controle químico desta linha, realiza-se a cada 90 (noventa) minutos as análises de conferência:

a) Desengraxante: Coleta-se uma amostra de cada tanque (exceto os enxágües) e no laboratório fazem-se as análises:

Para os banhos de desengraxante, pipeta-se 10 ml da amostra em erlenmeyer de 250 ml, colocam-se 3 gotas de indicador fenolftaleína. A amostra adquire coloração rosa intenso devido a forte alcalinidade do desengraxante, pH aproximado de 12. Titula-se a amostra com ácido sulfúrico 0,05 mol/l até o desaparecimento da coloração rosa, indicando o ponto de viragem onde todos os íons hidroxila foram neutralizados pelos íons de hidrogênio do ácido sulfúrico. Esta é, portanto, uma titulação de neutralização. Sua reação básica é:



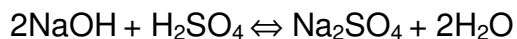
O sódio presente no desengraxante, na forma de hidróxido, tem a função de elevar o pH.

O volume de titulante utilizado (em ml) na titulação é anotado na planilha de controle. Se a pontuação estiver abaixo de 30, indica-se o reforço para o operador da linha. Para cada ponto faltante, reforça-se com 5 kg de desengraxante.

O controle do processo de desengraxe é muito importante porque, se não retiramos todos os óleos e graxas da superfície da peça, não obteremos uma adequada esmaltação (onde há óleo não se depositará o esmalte). Por estes motivos a pontuação não deve cair e a temperatura do banho deve estar entre 50 – 60°C para acelerar o processo de limpeza.

b) Ácido Sulfúrico: Coleta-se uma amostra do banho e transfere-se 10 ml da amostra para um erlenmeyer de 250 ml, juntam-se 10 ml de água destilada, adicionam-se 3 gotas de indicador alaranjado de metila.

Observa-se a coloração alaranjada, titula-se com solução de hidróxido de sódio 2,04 mol/L até o aparecimento da coloração amarela. O ponto de viragem é alcançado quando todos os íons de hidrogênio forem neutralizados pelos íons hidroxila. Colocando-se algumas gotas em excesso de NaOH 2,04 mol/l, observa-se a formação de precipitado verde, que é o sulfato de sódio originado na seguinte reação:



Precipitado Verde

O volume de titulante utilizado (em ml) fornece a concentração do banho em porcentagem, cujo padrão deve ser de 4 – 6%. Se a análise indicar concentração abaixo do padrão, comunica-se ao operador que faça o reforço, utilizam-se 5 litros de H₂SO₄ para cada 1% faltante na concentração.

Assim como na análise do desengraxante, aqui também a titulação é de neutralização.

O banho decapante deve ser renovado constantemente devido à grande liberação de ferro das chapas metálicas que se torna um contaminante.

c) Neutralizador: Coleta-se uma amostra do banho de neutralizador e realiza-se análise da concentração de óxido de sódio no banho. No mesmo instante da coleta faz-se a medição da temperatura da amostra, que deve ficar entre 40 e 50°C. Abaixo de 40°C o óxido não possui ação rápida podendo haver início de oxidação ali mesmo e acima de 55°C formam-se cristais de óxido de sódio que se depositam sobre a peça formando grânulos e escorrimento.

Procede-se com a análise, adiciona-se 100 ml da amostra em um erlenmeyer de 500 mL¹ adiciona-se 150 mL de água destilada e 4 gotas de indicador alaranjado de metila. Observa-se a coloração amarela clara. Titula-se com ácido sulfúrico 0,5 mol/L até o aparecimento da coloração vermelha. O volume de titulante utilizado (em ml) equivale à concentração de todo o sódio do banho. Então, para saber a concentração de óxido de sódio deve-se multiplicar pelo fator 0,0031 que dá a concentração de óxido de sódio. Na amostra, deve ficar entre 0,2 e 0,3% para uma ideal neutralização.

7 GÁS LIQÜEFEITO DE PETRÓLEO (GLP)

Obtido pela refinação do petróleo bruto ou do gás natural, liqüefaz-se a temperaturas normais e pressões moderadas sendo armazenado em botijões. O

GLP consiste de propano ou de butano, ou das misturas destes dois hidrocarbonetos, sendo hoje o combustível doméstico de maior aceitação no País.

Como se sabe, o gás natural proveniente de poços em alta pressão devem passar por separadores que efetuam a remoção de impurezas e hidrocarbonetos condensados. Muitos gases naturais contém quantidade suficiente de octano (C_8H_{18}), butano (C_4H_{10}) e propano (C_3H_8) que garantem a instalação de uma planta para produção de GLP e Gasolina Natural. Estes produtos oriundos do gás natural são de qualidade superior ao resultante dos processos de refino do petróleo.

Considerando que em uma refinaria só é possível extrair do petróleo, no máximo 8 % de GLP, a produção deste combustível a partir do gás natural pode atingir proporções significativas do mercado, sendo mais importante ressaltar a íntima relação entre o crescimento da produção de gás natural e a produção de GLP, demonstrando de forma definitiva que estes não são combustíveis concorrentes e que a economicidade da cadeia produtiva do gás natural é dependente da comercialização do GLP.

8 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para que fosse possível a idealização e elaboração do projeto em questão, foi necessário definir todos os parâmetros que teriam influência em todo o processo. Como passo inicial foram listados os parâmetros:

8.1 A ESCOLHA SETOR A SER ESTUDADO

A primeira análise da empresa a ser estudada foi buscar dados para obter a escolha do melhor setor a ser estudado, uma redução de custos onde acarretaria num melhor impacto para que se obtivesse melhores níveis de qualidade, custo e produtividade tentando conciliar todos estes aspectos para obter maior sucesso no desenvolvimento projeto.

Na busca destes dados procuramos definir os requisitos e aspectos que diriam onde e como buscar uma melhor economia e melhor desempenho, constatamos assim uma análise através de alguns aspectos financeiros, onde poderia se dar uma nova visão de um sistema inovador dentro da empresa.

A relação dos dados evidenciou um dos setores a ser estudado, como segue abaixo.

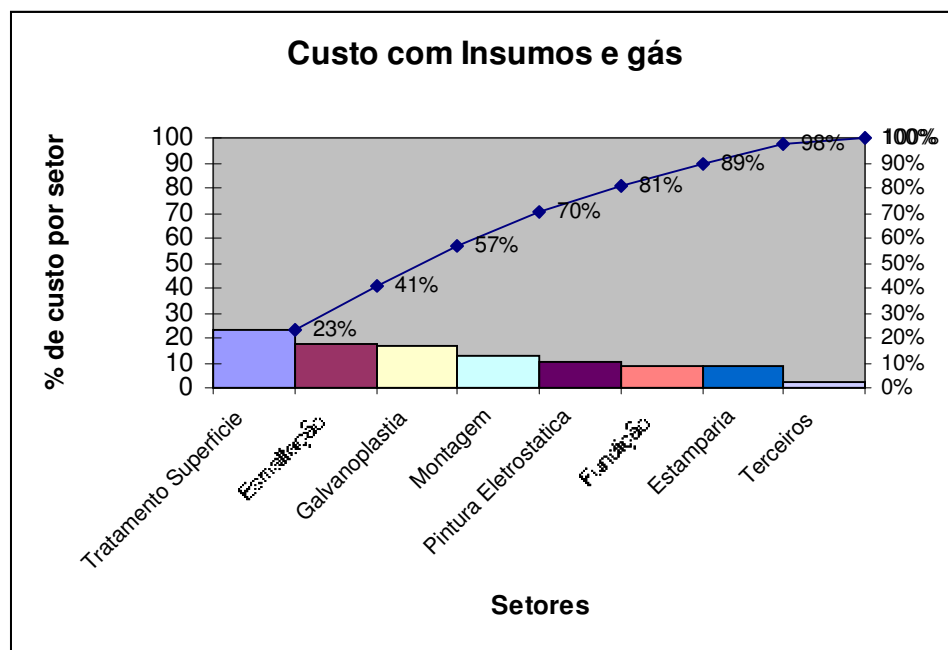


Gráfico 1 – Fonte Controladoria Atlas – nov/03 – mar/04

Visualizando este gráfico podemos constatar que o setor de Tratamento de superfície é um dos setores chaves do processo produtivo em relação a gastos

com insumos e gás, assim evidenciado o estudo foi embasado no mesmo setor onde se poderia ter mais ganhos conciliando custo com o meio ambiente.

8.2 CUSTO DO PROJETO

Baseia-se praticamente em agrupar os valores relacionados aos materiais envolvidos, mão de obra, energia, tempo de parada e tempo de instalação. Com estes dados em mão será confrontados os custos e os benefícios de tal forma a dar maior confiabilidade ao projeto e em contrapartida ser de menor custo possível, visto que as instalações das linhas de gás já teriam que ser renovadas devido ao desgaste. O projeto se torna bem atraente e a partir disso tendo grande chance de aceitação por parte da empresa.

8.4 VIABILIDADE DO PROJETO

A viabilidade relaciona-se com a mudança pela qual o sistema deverá passar, o impacto que isso irá causar, e se os custos compensam toda essa movimentação já que além de se existir um custo inicial para implantação do projeto, ainda existirão futuros custos com manutenção, entretanto a implantação do projeto ocasionará uma considerável redução de custos com relação ao consumo de gás, combustível hoje utilizado em larga escala pelos queimadores localizado nas linha de tratamento de superfície onde pretende-se instalar o sistema.

O gasto atual de gasto de gás com cada queimador modelo FS 8 Tipo J gasta em média R\$ 7.500,00 (sete mil e quinhentos reais) mensalmente segundo fonte de dados dos manuais devido ao seu consumo em KW/H (quilo Watts hora), visto que são dois queimadores nos principais tanque do tratamento de superfície o gasto mensal é em média de R\$ 15.000,00 (quinze mil reais).

Analisando o prospecto de gastos que gera o sistema atual em relação aos dados fornecidos não será, retirados completamente os queimadores por garantia do processo como o sistema proposto de aquecimento solar pode haver variação

e oscilações até mesmo no clima, os queimadores serão deixados como coeficiente de segurança, e por utilizar a noite, uma vez que a fábrica trabalha 24 horas. Com estes dados pode-se dizer que o cálculo de retorno do investimento pode ser efetuado para avaliar em quanto tempo será pago o investimento visto que a perspectiva de economia devido ao clima, e as horas noturnas será utilizado como base de economia 60 %do valor apresentado.

Projeção Econômica estimando 60% do montante de R\$ 15.000,00

Queimador Mod.	Nº Queimad.	Economia dia	Economia mês	Economia ano
FS 8	2	R\$ 300,00	R\$ 9.000,00	R\$ 108.000,00

Total Geral		R\$ 300,00	R\$ 9.000,00	R\$ 108.000,00
--------------------	--	-------------------	---------------------	-----------------------

Tabela 3. Projeção econômica com retirado que queimador.

Listagem de materiais necessários para a instalação do Sistema de Aquecimento solar.

Descrição	Quantidade	Valor unitário	Valor total
Reservatório Térmico	2	R\$ 3.200,00	R\$ 6.400,00
Conjunto de coletores solares	40	R\$ 530,00	R\$ 21.200,00
Projeto executivo	1	R\$ 1.200,00	R\$ 1.200,00
Quadro elétrico e acessórios	1	R\$ 2.530,00	R\$ 2.530,00
Bomba centrífuga	1	R\$ 580,00	R\$ 580,00
Material hidráulico	1	R\$ 420,00	R\$ 420,00
Obras Civis para instalação	1	R\$ 1.230,00	R\$ 1.230,00
Rede de consumo de água	1	R\$ 590,00	R\$ 590,00
Estruturas metálica	1	R\$ 2.133,00	R\$ 2.133,00
Instalação e mão de obra	1	R\$ 3.160,00	R\$ 3.160,00
TOTAL GERAL			R\$ 39.443,00

Tabela 4. Listagem dos materiais e equipamento necessário para o sistema.

Com relação aos gastos relacionados acima e a economia prevista o retorno do investimento immobilizado se dará em torno de quatro meses para pagar o investimento feito.

A partir daí pode-se dizer o investimento é bastante atraente para redução de custo dentro da empresa.

8.5 MANUTENÇÃO E SUPERVISÃO DOS EQUIPAMENTOS

Os equipamentos são projetados para funcionar automaticamente e em caso de pane o equipamento pode ser operado pelo supervisor da área, ou pelos funcionários do laboratório que sempre estão supervisionando o processo.

Com relação à manutenção esta terá que passar por treinamentos para que se torne abita para efetuar a manutenção dos equipamentos, visto que o sistema é completamente novo dentro da empresa e não se tem o conhecimento específico sobre o mesmo.

8.6 CONSEQÜÊNCIAS DA INSTALAÇÃO DO SISTEMA

Não há necessidade de mudanças de lay-out da estrutura fabril e nem mesmo da concepção da produção, sendo que a mesma continuara nas mesmas condições de trabalho.

O sistema foi projetado considerando toda estrutura fabril, sendo assim a mesma apresenta um estrutura perpendicular onde pode-se alocar os coletores tornando-os mais eficazes no seu aquecimento.



Figura 11. Tanques do tratamento de Superfície

9. TEMPO DE PARADA

Deverá ser feito um planejamento para a realização da montagem em etapas de acordo com as paradas de produção. Além disso poderá ser utilizado o final de semana para a realização de testes operacionais, bem como os treinamentos necessários.

A transferência de sistema pode ser feita por etapas, onde necessitaria de muito pouco tempo de máquinas paradas para somente fazer a interligação dos sistemas.

10. MEIO AMBIENTE

Em relações as questões ambientais, e imprescindível salientar que a queima dos gases produzem o monóxido de carbono. Visando este item, com

utilização de aquecimento solar a emissão dos gases é bem menor dando uma redução considerável em relação a poluição ao meio ambiente, se tratando de uma energia limpa e pura. Além disso os operadores dos tanques poderão trabalhar em um ambiente mais limpo, sem a presença de fumaça e fuligens liberada pela queima dos gases.

A energia solar é uma fonte que não depende do consumo da queima de combustível, e sim da energia disponível pela natureza. Normalmente considerado como fonte alternativa ou renovável, e não prejudicial ao meio ambiente.

11. O SISTEMA ATUAL

No sistema atual o processo de queima do gás GLP, aquece a água a temperatura de 40 a 60° C, para efetuar o processo de limpeza, desengraxamento e tratamento da peça para posterior pintura eletrostática, este sistema esta obsoleto pode-se dizer as condições de trabalho do mesmo necessita muito ajustes, pois com a criação de fuligem devido a reação de oxido de ferro nos queimadores as entradas de ar e o sistema começa ficar com problemas diminuindo seu rendimento, e gerando transtornos a produção e manutenção.

No sistema atual atende a demanda mas devido aos transtornos relacionados o custo de manutenção e prevenção do mesmo se torna muito alto e imprevisível.

12 EFICIÊNCIA DO PROJETO

Para evidenciar a eficiência do projeto foi feito uma análise de dados utilizando os melhores meios para atingir um mais alto grau de exatidão, para coleta de dados foi colocado a disposição os seguintes aparelhos relacionados abaixo:

- **Termômetro Digital (Ray Tek) RAYST6LXB** – Medir Temperatura de Paredes e aquecimento da água.

- **Termopar Flexível Tipo J** – Medir Temperaturas nas saídas e em algumas extremidades dos tanques
- **Termometro Digital Indicador de Temperatura Modelo ID 02B/21 escala 0-600 entrada Tipo J** – Verificar temperatura junto ao termopar.
- **Analisador de Gás Testo 300M** – Verificação da emissão de gases no processo de aquecimentos dos desengraxantes e compostos para o tratamento.

Estes equipamentos listados serviram para efetuar as leituras de temperatura e leitura da emissão dos gases para evidenciar o relacionamento com o meio ambiente. Esses equipamentos já fazem parte do patrimônio da empresa, não sendo necessário mais investimentos para a realização dos controles e aferições.

12.1 EFICIÊNCIA DOS DADOS

Para garantir a eficiência dos dados, foram efetuadas as leituras e medidas, durante o período de 2 meses, no período de 2 em 2 dias úteis, 2 leitura no turno da manhã, 2 leitura no turno da tarde e 1 leitura no turno da noite, para garantir que as leituras estivesse de acordo como processo produtivo e que garantisse um dado mais aproximado possível da realidade fabril.

Abaixo o gráfico das leituras obtidas através do gráfico de CEP (controle estatístico de Processo desenvolvido pelo setor de Engenharia de Qualidade da empresa relacionada).

Cartão de Controle- CEP - Controle de Temperaturas (°C)																								
DIMENSÃO: 5PK1746																				LSC _k	31,87			
LSI 65,00																				LIC _k	0,00			
LIE 30,00																				LSC _x	61,098			
Pontos	1º dia	2º dia	3º dia	4º dia	5º dia	6º dia	7º dia	8º dia	9º dia	10º dia	11º dia	12º dia	13º dia	14º dia	15º dia	16º dia	17º dia	18º dia	19º dia	20º dia	LIC _x	25,242		
Medida 1	42,00	39,00	36,00	32,00	46,00	54,00	41,00	52,00	44,00	42,00	46,00	47,00	51,00	41,00	52,00	41,00	32,00	46,00	54,00	41,00	C _{pk}	0,90		
Medida 2	41,00	52,00	41,00	43,00	42,00	45,00	51,00	53,00	54,00	33,00	52,00	38,50	41,00	36,00	37,00	47,00	43,00	42,00	45,00	51,00	C _{pk}	32,00		
Medida 3	36,00	37,00	47,00	51,00	41,00	52,00	41,00	42,00	37,00	47,00	51,00	41,00	52,00	41,00	42,00	32,00	47,00	42,00	39,00	36,00	P _{pk}	0,97		
Medida 4	39,00	49,00	38,50	41,00	36,00	37,00	47,00	37,00	32,00	44,00	56,00	42,00	41,00	39,00	46,00	47,00	38,50	41,00	52,00	41,00	P _{pk}	0,73		
Medida 5	47,00	42,00	46,00	47,00	39,00	49,00	38,50	37,00	51,00	45,00	39,00	36,00	31,00	54,00	42,00	43,00	46,00	36,00	37,00	47,00				
Média	41,00	43,80	41,70	42,80	40,80	47,40	43,70	44,20	43,60	42,20	48,80	40,90	43,20	42,20	43,80	42,00	41,30	41,40	45,40	43,20	\bar{x}	43,1700		
Amplitude	11,00	15,00	11,00	19,00	10,00	17,00	12,50	16,00	22,00	14,00	17,00	11,00	21,00	18,00	15,00	15,00	15,00	10,00	17,00	15,00	σ_x	15,0750		
Data																					σ_R	PPU		
Nome																					5,976	3,377	1,2	PPL

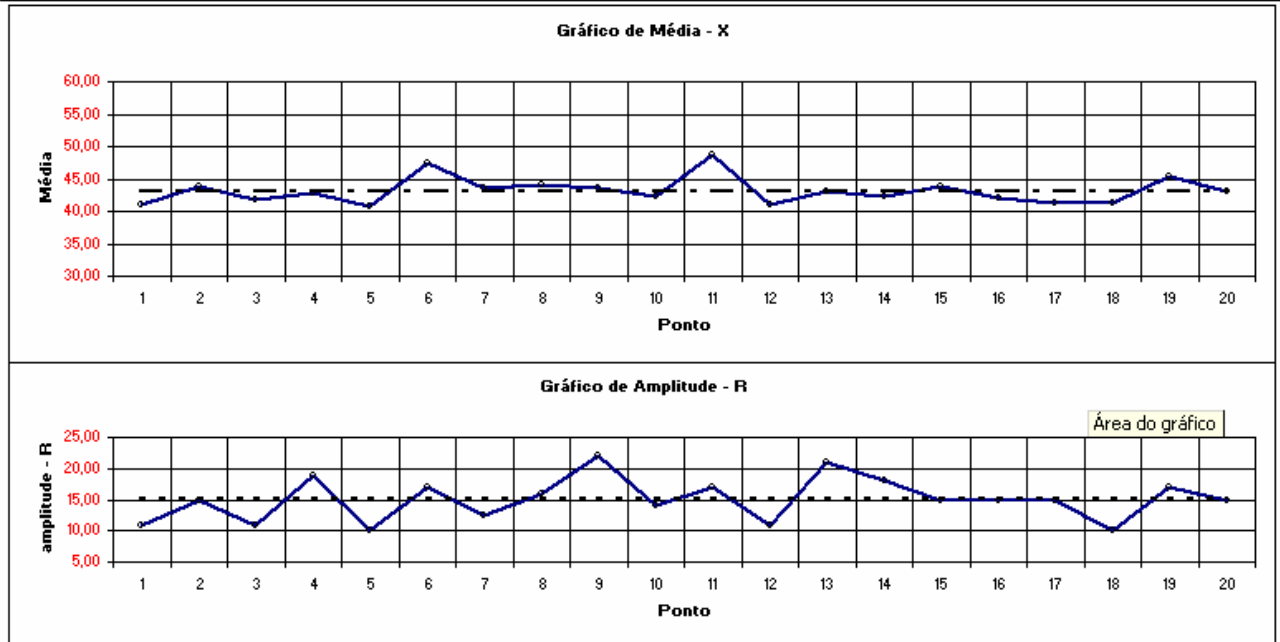


Gráfico 2. Controle das Temperaturas dos Tanques do Tratamento de Superfície.

Cartão de Controle- CEP - Controle de emissão de Gases (PPM) Parte por milhão																											
DIMENSÃO: 5PK1746																				LSC _k	1,04						
LSI																				1,20	LIC _k	0,00					
LIE																				0,30	LSC _x	1,405					
Pontos	1º dia	2º dia	3º dia	4º dia	5º dia	6º dia	7º dia	8º dia	9º dia	10º dia	11º dia	12º dia	13º dia	14º dia	15º dia	16º dia	17º dia	18º dia	19º dia	20º dia	LIC _x	0,111					
Medida 1	0,50	0,60	0,90	0,88	1,21	0,52	0,65	0,90	0,80	0,60	0,80	0,88	0,54	0,97	1,23	0,53	0,50	0,60	0,80	0,98	C _u	0,71					
Medida 2	0,60	0,50	0,70	0,30	0,80	1,20	0,98	1,10	0,68	0,98	0,78	0,89	0,90	0,80	0,60	0,80	0,86	0,54	0,97	1,23	C _{pk}	0,30					
Medida 3	0,80	1,30	0,53	0,36	0,90	0,80	0,60	0,80	0,86	0,53	0,50	0,60	0,80	0,60	0,80	0,86	0,53	0,58	0,75	0,65	P _u	0,69					
Medida 4	0,80	1,21	0,52	0,65	0,86	0,53	0,50	0,60	0,97	1,23	0,86	0,53	0,50	0,60	0,97	0,70	0,30	0,80	0,65	0,64	P _{pk}	0,68					
Medida 5	1,10	0,59	0,65	0,98	1,10	0,59	0,90	0,80	0,90	0,80	0,60	0,80	0,86	0,54	0,90	0,80	0,60	0,80	0,86	0,52							
Média	0,76	0,84	0,66	0,63	0,97	0,73	0,73	0,84	0,84	0,83	0,71	0,74	0,72	0,70	0,90	0,74	0,56	0,66	0,81	0,80	\bar{x}	0,7582					
Amplitude	0,60	0,80	0,38	0,68	0,41	0,68	0,48	0,50	0,29	0,70	0,36	0,36	0,40	0,43	0,63	0,33	0,56	0,26	0,32	0,71	R	0,4940					
Data																				σ_x	0,216	σ_R	0,159	PPU	0,7	PPL	0,70
Nome																											

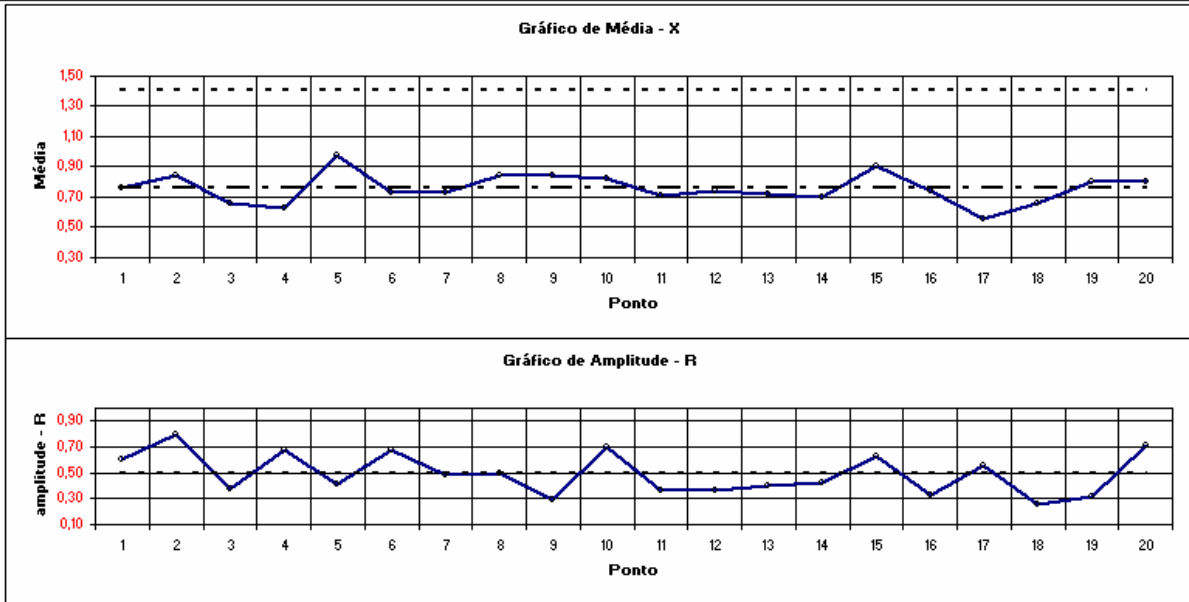


Gráfico 3. Controle da emissão dos Gases dos tanques de tratamento.

13. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA.

Com base nos dados anteriores o dimensionamento do sistema foi feito com base de cálculos, e por se tratar de energia solar um percentual de erro de 10% foi colocado como coeficiente de segurança para os dados.

O sistema consiste no dimensionamento dos coletores, e tamanho do boiler de acordo com a demanda necessária para consumo de água.

Estes requisitos consistem desde a parte de captação ou seja o coletor, e no caso deste projeto até o melhor sistema de armazenamento de água no boiler para se adequar ao fluxo de atividades do setor.

Somente dois tanques usarão o sistema de energia solar, e os demais por se tratarem de lugares de difícil acesso não usarão o sistema.

Abaixo o dimensionamento do Sistema.

Cada tanque consome em média 1500 litros de água com aditivos, assim totalizando 3000 litros dia.

DESCRIÇÃO	CONSUMO DIÁRIO	CONSUMO TOTAL
Tanque neutralizador	1500	1500
Tanque desengraxante	1500	1500
Reserva	250	250
TOTAL	3250	3250

Por se tratar do estado do Paraná região de Curitiba a inclinação dos coletores devem ser 10º a mais que latitude da região sendo assim os coletores devem ser fixados a uma inclinação de 35º graus.

Será adaptado 2 caixas d'água de 2000 litros cada, para abastecimento do boiler, a capacidade de armazenamento total proposta é de 4000 litros distribuídos em 2 reservatórios térmicos de 2000 litros cada. Os reservatórios térmicos são confeccionados internamente de em chapa de aço inoxidável AISI 304, isolados com poliuretano expandido sem CFC, revestido externamente com alumínio para

proteção do material isolante, e possuirão pés de chapa de aço com tratamento galvanizado o sistema de aquecimento complementar será aquecedores de passagem a serem fornecidos pelo cliente. A pressão de trabalho para os reservatórios térmicos é de no máximo 7 mca (0,7 Kgf/cm², e possuem preparação para interligação com sistema complementar à gás natural ou GLP.

Solicitamos análise físico-química da água para confirmação da liga AISI 304.

Os coletores Solar a área de cada coletor recomendada é de 63,20 m² composta de 40 coletores solares Soletrol Max alumínio de 1,58 m² este coletores são aprovados e certificados pelo INMETRO, com a classificação A, eficiência energética de 58,4% e produção energética mensal de 127,4KWh. Possuem elevada eficiência térmica e resistência mecânica. As aletas são confeccionadas em chapa de alumínio pintadas com tinta especial resistente a altas temperaturas. A cobertura é de vidro liso, a tubulação de serpentina em cobre, o isolamento térmico em poliuretano rígido e vedação em borracha de silicone.

A bomba para circulação deve ser instalada tipo centrifuga, equipada com carcaça e rotor em bronze e selo em EPDM. A potência estimada para esta bomba é de 1/6 CV (220V/160hz)

O sistema deverá conter também um quadro de comando que será composto de caixa e controlador eletrônico de bombeamento para acionamento da bomba de circulação de água dos coletores solares. A ligação elétrica terá seus cabos e sensores instalados em eletrodutos, só necessitara de um ponto de força para alimentação do quadro de comando.

A interligação hidráulica deverá ser em cobre entre os coletores e reservatórios e com isolamento térmico em poliuretano expandido com proteção em alumínio.

O projeto executivo do sistema de aquecimento solar conterà todas as informações necessárias para completa montagem e futuras manutenções para viabilizar o funcionamento do mesmo caso haja alguma dúvida.

A pressão de trabalho será em torno de 7m.c.a (metros por coluna de água).

A disposição do sistema deverá ser a seguinte:

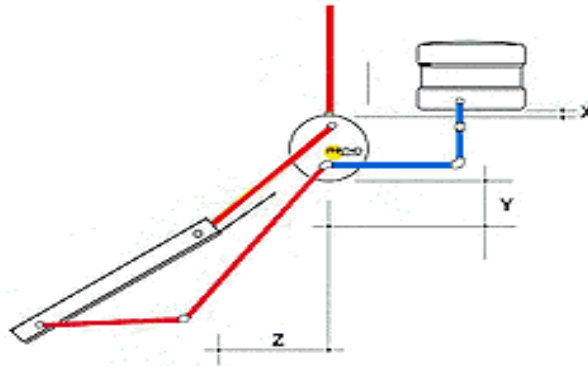


Figura 12

X - Desnível entre a parte inferior da caixa d'água fria e a parte superior do reservatório de água quente:

Mínima: 0,15 m

Máxima: 5,00 m de coluna d'água (a partir do nível d'água)

Y - Desnível entre a parte superior do coletor solar e a base do reservatório térmico:

Mínima: 0,20 m

Máxima: 4,00 m

$Y \geq 0,10 Z$

Z - Distância linear entre o coletor solar e o reservatório térmico: não deve ser superior a 6,0 m. Quanto maior a distância maior a perda de carga e, portanto, maior deverá ser o desnível Y que deve ser no mínimo de 10% ou seja, para cada 1,00 m de Z (distância linear) será necessário 0,1 m do Y (desnível).

14. CONCLUSÃO

Se fizermos uma breve retrospectiva chegaremos a conclusão de que a partir dos primórdios onde basicamente a energia era proveniente da força muscular do próprio homem e de alguns animais até os dias atuais onde a energia nuclear desponta como “a energia do futuro”, o homem marginalizou um formidável elenco de energias ditas renováveis, entre elas a energia solar cujo emprego ainda hoje não é representativo em relação as energias ditas convencionais.

A energia solar está ganhando uma nova dimensão, junto com o gás natural. E a curto prazo, a solução mais inteligente, eficiente, econômica e confiável para trazer disponibilidade de energia elétrica ao consumidor, em quantidade e qualidade, com ou sem crise, modernizando e otimizando a sua obtenção e utilização.

A energia solar é uma das formas mais rápidas de se suprir as necessidades energéticas do país.

A geração de energia descentralizada (energia solar) não é novidade. A novidade é que a geração de energia em pequena escala já está competindo com a geração centralizada e a distribuição de energia tornou-se costume utilizar desde o final do século passado.

O Brasil é um dos países mais ricos em incidência de raios solares. A energia solar está se tornando cada vez mais visada em relação a energia elétrica convencional. A tendência é que seu custo de produção decresça a cada dia.

Através das análises feitas e o desenvolvimento apresentado,concluimos que o sistema torna – se viável, e de grande valia para empresa, visto que este seria um sistema inovador que daria inicio a uma nova visão dentro da empresa.

Como o mesmo tem por objetivo utilizar os meios e os recursos já existentes a tratativa do projeto torna-se de fácil aceitação pelo conselho de diretores da empresa, e pelo processo, pois o mesmo iria minimizar não somente

problemas com produção mas sim conciliar o sistema para que fique focado no meio ambiente, qualidade, produtividade, e custos.

O processo atual oferece recursos e dados suficientes para colocar o projeto em pratica tratando-se ainda mais de um sistema de energia solar, alguns empecilhos podem ocorrer durante os acertos do sistema mas nada que não haja uma solução, pratica, pois estamos tratando de um sistema de transmissão de calor por incidência solar.

Vistos os dados, de temperatura, e emissão dos gases e também os gastos com insumos e gás, a concepção do projeto torna-se viável e gerando uma grande economia para empresa, e também aumentando ainda mais a preocupação da empresa quanto ao meio ambiente e melhorias dos seus processos produtivos.

A energia solar é considerada cara quando comparada com a energia elétrica convencional ou sistemas de combustão com GLP. Mas quando comparamos os custos de instalação de um sistema de combustão com Gás, este custo cai drasticamente. Deveríamos também adicionar os custos relacionados a degradação ambiental.

Para sociedade e para o meio, a utilização da energia solar é sem dúvida muita vantajosa, pois possibilita a conservação de recursos e redução de impactos ambientais.

15 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos permitiram notar que quando se utiliza meio e métodos satisfatórios ao processo os resultados sempre serão os melhores possíveis.

Foram definidas as relações que deveriam ser englobadas para dar início ao projeto, onde os mesmos apresentaram uma grande tendência a inovar o sistema, e o método do processo atual de tratamento de superfície.

O objetivo do projeto é oferecer um sistema inovador para empresa, e obter ganhos não somente financeiros mas sim expressivamente, produtivos em qualidade e agressão ao meio ambiente.

Neste trabalho desenvolveu-se uma série de parâmetros com a finalidade de diminuir gastos com insumos, melhorar o nível de qualidade do processo e aumentar a produtividade e diminuir as agressões ao meio ambiente, assim fazendo um trabalho de parceiro entre acadêmico e empresa visando melhorar o processo produtivo em geral, que é um dos requisitos do sucesso.

BIBLIOGRAFIA

Referencias Bibliográfica

ROCHA, MIGUEL ANTONIO FIGUEIREDO DA ALMEIDA, MARIA DA GLORIA DINIZ; SAVELLI, JOSE CAMILO ET AL., **Otimização de Tarefas de Manutenção**. Disponível em: <http://www.abraman.org.br/>

XAVIER, JÚLIO NASCIF, **Manutenção Classe Mundial**. Disponível em: <http://www.bhnet.com.br> ou em <http://www.vibra.dynamiczone.com>

ARCHIBALD, JOSEPH MACINTYRE, **Ventilação Industrial e controle de poluição**, editora Abril, 1996.

ALVARENGA, CARLOS ALBERTO, **Energia solar**, Lavras: UFLA/FAEPE, 2001.

COMETTA, E. **Energia Solar – utilização e empregos práticos** - Hemus, 1978.

Sites Consultados:

http://www.labee.ufsc.br/linhas_de_pesquisa/energia_solar.html

<http://www.geocities.yahoo.com.br/saladefisica5/leituras/solar.html>

<http://www.cresesb.cepel.br>

<http://www.heliodinamica.com.br>

<http://www.fabioenergia.hpg.ig.com.br/funciona.html>

<http://www.aosol.pt/frame.html>

<http://www.galpenergia.com>

<http://www.energiasrenovaveis.com>

<http://www.noticias.uol.com.br/inovacao/ultimas/ult762u1564.jhtm>

<http://www.polmil.sp.gov.br/unidades/cpfm/curupira/curup177/177-energiasolar.htm>

<http://www.mourabezerra.sites.uol.com.br/energiaemeio.htm>

http://www.fisicabrasil.hpg.ig.com.br/energia_solar.html

<http://www.na.uol.com.br/2001/jun/04/oger.htm>

<http://www.sltc.com.br/energia.htm>

<http://www.energia-solar-alternativa.com.br>

<http://http://www.soletrol.com.br/>

<http://www.sunlab.com.br/energiasolar.htm>

<http://www.labsolar.ufsc.br>

<http://www.brasilsolar.com.br>