

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DA CONFIABILIDADE**

PEDRO PEDRI DOS SANTOS

**ANÁLISE DE FALHA E DETERMINAÇÃO DAS MÉTRICAS DE CONFIABILIDADE
DE UM AQUECEDOR DE ÁGUA**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

CURITIBA

2019

PEDRO PEDRI DOS SANTOS

**ANÁLISE DE FALHA E DETERMINAÇÃO DAS MÉTRICAS DE
CONFIABILIDADE DE UM AQUECEDOR DE ÁGUA**

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Engenharia da Confiabilidade, do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Wanderson Stael Paris, MSc.

CURITIBA

2019



TERMO DE APROVAÇÃO

ANÁLISE DE FALHA E DETERMINAÇÃO DAS MÉTRICAS DE CONFIABILIDADE DE UM AQUECEDOR DE ÁGUA

por

PEDRO PEDRI DOS SANTOS

Esta monografia foi apresentada em 04 de outubro de 2019, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Engenharia da Confiabilidade, outorgado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O aluno foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Wanderson Stael Paris, MSc
Professor Orientador - UTFPR

Emerson Rigoni, Dr. Eng..
Membro Titular da Banca - UTFPR

Prof. Marcelo Rodrigues Dr.
Membro Titular da Banca - UTFPR

Dedico este trabalho aos meus pais
Carlos Dirceu e Ana Luzia, que sempre
me apoiaram e me incentivaram durante o
período dos meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais pelo amor e incentivo e por seus esforços que tornaram possível minha formação.

Agradeço à Universidade Tecnológica Federal do Paraná pela eficaz gestão do curso e seu corpo docente pelas aulas ministradas.

Agradeço aos meus amigos que me acompanharam durante o curso e que vão continuar presentes na minha vida.

Ninguém nasce feito, é experimentando-
nos no mundo que nós nos fazemos.
(PAULO FREIRE, 1993, p.40)

RESUMO

SANTOS, Pedro Pedri dos. Análise de falha e determinação das métricas de confiabilidade de um aquecedor de água. 2019. 31. Monografia (Especialização em Engenharia da Confiabilidade) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019

Durante este trabalho, cujo principal objetivo é desenvolver uma análise de causas de falha, além de determinar as métricas de confiabilidade de um aquecedor de água. Os valores de confiabilidade, probabilidade de falha, taxa de falha, tempo médio entre falhas e a função pdf foram encontrados utilizando o modelo de Weibull. Com essas informações, uma análise é feita, concluiu-se que os aquecedores estão falhando por desgaste.

Palavras-chave: Confiabilidade. Weibull. Análise de Falhas.

ABSTRACT

SANTOS, Pedro Pedri dos. Análise de falha e determinação das métricas de confiabilidade de um aquecedor de água. 2019. 31. Monografia (Especialização em Engenharia da Confiabilidade) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019

The objective of this work was to develop a failure cause analysis, as well as to determine the reliability metrics of a water heater. Reliability, failure probability, failure rate, mean time between failures, and pdf function were found using the Weibull model. With this information, an analysis is made, it was concluded that the heaters are failing due to wear out.

Palavras-chave: Reliability. Weibull. Failure Analysis

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1 – Funcionamento do aquecedor de água.....	17
Figura 3.1 – Gráfico da função Probabilidade de Falha	21
Figura 3.2 – Exemplo de gráfico pdf.....	23
Figura 4.1 – Variação da Confiabilidade em função do tempo	27
Figura 4.2 – Variação da Taxa de falha em função do tempo.....	28
Figura 4.3 – Variação da Taxa de falha em função do tempo	29
Figura 4.4 – Gráfico da função pdf	30
Fotografia 1.1 – Aquecedor Nautilus AA165.	14
Quadro 4.1 – Dados de falha do aquecedor	24
Quadro 4.2 – Valores de Confiabilidade $R(t)$, Probabilidade de falha $F(t)$ e Taxa de falha $h(t)$ variando a cada 200h.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

LISTA DE SIGLAS

R(t)	Função Confiabilidade
F(t)	Função Probabilidade Acumulada de Falha
h(t)	Taxa de Falha

LISTA DE ACRÔNIMOS

MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i>
pdf	<i>Probability Density Function</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

β – Parâmetro de Forma

η – Vida Característica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	PREMISSAS E PROBLEMA DE PESQUISA	13
1.2	OBJETIVO	14
1.3	JUSTIFICATIVA	14
1.4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	14
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO	14
2	AREA DE APLICAÇÃO	16
2.1	EMPRESA	16
2.2	EQUIPAMENTO	16
2.3	SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPITULO	17
3	REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1	ANALISE DE DADOS DE VIDA	18
3.2	MÉTODO DE CÁLCULO: WEIBULL DOIS PARÂMETROS	18
3.2.1	Função Confiabilidade (R(t))	19
3.2.2	Probabilidade de Falha (F(t))	19
3.2.3	Tempo Médio Entre Falhas (MTBF)	20
3.2.4	Taxa de Falha h(t)	21
3.2.5	Função Densidade de Falha (pdf)	21
3.3	SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	22
4	DESENVOLVIMENTO	23
4.1	PROCEDIMENTO PARA A COLETA DE DADOS	23
4.2	DETERMINAÇÃO DAS METRICAS DE CONFIABILIDADE	24
4.2.1	Método de Estimativa	24
4.2.2	Parametros de Forma e Escala	24
4.2.3	Métricas de Confiabilidade	24
4.2.4	Representação Gráfica	25
4.3	SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO	28
5	CONCLUSÃO	29
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	29
	REFERÊNCIAS	30
	ANEXO A – ESPECIFICAÇÕES AQUECEDOR NAUTILUS AA-165	30

1 INTRODUÇÃO

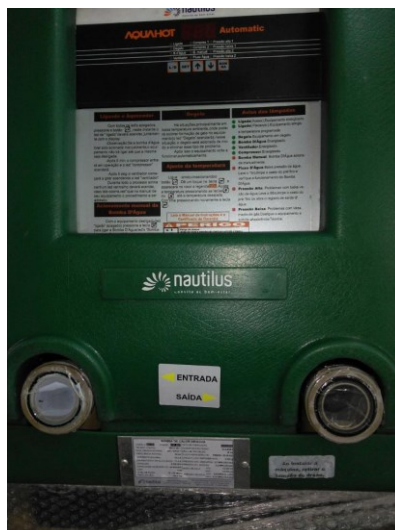
No cenário atual de uma economia tão competitiva, é claro que as companhias que conseguirem dominar as suas concorrentes nas questões de custos e tecnologia irão liderar o mercado.

Confiabilidade e Manutenibilidade são assuntos que todas as empresas que tem o objetivo de se destacar devem estar sempre focadas, visto que, segundo Dhillon (2006), manutenção e suporte são responsáveis por até 75% dos custos durante a vida de sistemas grandes e sofisticados.

1.1 PREMISSAS E PROBLEMA DE PESQUISA

Durante esse trabalho será feita uma análise de dados de vida dos Aquecedores de água (Fotografia 1.1) de uma faculdade na cidade do Recife. Além de uma análise das falhas

Fotografia 1.1: Aquecedor Nautilus



Fonte: O Autor (2019).

A partir desse estudo, poderemos entender como a manutenção desse equipamento deve ser feita. Os métodos de manutenção serão discutidos no capítulo 3.

1.2 OBJETIVO

1.2.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma análise de causas raízes de falha e determinar as métricas de confiabilidade de um aquecedor de água.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Com os dados obtidos sobre os projetos de estudo determinar o melhor método de análise de dados de vida e realizar tal análise;
- Determinar as principais métricas de confiabilidade: Função Densidade de Probabilidade de Falha $f(t)$, Confiabilidade $R(t)$, Probabilidade Acumulada de Falha $F(t)$, Taxa de Falha $h(t)$ e Tempo Médio Entre Falhas (MTBF);
- Fazer uma análise de causa raiz dos problemas;

1.3 JUSTIFICATIVA

A implementação de uma análise de dados de vida do aquecedor de água será de grande importância para que os profissionais possam visualizar e entender melhor como é o desempenho dos recursos da universidade

1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento do trabalho, os dados históricos de falha serão coletados e uma análise de dados de vida será realizada, utilizando o software Weibull++, para testes de aderência, levantamento das melhores distribuições estatísticas e determinação das métricas de confiabilidade.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está dividido em 5 capítulos:

- O primeiro é a introdução ao tema de pesquisa e os objetivos do trabalho;
- O segundo capítulo mostra-se as instalações e a empresa onde o estudo será feito;
- No terceiro capítulo discorre-se sobre os métodos de cálculo e o motivo desses métodos serem escolhidos;
- O quarto capítulo traz os cálculos e resultados.
- Finalmente, o quinto capítulo mostra as conclusões que podem ser tiradas a partir dos cálculos.

2 AREA DE APLICAÇÃO

Nessa seção, a empresa e os objetos de estudo serão apresentados, facilitando a compreensão do que será tratado ao longo do trabalho

2.1 EMPRESA

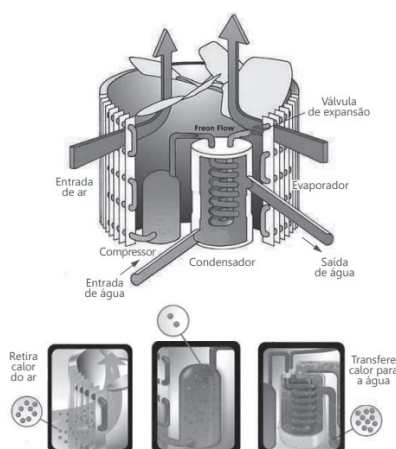
A empresa que possui os instrumentos instalados que serão abordados no trabalho é uma faculdade situada na cidade de Recife, a qual não terá o nome divulgado.

2.2 EQUIPAMENTO

O equipamento estudado será o aquecedor de água Nautilus, Modelo AA-160. Esse modelo foi escolhido devido ao maior número de dados disponíveis para estudo. Suas especificações podem ser encontradas no ANEXO I.

O funcionamento do Aquecedor de Piscina Nautilus consiste basicamente em retirar o calor do ar e transferi-lo ao fluído refrigerante com o auxílio de um moto-ventilador e de um evaporador (radiador). O calor retirado do ar é transferido pelo compressor para o condensador que, por sua vez, aquece a água da piscina.

Figura 2.1 - Funcionamento do aquecedor de água



Fonte: Manual Nautilus, 2019.

Segundo o manual de uso, esse aquecedor deve ser instalado em local aberto, com distância máxima de 10m da piscina e com desnível não superior a 2m. Pode-se constatar que a instalação do equipamento foi realizada de maneira correta, mantendo a garantia.

2.3 SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPITULO

Durante este capítulo foi apresentado o equipamento que foi estudado, sua função, características da instalação e o local onde ele se encontra.

A importância desse capítulo para o trabalho deve-se à demonstração que o equipamento está instalado conforme as especificações, descartando que as falhas ocorrem por problemas de montagem

Para os capítulos seguintes a análise de falhas é feita a partir de métodos que levam em consideração falhas por motivos diferentes desta.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Durante esse capítulo será discutido o método de cálculo e quais as métricas de confiabilidade serão adotadas para avaliar o ativo em pauta.

3.1 ANALISE DE DADOS DE VIDA

Segundo ReliaSoft, (2014), a análise de dados de vida (*Life Data Analysis - LDA*) é o estudo e modelagem da vida observada de ativos. Esses dados podem ser relacionados ao tempo de operação do ativo ou o tempo de operação até a falha. Para estimar tais valores são usadas informações de horas, quilômetros, número de ciclos, ou qualquer métrica na qual a vida de um produto possa ser medida.

Todas as informações dos produtos são chamadas de dados de vida. Ainda, segundo Reliasoft, (2005), a análise subsequente e previsão têm o nome de LDA. Para o cálculo dessas métricas pode ser feita através de um software ou manualmente.

3.2 MÉTODO DE CÁLCULO: WEIBULL DOIS PARÂMETROS

Para possibilitar o cálculo das métricas de confiabilidade necessárias para entender o comportamento dos ativos será utilizado o método Weibull dois parâmetros.

A decisão por utilizar a distribuição Weibull é porque, segundo Rinne, (2008), esta é uma distribuição versátil que pode tomar as características de outras distribuições conforme o parâmetro de forma β . Isso a torna uma das distribuições mais comumente utilizadas em engenharia da confiabilidade.

A fórmula, segundo Rinne, (2008), pela qual é feita a análise dos dados de vida é:

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left(\frac{t}{\eta}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta} \quad (01)$$

Onde:

η = Parametro de escala, ou vida característica. É o intervalo de tempo onde ocorrem 63,2 % das falhas

β = Parametro de Forma. Indica a forma da curva e a característica de falha. Se $\beta > 1$, o ativo falha por desgaste. se $\beta < 1$ indica falha prematura e $\beta = 1$ demonstra falhas aleatórias.

A seguir serão apresentadas, de acordo com Fogliatto, (2009) e Freitas, (1997), as aplicações dessa distribuição, suas formulas e gráficos:

3.2.1 Função Confiabilidade (R(t))

Probabilidade de um ativo operar sem falhar em um tempo particular sob condições dadas.

$$R(t) = e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta} \quad (02)$$

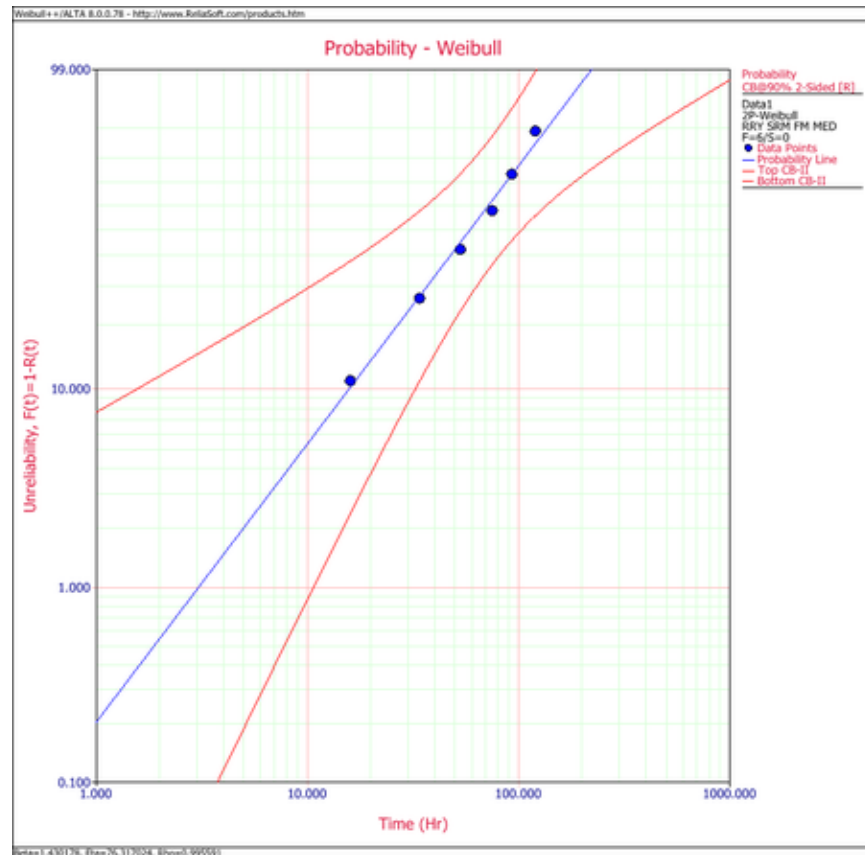
3.2.2 Probabilidade de Falha (F(t))

Probabilidade de um ativo falhar em um tempo particular sob condições dadas. É o complemento da função confiabilidade.

$$F(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta} \quad (03)$$

O gráfico da função probabilidade de falha pode ser visto a seguir:

Figura 3.1: Gráfico da função Probabilidade de Falha



Fonte: Reliasoft, (2014).

Pela análise do gráfico, pode-se notar que a probabilidade de falha aumenta exponencialmente em função do tempo.

3.2.3 Tempo Médio Entre Falhas (MTBF)

O tempo médio entre falhas é utilizado para estimar na população o tempo médio que um ativo pode operar antes que falhe.

$$\bar{T} = \int_0^{\infty} t \cdot f(t) dt \quad (04)$$

3.2.4 Taxa de Falha $h(t)$

O número de falhas por unidades de tempo que pode ser esperada para um ativo em determinadas condições.

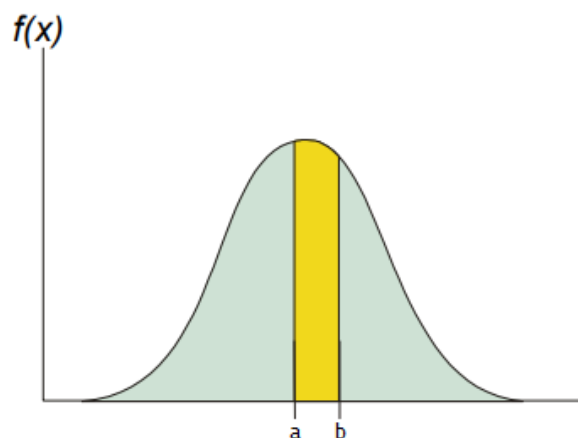
$$h(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (05)$$

3.2.5 Função Densidade de Falha (pdf)

A função densidade de falha é a função $f(t)$ entre dois valores, a e b , no intervalo de tempo. Ou seja, a probabilidade da variável possuir um valor no intervalo $[a,b]$:

$$f(t) = \frac{\beta(t)^{\beta-1}}{\eta^\beta} e^{-\left(\frac{t}{\eta}\right)^\beta} \quad (06)$$

Figura 3.2: Exemplo de gráfico pdf



Fonte: Reliasoft, (2014).

Neste gráfico pode-se observar como o valor da probabilidade de falha varia conforme o tempo. O exemplo acima é utilizado para o entendimento da forma da

função e o período de tempo entre os valores de a e b é o tempo de estudo deste exemplo.

3.3 SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Este capítulo mostrou os cálculos que serão realizados no capítulo quatro e os motivos pelos quais essa metodologia de cálculo será utilizada.

As equações demonstradas no capítulo três e seus respectivos valores serão utilizados para entendermos a maneira pela qual o ativo falha, como será discutido na seção 4.2

No próximo capítulo os dados do aquecedor de água serão apresentados e os valores dos termos demonstrados no capítulo 3 serão calculados e seus resultados discutidos.

4 DESENVOLVIMENTO

Este capítulo, demonstra o cálculo das métricas apresentadas no terceiro capítulo, além da apresentação do procedimento para coleta e análise de dados e por fim, os resultados obtidos.

4.1 PROCEDIMENTO PARA A COLETA DE DADOS.

Para uma coleta de dados confiável houve uma conversa com o responsável pela manutenção dos Geradores da instituição, onde ele informou os tempos médios entre ações, sendo suspensões ou falhas. A seguir segue um quadro com os dados disponíveis.

Quadro 4.1 - Dados de vida do aquecedor

TTF (h)	f ou s?
1170	f
1864	f
2051	f
1081	f
1931	f
1084	f
1600	f
1535	f
823	s

Fonte: O Autor, (2019).

O quadro 4.1 demonstra os dados que foram utilizados para a realização dos cálculos que serão apresentados nesse capítulo. Na coluna da esquerda são apresentados os valores, em horas, do tempo até parada do aquecedor. Na coluna direita há a informação se essa parada foi causada por uma falha ou por uma suspensão.

4.2 DETERMINAÇÃO DAS METRICAS DE CONFIABILIDADE

Durante esta seção os dados disponíveis serão analisados e as escolhas dos métodos de cálculo serão justificados. Para a confiabilidade serão feitos quadros e gráficos demonstrando o comportamento das funções apresentadas na seção 3.2

4.2.1 Método de Estimativa

O método de estimativa para o cálculo foi a da máxima verossimilhança. O motivo é que, segundo, Soares, (2011), esse método se adequa melhor aos dados quando há censura. Pode-se notar que no último valor do quadro 1 há uma censura à direita.

4.2.2 Parametros de Forma e Escala

Após o calculo pôde ser constatado que o parâmetro de forma β tem o valor de 5,74, o que, Segundo Rinne, 2008, indica uma Taxa de falha crescente (desgaste). Já o valor da vida característica η é de 1605h

4.2.3 Métricas de Confiabilidade

Conhecendo os valores de β e η pode-se calcular o tempo médio entre falhas utilizando as formulas (1) e (4). Após o cálculo, o valor do MTBF é de 1485h

Utilizando as formulas (2), (3) e (5) pode-se criar um quadro com valores de tempo e sua respectiva confiabilidade, probabilidade de falha e taxa de falha:

Quadro 4.2: Valores de Confiabilidade $R(t)$, Probabilidade de falha $F(t)$ e Taxa de falha $h(t)$ variando a cada 200h

t	R(t)	F(t)	h(t)
200	99,9994%	0,0006%	1,835E-07
400	99,9658%	0,0342%	4,915E-06
600	99,6493%	0,3507%	3,363E-05
800	98,1832%	1,8168%	0,0001316
1000	93,6084%	6,3916%	0,0003793
1200	82,8443%	17,1557%	0,0009008
1400	63,3701%	36,6299%	0,0018714
1600	37,4487%	62,5513%	0,0035257
1800	14,4873%	85,5127%	0,0061642
2000	2,9065%	97,0935%	0,0101605
2200	0,2206%	99,7794%	0,0159682
2400	0,0042%	99,9958%	0,0241267
2600	0,0000%	100,0000%	0,0352683

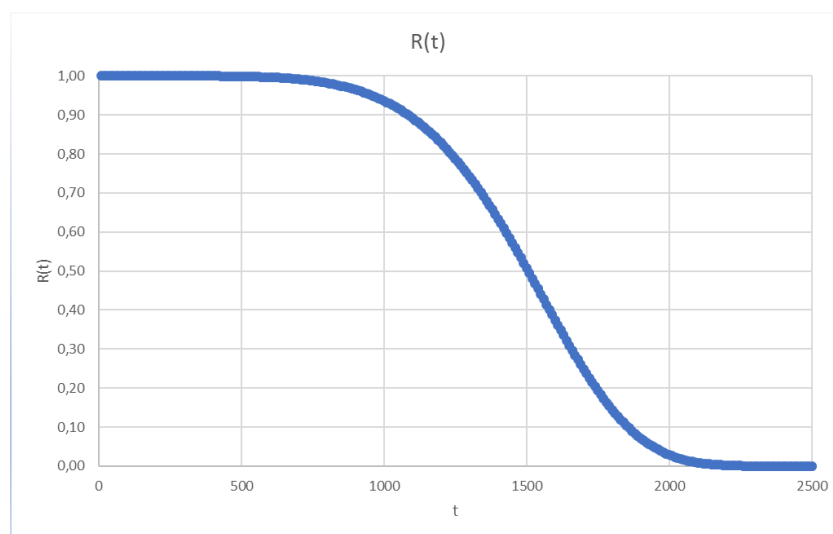
Fonte: O Autor, (2019).

Com os dados disponíveis no quadro acima o entendimento dos gráficos apresentados na seção 4.2.4 torna-se mais fácil.

4.2.4 Representação Gráfica

Nessa Seção serão apresentadas as representações gráficas de: Função Confiabilidade ($R(t)$), probabilidade de Falha ($F(t)$), taxa de falha $h(t)$ e da função Densidade de Falha (pdf).

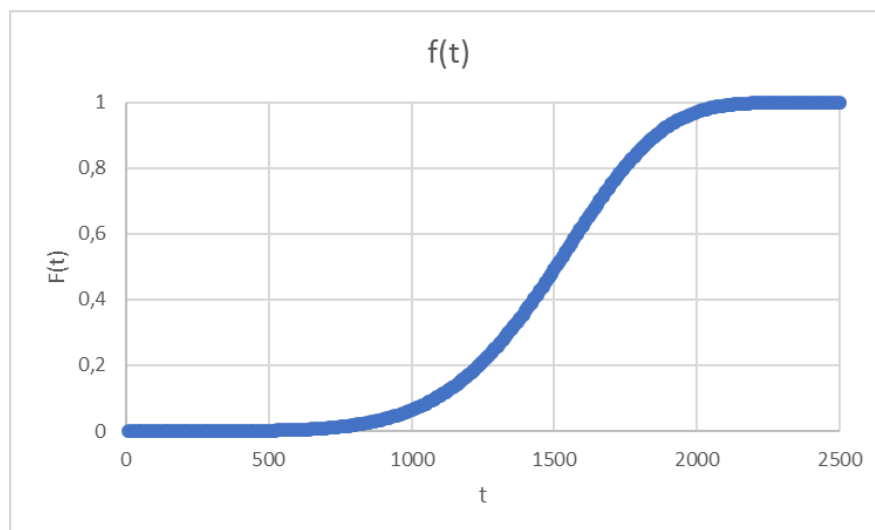
Gráfico 4.1 Variação da Confiabilidade em função do tempo



Fonte: O Autor, (2019).

No Gráfico 4.1 pode-se notar como a confiabilidade reduz com o passar do tempo. Com a queda se acentuando após 1000h de funcionamento.

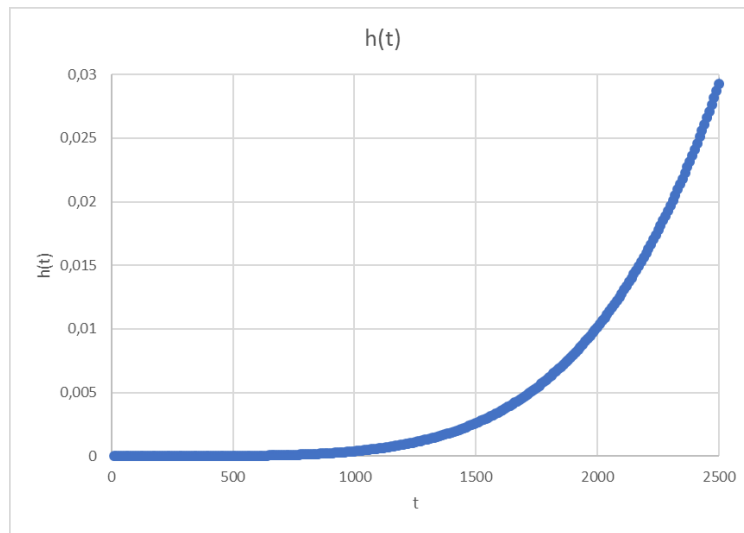
Gráfico 4.3: Variação da Taxa de falha em função do tempo



Fonte: O Autor, (2019).

No gráfico 4.2, podemos observar que a função probabilidade de falha é o inverso da função confiabilidade, demonstrada no gráfico 4.1. E que a primeira começa a se acentuar depois de 1000h de funcionamento.

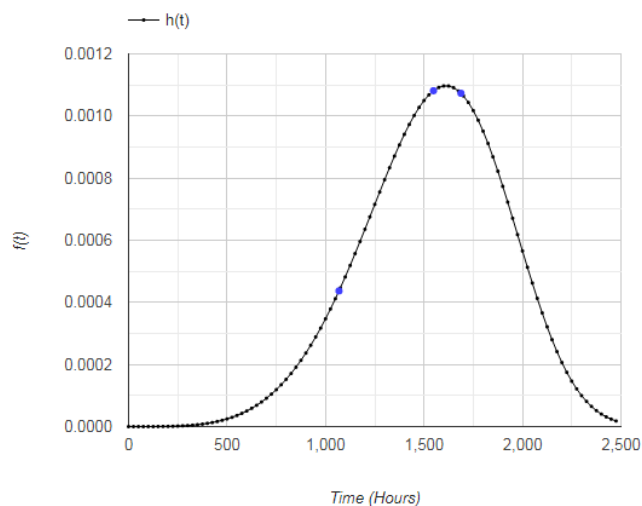
Gráfico 4.4:Variação da taxa de falha em função do tempo



Fonte: O Autor, (2019).

Ao observar o gráfico 4.3 nota-se o comportamento esperado para a taxa de falha aumento exponencial ao longo do tempo. Os valores são confirmados ao se observar os gráficos 4.1 e 4.2 onde as falhas ocorrem com mais frequência depois do tempo de 1000h.

Figura 4.5: Gráfico da função pdf



Fonte: O Autor, (2019).

Analisando os gráficos e os valores dos parâmetros de forma e vida característica encontrados na seção 4.2 pode-se concluir que os geradores estão

apresentando falha por desgaste. Para esse tipo de falha, a Manutenção Preventiva é a mais indicada, segundo Kardec e Nascif (2009).

4.3 SÍNTESE E CONCLUSÃO DO CAPÍTULO

Durante o capítulo 4 pôde-se observar os valores calculados das métricas de confiabilidade para os ativos. Podemos também concluir que os ativos estão falhando por desgaste e que para essa situação o método mais indicado é a manutenção preventiva.

5 CONCLUSÃO

Após a análise dos resultados obtidos na seção 4.2, podemos concluir que os métodos de manutenção adotadas para os ativos pode estar adequada, como afirmam Kardec e Nascif (2009). Porém, como não houve acesso aos custos da manutenção não se pode concluir se manutenção corretiva, a que é realizada, é mais adequada do que a manutenção preventiva.

Após a análise dos dados disponíveis e cálculo das métricas de confiabilidade nota-se que é necessário mais um cálculo para determinar se a manutenção que vem sendo aplicada, a manutenção corretiva, é mais eficiente que a preventiva. Para a prática de tal cálculo seria necessário o acesso aos custos envolvidos na manutenção.

Para a empresa, esse trabalho foi benéfico, mesmo com os dados dos custos não disponíveis, já que através dos resultados apresentados na seção 4.2.3 e gráficos na 4.3 podemos entender melhor como as falhas acontecem, expandindo o conhecimento da empresa sobre os seus ativos. Vale ressaltar ainda que uma expansão deste trabalho, com os estudos e cálculos relacionados aos custos das manutenções preventiva e corretiva, seria de grande importância para a empresa.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Uma sugestão para trabalhos futuros seria a comparação de custos das manutenções preventiva e corretiva, decidindo qual é a mais benéfica para a empresa.

REFERÊNCIAS

CATALOGO Nautilus. Disponível em <http://img.nautilus.ind.br/908d119b/manuais/Manual Bomba de Calor Nautilus.pdf>, acesso em 04/08/2019

DHILLO, B. S. **Maintainability, maintenance, and reliability for engineers**. B.S. Dhillon. Boca Raton 2006

FOGLIATO, Flávio Sanson; José Luís Duarte. **Confiabilidade e Manutenção Industrial**. Elsevier, Rio de Janeiro, 2009

FREIRE, Paulo, 1921 – 1997 **Política e educação : ensaios** / Paulo Freire. – 5. ed - São Paulo, Cortez, 2001. (Coleção Questões de Nossa Época ; v.23)

FREITAS, Marta Afonso; COLOSIMO, Enrico Antônio. **Confiabilidade: Análise de Tempo de Falha e Testes de Vida Acelerado**. QFCO, Belo Horizonte, 1997.

KARDEC, A.; NASCIF, J. **Manutenção: função estratégica**. 3a edição. Rio de Janeiro. Qualitymark: Petrobras, 2009.

RELIASOFT . **Conceitos de Confiabilidade - Características da Distribuição Weibull**, Hotwire. São Paulo, 2005

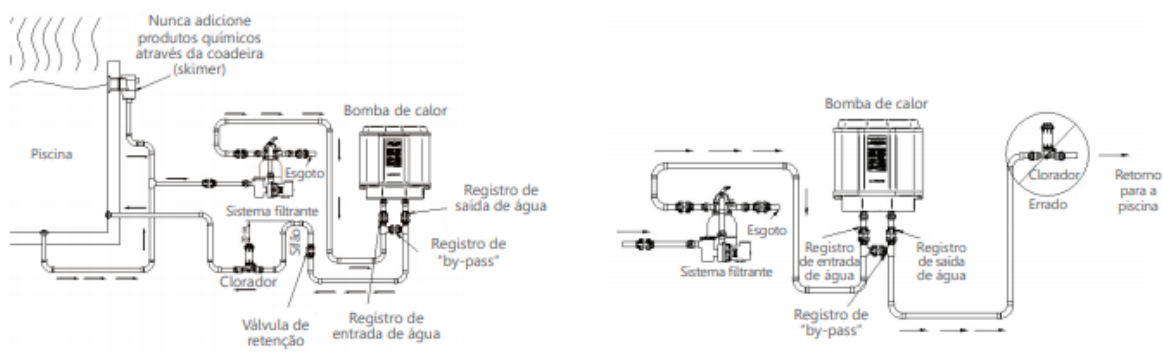
RELIASOFT. **Life Data Analysis Reference** January 1, 2014

SOARES, Thelma Shirlen et al . **Projeção da distribuição diamétrica e produção de povoamentos de eucalipto empregando diferentes formas da função weibull**. Rev. Árvore, Viçosa, v. 35, n. 5, p. 1027-1032, 2011.

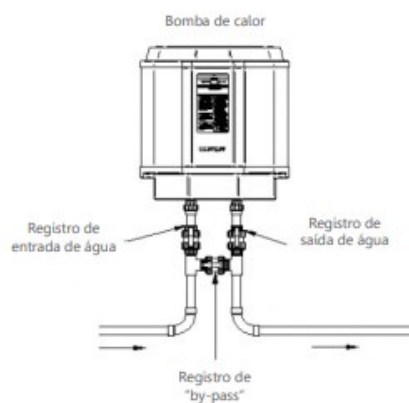
https://reliabilityanalyticstoolkit.appspot.com/weibull_analysis, acesso em 04/08/2019

Tabela de vazões mínimas e máximas

Modelo do aquecedor	Vazão mínima litros/hora	Vazão máxima litros/hora	Modelo da Motobomba (1)	Potência da Motobomba [KW] (1)	Corrente Nominal da Motobomba [A] (2)
AA/AS-25	2.000	3.000	NBF-1	0,28	3,6
AA/AS-45	3.000	5.000	NBF-2	0,37	4,5
Flex-60	4.000	6.500	NBF-2	0,37	4,5
AA/AS-65	4.500	7.000	NBF-3	0,55	5,8
AA/AS-85	6.000	9.000	NBF-3	0,55	5,8
AA/AS-105	9.000	10.000	NBF-4	0,74	7,0
AA/AS-125	10.000	12.000	NBF-5	1,1	9,0
AA/AS-145	12.000	14.000	NBF-5	1,1	9,0
AA/AS-165	13.000	15.000	NBF-5	1,1	9,0
AC-290	20.000	24.000	NBF-6	1,48	11,3



Esquema Hidráulico de Instalação



Registros de entrada, saída e "by-pass"

Tabela de seleção de disjuntores padrão DIN curva C

Modelo	Número de fases	Tensão Nominal (V)	Disjuntor (A)			
			do		motobomba	
			padrão	aquecedor	mono-fásico	tri-fásico
AA/AS-25	Monofásica	220	30	20	10	
AA/AS-45	Monofásica	220	40	30	10	
Flex-60	Monofásica	220	60	50	20	
AA/AS-65	Monofásica	220	60	50	20	
AA/AS-65	Trifásica	220	40	30	20	10
AA/AS-65	Trifásica	380	30	20	20	10
AA/AS-85	Monofásica	220	70	60	20	
AA/AS-85	Trifásica	220	50	40	20	10
AA/AS-85	Trifásica	380	40	30	20	10
AA/AS-105	Monofásica	220	80	70	20	
AA/AS-105	Trifásica	220	60	50	20	10
AA/AS-105	Trifásica	380	50	40	20	10
AA/AS-125	Monofásica	220	90	80	20	
AA/AS-125	Trifásica	220	70	60	20	10
AA/AS-125	Trifásica	380	40	30	20	10
AA/AS-145	Monofásica	220	100	90	30	
AA/AS-145	Trifásica	220	70	60	30	10
AA/AS-145	Trifásica	380	50	40	30	10
AA/AS-165	Trifásica	220	100	90	30	
AA/AS-165	Trifásica	220	80	70	30	10
AA/AS-165	Trifásica	380	50	40	30	10
AC-290	Trifásica	220	100	90	30	10
AC-290	Trifásica	380	80	70	30	10

Tabela de Características Técnicas dos Aquecedores AquaHot

Modelo	Número de fases	Potência			Tensão (V)			Consumo Watts/h	Cop	Corrente Nominal (1) LRA (Ampères)	Corrente Nominal (2) LRA (Ampères)	Corrente c/ rotor bloqueado RLA (Ampères)	Vazão de água		Peso Líquido (Kg)	Nível de Ruído(3) dB(A) ± 2
		BTU/h	Watts/h	Kcal/h	Nominal	Mínima	Máxima						Mínima	Máxima		
AA/AS-25	Monofásica	23.934	7.015	5.984	220	198	242	1.725	4,10	7,6	11,2	42,0	2.000	3.000	48	58
AA/AS-45	Monofásica	39.825	11.672	9.956	220	198	242	2.485	4,70	12,0	16,5	58,0	3.000	5.000	49	58
Flex-60	Monofásica	52.358	15.340	13.890	220	198	242	3.266	4,70	15,0	19,5	79,0	4.000	6.500	83	69
AA/AS-65	Monofásica	56.721	16.624	14.180	220	198	242	3.539	4,70	18,0	23,8	81,0	4.500	7.000	83	66
AA/AS-65	Trifásica	57.343	16.806	14.336	220	198	242	3.230	5,20	12,0	17,8	75,0	4.500	7.000	83	66
AA/AS-65	Trifásica	57.585	16.877	14.396	380	342	418	3.450	4,90	7,2	13,0	45,0	4.500	7.000	83	66
AA/AS-85	Monofásica	78.761	23.084	19.690	220	198	242	4.545	5,08	24,0	29,8	139,0	6.000	9.000	92	74
AA/AS-85	Trifásica	77.609	25.035	19.402	220	198	242	4.450	5,60	16,0	21,8	115,0	6.000	9.000	92	74
AA/AS-85	Trifásica	73.992	21.686	18.498	380	342	418	4.300	5,04	8,2	14,0	55,0	6.000	9.000	92	74
AA/AS-105	Monofásica	101.352	29.705	25.338	220	198	242	5.516	5,38	29,0	36,0	120,0	9.000	10.000	122	76
AA/AS-105	Trifásica	102.821	30.126	27.705	220	198	242	5.580	5,40	18,0	25,0	120,0	9.000	10.000	115	76
AA/AS-105	Trifásica	105.432	30.892	26.358	380	342	418	5.406	5,66	12,0	19,0	73,0	9.000	10.000	115	76
AA/AS-125	Monofásica	113.442	33.248	28.361	220	198	242	6.812	4,88	34,0	43,0	163,0	10.000	12.000	135	74
AA/AS-125	Trifásica	115.087	33.730	28.772	220	198	242	6.830	4,94	22,8	31,8	153,0	10.000	12.000	125	74
AA/AS-125	Trifásica	116.890	34.259	29.223	380	342	418	6.600	5,19	13,0	22,0	78,0	10.000	12.000	137	74
AA/AS-145	Monofásica	136.445	39.990	34.111	220	198	242	7.500	5,33	38,0	47,0	140,0	12.000	14.000	126	76
AA/AS-145	Trifásica	135.705	39.773	33.926	220	198	242	7.400	5,37	24,0	33,0	160,0	12.000	14.000	126	76
AA/AS-145	Trifásica	135.705	39.773	33.926	380	342	418	7.400	5,37	14,0	23,0	75,0	12.000	14.000	155	76
AA/AS-165	Monofásica	157.524	46.168	39.381	220	198	242	8.900	5,19	42,0	51,0	162,0	13.000	15.000	155	74
AA/AS-165	Trifásica	155.218	45.492	38.805	220	198	242	8.900	5,11	30,7	39,7	146,0	13.000	15.000	155	74
AA/AS-165	Trifásica	153.064	44.848	38.266	380	342	418	8.500	5,10	16,0	25,0	71,0	13.000	15.000	155	74
AC-290	Trifásica	271.410	79.546	67.852	220	198	242	14.800	5,37	48,0	59,3	184,0	24.000	28.000	292	82
AC-290	Trifásica	271.410	79.546	67.852	380	342	418	14.800	5,37	28,0	39,3	89,0	24.000	28.000	292	82