

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
JHONATAN BRYAN DE CASTRO NASCIMENTO
MARCO SORSOLI

**Importância do tratamento e manutenção constante
no sistema de resfriamento**

Taubaté - SP
2023

**JHONATAN BRYAN DE CASTRO NASCIMENTO
MARCO SORSOLI**

**Importância do tratamento e manutenção constante
no sistema de resfriamento**

Trabalho de Graduação apresentado para
obtenção do Certificado de Graduação do
curso de Engenharia Mecânica do
Departamento de Engenharia Mecânica
da Universidade de Taubaté.

Orientadora: Prof^a. Msc. Maria Regina
Hidalgo de Oliveira
Lindgren

Coorientador: Prof. Msc. Paulo Cesar
Corrêa Lindgren

**Taubaté – SP
2023**

**Grupo Especial de Tratamento da Informação - GETI
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBi
Universidade de Taubaté - Unitau**

S714i Sorsoli, Marco
Importância do tratamento e manutenção constante no sistema de resfriamento / Marco Sorsoli, Jhonatan Bryan de Castro Nascimento. -- 2023. 49 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica, 2023.

Orientação: Prof. Me. Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren, Departamento de Engenharia Mecânica.

Coorientação: Prof. Me. Paulo Cesar Corrêa Lindgren, Departamento de Engenharia Mecânica.

1. Corrosão. 2. Incrustação. 3. Sistema de resfriamento. 4. Tratamento sob água. 5. Visão de melhoria. I. Universidade de Taubaté. Departamento de Engenharia Mecânica. Graduação em Engenharia de Mecânica. II. Nascimento, Jhonatan Bryan de Castro.

CDD – 658.5

Ficha catalográfica elaborada por **Aline Peregrino – CRB-8/10970**

obs: Imprimir na parte inferior, no

JHONATAN BRYAN DE CASTRO NASCIMENTO
MARCO SORSOLI

**IMPORTÂNCIA DO TRATAMENTO E MANUTENÇÃO CONSTANTE NO
SISTEMA DE RESFRIAMENTO**

Trabalho de Graduação apresentado para obtenção do Certificado de Graduação do curso de Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

DATA: 04/12/2023

RESULTADO: APROVADO

BANCA EXAMINADORA:

Profª Me. Maria Regina Hidalgo O.Lindgren

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura: 

Prof. Me. Paulo Cesar Corrêa Lindgren

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura: 

Prof. Me. José Carlos Sávio de Souza

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura: 

Taubaté – SP
2023

13 de novembro de 2023

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço aos pais de Jhonatan, Julio e Alessandra, juntamente com os de Marco, Edson e Cassia, que sempre incentivaram nossos estudos e acreditaram em nossos potenciais.

À Universidade de Taubaté – UNITAU, que ofereceu seu ambiente, seus recursos e profissionais capacitados que contribuíram para a nossa formação acadêmica.

Ao meu orientador, Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren por toda a motivação, incentivo, atenção e troca de conhecimentos que foram essenciais na orientação deste trabalho.

O professor coorientador, Paulo Cesar Corrêa Lindgren, por aceitarem de prontidão a compor a banca examinadora e por agregarem conhecimentos importantes para os nossos desenvolvimentos profissionais.

RESUMO

Neste trabalho de TG, será demonstrado a importância do tratamento e manutenção constante no sistema de resfriamento cuja utilização de água é fundamental tanto para a aplicação industrial quanto em sistemas de refrigeração ou de climatização. O tratamento adequado da água de resfriamento ajuda a manter a eficiência do sistema, assim em busca de excelência no desempenho e o bom desenvolvimento perante os equipamentos. A presença de minerais, sedimentos e outros contaminantes na água pode reduzir a capacidade de transferência de calor dos trocadores de calor, exigindo mais energia para manter a temperatura desejada. Isso aumenta os custos operacionais. O tratamento adequado da água, sempre é viável com aprimoramento de energia para gerar melhor qualidade e eficiência para indústria. Dentre os fatores inibidores de um bom funcionamento do sistema de refrigeração temos alguns danos ocasionados pela falta de tratamento d'água, gerando corrosões e incrustações por diversas razões. Dentro do escopo deste TG analisaremos, e visando demonstrar as diversas formas simples e/ou mais complexas de solucionar tais problemas.

Palavras-chave: Corrosão. Incrustação. Sistema de Resfriamento. Tratamento sob água. Visão de melhoria. Gestão de sistemas.

ABSTRACT

In this TG work, the importance of constant treatment and maintenance in the cooling system will be demonstrated, the use of water of which is fundamental both for industrial applications and in refrigeration or air conditioning systems. Proper treatment of cooling water helps maintain system efficiency, thus seeking excellence in performance and good development in terms of equipment. The presence of minerals, sediment and other contaminants in water can reduce the heat transfer capacity of heat exchangers, requiring more energy to maintain the desired temperature. This increases operating costs. Proper water treatment is always viable with energy improvements to generate better quality and efficiency for the industry. Among the factors that inhibit the proper functioning of the refrigeration system are some damages caused by the lack of water treatment, generating corrosion and incrustation for various reasons. Within the scope of this TG we will analyze, and aim to demonstrate, the various simple and/or more complex ways of solving such problems.

KEYWORDS: Corrosion. Incrustation. Cooling System. Under water treatment. Vision for improvement. Systems management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Corrosão por Pites.....	17
Figura 2 – Corrosão Galvânica.....	18
Figura 3 – Visão referente da contaminação microbiológica.....	19
Figura 4 – Corrosão por Tensão.....	20
Figura 5 – Uso dos Spray Ponds em uma lagoa de resfriamento.....	23
Figura 6 – Modelo utilizado em um espaço limite industrial.....	24
Figura 7 – Modelo utilizado em industrial com grandes expansões em área.....	25
Figura 8 – Incrustação de Carbonatos.....	27
Figura 9 – Incrustação por Lamas	28
Figura 10 – Incrustação de Silicatos.....	29
Figura 11 – Incrustação Orgânica.....	29
Figura 12 – Fórmula da água passada pelo processo de resfriamento	31
Figura 13 – Cupom de Corrosão.....	36
Figura 14 – Fórmula de Taxa de Corrosão.....	36
Figura 15 – Equipamento de Medição da Resistência Elétrica.....	37
Figura 16 – Fórmula da Resistência para cálculo da sonda	38
Figura 17 – Fórmula da Polarização.....	39
Figura 18 – Equipamento da Sonda de Polarização.....	39
Figura 19 – Equipamento de Ultrassom.....	40
Figura 20 – Representação de Campo Elétrico	41
Figura 21 – Modelo de Bateria Store Spot.....	43
Figura 22 – Filtro RF4W.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
IAEA	<i>International Atomic Energy Agency</i> (Agência Internacional de Energia Atômica)
NACE	<i>National Association of Corrosion Engineer</i> (Associação Nacional de Engenheiros de Corrosão)
ABRACO	Associação Brasileira de Corrosão
ER	<i>Electrical Resistance</i> (Resistencia Elétrica)
INMT	Instituto Nacional de Metrologia
HYDAC	<i>Hydraulics, Electronics & Filters</i> (Tecnologia de Fluidos e Eletrônica)
ANELL	Agência Nacional de Energia Elétrica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivos	15
1.1.1 Objetivo Geral.....	15
1.1.2 Objetivo Específico.....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 Corrosões.....	16
2.1.1 Corrosão por Pites.....	16
2.1.2 Corrosão Galvânica.....	17
2.1.3 Corrosão Microbiológica.....	18
2.1.3 Corrosão Fraturante	19
2.2 Tipos de Sistemas de Resfriamento.....	21
2.2.1 Sistema Aberto	21
2.2.2 Sistema Fechado Úmido.....	22
2.2.3 Lagoa de Resfriamento	22
2.2.4 Torre de Resfriamento.....	23
2.2.5 Sistema Fechado Seco.....	25
2.3 Incrustações.....	26
2.3.1 Incrustação de Carbonatos.....	26
2.3.2 Incrustação de Ferrugem.....	27
2.3.3 Incrustação por Lamas de Fosfato.....	27
2.3.4 Incrustação de Silicatos.....	28
2.3.5 Incrustação Orgânica	29
2.3.6 Incrustação de Sais.....	30
3 METODOLOGIA.....	31
3.1 Sistema de Resfriamento.....	31
3.2 Riscos no Processo	32
4 DESENVOLVIMENTO.....	33
4.1 Estudo de caso: História da corrosão	33
4.2 Gasto de Energia em meio relação ao Meio Ambiente.....	41
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
6 CONCLUSÃO.....	47
REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

Neste trabalho discutiremos pontos de manutenção do sistema de refrigeração sob o clima e conceitos. Onde o uso dos sistemas de refrigeração, nos últimos anos, teve um grande aumento de compra e disponibilidade por conforto das pessoas tanto que era um produto de custo alto e, e apenas pessoas de alto poder aquisitivo possuíam, porém esses tempos vimos um dispositivo portátil dentro do carro, como aqueles borrifadores com cheiros para retirar odores internos. Fora os carros que já possuem ar-condicionado de fábrica, então iremos retratar e comparar estes pensamentos humanos de estarem sempre no controle da climatização, buscando o conforto térmico tanto no uso doméstico quanto industrial. Também lembraremos de como deu-se início a protocolos sobre corrosões no Brasil e como esse conhecimento foi se renovando e atualizando em suas verificações.

Como, recentemente, tivemos ondas de climas diferentes em regiões que nunca foram previstas poderiam ocorrer, por exemplo tantos ciclones em áreas tropicais, apenas no Brasil desde o Catarina que foi um marco pela catástrofe causada em 2004, ocorreram outros 6 com o decorrer dos anos e recentemente em setembro deste ano houve um no Rio Grande do Sul (G1,2023). Outro fato é a onda de calor que atingiu o Brasil no inverno desse ano, no qual foi registrado uma temperatura máxima de 41,8°C em Cuiabá, capital do estado de Mato Grosso, algo que não é normal de se acontecer. As altas temperaturas também esquentaram as águas dos oceanos e conseqüentemente impactando diretamente no derretimento das geleiras.

Então, mas o que isso tem a ver com o trabalho? Como já falado iremos discutir sobre o controle humano está gerando distorções naturais vindas a locais não acessíveis ou não preparados para isso. Atualmente a sociedade está tão acelerada que simples coisas estão agregando de forma inconsciente, por exemplo está calor ou está frio a pessoa tem a necessidade de ligar o ar-condicionado, seja para resfriar a sala, circular o ar, ou até mesmo pelo costume de sempre ligar a máquina quando chega no local, que muitas das vezes gera um gasto de energia desnecessário, e que pode trazer conseqüências para humanidade no futuro.

Também abordaremos nesse trabalho sobre definições e alguns tipos de corrosões e incrustações, locais onde ocorrem, os problemas gerados por elas para o sistema de refrigeração e maneiras de prevenções (manutenções preventivas).

Outro ponto que será abordado é como se trancar em um cômodo gera maior benefício (em relação a eficiência térmica) do que um ambiente aberto de refrigeração e a troca de calor desses ambientes e será relacionado por nós a mente humana com o financeiro, com a poluição, com gasto de energia e com a ausência de verificação e regulação desses produtos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho será apresentar uma visão de um melhor tratamento contra corrosões em sistemas com água e outros compostos líquidos para uma empresa, demonstrando também riscos atuais e a evolução histórica de como foram solucionados tais problemas.

1.1.2 Objetivo Específico

O objetivo específico é expandir a melhora de empresas, principalmente brasileiras, por meios técnicos e ambientais de forma que não causem altos gastos financeiros em recorrentes manutenções, gerando perdas de produções e em alguns casos até acidentes no meio de trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Corrosões

Primeiramente vamos a parte de corrosão, onde em resumo é a deterioração de um material metálico podendo ser causada pelo ambiente que ele está. Corrosões não possuem uma forma única de se desenvolverem, pelo contrário a diversas formas e chances do produto surgir e causar um grande impacto financeiro e até acidentes aos colaboradores do setor, e assim como há muitas formas de corrosões aparecerem cada uma tem sua forma de ser prevenida.

Para este trabalho a corrosão é o grande risco pelos desgastes de equipamentos, resultando em perda de produtividade, e aumento do gasto financeiro para a correção e manutenção dos materiais, onde ela pode gerar alterações nas propriedades do metal e até modificação em perda de espessura do componente, principalmente em questões de durabilidade, tensão, resiliência e tenacidade. Irei citar alguns tipos de corrosões mais comuns vistas no sistema de resfriamento:

2.1.1 Corrosão por Pites

Vamos dar um exemplo quando você passa por uma casa que possui um portão de metal consegue ver que tem um furinho no metal do portão, pode pensar “à é só um furinho ali que tampa até com chiclete, com fita” ... Ok. Esse furinho é a Corrosão por Pites onde dentre todas elas, é a mais destrutiva por conta que já chegou a danificar o metal de forma tão grave que causou um buraco. Voltando a ideia do portão da casa, hoje talvez não ocorra nada com o portão de fato, mas com o passar do tempo esses furinhos vão aumentando de tamanho e no decorrer do portão inteiro aparecerá mais furos podendo no futuro próximo não ter mais forma de resolver a corrosão e sim trocar o portão. Agora pega essa mesma ideia e aplica em um cano, tubo ou equipamento de fábrica ou indústria.

Na casa a pessoa pode machucar a mão pelas crostas do buraco, agora numa fábrica onde nessa tubulação passa um composto químico, ou então uma pressão de ar muito grande para realizar um processo o quanto de ar é perdido ou será ainda mais perdido a cada pressão. Corrosão é algo contínuo então o desgaste

não para, há formas de evitar esse deterioramento como por exemplo aplicar um produto químico interno para que seja formada uma camada protetora que evite a saída do agente que será passado por ali. Segue uma imagem como demonstração deste tipo de corrosão sendo na primeira bem minimalista e na segunda uma forma mais prejudicial.

Figura 1 – Corrosão por Pites



Fonte: SULCROMO (2020)

2.1.2 – Corrosão Galvânica

Outra forma de Corrosão é a Galvânica onde ela é surgida pela junção de dois materiais metálicos distintos onde um causa corrosão no outro, sabe o famoso “migué”, o “estrago esse pedacinho aqui e vou comprar um outro pra pôr no lugar” então essa troca de material ou até mesmo em primeiro contato causa a galvanização em ambos materiais, e esse processo é visível e fácil de ocorrer ainda mais pelo pensamento de substituição barata, por exemplo em sua empresa você opta por não utilizar o mesmo material ao de primeiro uso, e economizar na troca do danificado um material mais em conta sem se preocupar com as recomendações dadas para tal uso, como já dito na corrosão por Pites, de primeiro momento não ocorrerá nada, mas com o passar do tempo irá ocasionando esse desgaste do material.

Aí vem o pensamento de novo, “mas se der ruim troca novamente” como é dito se é um material de casa ou equipamento pouco utilizado não está ok, mas o custo é bem menor e até muitas vezes é deixado de lado, mas para uma indústria esse custo de paga danifica paga danifica é alto fora que tempo é dinheiro então o tempo do equipamento parado toda vez que há essa substituição de componente é um custo pela manutenção e um não ganho pelo setor ou equipamento parado.

A Corrosão Galvânica ocorre em uma escala de ser um parafuso não listado nas especificações de tal uso que pode danificar todo um material e ela é uma corrosão silenciosa por conta de estar funcionando normalmente o material, mas quando se nota visualmente ela, ela mostra o quão danificado o material já está, como a foto que estará logo aqui abaixo.

Figura 2 – Corrosão Galvânica



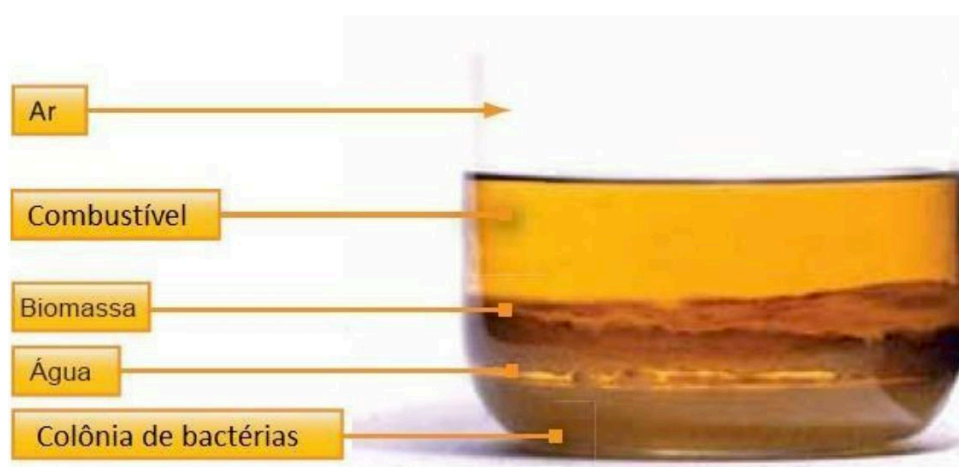
Fonte: SULCROMO (2020)

2.1.3 - Microbiológica

Agora uma corrosão um pouco mais complicada de se detectar que é a Microbiológica ou Biocorrosão onde o material se degrada pelo aglomerado de muitos organismos que se juntam em um determinado local que ajude a sua distribuição. Este tipo de corrosão é visto entre o combustível e água, e por meio microscópio pode ser vista a camada de tais organismos, como bactérias, podendo

em outros casos chegando a desenvolver até algas por exemplo. Esse é mais complicado, mas a forma de eliminação de tais microrganismos em tanques de aeronaves ou automóveis são por agentes químicos introduzidos apenas para evitar tais microrganismos e não danificar o processo do combustível.

Figura 3 – Visão referente da contaminação da corrosão microbiológica



Fonte: SULCROMO (2020)

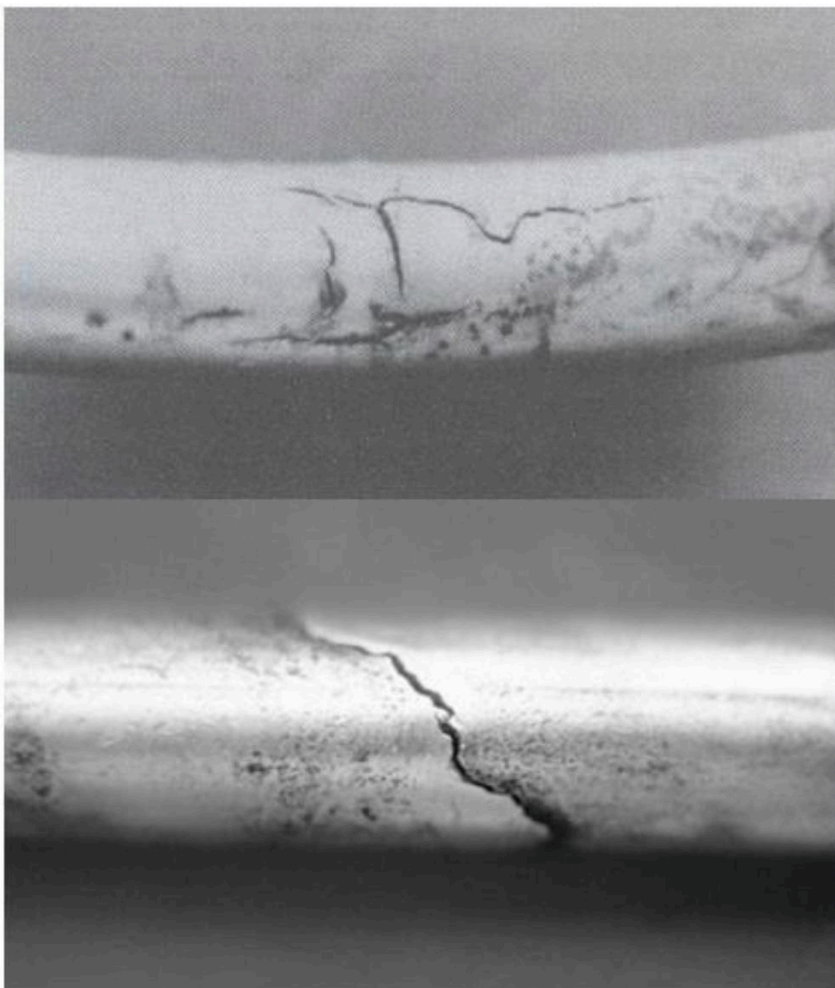
2.1.4 – Corrosão por Tensão Fraturante

Há também a Corrosão por Tensão Fraturante como o nome mesmo já diz Tensão Fraturante é autoexplicativo onde a causa de tensão perante o material ocorrerá a fratura do material. Onde está relacionada a materiais que possuem uma maior facilidade em ser deformado, chamamos de material dúctil. Caso queira se provar se o material é dúctil, é realizado o teste de tração deformação assim visualizando a mudança de comprimento e se há mudança de espessura do material.

Este tipo de corrosão é visto em formação das trincas que continuamente possa haver ruptura. Assim como a pôr corrosão por Pites é severa em relação ao desgaste do material podendo causar grandes problemas. Este tipo de corrosão também é uma das que possuem maiores riscos de danos físicos e financeiros pois

a ruptura é a quebra do material então é a perda total daquele material. Pegando novamente a analogia de casa e empresa, em casa houve somente a corrosão sem o estado de ruptura é só baixar o nível ou a forma de uso de tal equipamento para que não ocasione a ruptura que de perda de tal equipamento. Agora em uma fábrica é possível algumas soluções que podem auxiliar a não quebra do material, que seria utilizar menos tensão no material, outro detalhe também é planejar e utilizar um material mais adequado para tal processo.

Figura 4 – Corrosão por Tensão



Fonte: INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGIA (INT, 2022)

Onde podemos visualizar nas imagens que a primeira já podemos ter uma noção que o material está rachado e por sua angulação há uma pequena distorção, em contrapartida a de baixo vemos que o material se rompeu totalmente, mas

aparentemente ainda está reto. Isso varia de material para material, podendo ser mais maleável ou rígido.

2.2 TIPOS DE SISTEMAS DE REFRIAMENTO

2.2.1 - Sistema aberto

Vamos falar sobre alguns tipos de sistemas de resfriamento dando início ao mais simples que é o Sistema Aberto, onde de forma objetiva é o bombeamento de água, sendo ela retirada do mar, do rio ou até de um lago, sendo seu processo inicial a retirada dessa água para uma bomba centrífuga que transfere a água para um tanque de calor para que haja a condensação deste corpo e inserida a um local destinado ou então voltada para seu local de origem sem nenhum composto químico caracterizado já no corpo de água.

Este sistema é o mais comum, pode se dizer que é o mais simples tendo em vista a quantia de equipamentos e ferramentas necessárias para seu desenvolvimento é muito baixo, assim temos um gasto menor em manutenções e uma vantagem maior entre o calor e a água de resfriamento, outro fator que agrega o desenvolvimento e eficiência deste tipo de sistema é a temperatura da água estando em temperatura ambiente

Nem tudo são rosas, um pouco agora sobre suas desvantagens, por ser um sistema de baixo gasto financeiro a demanda de água utilizada no sistema ser muito alta ocasionando em uma descarga de água bruta no tanque de condensação fazendo a alteração em sua temperatura o que gera poluição térmica ao corpo que já está em desenvolvimento no condensador (BLACK & VEATCH, 1996). No Brasil o responsável pela regulação desses sistemas pela CONAMA, onde desde 2011 foi especificado que a água deve ter um limite de até 40°C em sua temperatura e uma tolerância no tanque de até 3°C.

Pela grande demanda de água em postos termelétricas a escolha de um sistema fechado ao invés de um aberto foi muito requisitada não só pela proporção, mas principalmente pela qualidade maior no decorrer da vida dos organismos presentes na água, pois na captação dessa porção de água são agregados junto ao tanque. Por exemplo, em New Jersey, há a Salem termonuclear gera morte a mais de 1 milhão de peixes e mais de 800 milhões de peixes menores como anchovas e

sardinhas por ano, que entram junto a essa adução ao sistema onde foram realizadas estatísticas de serem quatro vezes mais que práticas comerciais (FLEISCHLI, S; SUPER, 2012).

2.2.2 - Sistema Fechado Úmido

Este modelo de resfriamento foi o mais procurado em países desenvolvidos entre 1975 e 2005, como nos Estados Unidos por exemplo, onde é utilizado uma lagoa ou um suporte em torre para a dispersão de calor entre a proporção de água e o calor transmitido no condensador. Este sistema agrega uma alta quantia menor do que o sistema aberto, o que há uma diminuição em fragilidade da usina referente a ausência de água e assim uma maior utilização na temperatura para o processo de evaporação. Mas o consumo de água é superior ao sistema aberto tendo 1% da vazão por fluxo de cada 5,6°C para a circulação na torre com a proporção dada a diminuição da temperatura no corpo hídrico (FLEISCHLI; HAYAT, 2014).

2.2.3 - Lagoa de resfriamento

Este modelo dentro do sistema fechado veio antecessor ao modelo de torres que são mais utilizadas atualmente. Seu funcionamento se destaca pela mudança de calor pela atmosfera sendo realizada por inúmeras formas de processo tanto pelos do sistema aberto que é a evaporação quanto também pela condução, radiação e convecção. Este modelo de resfriamento irei dividir em etapas para melhor explicação de seu funcionamento;

1ª Etapa: É a coleta dá uma porção de água que será destinada diretamente a lagoa de evaporação onde nessa fonte parte da água é ela em temperatura baixa levada a um tanque de condensação que será destinada a um propósito da empresa.

2ª Etapa: Neste tanque de condensação é conectado a uma turbina de vapor onde parte da água é vaporizada em ar quente e voltada a lagoa de evaporação para realizar a evaporação da outra parte da água.

Este método de resfriamento remete muito ao meio posto pois a transferência de calor depende muito do calor solar, da umidade do ar, da temperatura. É um modelo barato assim como o sistema aberto, creio que possa ser até mais barato

dependendo da área territorial disponibilizada. Sua melhor vantagem é com uma área grande pois por ter um custo mais baixo os sprays podem ocupar até 20 vezes maiores ocupações do que o sistema de torres que logo veremos. Em contrapartida sua desvantagem é sua baixa eficiência referente a troca de calor, em um espaço menor não compensa realizar este modelo sistemático, além do mais que ela não possui nenhuma forma de contramedidas sob os ventos, poeiras e outras contaminações pelo ar por ser uma forma 100% ao ar livre (TURNPENNY et al., 2010).

Visualmente este sistema lembra um pouco os sprinklers usados em campos de golfe.

Figura 5 – Uso dos Spray Ponds em uma lagoa de resfriamento



Fonte: SYBS (2018)

2.2.4 – Torre de Resfriamento

As torres são mais visíveis de longa distância por terem uma estrutura bem maior e dependendo do clima o seu vapor é formado uma fumaça branca, seu funcionamento não é muito diferente do processo da lagoa apesar de quantia disponibilizar uma alta demanda de água. Sua estrutura varia de acordo com a área designada, mas em termos de altura variam em 200 metros se for de forma cilíndrica, e existem também as retangulares que variam por volta de 40 metros.

O sistema de coleta, de transferência para condensação, para o vapor da turbina é o mesmo o que difere é a torre da volta do calor para a porção de água que será evaporada, o que voltada para lagoa com uma pequena proporção de água para realizar a evaporação em torre é uma proporção bem maior.

A forma mais produtiva de localizar este tipo de usina é em regiões frias por mais que a estrutura seja de concreto e possua uma enorme eficiência, seu rendimento é também baseado na temperatura do local, sua desvantagem é o custo inicial é muito alto e sua área de ocupação é relativamente alta (NAG, 2008).

Figura 6 – Modelo utilizado em um espaço limite industrial



Fonte: ALLONDA AMBIENTAL (2009)

Figura 7 – Modelo utilizado em indústria com grandes expansões em área



Fonte: ALLONDA AMBIENTAL (2009)

2.2.5 – Sistema Fechado Seco

Este sistema é utilizado apenas pela temperatura de um termômetro normal avaliando a utilização possível da resfriamento pela radiação ou convecção. Sua melhor forma é utilização da água como fluido de trabalho, pois ela não remete a mudança de massa no processo de resfriamento o que não gera perda de água, resultando na não necessidade de reposição de vazão. Além disso possui como vantagem:

- Menor custo em manutenção operacional;
- Menor tempo de entrada para início de processo;
- Maior área de possível localização;
- Melhor qualidade de vida útil dos equipamentos devido a retirada de perigos utilizando água, remete muito diminuição de corrosões e incrustações.

Assim como altas vantagens, há grandes desvantagens de custo inicial, operacional, instalação, construção de acordo com IAEA (2012):

- 2% de redução no resultado gerado de eletricidade
- Se porventura um país mais quente resolver agregar esse método de sistema em uma usina, o ambiente pode não esfriar o suficiente para manter a eficácia do resfriamento.

2.3 INCRUSTAÇÃO

A incrustação refere-se ao acúmulo de depósitos minerais, como calcário, e outras substâncias sólidas, nas superfícies internas dos componentes do sistema, como evaporadores, radiadores, tubos e mangueiras. Ao passar do tempo, os sedimentos vão se acumulando por causa de minerais que estão presentes no fluido que circula por todo o sistema.

Os sedimentos que vão se acumulando com o passar do tempo, e podem gerar problemas significativos em sistemas resfriamento, especialmente em indústrias, na refrigeração de água e no conjunto de aquecimento central. Conforme os minerais vão se acumulando, a passagem do fluido fica mais dificultada, pois a tubulação vai sendo obstruída e conseqüentemente o fluxo de fluido vai diminuindo, causando uma redução na capacidade de troca de calor, e conseqüentemente reduzindo a eficiência térmica. Resultando na diminuição de desempenho do sistema, aumentando o desgaste dos componentes e gasto de energia.

Em sistemas de resfriamento existem vários tipos de incrustações, e cada um deles é associado a substância e depósitos minerais presentes na água que vão se depositando nas faces do interior dos componentes. Abaixo segue alguns dos tipos mais comuns de incrustações:

2.3.1 Incrustação de Carbonatos (Cálcio/Magnésio)

A incrustação de carbonatos é o tipo de incrustação que ocorre com mais frequência. A formação desse depósito é estimulada pela elevação da temperatura do fluido, aumento de pH e aumento da quantidade de cálcio presentes na água. Os depósitos vão se acumulando em tubos e outros componentes, reduzindo o poder de troca de calor do sistema.

Figura 8 - Incrustação de carbonatos



Fonte: BRUNHARA (2020)

2.3.2 Incrustação de Ferrugem (Corrosão)

A incrustação de ferrugem ocorre quando o sistema de arrefecimento é afetado pela corrosão, resultando na formação de depósitos de ferrugem nos componentes. Isso pode ocorrer em sistemas que utilizam água como meio de resfriamento, especialmente se a água for rica em oxigênio e não for tratada adequadamente.

2.3.3 Incrustação por Lamas de Fosfato

Essa incrustação ocorre pela reação do excesso de fosforo presente na água (através de uma contaminação) com Magnésio, Zinco, Ferro e Cálcio. Contudo, essa lama é formada com mais rapidez quando a água possui um pH alto, também quando não possui produtos químicos para impedir a formação de sedimentações e por final quando a velocidade do fluido que passa pelos trocadores de calor.

Figura 9 - Incrustação por lamas



Fonte: BRUNHARA (2020)

2.3.4 Incrustação de Silicatos (Cálcio/Magnésio/Alumínio)

A incrustação por silicato é gerada pela junção de partículas de rochas, areia proveniente da água de poço, argila com água, barro e poeiras. Entretanto, para que seja considerada incrustação, a sedimentação deve ser densa e se assemelhar com um vidro. Os silicatos são minerais que contêm sílica que podem se acumular em sistemas de arrefecimento. A incrustação de silicatos é particularmente comum em sistemas industriais e pode causar entupimentos em tubulações e componentes.

Figura 10 - Incrustação de Silicatos

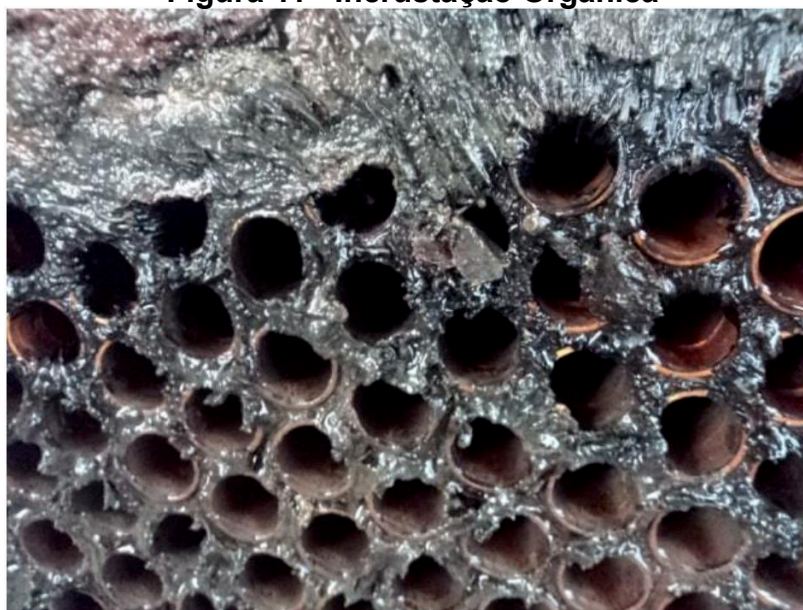


Fonte: BRUNHARA (2020)

2.3.5 Incrustação Orgânica

A incrustação orgânica é gerada através da contaminação da água pela atmosfera, onde é utilizado água de superfície ou água que está exposta a componentes orgânicos, como besouros, óleo, entre outros. Isso envolve o acúmulo de substâncias orgânicas, como algas, bactérias e sedimentos, nos componentes.

Figura 11 - Incrustação Orgânica



Fonte: BRUNHARA (2020)

2.3.6 Incrustação de Sais

Em certos sistemas, os sais que estão localizados na água, como cloretos e nitratos, se precipitam, formando depósitos do sal. Isso é mais comum de acontecer onde se aquece a água até ela evaporar, resultando em partículas de sal incrustadas na superfície interna dos componentes.

A prevenção da incrustação nos sistemas de resfriamento é necessária para manter a eficiência e a operação adequada do sistema. Isso pode envolver o uso de tratamentos químicos, filtragem (a instalação de filtros para remover partículas sólidas da água), controle da qualidade da água de entrada e manutenção regular, que pode incluir a limpeza, remoção dos depósitos acumulados e até mesmo a substituição de componentes afetados pela incrustação. A escolha de medidas específicas de prevenção depende do tipo de incrustação predominante no sistema e das condições de operação.

3 METODOLOGIA

3.1 Sistema de Resfriamento

Neste trabalho foram analisados os tipos de resfriamento juntamente com os tipos de dano um corpo hídrico pode fazer a um material, vistas tipos de hidrelétricas desde uma simples mais continuamente usada em países de portes e climas diferentes, dando referência a qual forma mais segura e/ou técnica de manter o processo resfriamento. Foi utilizada como referências projetos técnicos de alunos assim como planos e feitos empresariais, como um estudo de casos que gere menor gasto e maior produtividade.

Puxando um pouco para engenharia em fórmulas sem dados exatos de termos técnicos realizamos o cálculo, primeiramente, pela vazão da água resfriada, assim conseguimos determinar um equilíbrio nas torres de resfriamento (FERNANDES, 2012).

Segue a fórmula:

Figura 12 – Fórmula da água passada pelo processo de resfriamento

$$\dot{m}_a = \frac{\dot{m}_v (h_{in} - h_{out})}{c_p (T_{out} - T_{in})}$$

Fonte: Repositório Institucional da UFMG (2010)

Tendo como legenda:

\dot{m}_a é a vazão da água passada pelo processo de resfriamento, em quilogramas por segundo (kg/s);

\dot{m}_v é a vazão pelo processo de vaporização no tanque de condensação, em quilogramas por segundo (kg/s);

h

h_{out} é a entalpia na saída do tanque de condensação de forma líquida, em quilojoules por quilogramas;

q_p é o calor da água, em quilojoules por quilogramas em Kelvin;

T_{out} é a temperatura na saída do condensador após o resfriamento da água, em °C;

q_c

4 DESENVOLVIMENTO

4.1 Estudo de Caso: História da Corrosão

Aldo Cordeiro Dutra foi um engenheiro especializado no setor de engenharia química e materiais, particularmente no desenvolvimento da proteção anticorrosiva com alta capacidade de visão futura. Em 1960, com 31 anos, em janeiro entrou no curso da Petrobras em manutenção de equipamentos em refinaria, no mesmo ano em outubro desenvolveu experiências de corrosões eletroquímicas. Mas sua maior criação foi apenas 8 anos depois, em 1968 sugeriu que o país deveria se associar aos moldes da NACE (National Association of Corrosion Engineer) dos Estados Unidos. Mesmo não sabendo naquele momento que havia criado a ABRACO (Associação Brasileira de Corrosão) que era e atualmente ainda é uma entidade para profissionais que desejam atuar na área de corrosão sendo voltado a soluções no meio corrosivo. Veio a falecer em março de 2022.

Juntamente temos o patrono do setor corrosivo, Vicente Gentil teve grandes desenvolvimentos assim com Aldo C. Dutra em especialização a agentes anticorrosivos, após 3 anos de curso na Petrobras foi indicado por um conhecido que seu conhecimento não deveria ser aplicado somente na Petrobras, mas sim espalhado para o mundo. Com essa proposta V. Gentil se ingressou em cursos na UFRJ para lecionar em setores químicos, quando foi criado a ABRACO suas possibilidades de ensinamento, de recebimento de conhecimento e divulgações foram aumentados em uma escala absurda, tanto que criou uma premiação para o melhor trabalho anual que envolve o Congresso Brasileiro de Corrosão denominado Prêmio Vicente Gentil. Veio a falecer em janeiro de 2008 (ABRACO, 2018)

A ABRACO atualmente é um enorme instituto que promove grandes profissionais que desejam atuar e/ou obter conhecimento em diversos setores envolvidos especialmente áreas de materiais, desde processos corrosivos até tratamentos com pinturas. Particularmente em nosso curso de Engenharia Mecânica na UNITAU ouvimos falar sobre a ABRACO com o prof. Evandro Nohara, onde citou o alto nível de especialidade que a instituição promove o engenheiro.

Antigamente a maioria das corrosões eram designadas como corrente de fuga, onde eram obtidas por sistemas elétricos em uso de tração continuamente gerado por correntes de soldas ou outros tipos de correntes com eletricidade que envolva

corrente contínua, este envolvimento com fluxo de correntes mesmo em uma intensidade baixa pode alterar o desgaste da matéria prima. Mas muitas empresas até hoje agregam o metal inserido no solo, não se enquadrava o termo corrente de fuga por estar inserido em uma superfície sem contato com o fluxo elétrico. Assim veio a denominação de meio corrosivo onde era a corrosão em envolvida apenas com o ambiental.

Este material já inserido no solo teria uma técnica e manutenção totalmente diferente por não ser perceptível a corrosão ou qualquer outra forma de gasto do equipamento. De acordo com Eduardo T. Serra, Engenheiro Metalúrgico e de Materiais, separou a corrosão pelo solo em dois aspectos sendo o primeiro em Agressividade Relativa está relacionado a pilhas de longo alcance. Essas pilhas são normais nas introduções nos solos em uma grande escalada estrutural e em ambientes com condutividade, geralmente envolve em muitas inserções de tubulação. De forma mais básica a estrutura metálica entra em contato com solo confrontando em contradições em oxigênio de sais ainda em estados diferentes, onde essas divergências causam fortemente as pilhas galvânicas e induzem a corrosão interna no solo. (ABRACO, 2018)

Já o outro aspecto é a Agressividade Especifica que era a relação externa, como umidade, acidez, ar, água, micro-organismo e texturas entre muitas outras possibilidades de acordo com o meio situado na construção.

Agora partindo para a correção ou revestimento metálico, em muitos casos é escolhido para estruturas de tasques, fundações, tubulações o aço carbono para a introdução no solo, onde sem nenhum tipo de proteção a vida útil do material é desgastada muito rápido mesmo em um ambiente favorável. O zinco é um ótimo anticorrosivo para inúmeras implementações estruturais, por exemplo em poste de iluminação de rua, tubulação condutora de água em rodovias, e muitas outras, o zinco é introduzido por meio da imersão quente onde pode agregar uma proteção de até 15 anos do material para a corrosão lentamente dar início ao seu desgaste. Único solo que o zinco não é favorável são os solos orgânicos onde há uma maior chance de plantações e outros organismos vivos.

Mas e fabricas ou equipamentos agropecuários ou que se localiza em um solo mais fértil? O revestimento aplicado nessas ocasiões é mais frequente o uso de pinturas especificas como tintas epóxis novolac (N-2912, Petrobras) e tintas epóxis

com isenção de absorção de organismos (N-2680, Petrobras) para que não haja absorção de água ou de sais e substâncias com o metal em si, mas deixando claro que não é válido uma grande profundidade ou uma gama maior do metal em termos de estrutura inserida.

Dando continuidade aos méritos do setor corrosivo, partindo para o interno onde é o foco deste trabalho. Em uma visão geral, as ocorrências geradas por problemas internos demanda altos custos econômicos podendo ter adição de investimentos desnecessários, riscos de acidentes dentro e fora da indústria, alta poluição ao meio ambiente, perdas de produtos, perdas de produção, perdas de matéria prima, de acordo com a engenheira química Juliana de Magalhães Tinoco, estima-se um uso de 30% do aço produzido no mundo todo apenas para reposição e troca de materiais e equipamentos afetados pela corrosão.

No Brasil, desde os anos 80, a forma mais comum de monitoramento da corrosão de um tubo usado de exemplo é de forma interna. Mas por uma melhora tecnológica e possuindo novas técnicas de segurança, há um aumento de procurações de monitoramento não intrusivo principalmente em situações com enormes esforços de pressão ou com procedimentos que envolvem altas temperaturas. Então iremos mostrar formas intrusivas mais utilizadas e procedimentos não internos recém utilizados. As primeiras técnicas intrusivas associadas aqui no Brasil eram por meios de dutos ligados a tubulações que davam entradas para sensores que ficam associados ao fluido. Dentre essas técnicas existem 3 que ainda são usadas em dias atuais:

Cupom de corrosão - É um dos métodos mais comuns de se identificar a corrosão interno. Esses cupons são pequenas chapas metálicas de mesmo material do que aço utilizado na tubulação, onde são introduzidos dentro do tubo por períodos pré-determinados, só é visto a corrosão quando se retira esse cupom e é feito uma análise química e microscópica referente a corrosão.

Figura 13 – Cupom de Corrosão



Fonte: Otavio Carneiro Corrêa, Vydia Tecnologia

Assim apareceu corrosão no cupom, significa que o tubo também está em corrosão? Não necessariamente, é obtido tais dados e apontados na fórmula de taxa de corrosão em vista da massa inicial e final pós a limpeza química e o tempo do cupom no tubo. Segue a fórmula abaixo:

Figura 14 – Formula de Taxa de Corrosão

$$TC = \frac{K.(m_{inicial} - m_{final})}{A.t.\mu}$$

Fonte: ABRACO (2018)

Temos,

- **TC** = Taxa de corrosão, dado em milimetro por ano
- **K** = Constante, usado $8,76 \times 10^4$
- **m_{inicial}**, **m_{final}** = Massa, dado em gramas
- **A** = Área de apresentada onde está os cupons, dado em centímetros quadrados

- μ = Massa específica, dado em gramas por centímetros quadrados
- t = Tempo de uso, dado em horas

As divergências técnicas obtidas por esse processo é o tempo do cupom dentro da tubulação, onde pode haver um desgaste impressionável afetando a tubulação ou ao fluido, e outro ponto é a troca não localizada especificamente ao lugar do antecessor.

Temos também a Sonda de Resistência Elétrica, este método veio dos Estados Unidos, chamado ER (Electrical Resistance), sendo a base do processo a alteração da resistência da seção metálica causando uma mudança de massa pelo desgaste da corrosão onde o sensor está em monitoramento.

Explicando mais aprofundado, o componente metálico é posto uma corrente elétrica de linha única com o monitoramento de vários intervalos é possível estabelecer essa linha média de resistência com a passagem do fluido.

Figura 15 – Equipamento de Medição da Resistência Elétrica



Fonte: Lansolutions (2013)

A alteração é vista, que houve corrosão, em dois pontos: espessura e temperatura. Supondo que houve mudança de temperatura, a sonda está programada de acordo com o componente, o componente sofreu uma mudança significativa onde esses dados são feitos para ver se o material está sofrendo alteração:

Figura 16 – Fórmula da Resistência para cálculo da sonda

$$R = \frac{\rho.L}{A}$$

Fonte: ABRACO (2018)

Temos,

- **R** = Resistencia, dado em Ohm
- **L** = Comprimento, dado em milímetros
- **A** = Área de seção, dado em milímetros ao quadrado
- **p** = Resistividade do material, dado em Ohm por milímetros

O maior defeito deste sistema é a localização da corrosão ou então o fluido ter uma forte alteração por si só referente aos processos, além da falha humana que seria a checagem errada de ambas as linhas de pré registradas.

Por fim, a última técnica usada é a de polarização, também conhecida como LPR (Linear Polarization Resistance) onde é bem semelhante a anterior de resistência elétrica alterando o eletrodo da sonda em pequenas faixas com certas forças eletromotrizes em curtos períodos, assim a densidade é referente aos mínimos efeitos entre os eletrodos estabelecendo uma taxa proporcional a corrosão diante ao eletrólito em meio ao seu tempo real.

Figura 17 – Fórmula da Polarização

$$R_p = \frac{\Delta E}{\Delta i}$$

Fonte: ABRACO (2018)

Temos,

- **R_p** = A resistencia de polarização, dado em Ohm
- **ΔE** = Potencia aplicada, dado em força eletromotriz
- **Δi** = Corrente ao pontencial aplicado, dado em miliampére

O defeito dessa técnica é o erro de eletrólito, por conta de sua alta resistência com o local corrosivo ou então a necessidade de água como condutor

Figura 18 – Equipamento da Sonda de Polarização



Fonte: Emerson (2021)

Agora temos 2 processos não invasivos utilizados no Brasil, que são por ultrassom e por variação de campo elétrico, conforme a Norma Técnica da Petrobras (N-2785). Esses procedimentos que virão a seguir estão relacionados a fluidos inflamáveis, ou de certa ser forma tóxicos onde o sensor embutido não poderia ser retirado por conta da despressurização ou do risco alto de causar algum impacto no setor que faria essa retirada.

Por ultrassom é como o monitor cardíaco usado em hospitais, o equipamento é fisicamente posto ao lado de fora da tubulação fixado no metal onde ali os cristais dentro da máquina de ultrassom emitem ondas com intervalos de tempo, a corrosão é determinada pela diferença entre o tempo da onda de ida e o tempo da onda que retorna a máquina de ultrassom essa conversão é retida em espessura de parede, e conforme o decorrer dessas medidas são geradas taxas de corrosão.

Figura 19 – Equipamento de ultrassom



Fonte: Emerson (2013)

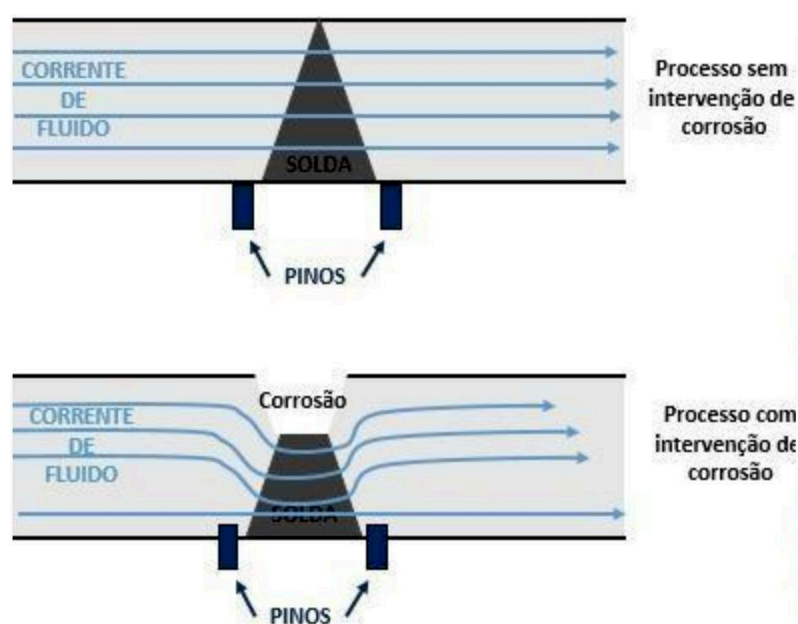
Mas conforme já visto, nada é 100% perfeito. Este modelo sensorial de vista da corrosão não é eficaz em principalmente me 2 aspectos: sendo o primeiro em localização da corrosão pois como o equipamento é fixado a onda só mede o local onde está o ultrassom, com isso temos o segundo aspecto que é a sensibilidade baixa como o ultrassom está em uma área "x" o que chegar na análise de resultado em outro ponto talvez não seja declarado no processo resultando na corrosão em outra parte do tubo. Uma forma de resolver esse problema é colocar vários equipamentos deste no decorrer da área prevista que tem maior chance de ser afetada pela corrosão em diferença de espaços curtos para que se ocorrer a corrosão entre 2 equipamentos seja declarado para cada um deles uma onda mínima.

O outro processo é por campo elétrico é um dos poucos que possibilidade a noção de uma grande área da tubulação e não só em um ponto específico, mas no local que será inserido o monitoramento que sejam introduzidos pinos ao redor da solda. Esses pinos são conectados a um registrador de dados que emitem potenciais identificações elétricas por todo o comprimento do duto, um possível

registro é a mudança de espessura que é identificada pela alteração de corrente do fluido estabelecido.

A resistência é alterada conforme a alteração de temperatura, assim é englobado uma placa que simule o material, mas que não tenha contato com a corrosão apenas com o fluido, para se caso o duto tenha corrosão seja diferenciado a essa placa extra identificado a ocorrência da corrosão.

Figura 20 – Representação de Campo Elétrico



Fonte: Representação feita pelo autor (base de exemplo ABRACO, 2018)

Sua nota de falha é o tempo de resposta perante a processo que introduzem internamente os sensores, tanto que de acordo com a engenheira química Juliana de Magalhães Tinoco essa forma de procedimento habilita diminuição de 0,05% a 0,1% de espessura da parede da tubulação mostradas nesse registro.

4.2 Estudo de Caso: Gasto de energia em relação ao meio ambiente

A ISSO 50001

Até hoje um dos maiores assuntos complicados em relação a sociedade é a forma de gerar energia sustentável, onde por exemplo os carros elétricos são bem

mais adequados para o uso do que carros movidos a gasolina. O significativo uso do carro elétrico é essencial, apesar dele em si não ser muito recomendado para a circulação interna na cidade e sim em longas distancias principalmente em cidades, no Brasil, consideradas grandes até mesmo pelo uso dos postos de carregamento. O uso de energia não afeta de primeira o meio ambiente, substituindo bem o petróleo, mas em compensação após o gasto do uso total da bateria caso não tenha um descarte adequado gera futuras agressões a contaminação perigosos, principalmente por conta do mercúrio, chumbo e cádmio.

A ISO 50001 é a norma de qualidade internacional que garantem padrões de gestão de energia onde no Brasil apenas 49 empresas possuem batem com esses requisitos. Como a Beenergy que se baseou sua infraestrutura e conceitos em cima desta ISO, está empresa fornece formas de melhorias de como reduzir gastos de energia e com isso uma maior redução de gastos financeiros. Manutenções, aprimoramentos e correções, tudo gera um gasto produtivo e econômico, por isso planejamento preventivos são a melhor maneira de realizar um projeto renovador e/ou inovador.

Em relação ao carro elétrico atualmente há métodos eficazes de reutilização e a um recém aprimoramento que tornará mais acessível a compra desses modelos automotivos. Só para finalizarmos esse assunto envolvendo o carro elétrico, a bateria StoreDot (XFC) promete dar um impulso na velocidade de carregamento, essa nova empresa israelense realizou baterias de silício como bateria para a bateria elétrica do carro, meio confuso, mas seria como uma pilha barata e sustentável que seja possível inserir e retirar da bateria do carro e funcionária melhor que os carros que são necessários serem carregados em postos.

Figura 21 – Modelo de Bateria Store Spot



Fonte: InsideEvs Brasil, 2022

Recentemente aqui no Brasil, especificadamente durante as duas primeiras semanas de novembro, houve um calor extremo que atingiu o nosso país foi registrado no estado de São Paulo a máxima foi de 37,5°C, assim como no estado do Rio de Janeiro foi de 40,6°C de acordo com o INMT (Instituto Nacional de Metrologia), esses foram os valores termos tais registrados sem contar a sensação térmica que é ainda maior, ou como deixar o carro no sol e depois de um tempo entrar e estar batendo mais de 50,0°C. O fato é que ações que estão sendo geradas, no Brasil tem o desmatamento na Amazonia assim como o alto nível de produção de carvão no Canada, e causando consequências que não tinham hipóteses de ocorrerem que estão ocorrendo recentemente como o calor em excesso, como ciclones em áreas tropicais, como monções e aumento do nível do mar em Bangladesh, como Permafrost na América do Norte, entre outros fatores climáticos.

Em um podcast o Sergio Sacani, formado em geofísica com mestrado em engenharia do petróleo e doutorado em geociência, estipulou que com tantas degradações ao meio ambiente esse calor extremo que ocorreu no Brasil em duas semanas poderia ocorrer no período de um ano. Agora pensa o quanto de seca, de queimadas geradas pelo calor, de doenças, de queimaduras, de tudo que pode ser estabelecido por um sol extremo. Com essa teoria e possibilidade futura em vista

dos sistemas de refrigeração é mais eficiente o ponto de melhora ambiental como parada de desmatamento, maior valorização de água, economia de energia, reciclagem adequada para cada tipo específico de lixo, fatores deste modelo. Ou então continuar comprando mais e mais produtos que deem qualidade ao ambiente muitas vezes de forma artificial, deixando claro não estamos dizendo que o sistema de resfriamento é errado, mas está tão vivo entre a gente em todo tempo que a possibilidade de dependência é uma porcentagem muito alta.

Retirando os sistemas de refrigeração industriais que são necessários para o desenvolvimento de processos da empresa, essas discussões são em base do consumo externo populacional. Poderíamos falar sobre formas de energia limpa que seriam futuramente uma adição ao meio ambiente, assim como fazer observações como a escala de Kardashev em relação a evolução de potência energética do planeta, uso de difusão a fio, hélio 3 entre outras formas científicas de melhora de energia não sendo apenas a do urânio gerada pela energia nuclear, embora seja muito interessante fugiria um pouco do nosso conceito e objetivo do trabalho.

Os atributos acima sobre fontes e climas nos dá uma noção de gasto de energia má utilizada, brevemente a escala de Kardashev são 3 pontos como metas de potência de energia possíveis de uma civilização pode chegar. O nosso planeta não está nem na escala 1, que em teoria seria utilizar 100% da energia disponível no planeta. Esse trecho é apenas uma notificação da possibilidade que a humanidade pode chegar, mas voltando a refrigeração industrial é necessária manter o controle da temperatura para evitar os riscos ocasionais. Como em usinas hidrelétricas, onde a probabilidade de corrosão e incrustação são bem maiores por conta do envolvimento direto com a água nisso se a manutenção de um ar-condicionado comum de casa deveria ser verificada de 6 em 6 meses, imagina um sistema que habilita quilômetros em extensão de área.

A HYDAC (Hydraulics, electronics & filters) é a empresa atual que atua na limpeza dessa passagem de água, pois antigamente havia muita poeira por conta das chuvas e dejetos nas costas do mar que poluíam a água e dificultava a sua absorção. A HYDAC coletou amostras para inspeccionamento de tipos de substâncias que poderiam chegar a usina, com isso criou-se a RF4W que seria um filtro especializado em separar sólidos dos fluidos, este filtro realiza uma alta demanda de litros e suporta alta pressão, e de acordo com o site da empresa é de

fácil manutenção e o filtro é alto limpam-te o que permite uma checagem mais tranquila em relação as empresas com fluxo que envolvem substancias tóxicas.

Figura 22 – Filtro RF4W



Fonte: Site HYDAC

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os conceitos exibidos e tipos de manutenções postas a par, de forma geral, podemos ver a importância de sistemas de refrigeração e que com o passar do tempo estamos cada vez mais gerando consumo e com isso aumentando o orçamento e contas em números a ser pagos.

Uma das possibilidades é a energia solar que de acordo com o Banco Votorantim (BV) o uso de painéis solares reduz o valor das economias perante a energia elétrica em até 90%, porém há algumas taxas a serem pagas onde são calculadas perante o crédito adquirido, conforme a lei 14.300/2022, conhecida como taxação solar. Essa lei adquirida ao ano passado remete a taxas denominadas "Fio B" que basicamente é a fonte do sistema que recebe a energia solar e passa para a rede de energia elétrica, suponhamos que a conta residencial da sua casa seja em torno de R\$200,00 e o Fio B seja em meados 30%, onde sua média estaria na faixa de uns R\$60,00, essa lei 14.300 será cobrada em cima desses R\$60,00, no ano de 2023 que estamos atualmente o vigor está em 15% e, pela ANELL (Agência Nacional de Energia Elétrica) será até 2029 um ciclo crescente aumentando 15% até 2028 que já estará em 90%, voltando a conta atual seria um valor de R\$ 9,00 pagos.

Nos últimos 10 anos a conta de energia elétrica recebeu até hoje um aumento de 183% (Origo Energia) e essa lei foi desenvolvida para "auxiliar" no custo do uso da energia elétrica associada a rede. Mas a algumas formas de opções para não ter que pagar essa tarifa, como o crédito solar, que é como uma Tv por assinatura, você paga mensalmente uma empresa que possui fazendas e locais remotos com painéis solares que vão coletar a energia solar e transformar em energia elétrica para parte dela chegar até a sua residência.

Uma média noção em relação ao uso empresarial, a implantação de um sistema com painéis solares depende da sua potência, entre 80 quilowatt pico até 330 quilowatt pico, podendo variar entre R\$300.000,00 a até mais de R\$1.000.000,00 em apenas custos de instalações. (Solstar, 2022)

Outra forma de redução de gasto energético é por Laudo onde é basicamente por cálculo de energia gasto mas está mais para uma visão de consumo, a matemática utilizada nessa abordagem é simples, é pego tempo de uso do aparelho multiplicado pela potência designada gerando um resultado em watts por horas, deste valor é dividido por 1000 e obtido o gasto energético daquele equipamento,

existem empresas que são destinadas a ajuda dessas contas e dados como o consumidor pode reduzir os seus gastos mensais.

Uma outra disponibilidade de melhoria em custo, otimização de tarefas, checagem de manutenção e redução de gasto energético é por meio de automação. Não estamos falando apenas de fabricas automotivas, montadores ou de empresas grandes, mas sim de empresas de porte pequeno de até estabelecimentos comerciais e residências pessoais. Mas partindo de refrigeração pressupomos que no mínimo 60% do gasto independentemente do local seja apenas para esse processo e/ou para armazenamento de componentes. Por isso automação auxiliaria no monitoramento, controle e eficácia em regulamentar certas temperaturas não requisitadas.

6 CONCLUSÕES

Podemos ver nesse segmento de resultados, que em parte da energia solar obtivemos 2 hipóteses, sendo que uma é um sistema de streaming onde você aceita um plano por assinatura e paga mensalmente para usar parte da energia paga, e outra a política do brasil desenvolveu uma lei para a pessoa não conseguir energia própria limpa, mesmo o custo sendo menor os painéis são caros, a instalação é cara, a manutenção é cara e qualquer outro problema é pago 100% pelo consumidor além do aumento anual do valor. Então vai de qual forma de sistema mais agregar a pessoa.

Particularmente o Brasil é um país tropical, ou seja, é quente, mas sua política não fortalece muito seu povo em relação de inovação e evolução. Com tantas regiões de seca, de calor extremo ainda mais que recentemente tivemos literalmente 2 semanas de sol o que geraria a esses locais com pouca agregação de eletricidade ou pessoas com poucas necessidades econômicas migrar o governo a essas fazendas e pagarem uma empresa para essa distribuição de energia.

Podemos atribuir um melhor desempenho em relação ao gasto de manutenção pela forma de economia energética, ou seja, para qualquer tipo de manutenção seja de carro, casa ou indústria a atividade da mão de obra, técnicas, reposições, equipamentos é necessária uma perda de produtividade e grande perda

de energia gerada. Assim agregamos o sistema autônomo onde são identificados problemas e prevenções antes de qualquer interferência manual ou sistemática.

REFERÊNCIAS

ABCFERRAZ, <<https://abcferraz.com.br/incrustacao-como-eliminar-das-tubulacoes/>>

ABRACO | Revista Corrosão & Proteção | Ano 15, no 64, setembro/outubro 2018

BLACK & VEATCH. Power Plant Engineering: Springer Science & Business Media, Inc, 1996.

BRUNHARAWATER,<https://brunharawater.com.br/depositos-e-incrustacoes-em-sistemas-de-resfriamento/>

CAMERINI, C., SOUZA JÚNIOR, H. A. de Inspeção de dutos. IN: FREIRE, J. L. de F. Engenharia de Dutos. Rio de Janeiro: ABCM, 2009

EMERSON <<https://www.emerson.com/pt-br/catalog/roxar-corrosion-probes-pt-br>>

EMERSON <https://www.emerson.com/pt-br/automation/measurement-instrumentation/corrosion-erosion-monitoring/about-advanced-wireless-corrosion-erosion-technology>

EMPRESA BEENERGY, [Beenergy - Gestão de energia e faturas - Beenergy](#)

ENETEC, <https://enetec.unb.br>

FERNANDES, M. Proposta e comparação de um modelo fenomenológico com base em alto transporte de massa e supersaturação para torre de resfriamento de água, 2012. 114 p. Dissertação (mestrado) – Departamento de Engenharia Química, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2012

FLEISCHLI, S; SUPER, R. Power Plant Cooling Water and Clean Water Act Section 316(b): The Need to Modernize U.S. Power Plants and Protect our Water Resources. Natural Resources Defense Council (NRDC). v. 316, p. 1–4, 2012. Disponível em: <<https://www.nrdc.org/sites/default/files/powerplantcooling.pdf>>. Acesso em: 30 mai 2017.

FLEISCHLI, S.; HAYAT, B. Power Plant Cooling and Associated Impacts. Natural Resources Defense Council (NRDC). New York, 2014. Disponível em: <<https://www.nrdc.org/sites/default/files/power-plant-cooling-IB.pdf>>. Acesso em: 23 mai 2017.

GATTIQUIMICA, <https://gattiquimica.com.br/blog/entenda-tudo-sobre-incrustacao/>

GENSKOW, L. R. et al. Psychrometry, Evaporative Cooling, and Solids Drying. In: GREEN, D. W.; PERRY, R. H. (Orgs.). Perry's Chemical Engineers' Handbook. McGraw-Hill, Inc, 2008. p. 4–109

GENTIL, V., Corrosão. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2ª ed., 1996

HYDAC, [Tecnologia de Fluidos e Eletrônica desde 1963 | HYDAC](#)

INSIDEEVS BRASIL <<https://insideevs.uol.com.br/news/615733/storedot-bateria-teste-recarga-rapida/>> 2022

LABSOLUTIONS <https://www.labsolutions.com.br/produtos/medidor-de-corrosao-por-resistencia-eletrica/>

MAXWELL, <https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/9206/9206_5.PDF>

MULTIAGUA, <<https://multiagua.com.br/solucoes-industriais/sistema-de-resfriamento/corrosao-e-incrustacao-no-sistema-de-resfriamento/>>

NAG, P. K. Power Plant Engineering. New Delhi: Tata McGraw-Hill, 2008.

NOSIVE, <https://www.nosive.com.br/post/incrusta%C3%A7%C3%B5es-em-sistemas-de-tubula%C3%A7%C3%B5es-e-equipamentos>

N-2912 Tinta Epóxi "Novolac" Contec <https://abraco.org.br/src/uploads/2020/07/N-2912.pdf>

N-2680 Tinta Epóxi Sem Solventes, Tolerante A Superfícies MOLHADAS <<https://abraco.org.br/src/uploads/2020/07/N-2680.pdf>>

N-2785 Monitoramento, Interpretação e Controle da Corrosão Interna Em Dutos <https://abraco.org.br/src/uploads/2020/07/N-2785.pdf>

ORIGOENERGIA, <<https://origoenergia.com.br/blog/economia/taxa-deenergia-solar/#:~:text=00%20em%20cr%C3%A9ditos,-,A%20taxa%C3%A7%C3%A3o%20ser%C3%A1%20feita%20com%20base%20nos%20cr%C3%A9ditos%20recebidos%2C%20tomando,de%20R%24%209%2C00.>>>

OTAVIO CARNEIRO CORRÊA, Vydia Tecnologia <https://pt.linkedin.com/pulse/import%C3%A2ncia-dos-cupons-de-corros%C3%A3o-4-pontos-aten%C3%A7%C3%A3o-otavio>

PODCAST CIÊNCIA SEM FIM: SÉRGIO SACANI e PEDRO LOOS, <https://www.youtube.com/watch?v=A8QXsi2NRnM&pp=ygUUc2VyasOjbyBIIHBIZHJvIGxvb3M%3D>

PROPEQ, <<https://propeq.com/incrustacao-tubulacoes/>>

TURNPENNY. A. W. H et al. Cooling Water Options for the New Generation of Nuclear Power Stations in the UK. Bristol: Environment Agency, 2010. Disponível em: <<http://publications.environment-agency.gov.uk>>. Acesso em: 10 jan 2017.

SOLSTAR, <<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi31eCX2d->>

CAxXSpZUCHeoQAa0QFnoECBYQAw&url=https%3A%2F%2Fsolstar.com.br%2F2022%2F09%2F26%2Fpreco-energia-solar%2F%23%3A~%3Atext%3DEnergia%2520Solar%2520para%2520Ind%25C3%25BAstrias%26text%3DUm%2520sistema%2520com%2520gerador%2520solar%2C pode%2520exigir%2520um%2520investimento%2520espec%25C3%25ADfico.&usg=AOvVaw1zFGidiF5FcJ918NG_engX&opi=89978449>