

PRÊMIO IQA 2023



Implementação de conceitos de manutenção aeronáutica à TPM de fornos de Tratamento Térmico

LUIZ SBEGUE

CONTEÚDO

01

Overall – Processos
Térmicos de Curitiba

02

Motivação do Projeto

03

Desenvolvimento da
Ferramenta até o momento

Objetivo



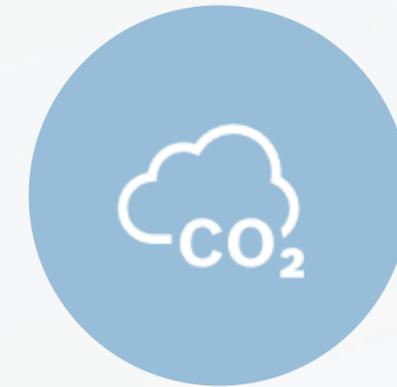
Zero paradas

Eliminar as paradas não planejadas que gerem perda de carga.



Redução de refugo

Redução de até 60% de refugo na linha de cementação a baixa pressão.



Redução CO₂

4% de ganhos em energia e CO₂

Linha de Têmpera a Vácuo – H48

- 4 fornos a vácuo IPSEN – 10 bar de pressão de têmpera
- 2 fornos de revenimento

Têmpera a vácuo – Linha ICBP

- 1 forno ECM furnace
- 3 fornos de revenimento

Linha de Fornos a Gás Convencionais

- 5 fornos de cementação gasosa Aichelin KVKE
- 4 fornos de revenimento

Nitretação a Plasma

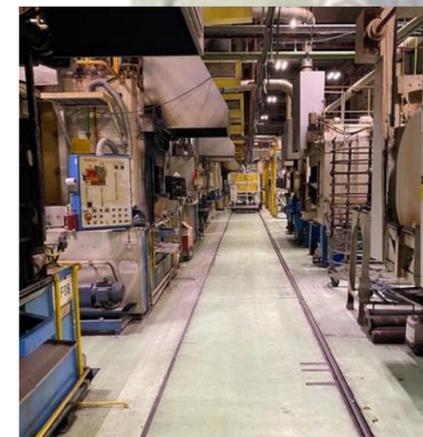
- 9 Fornos de Nitretação a plasma de parede quente, marca Eltropuls

Cementação a baixa pressão – Linha VUTK

- 3 fornos IPSEN de cementação a baixa pressão
- 2 fornos IPSEN de revenimento a vácuo

Oxi-nitretação – Linha VUTK

- 1 forno IPSEN de oxi-nitretação

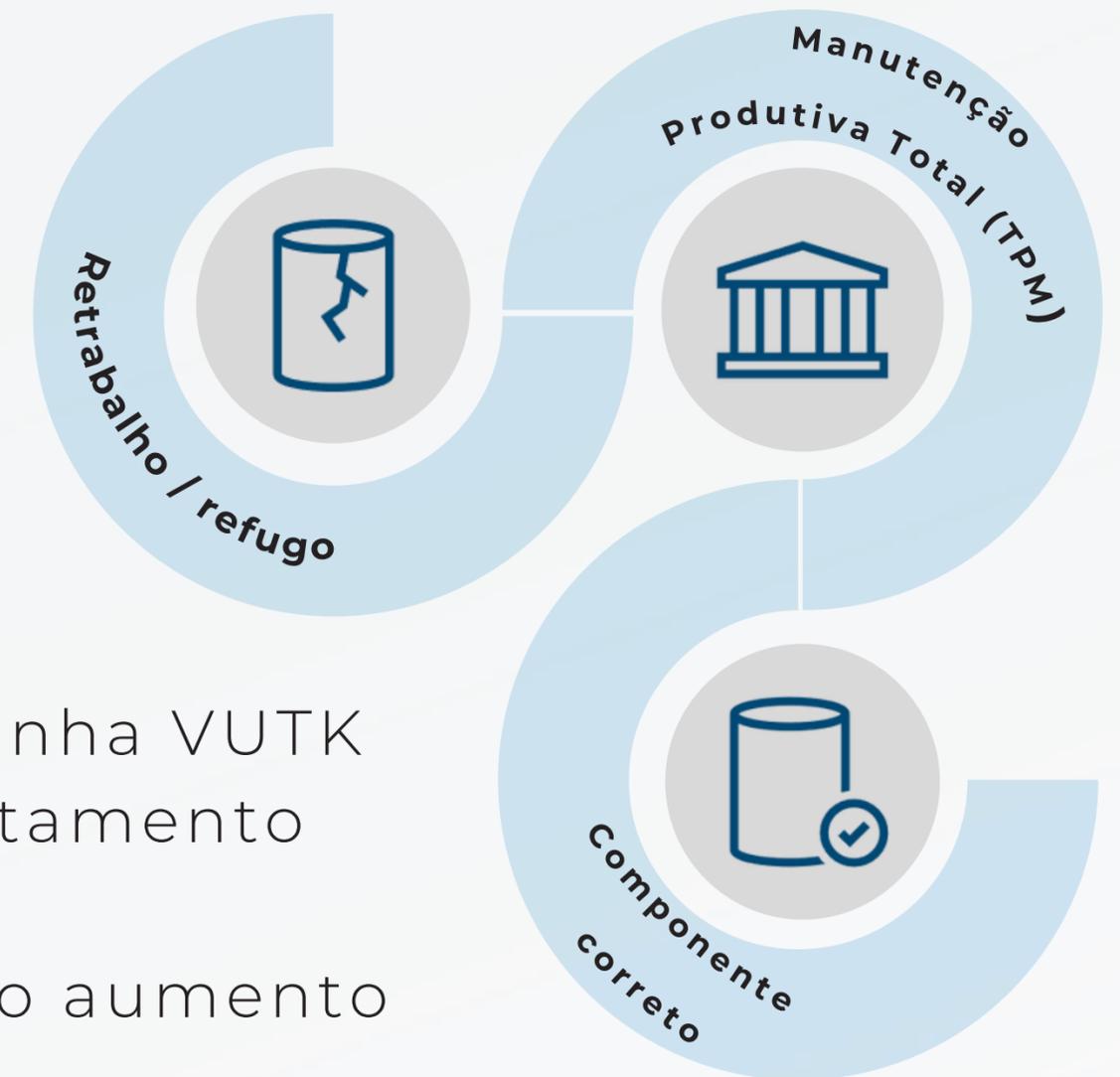


MOTIVAÇÃO DO PROJETO



Principais Pontos

- Alto índice de reprovadas por parada de forno na linha VUTK
- Elevado índice MTTR para fornos da linha de Tratamento Térmico VUTK
- Falta de componentes chave do forno levando ao aumento dos dois indicadores anteriores
- Redução de custos de manutenção
- Nível baixo de compartilhamento de conhecimento entre ToTo e Manutenção



História por trás do projeto

Dentro das expectativas do time, foi realizada uma visita de benchmarking à uma empresa de aviação que compartilhava de valores BOSCH e metodologia promissora de manutenção com possíveis aplicações para nosso caso



Background



Background

Método MSG-3

Guideline de manutenção para indústria

aeronáutica

Focada em reliability centered maintenance

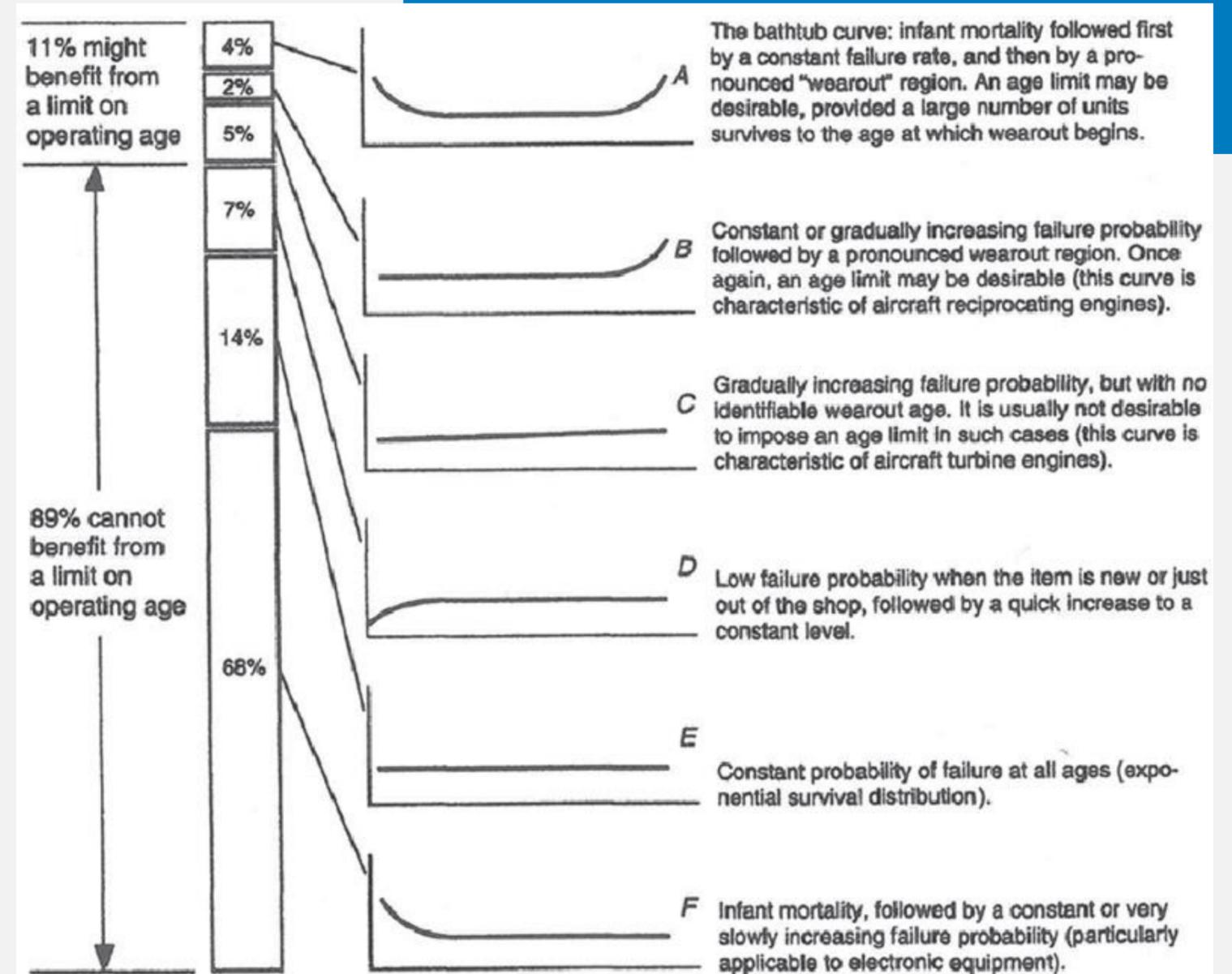
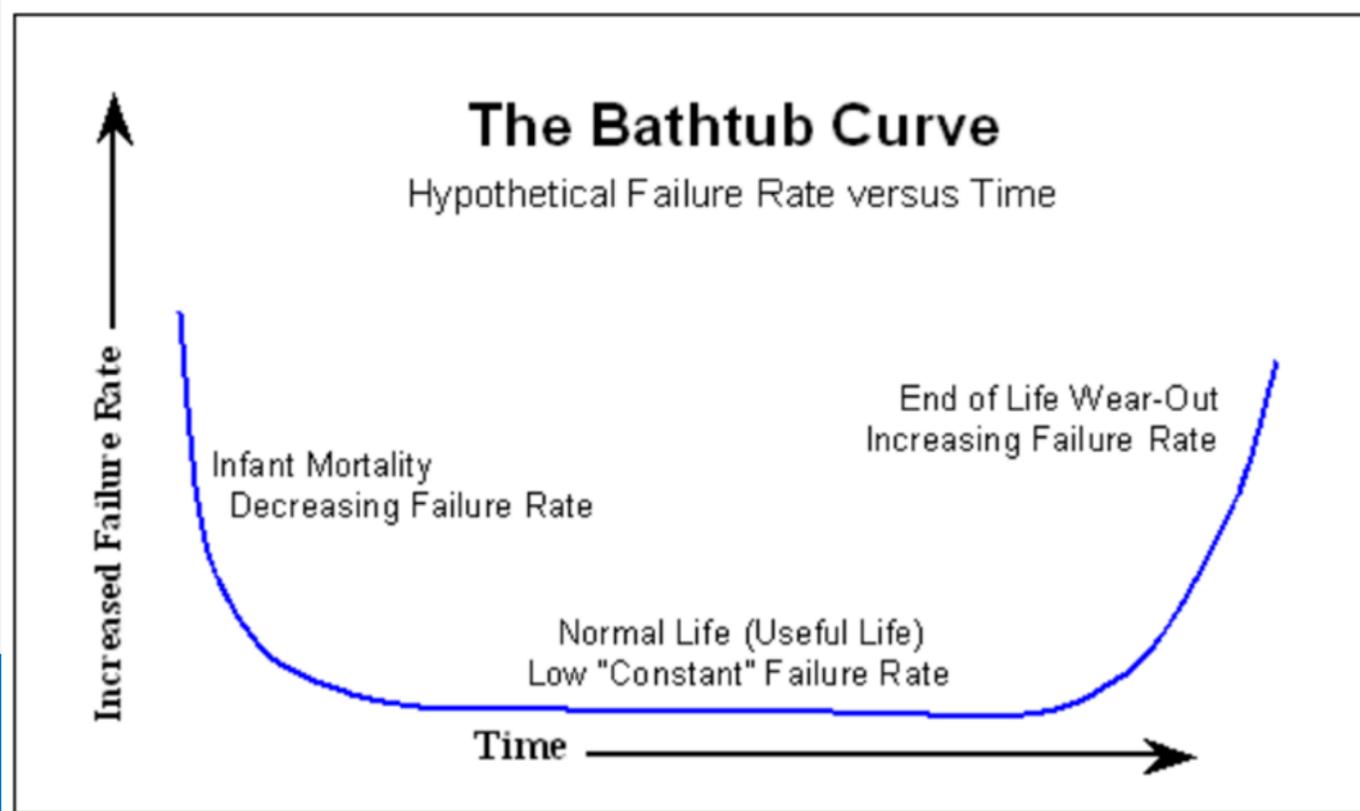
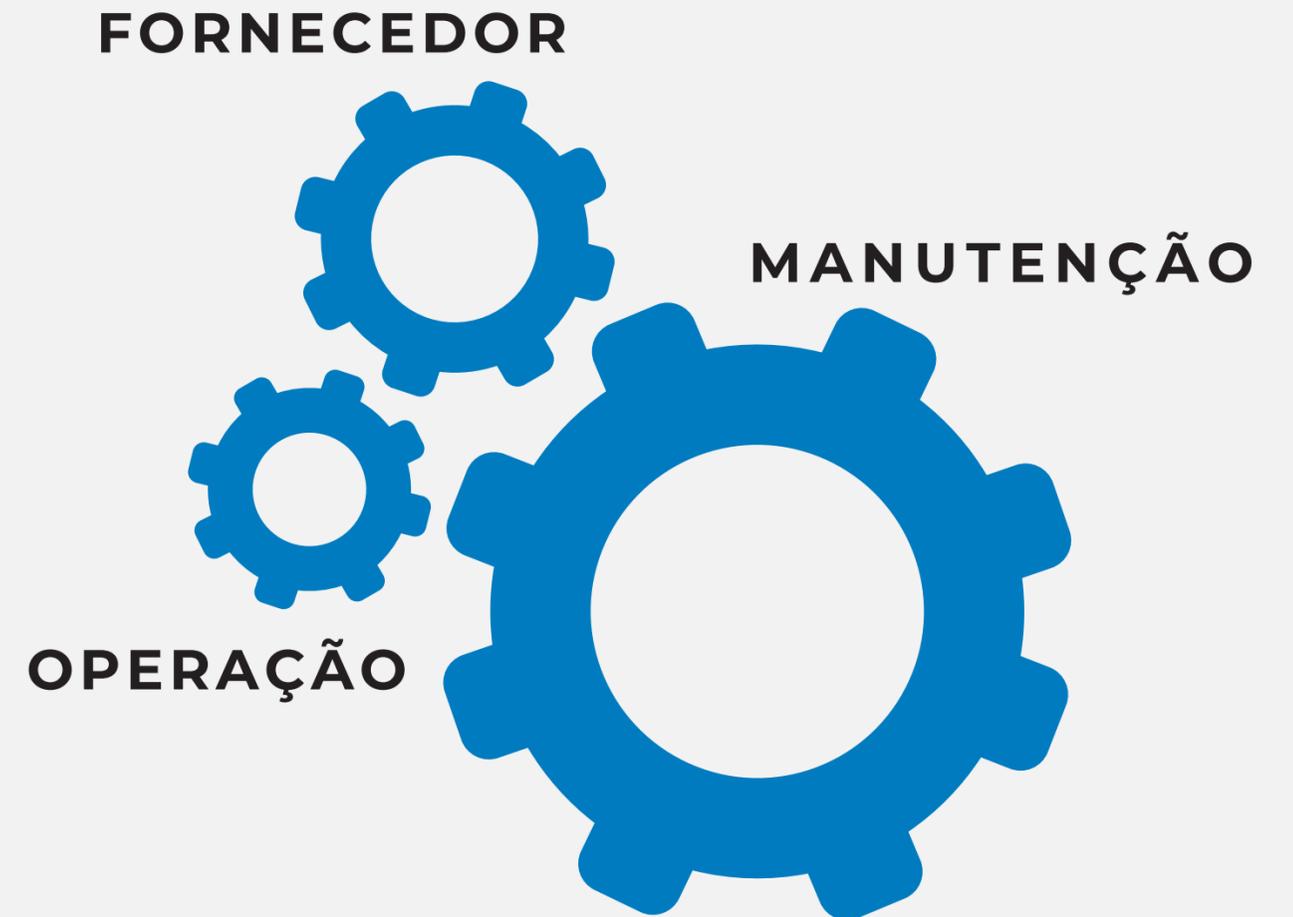


Figure 2.1. Age-reliability patterns for nonstructural equipment in United Airlines [44]

Background

Método MSG-3

- Reliability centered maintenance
- On condition maintenance
- Maintenance Steering Group (MSG) Method
 - MSG-1 – Boeing 747
 - Redução de custos de manutenção das linhas aéreas de 25 a 35%
 - Tempos de manutenção passam a ser de 66 mil horas (“Heavy duty maintenance”) comparado com as 4 milhões de horas de um DC-8
 - Aumento no tempo MTBR e MTBF da aeronave



BASE

- Definição dos MSIs
- Estruturação dos modos de falha
- Criação de planos de reação baseados nos modos de falha
- Estruturação de rotinas de manutenção voltadas para os componentes críticos



Maintenance Significant Items (MSI)



Identificação dos sistemas e componentes críticos (Maintenance Significant Items – MSI)

- Deve ser baseado em consequências antecipadas das falhas
- Geralmente identificado junto ao fornecedor
- Consistem sistemas que em caso de falhas
- Podem afetar segurança
- Poder ser indetectáveis ou são prováveis de não serem detectadas
- Podem ter impacto significativo na operação
Pode ter impacto econômico significativo

Após definidos os MSIs, para cada um deles deve ser definido

- Função
- Falha funcional
- Efeito da falha
- Causas das falhas

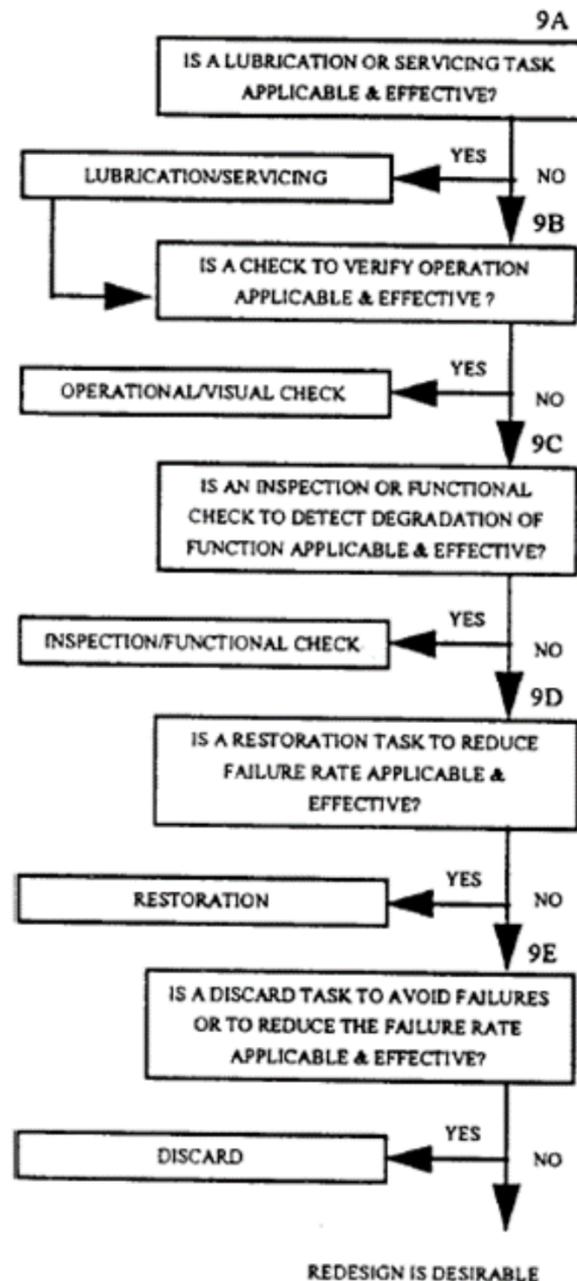
Maintenance Significant Items (MSI)



- A partir do momento que as MSIs são identificadas e analisadas, são tratados planos de reação para cada cenário que possa ser afetado
- O primeiro ponto a ser considerado é se a falha pode ou não ser percebida pelo time de operação
- Partindo deste ponto, os determinantes para os planos de reação são:
 - Segurança
 - Operação
 - Efeitos econômicos

Fluxograma Plano de Reação

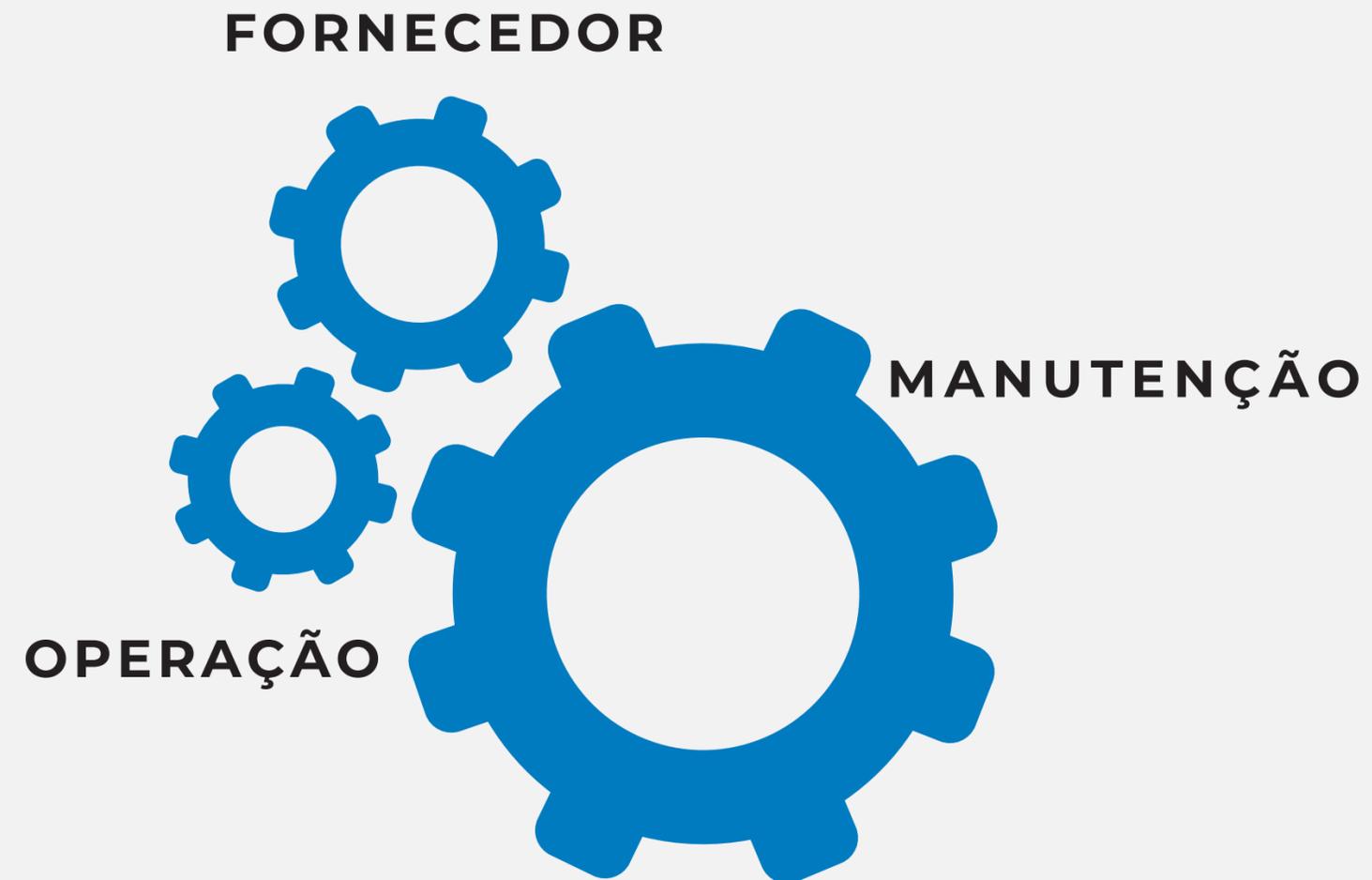
Tarefas de Manutenção



TASK	APPLICABILITY	SAFETY EFFECTIVENESS	OPERATIONAL EFFECTIVENESS	ECONOMIC EFFECTIVENESS
LUBRICATION OR SERVICING	The replenishment of the consumable must reduce the rate of functional deterioration.	The task must reduce the risk of failure.	The task must reduce the risk of failure to an acceptable level.	The task must be cost effective.
OPERATIONAL OR VISUAL CHECK	Identification of failure must be possible.	The task must ensure adequate availability of the hidden function to reduce the risk of a multiple failure.	Not applicable.	The task must ensure adequate availability of the hidden function in order to avoid economic effects of multiple failures and must be cost effective.
INSPECTION OR FUNCTIONAL CHECK	Reduce resistance to failure must be detectable, and there exists a reasonably consistent interval between a deterioration condition and functional failure.	The task must reduce the risk of failure to assure safe operation.	The task must reduce the risk of failure to an acceptable level.	The task must be cost effective; <i>i.e.</i> , the cost of the task must be less than the cost of the failure prevented.
RESTORATION	The item must show functional degradation characteristics at an identifiable age, and a large proportion of units must survive to that age. It must be possible to restore the item to a specific standard of failure resistance.	The task must reduce the risk of failure to assure safe operation.	The task must reduce the risk of failure to an acceptable level.	The task must be cost effective; <i>i.e.</i> , the cost of the task must be less than the cost of the failure prevented.
DISCARD	The item must show functional degradation characteristics at an identifiable age and a large proportion of units must survive to that age.	The safe life limit must reduce the risk of failure to assure safe operation.	The task must reduce the risk of failure to an acceptable level.	An economic life limit must be cost effective; <i>i.e.</i> , the cost of the task must be less than the cost of the failure prevented.

Proposta de Mudança e Background da Ferramenta

- Buscar uma solução visando melhorar indicadores produção + manutenção
 - Qualidade
 - Custos de Manutenção
 - Produtividade
- Potencial solução – Ferramenta MSG-3
 - Metodologia focada em manutenção de alta confiabilidade
 - Consiste na integração completa entre área operacional e manutenção



Criação do FMEA de Máquina/Processo/Produto

IQ-RM PRO - Robert Bosch GmbH [10030-06] - Personal Desktop

File Edit View Administration Editors CARM Server Consolidation Tools Window Help

New: [Icons]

> 1 VUTK [VUTK] <No variants available> <No Filter>

FMEA Forms Editor Bosch: VUTK (VUTK [System])

COMPONENT OR PROCESS	FUNCTION	FAILURE MODE	FAILURE EFFECTS	FAILURE CAUSE	FAILURE PREVENTION	FAILURE DETECTION	S	O	D
Vazão de C2H2	Controlar todo o equipamento {2}	Queima da fonte do controlador {2}	substituição do componente. {2}	Falha no ar condicionado {2}		Excesso de temperatura do painel elétrico {2}	8	3	3
Filtros de linha de refrigeração {1}	<Step 1, Step 2, Step 3, Step 4, Step 5, Step 6> Obstruir a passagem de partículas de sujeira {1}	Filtro saturado {3}	S: 8 Falha nos controladores de temperatura, sobreaquecimento, falha no fluxostato {1}	Falha na sequência de limpeza {1}	Frequência definida no plano ajustador {1}	Conjunto de alarmes - sobreaquecimento, alarmes de fluxo AL 0.009 240F7 Falha fluxo de água de retorno da Bosch AL 0.058 240F0 Sem pressão de água AL 0.059 241F8 Falha no fluxo de água de entrada do resfriamento rápido AL 0.062 245F1 Falha no fluxo de água da carcaça 1 A1 AL 0.063 245F2 Falha no fluxo de água da carcaça 2 A1 AL 0.064 245F3 Falha no fluxo de água da comporta A2 AL 0.065 245F4 Falha no fluxo de água da turbina A3 AL 0.066 245F5 Fal-	8	5	3

S:\...03. VUTK\MSG-3 - VUTK\FMEA\FMEA DE COMPONENTES - Sistema VUTK_4.fme | Supervisor | §§: Read/write | 100% >English

Criação de Plano de Reação

Step	Componente	Modo de Falha	Causa da Falha	Efeito da Falha	Plano de Reação Atual (Segundo IT 4829)
1; 2; 3; 4; 5; 6.	Controlador DEMIG	Bateria descarregada	Tempo de Vida Útil Excedida	Interrupção do sinal do processo, fazendo com que o forno entre em estado de desligamento	
1; 2; 3; 4; 5; 6.	Controlador DEMIG	Bateria descarregada	Bateria com voltagem menor que o especificado	Interrupção do sinal do processo, fazendo com que o forno entre em estado de desligamento	
				Interrupção do sinal do processo	

- Plano estruturado com descrição dos alarmes e o que fazer em cada caso
- Definição clara das tarefas e responsáveis

Revisão de preventivas

PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA PARA AJUSTADORES | LIÇÃO Nº: 16 | Seção: Linha de fornos VUTK | BOSCH

O que fazer?	Onde fazer?	Por que fazer?	Tempo de execução	Frequência	Informações de segurança
Inspeção das válvulas.	Válvula de resfriamento e vácuo na parte externa do forno.	Inspeccionar se a válvula está em seu estado ideal e garantir funcionalidade do processo de resfriamento e vácuo.	30'	Semestral	Para realização do plano de manutenção, é necessário utilizar o EPI: luva térmica Senasak F2000994J e UT.

Como fazer?

1º Passo - Com o forno em modo manual, retirar os 4 parafusos de fixação da válvula.

2º Passo - Retirar a válvula do forno.

3º Passo - Inspeccionar e acionar a válvula de vácuo, se não há anomalias como desgaste do flange, furos, folgas ou qualquer outro tipo de dano que possa prejudicar sua funcionalidade.

4º Passo - Após inspeção, se necessário abrir uma **Ordem de manutenção preventiva**, caso contrário fixar a válvula novamente.
Obs: Não apertar os parafusos e soldar no flange, para não danificar a válvula.

5º Passo - Repor e prender novamente a válvula na bomba de vácuo.

MAE'S: 2.F01, 2.F02, 2.F03 | Rev.: 2700, 4001, 4204 | Elaborado - C/PM001 | Aprovado - C/PM001

PLANO DE MANUTENÇÃO AUTÔNOMA PARA AJUSTADORES | LIÇÃO Nº: 15 | Seção: Linha de fornos VUTK | BOSCH

O que fazer?	Onde fazer?	Por que fazer?	Tempo de execução	Frequência	Informações de segurança
Troca de filtro da bomba de vácuo.	Bomba de vácuo do forno VUTK.	Garantir pressão ideal do forno, evitar contaminação da bomba de vácuo.	30'	Trimestral	Para realização do plano de manutenção, é necessário utilizar o EPI: luva térmica Senasak F2000994J e UT.

Como fazer?

1º Passo - Solicitar a manutenção para desligar o interruptor da bomba de vácuo no painel do forno.

2º Passo - Com o forno em modo manual e bomba de vácuo desligada, retirar a bomba de vácuo do forno.

3º Passo - Desparafusar a tampa do filtro e girar a mangueira sentido anti-horário para abrir a mesma.

4º Passo - Retirar os parafusos de fixação e a grelha.

5º Passo - Retirar as quatro camadas de malha do filtro. Fixar e limpar a parte interna do filtro.

6º Passo - Colocar 4 camadas novas de malha (Norma 4636.105.984).

7º Passo - Colocar novamente a grelha e fixar com os parafusos.

8º Passo - Com auxílio de um pano e álcool 70%, realizar a limpeza da vedação do filtro. Fechar a tampa e travá-la. Solicitar a manutenção para ligar o interruptor da bomba de vácuo no painel.

MAE'S: 2.F01, 2.F02, 2.F03 | Rev.: 2700, 4001, 4204 | Elaborado - C/PM001 | Aprovado - C/PM001

- Criação de ITMs
- Alteração de frequência de checagens
- Simplificação de checagens (Manutenção -> Produção)

GANHOS ATÉ O MOMENTO

- Troca de conhecimentos entre Tratamento Térmico + Manutenção
- Construção do material de FMEA do equipamento rico em informações para ambas as áreas
- Fundação para a criação do plano de reação do operador e manutentor
- Agilidade na solução de problemas ganhando tempo na etapa D2 e em todo o problem solving
- Redução no tempo de máquina parada
- Ganho de produtividade
- ZERO perdas de carga por falha de manutenção até Julho 2023

Lições Aprendidas

- Etapas críticas do processo e pontos de "no return" – aqueles que uma intervenção apenas iria piorar o cenário
- Aplicação deve ser focada em processos especiais (Tratamentos Térmicos, superficiais, fundições),
- com baixos ganhos para usinagens por exemplo

