

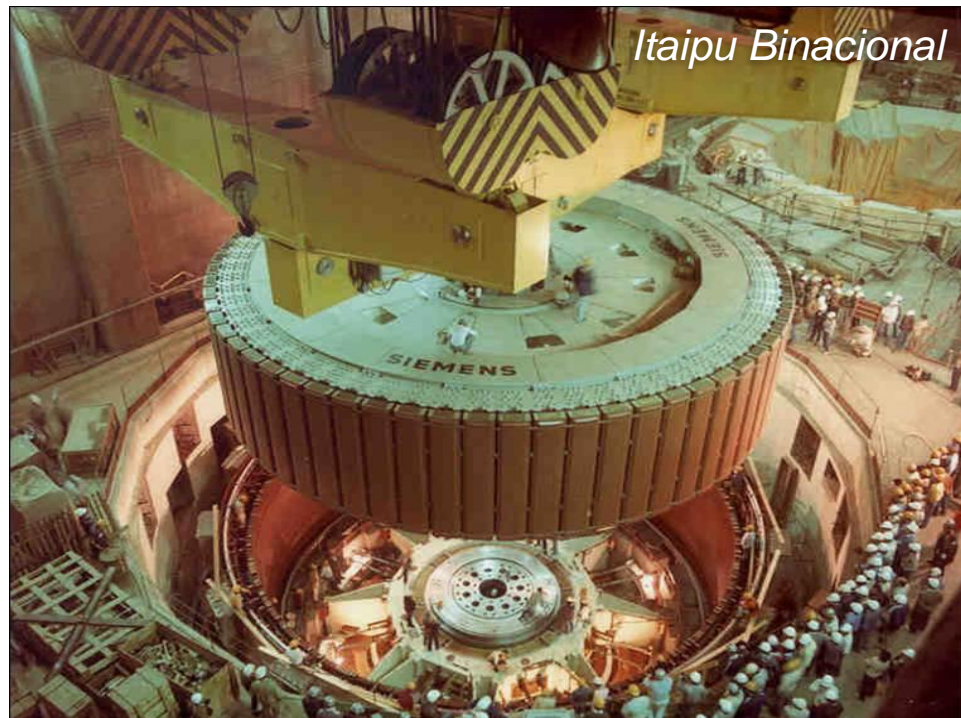


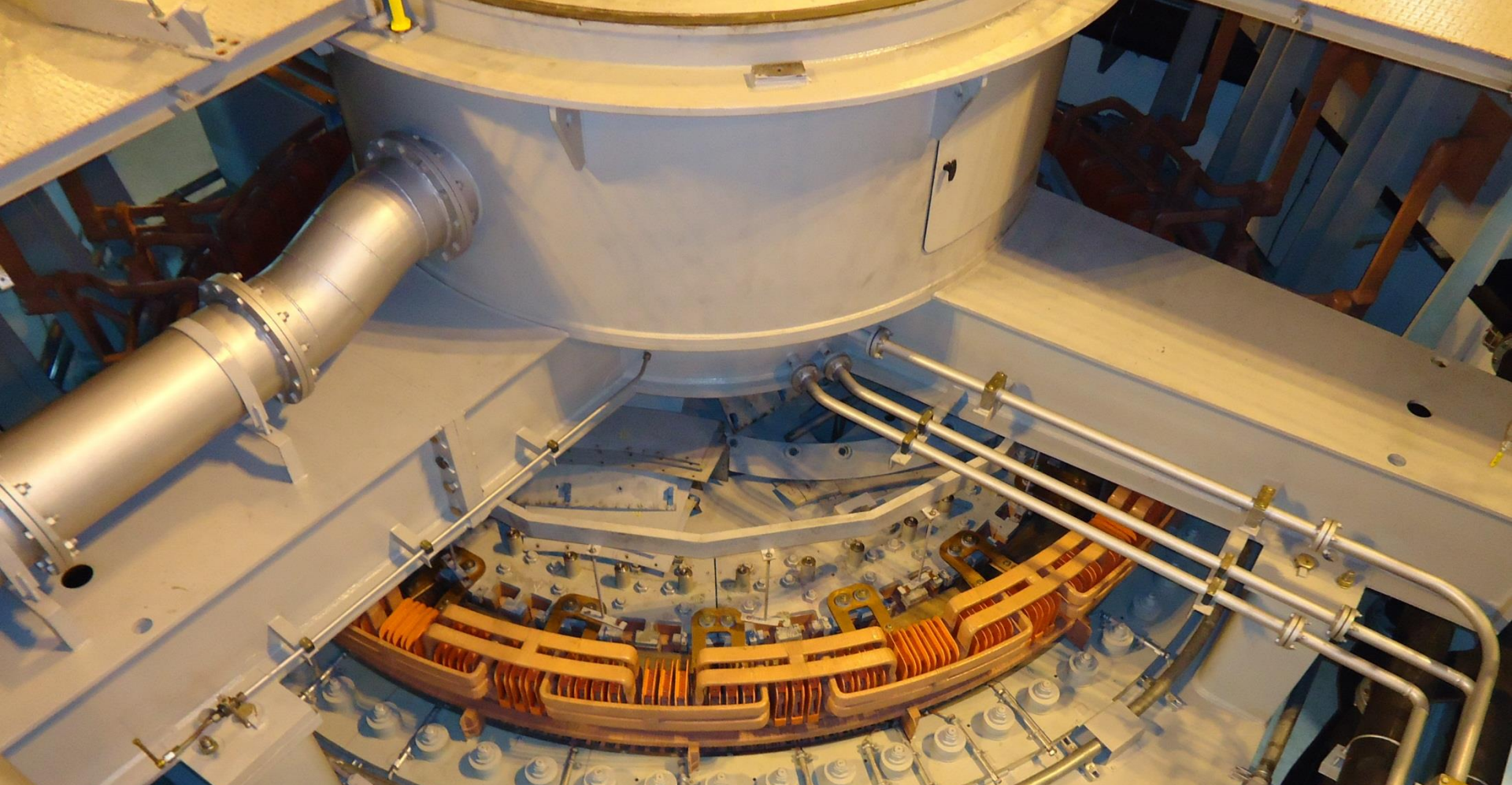
**VOITH**

# Solução de Problemas de Engenharia

(Extrato)

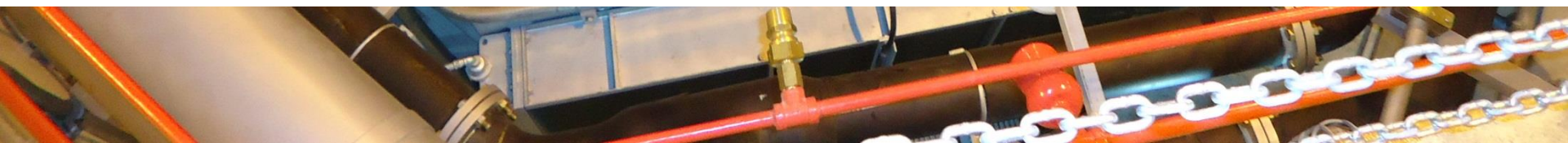
São Paulo, 13 de agosto de 2014





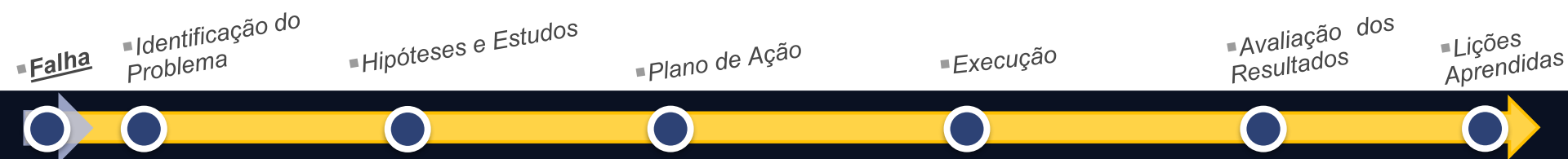
## **Análise e Solução de Problemas de Engenharia**

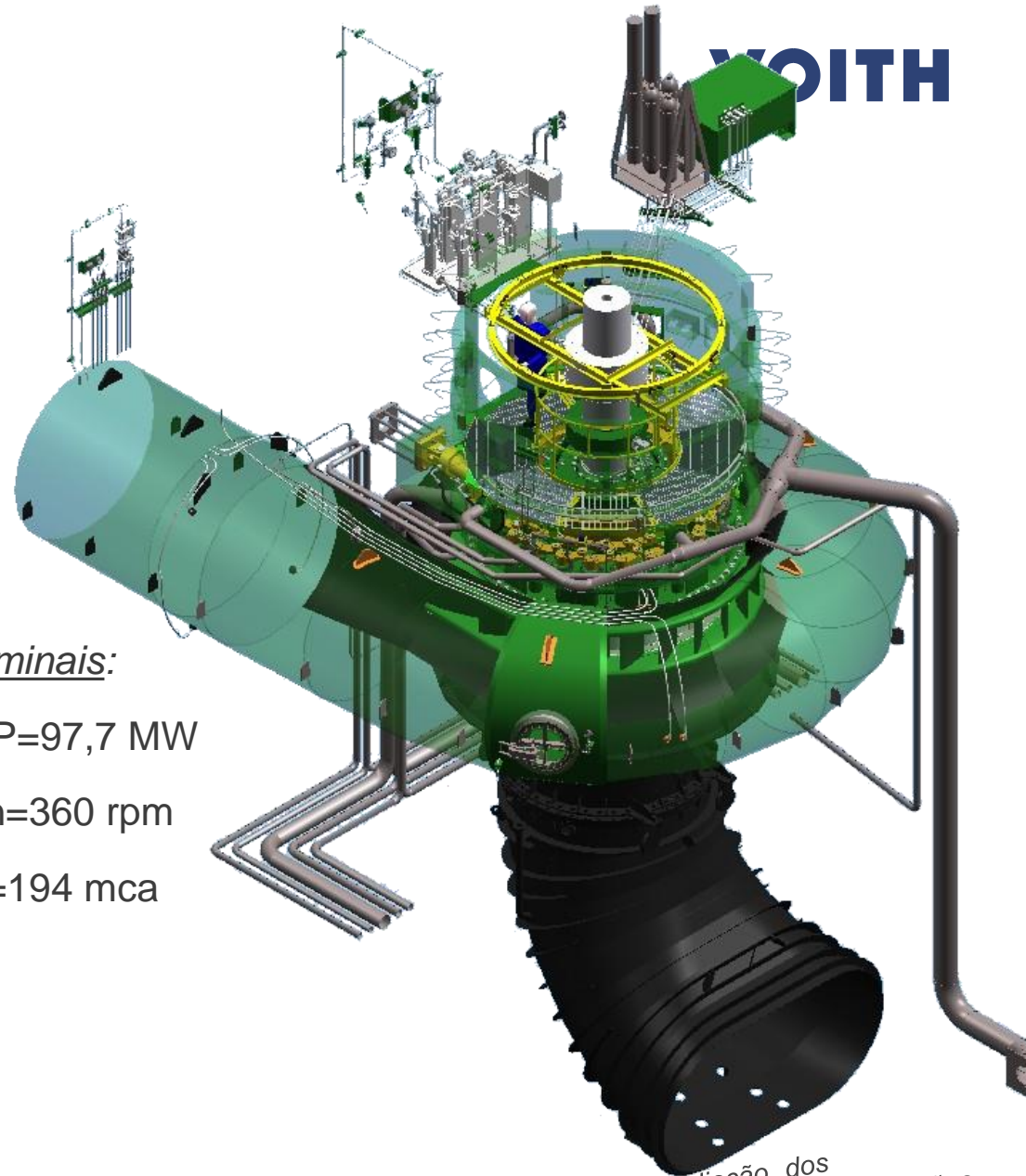
### **Vazamento de Óleo no Mancal Combinado**



## Falha

- Vazamento de óleo no mancal combinado;
- Sistema de extração de vapor apresenta óleo em estado líquido.



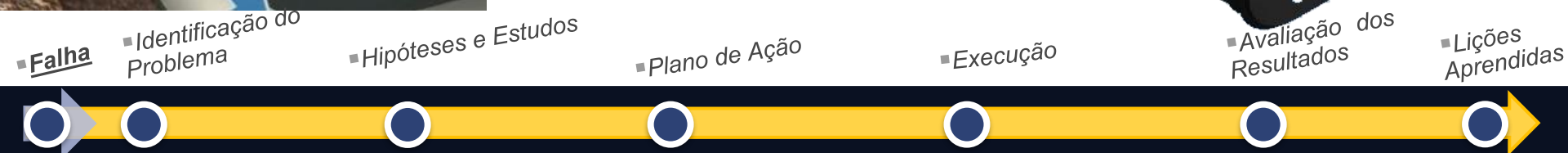


Dados Nominais:

Potência:  $P=97,7$  MW

Rotação:  $n=360$  rpm

Queda:  $H=194$  mca



▪ Falha

▪ Identificação do Problema

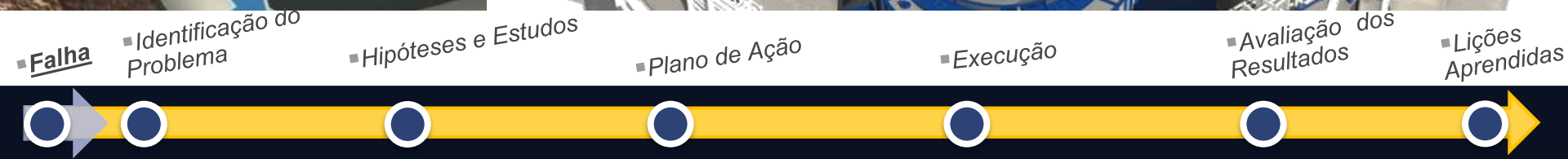
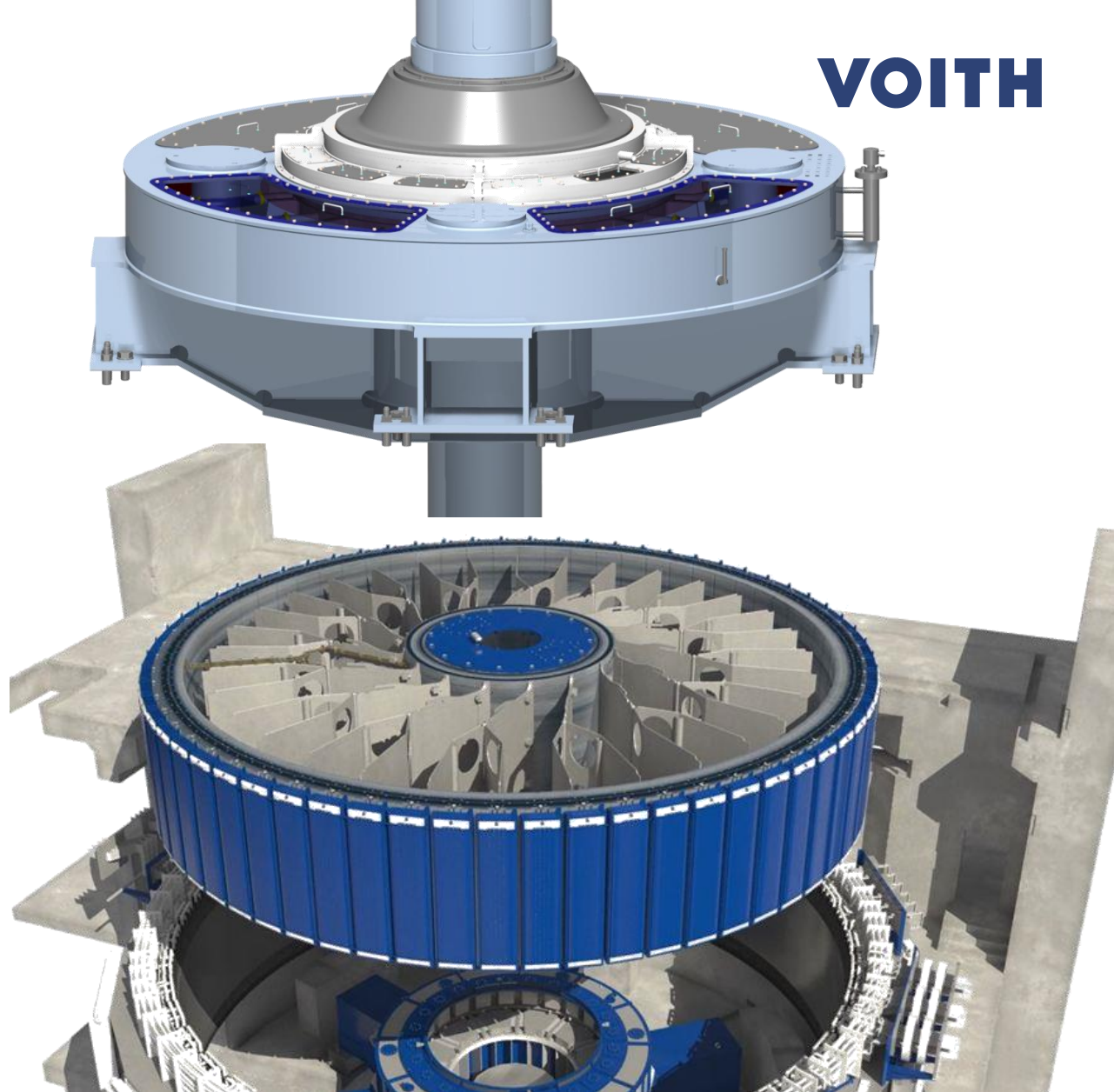
▪ Hipóteses e Estudos

▪ Plano de Ação

▪ Execução

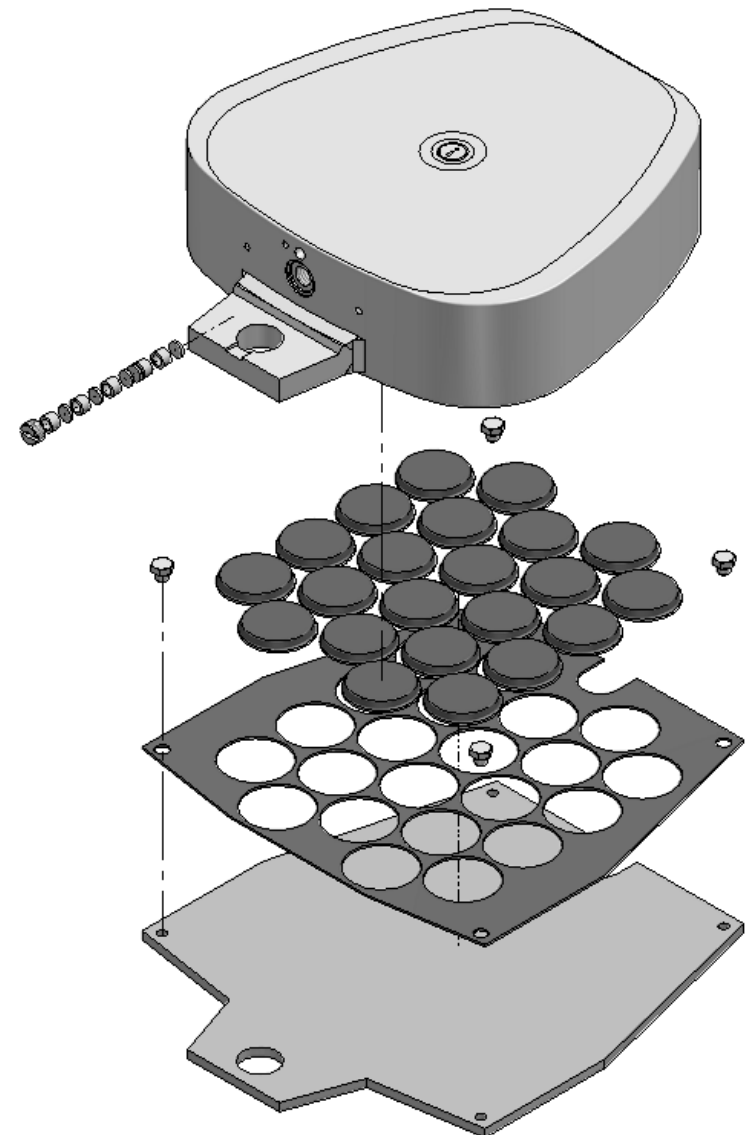
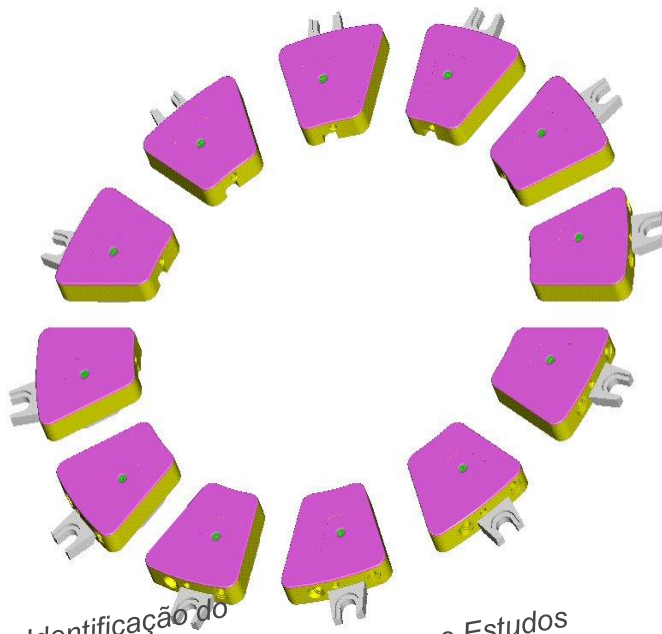
▪ Avaliação dos Resultados

▪ Lições Aprendidas



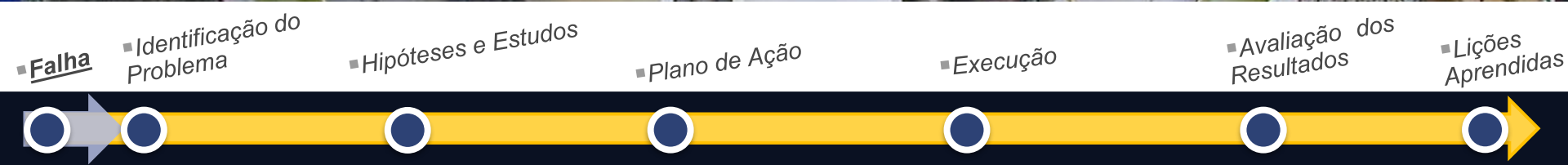
## Conceito *Mancal de Escora*

▪ *Suporte da massa do conjunto rotativo e empuxo hidráulico da turbina*

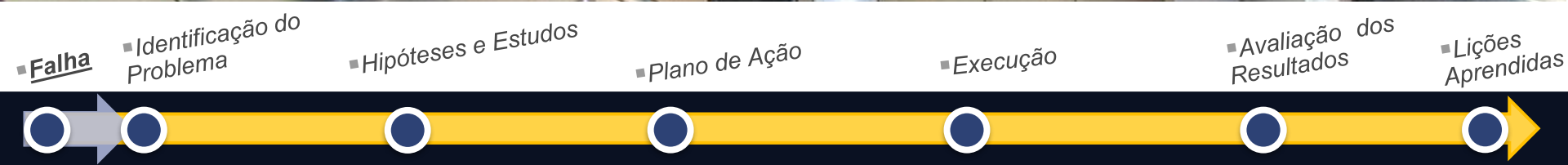


- **Falha**
- Identificação do Problema
- Hipóteses e Estudos
- Plano de Ação

## Conceito *Mancal de Escora*



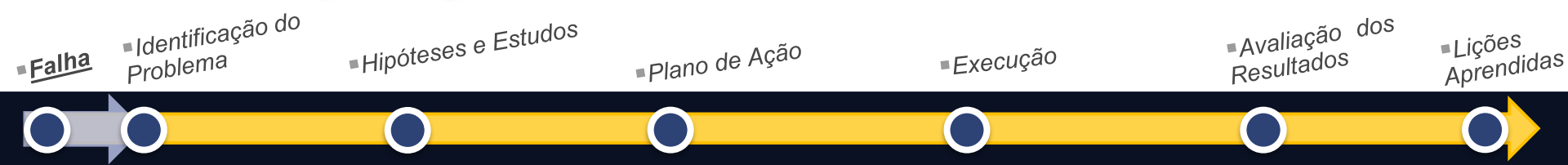
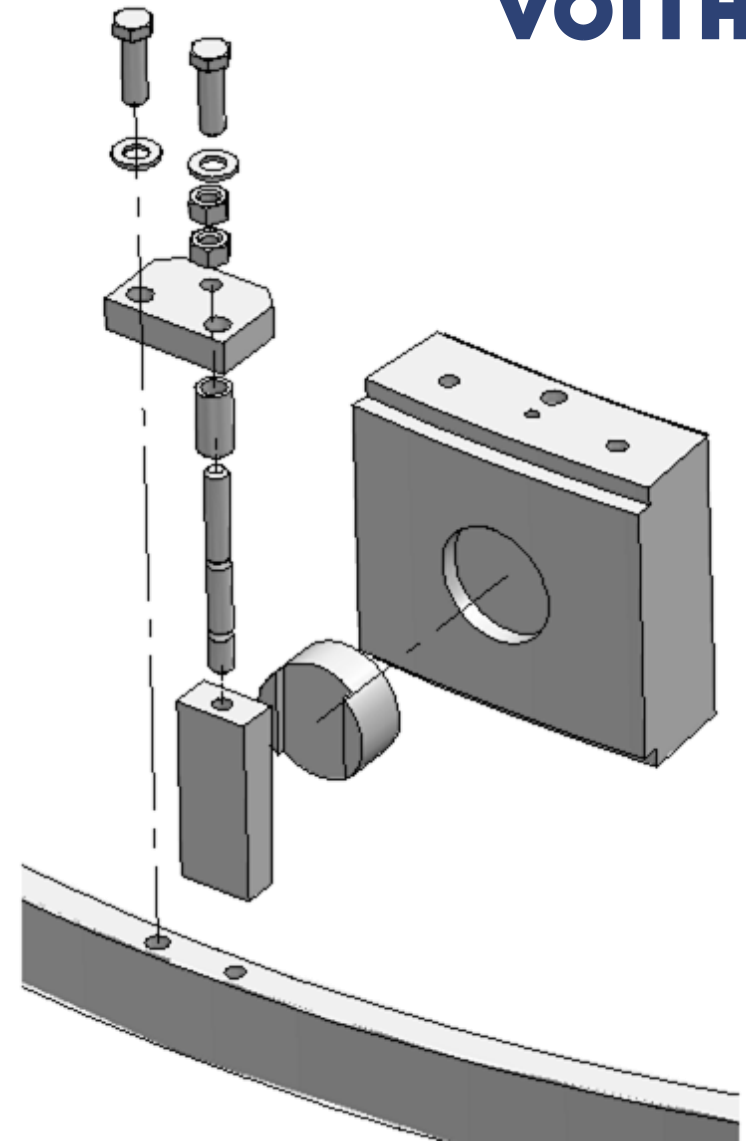
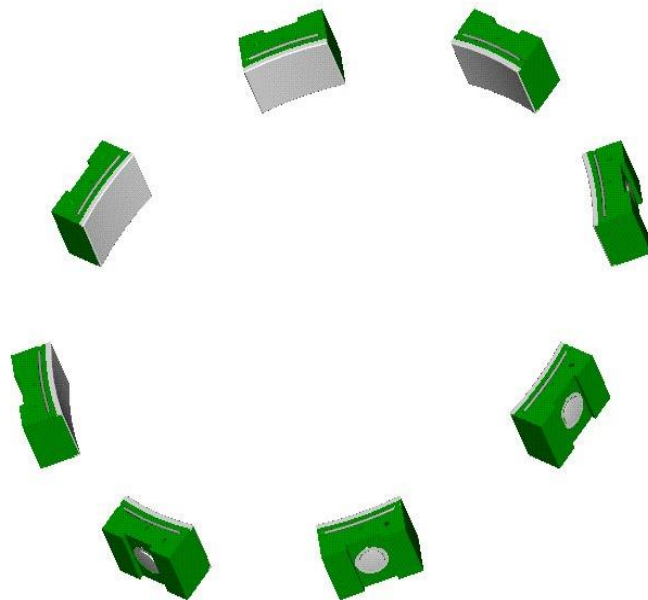
## Conceito *Mancal de Escora*



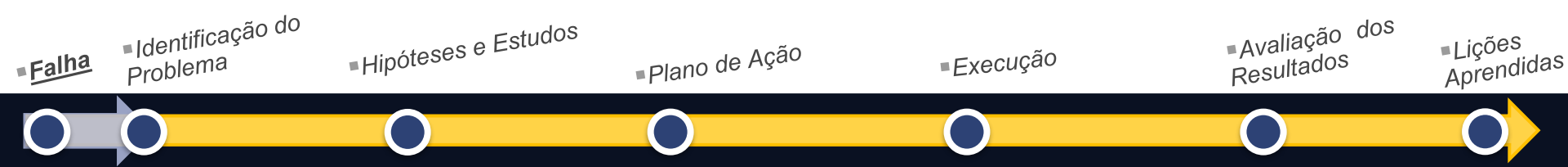
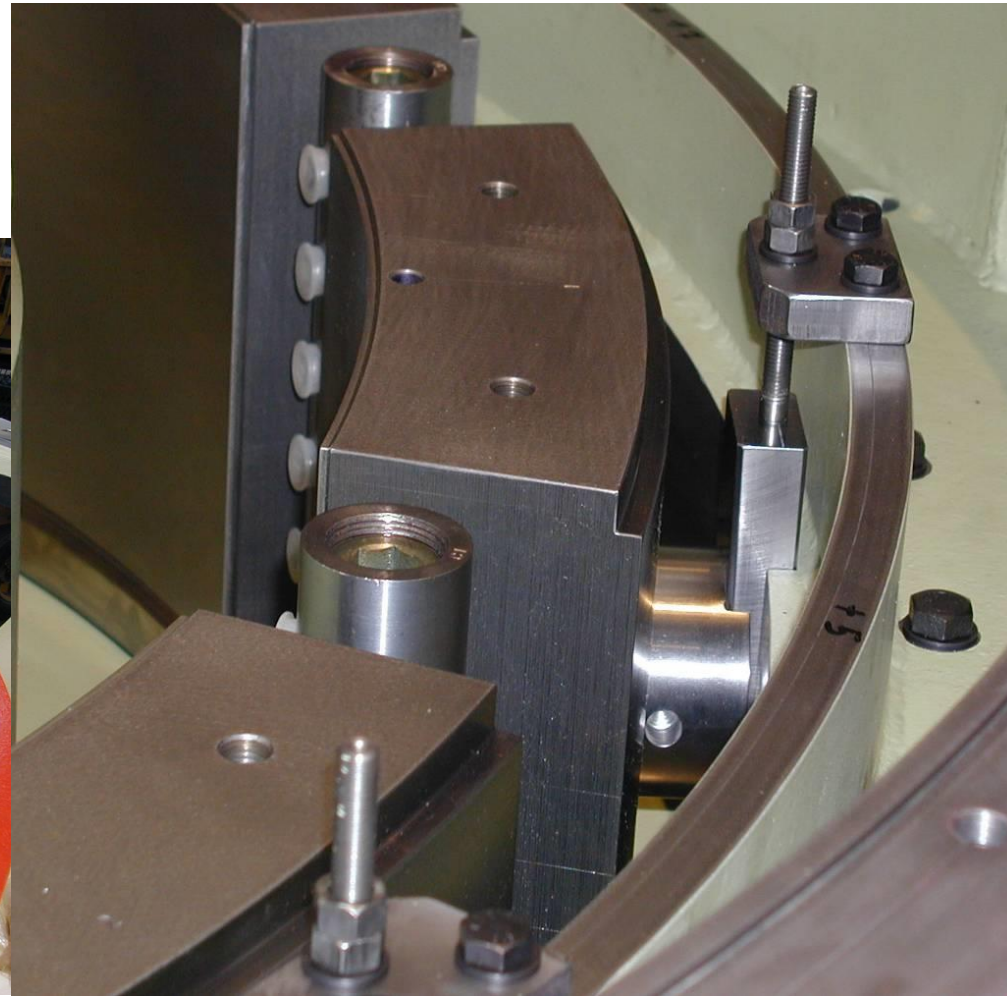
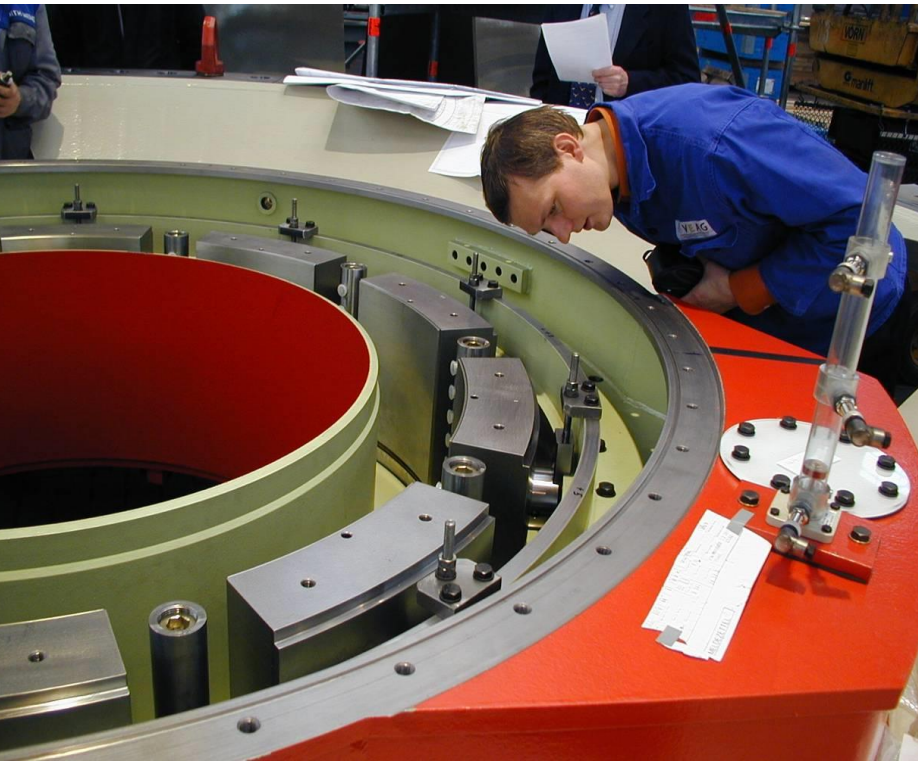


# Conceito *Mancal de Guia*

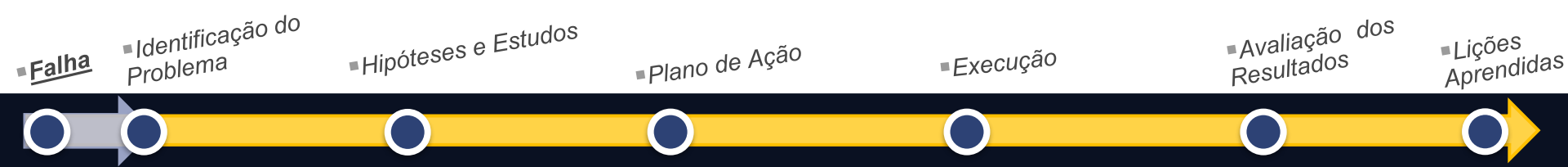
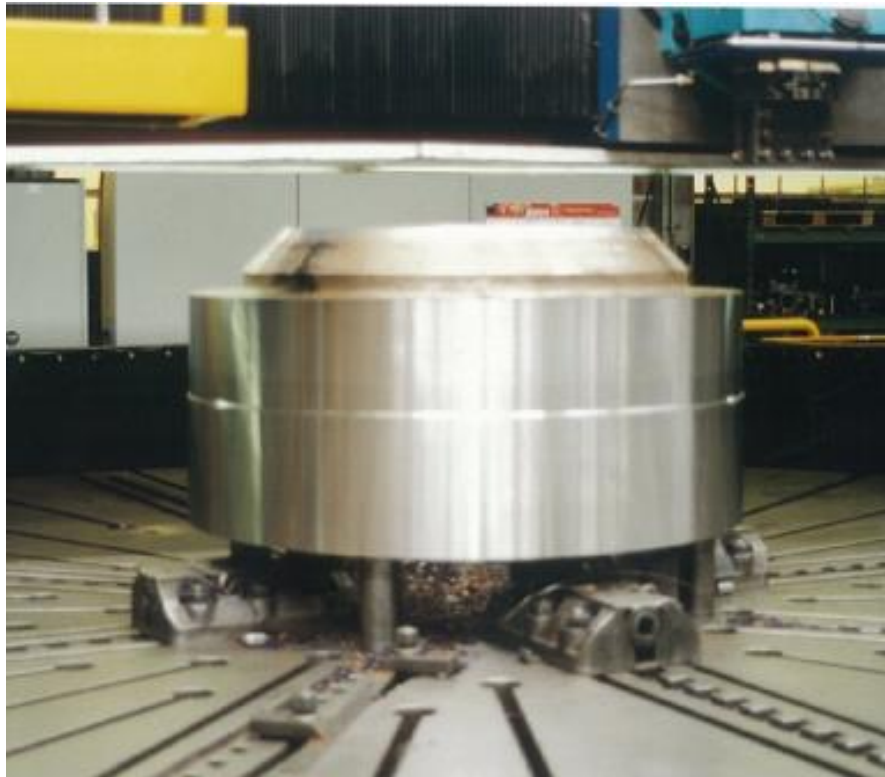
- *Centragem*
- *Transmissão de esforços do rotor*
- *Rigidez para garantir rotação crítica*



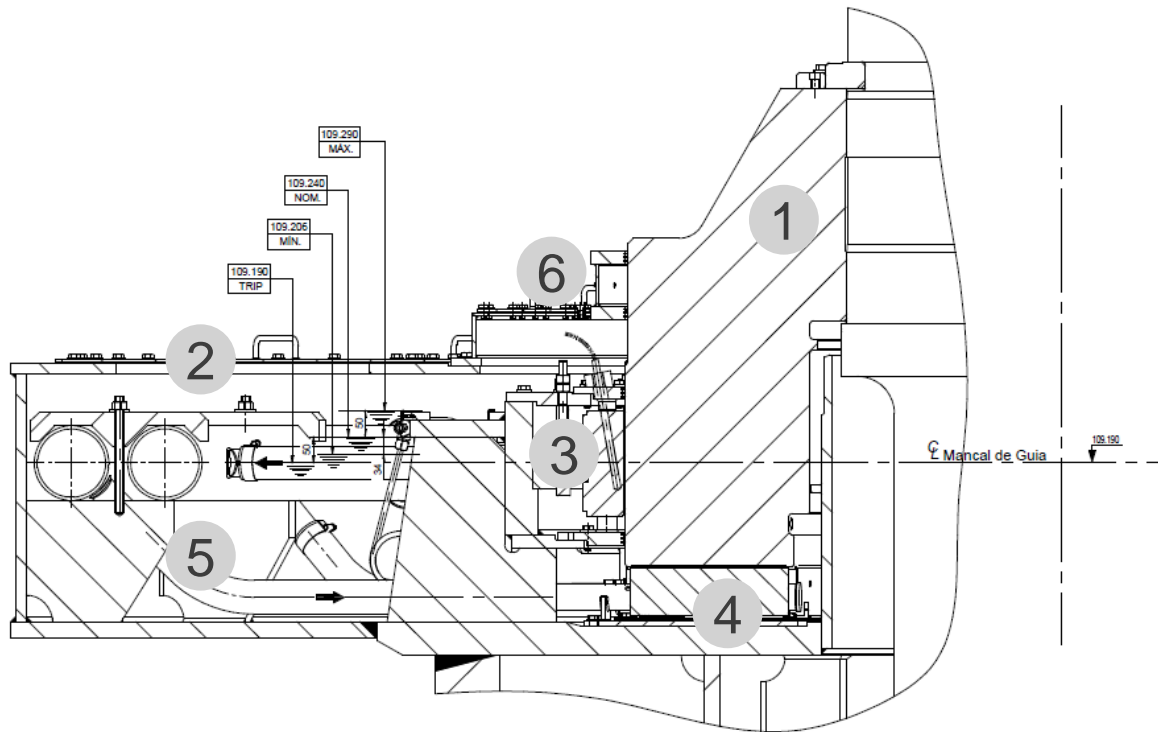
## Conceito *Mancal de Guia*



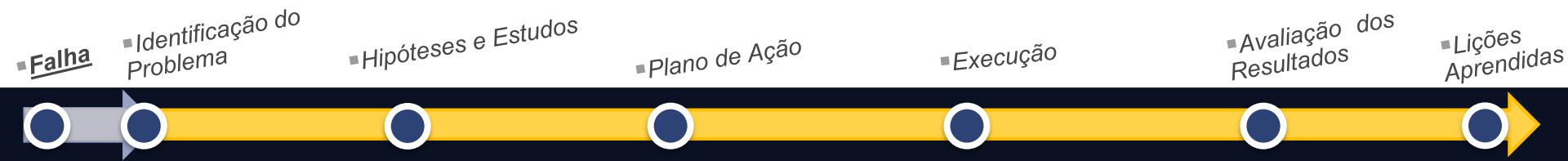
## Conceito *Bloco de Escora*



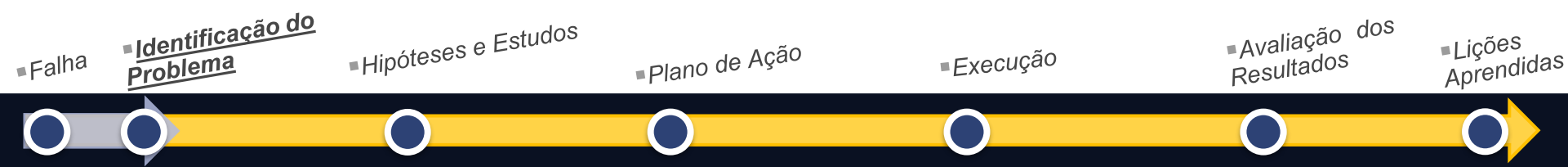
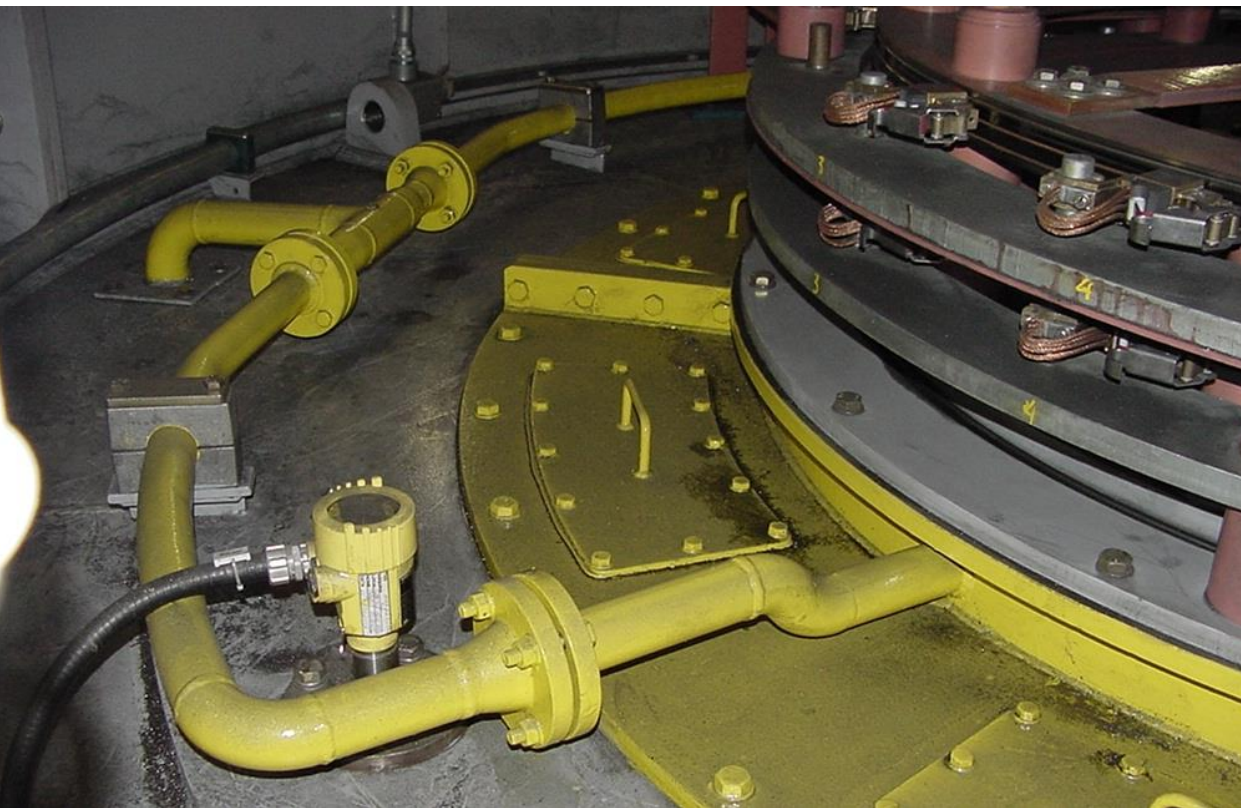
## Conceito Corte pelo Mancal



1. Bloco de Escora;
2. Tampa externa do tanque de óleo ;
3. Mancal guia e ajuste de folga;
4. Segmento de escora;
5. Tanque de óleo;
6. Tampa de extração de vapor.

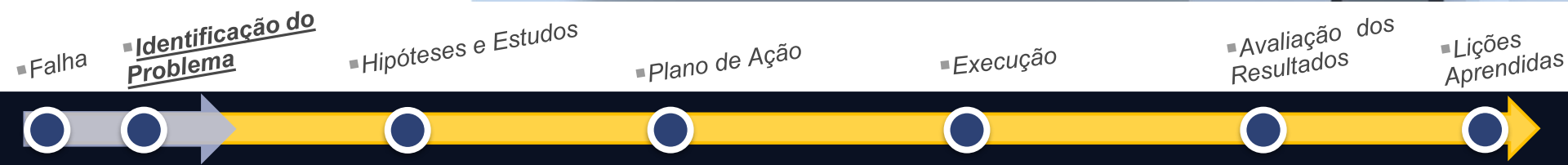
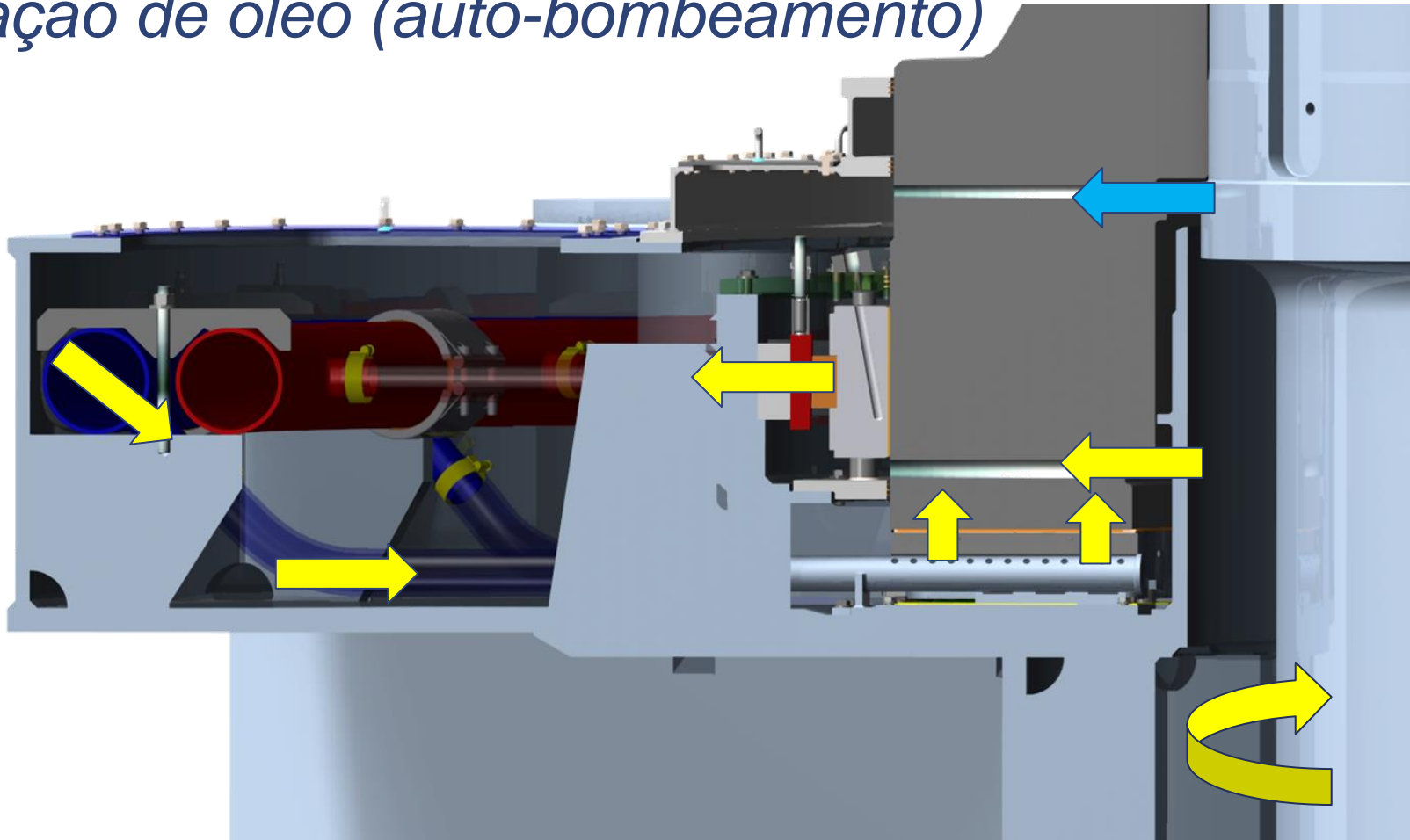


## Identificação do Problema *Sistema de Extração de Vapor*



## Identificação do Problema

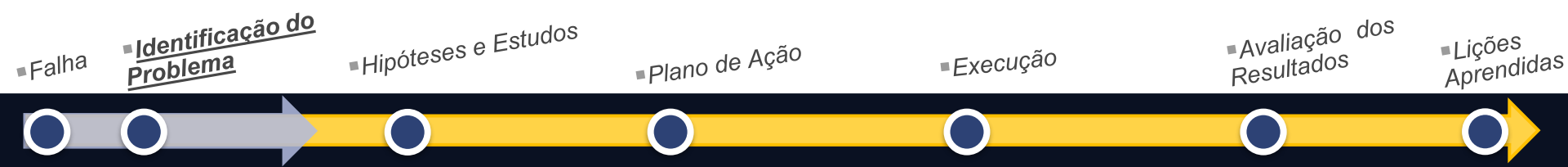
### *Circulação de óleo (auto-bombeamento)*



# Identificação do Problema

## *Falhas apresentadas*

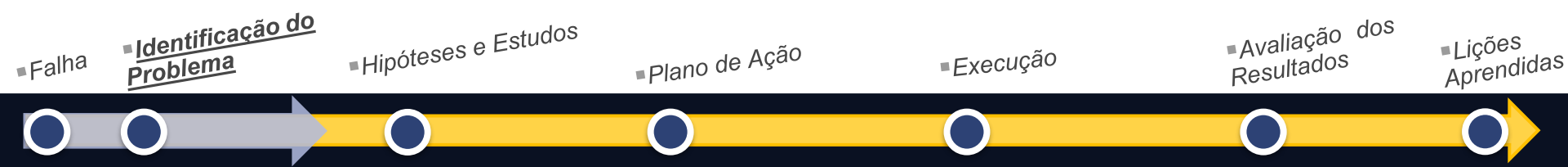
- ✓ Vazamento pelas vedações;
- ✓ Acumulo de óleo na tampa dos mancais;
- ✓ Presença de ar no sistema de óleo;
- ✓ Emulsão de óleo;
- ✓ Presença de óleo líquido no sistema de extração de vapor



## Identificação do Problema

### *Iniciativas*

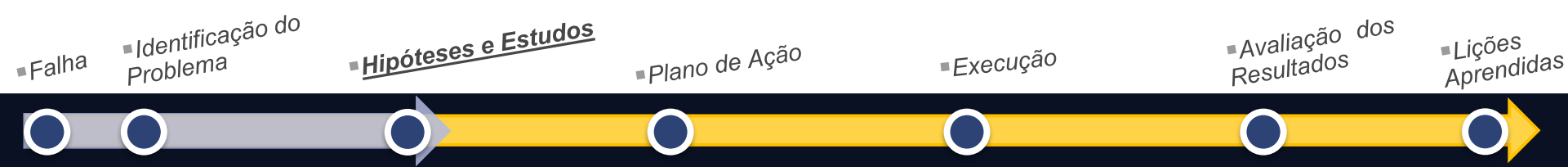
- ✓ Vazamento pelas vedações; ✗
- ✓ Perturbação excessiva do óleo na cuba do mancal; ✓
- ✓ Vazamento de óleo pelos anéis de bronze. ✗





# Ensaaios de Modelo

- ✓ Estudo do fenômeno através de um **modelo reduzido**.
- ✓ Projeto do Modelo



## Projeto do Modelo – Teoria dos Modelos

Teoria de Semelhança Dinâmica: **Fr** & **Re**

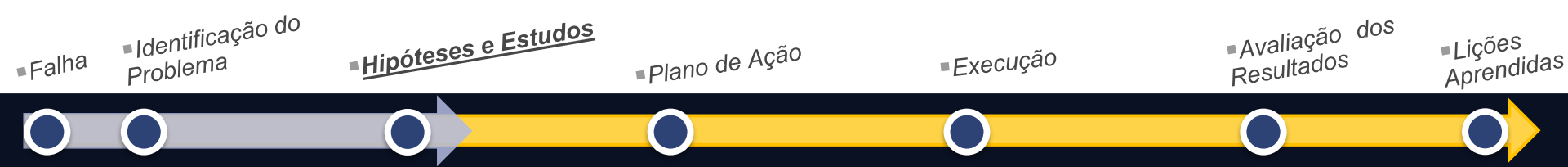
$$\frac{V_p^2}{gL_p} = \frac{V_m^2}{gL_m} \rightarrow \frac{V_m}{V_p} = \left(\frac{L_m}{L_p}\right)^{1/2}$$

▪ Protótipo: Óleo ISO VG 68

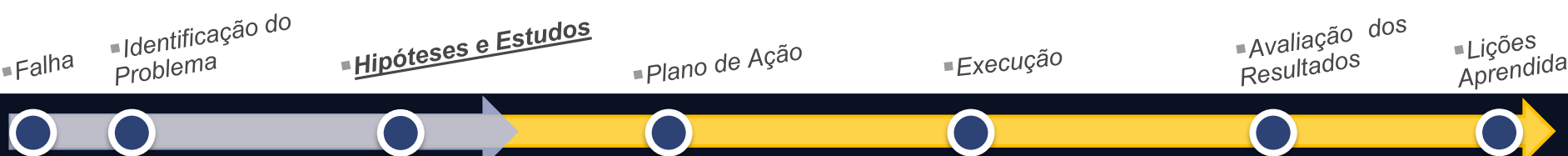
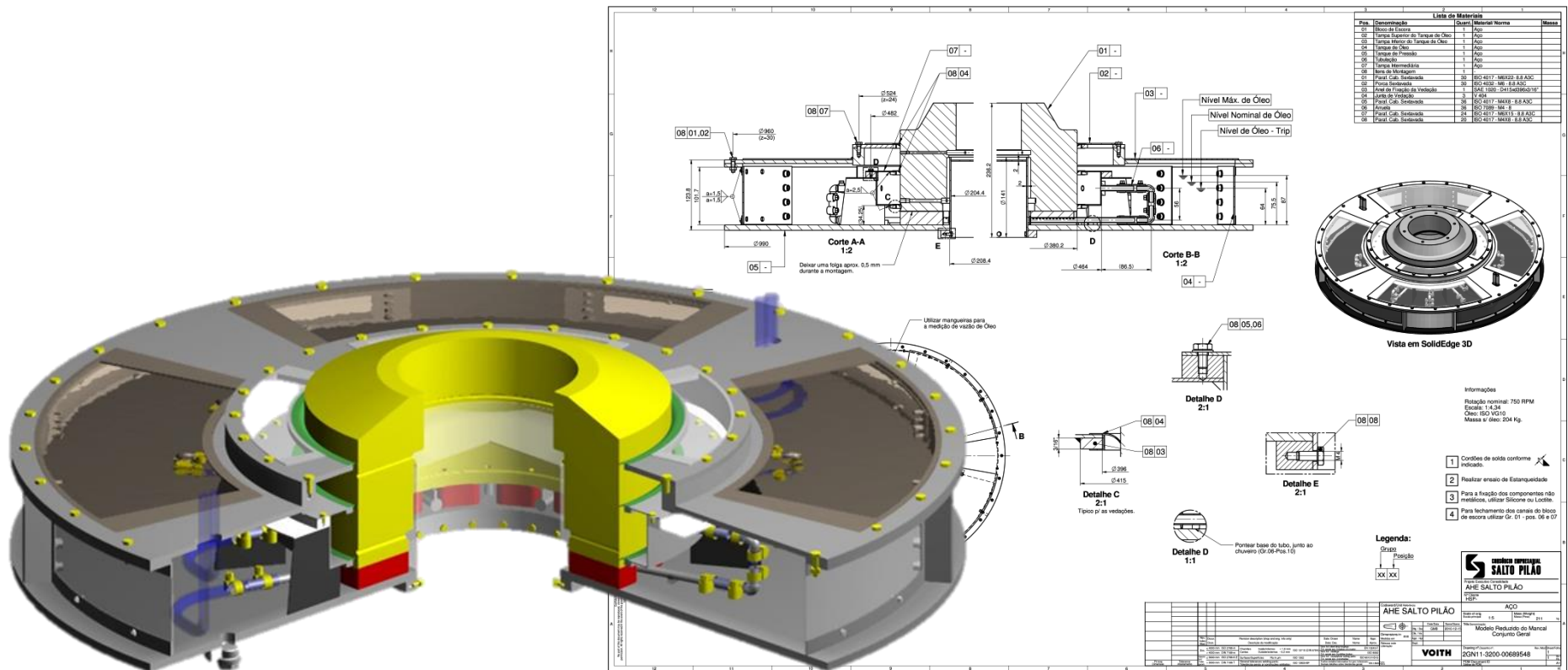
▪ Modelo: Óleo ISO VG 10

$$\frac{\omega_m}{\omega_p} = \left(\frac{L_p}{L_m}\right)^{1/2} \rightarrow \frac{L_m}{L_p} = \left(\frac{360rpm}{750rpm}\right)^2 = \frac{1}{4.34}$$

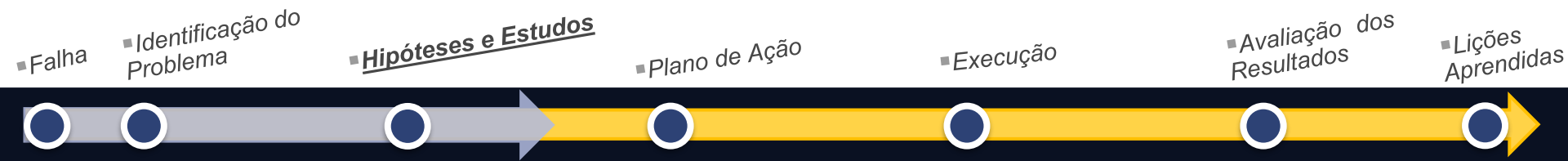
$$\frac{V_p L_p}{\nu_p} = \frac{V_m L_m}{\nu_m} \rightarrow \nu_m = \nu_p \frac{V_m L_m}{V_p L_p} = \nu_p \left(\frac{L_m}{L_p}\right)^{3/2} \rightarrow \nu_m = 0.11 \nu_p$$



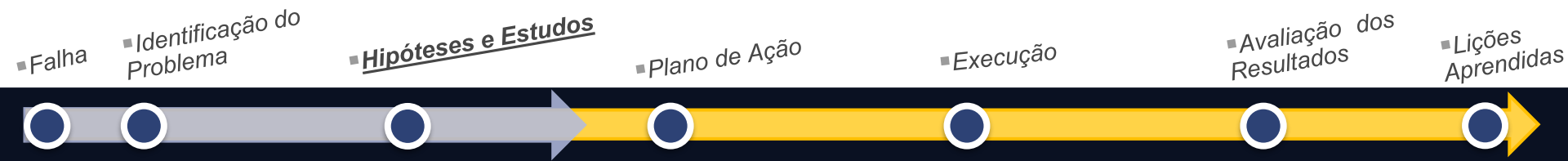
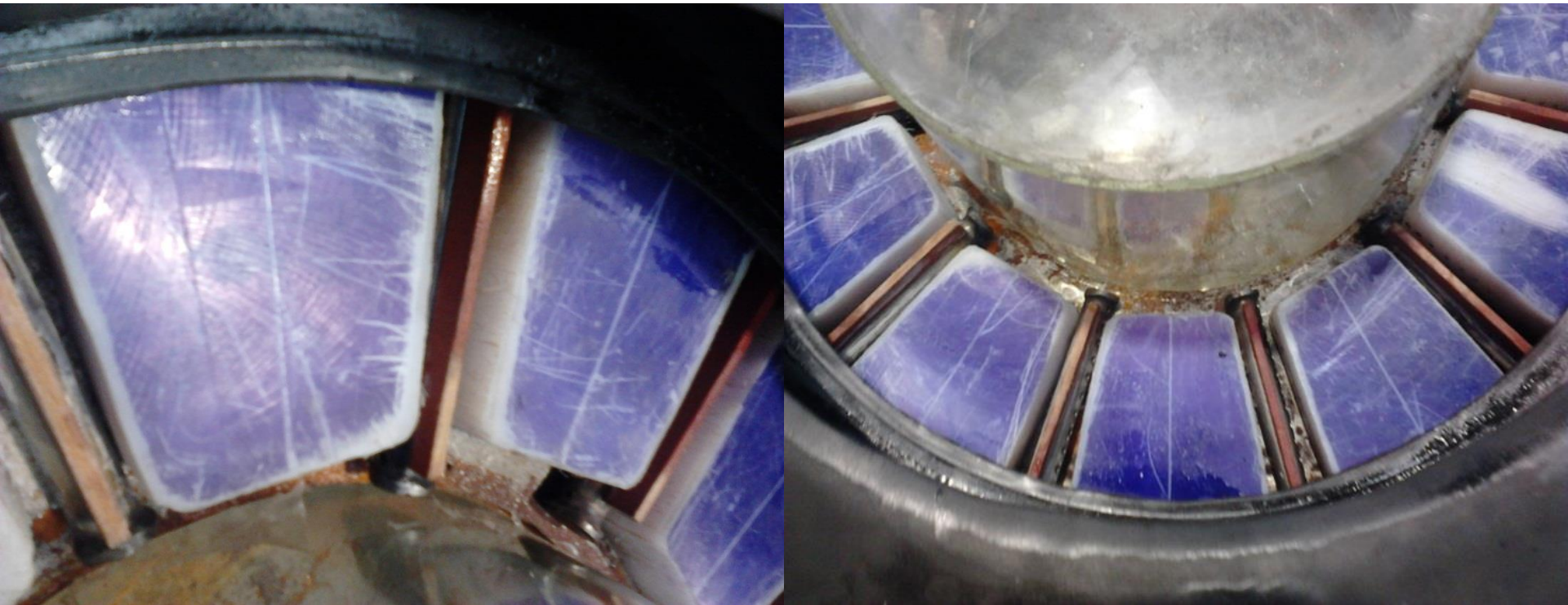
## Projeto do Modelo Projeto Executivo e Construção



## Projeto do Modelo *Projeto Executivo e Construção*



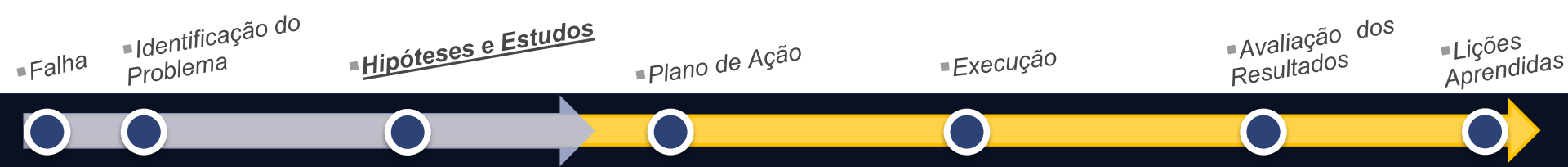
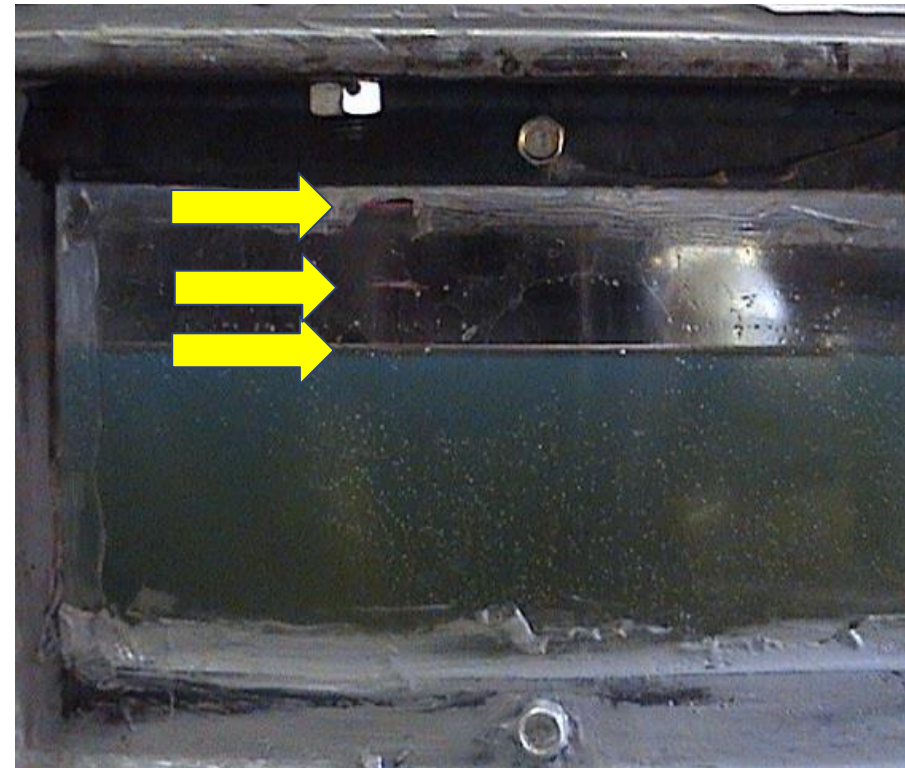
## Projeto do Modelo *Projeto Executivo e Construção*



# Projeto do Modelo

## *Planejamento Experimental*

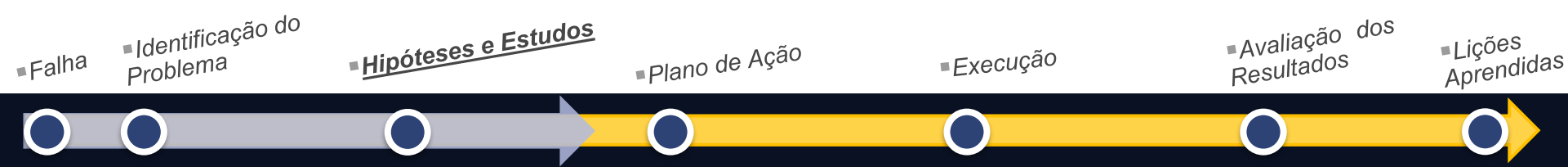
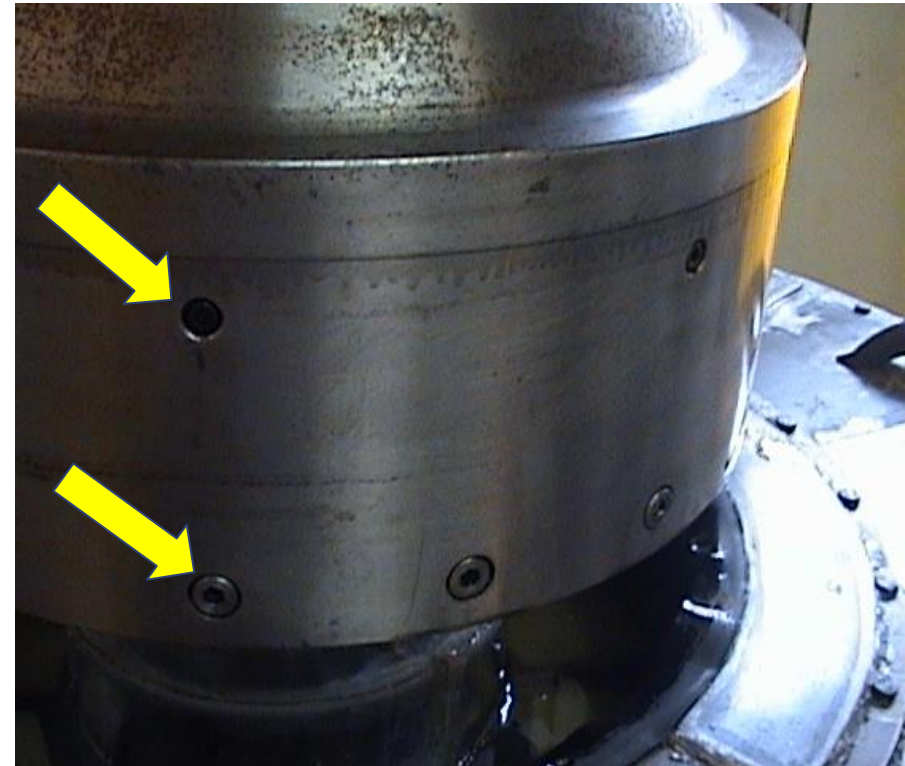
- Verificação do nível de óleo em rotação nominal (750 rpm)
  - Nivel máximo, médio e mínimo de óleo
  - Furação de ar aberta e fechada
- Verificação da vazão de óleo no sistema de auto-bombeamento



# Projeto do Modelo

## *Planejamento Experimental*

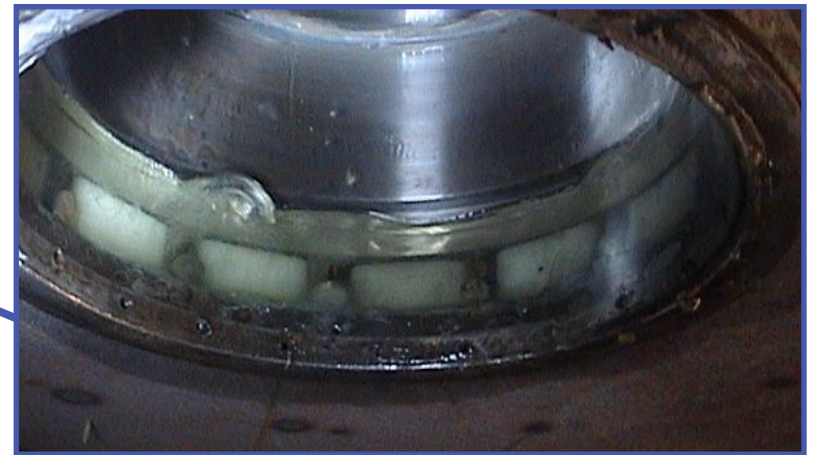
- Verificação do nível de óleo em rotação nominal (750 rpm)
  - Nivel máximo, médio e mínimo de óleo
  - Furação de ar aberto e fechado
- Verificação da vazão de óleo no sistema de auto-bombeamento



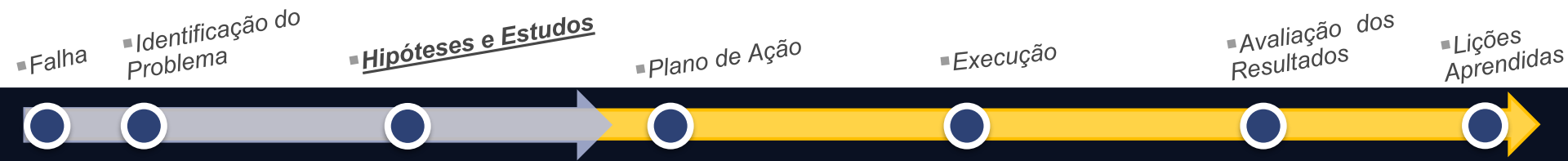
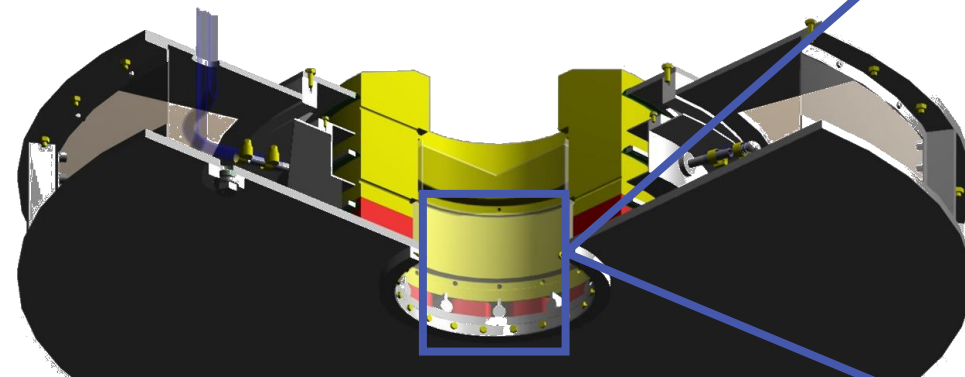
## Projeto do Modelo *Avaliação dos Resultados*

▪ *Ponto de vista das fotos*

▪ *Máquina Parada*



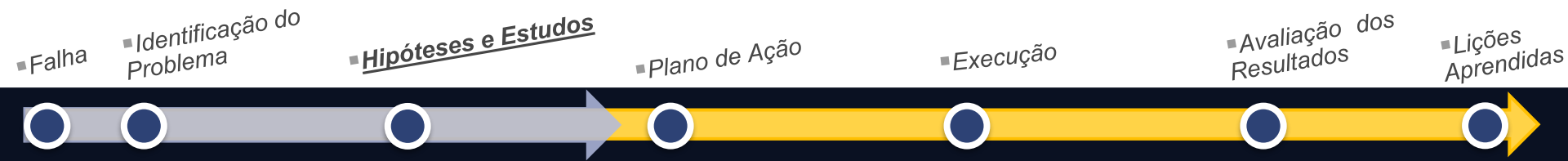
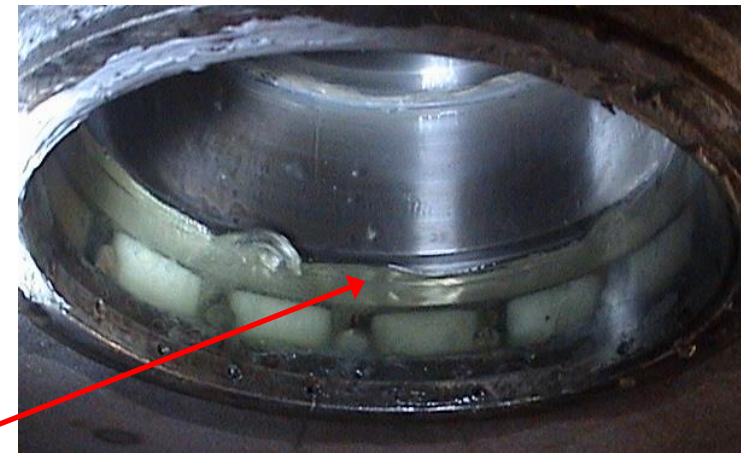
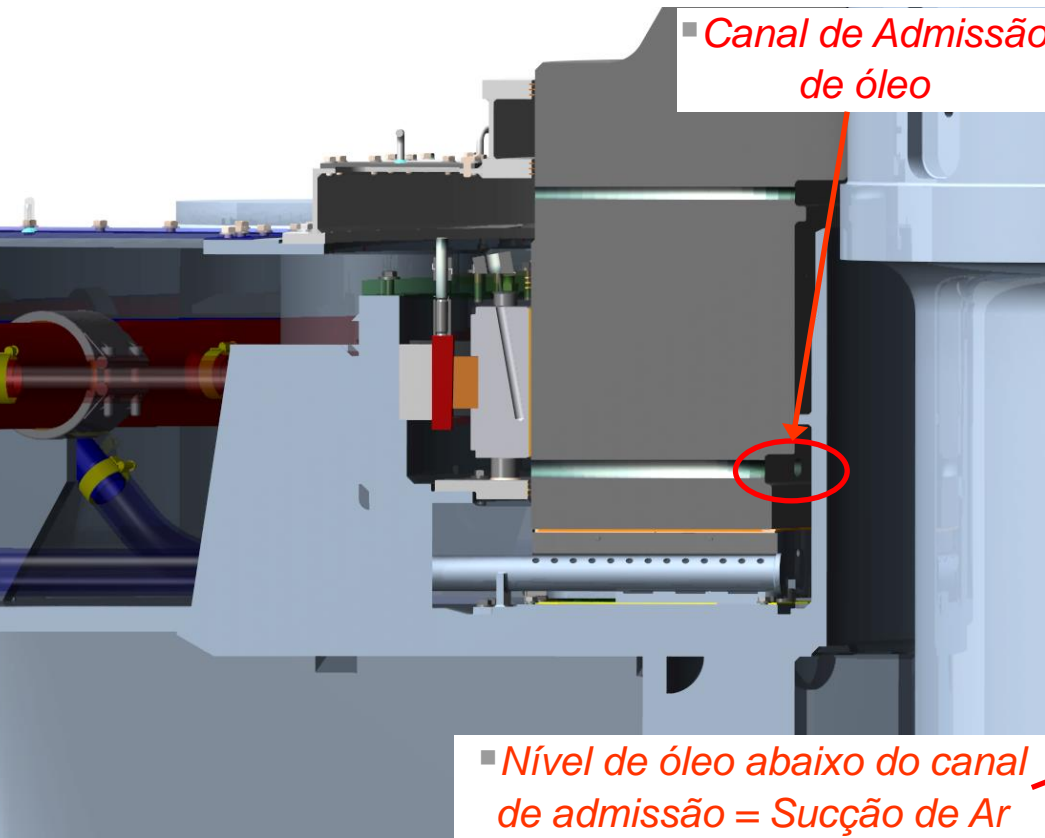
▪ *Rotação Nominal*





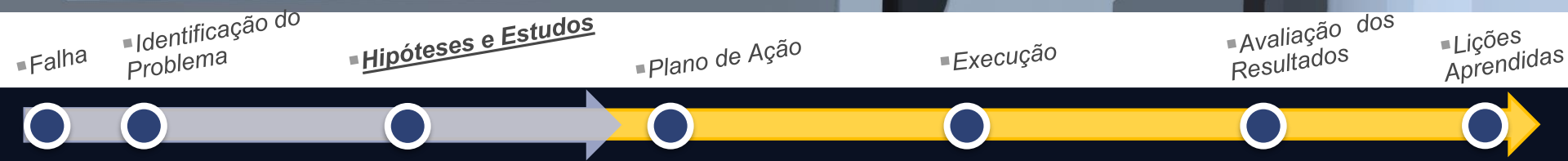
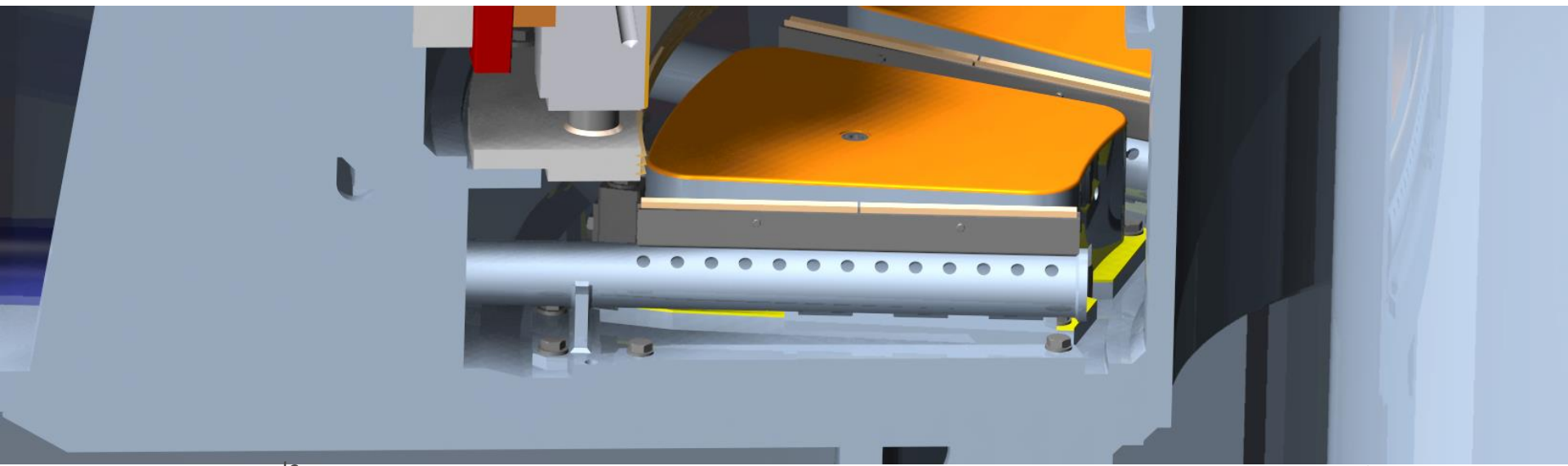


## Projeto do Modelo



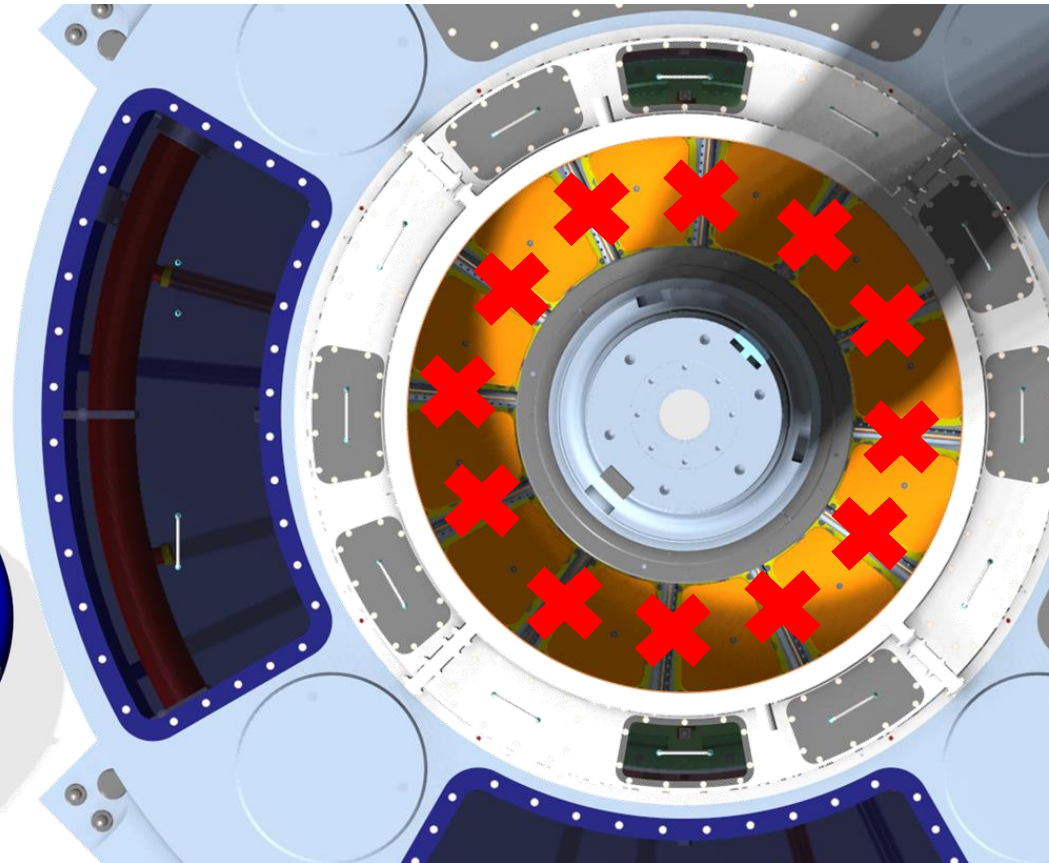
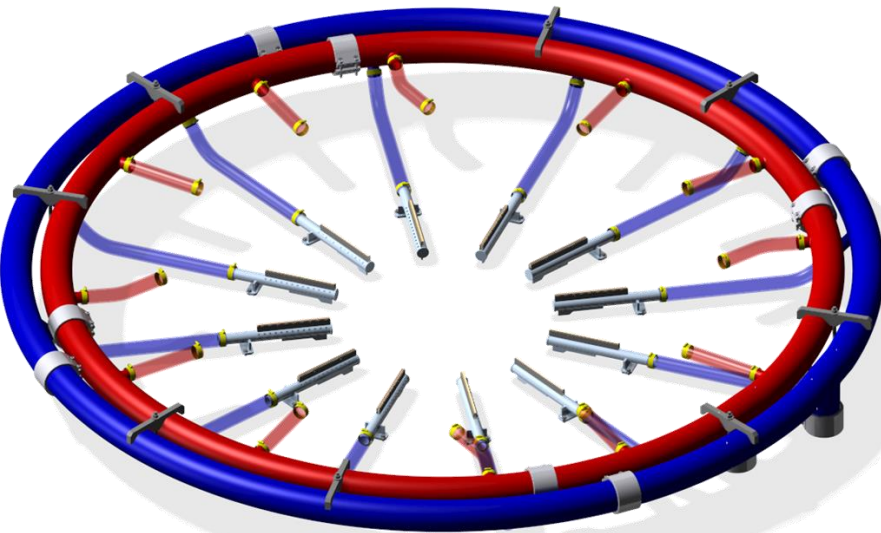
# Propostas de Melhoria

- Substituição dos Injetores de Óleo (“Chuveiros”);
- Estrangulamento dos canais de ar;
- Estrangulamento dos canais da bomba de óleo.

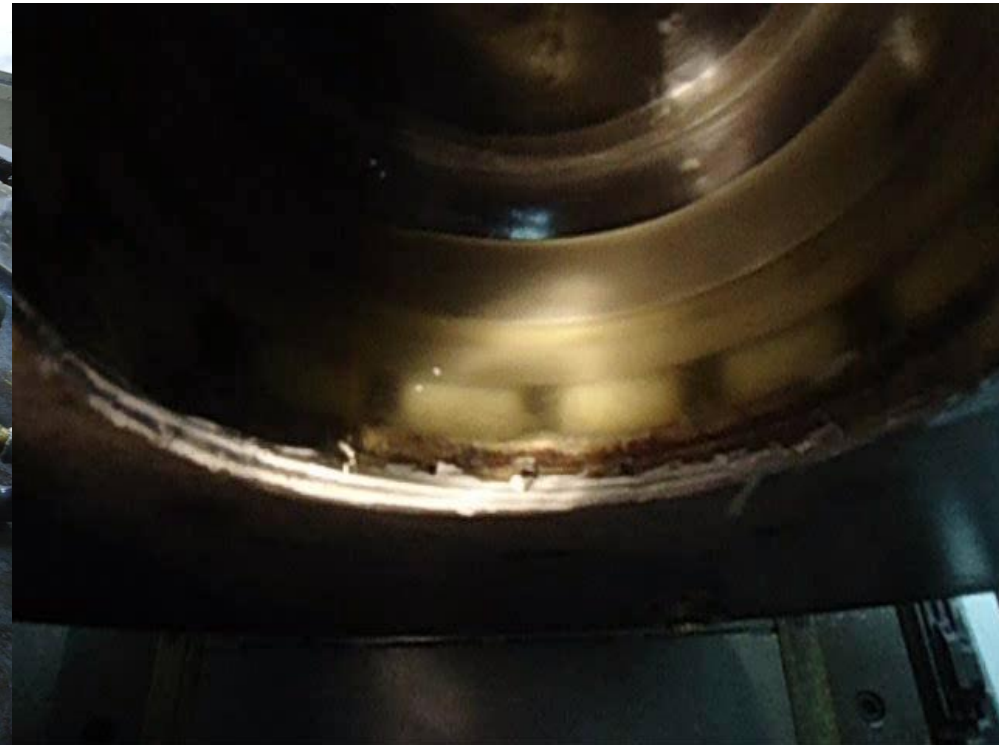
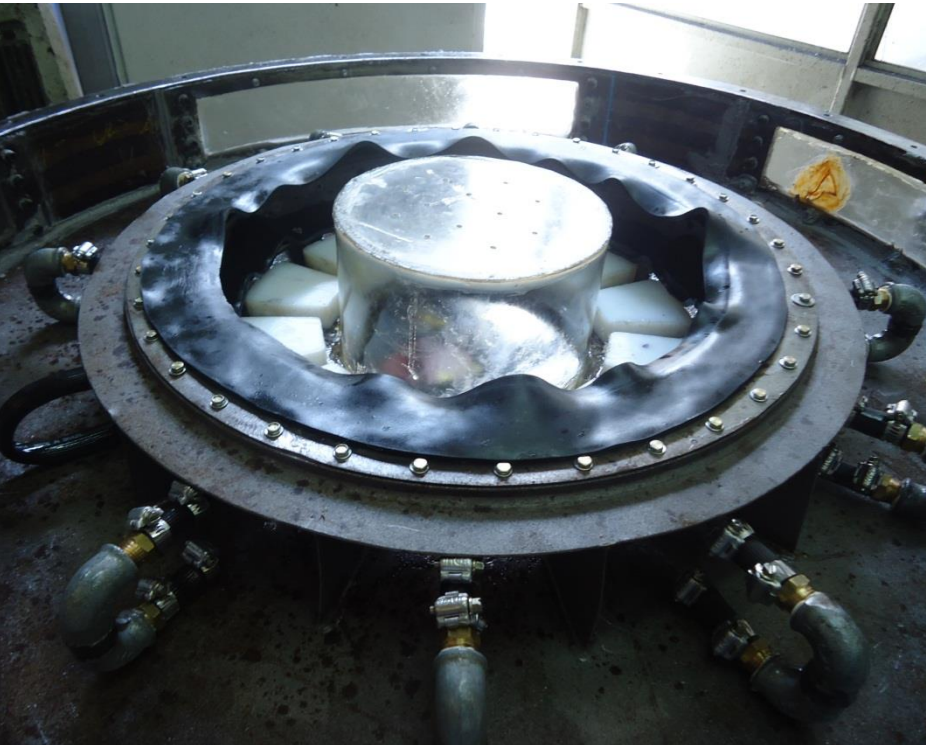


## Plano de Ação

- Redução na perda de carga na região inferior do mancal.



## Validação das melhorias em modelo



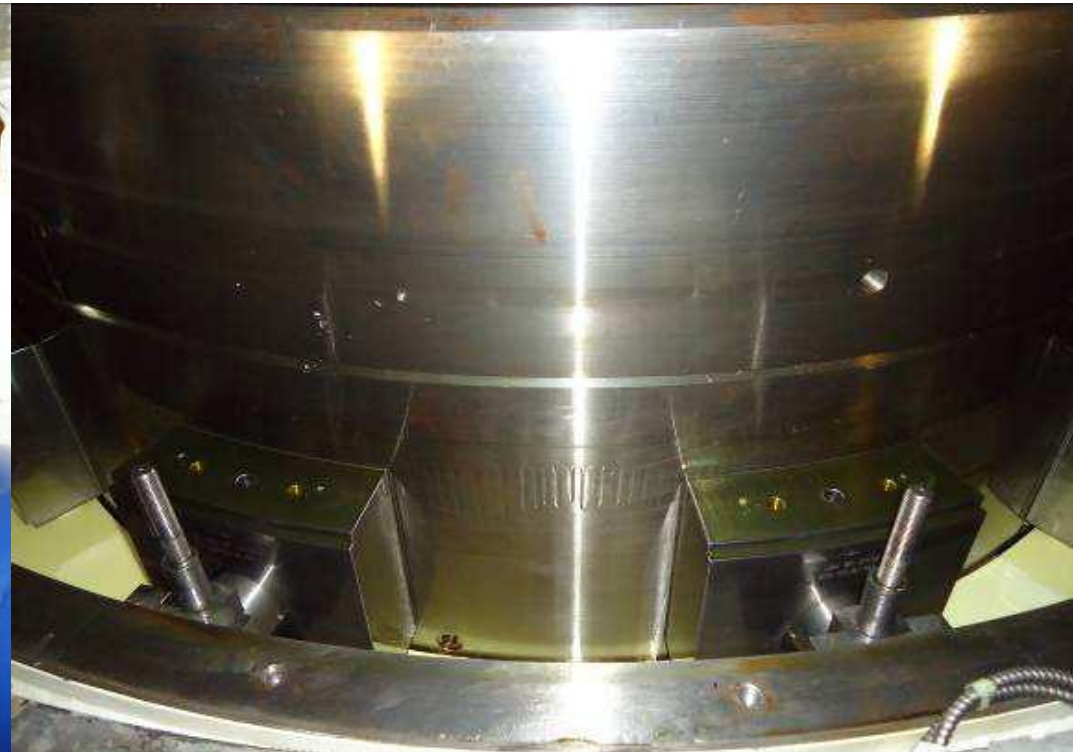
## Implementação no Protótipo



## Implementação no Protótipo

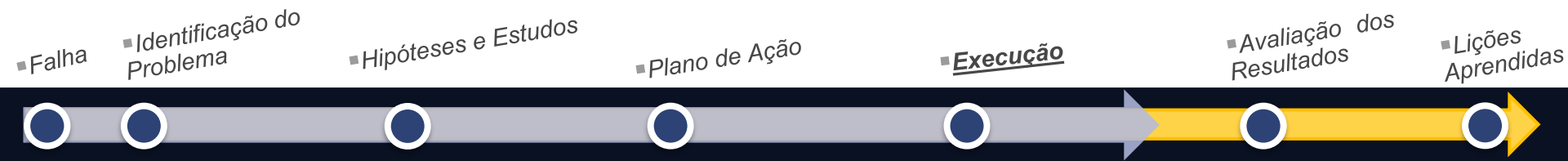
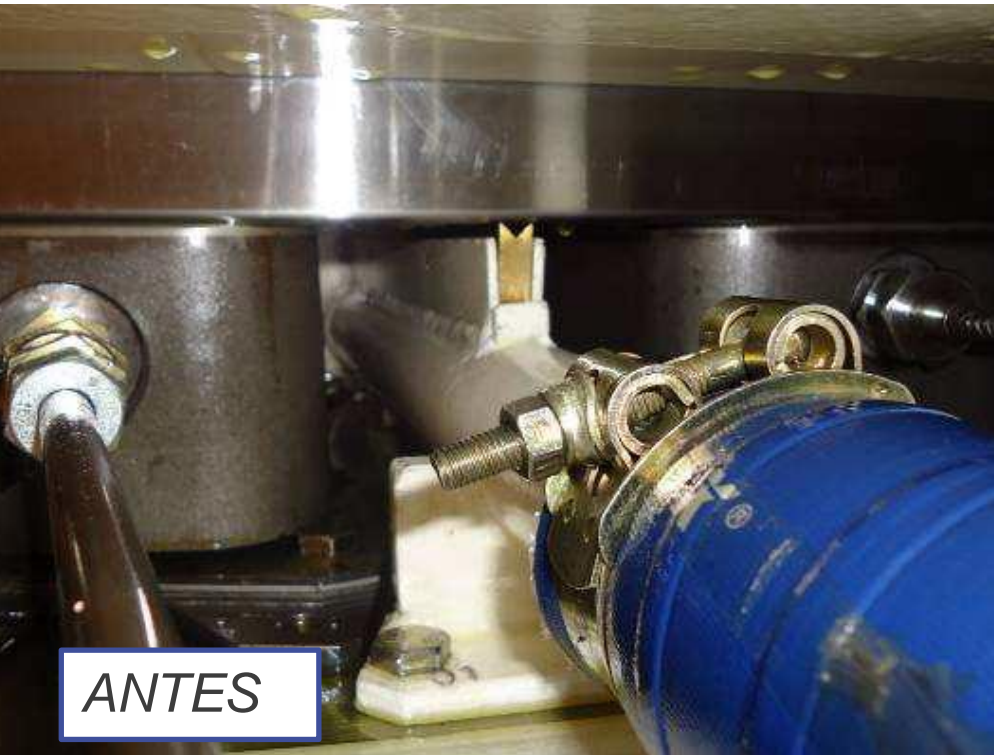


## Implementação no Protótipo

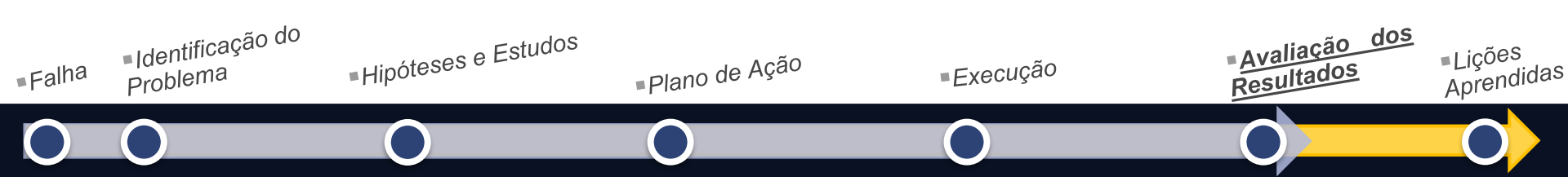




## Implementação no Protótipo



# Avaliação dos Resultados



# Avaliação dos Resultados

## *Informações Importantes*

- 25/12/2009 - Abertura da notificação
- 05/04/2010 até 10/06/2011 - Execução do modelo do mancal, fabricação e ensaios;
- 28/10/2011 – Parada programada da UG e implementação das melhorias;
- 17/01/2013 - Aprovação oficial do cliente



## Avaliação dos Resultados

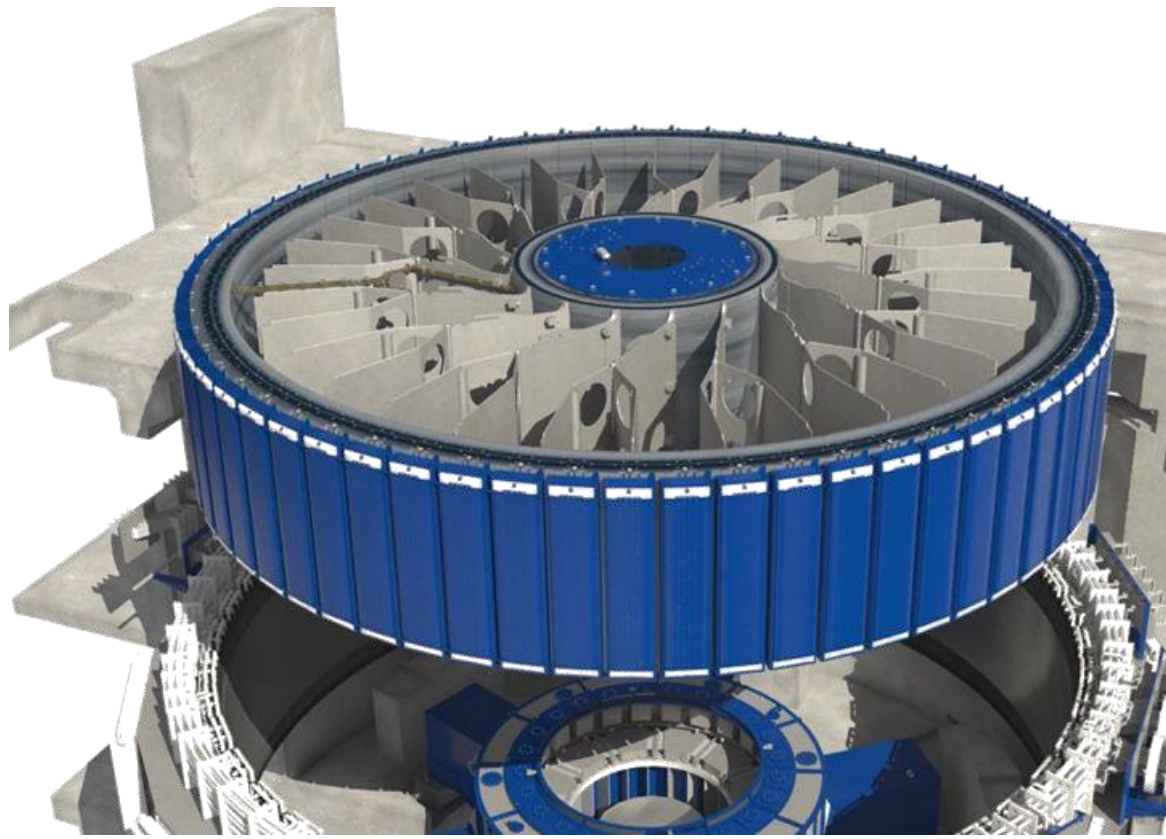
### *Informações Importantes*

- 07/12/2011 – A obra informa que a extração de óleo líquido pelo sistema de extração foi reduzido apenas a vapor, onde anteriormente era extraído aproximadamente 30 litros por mês.
- 29/11/2011 - Temperaturas média nos *Segmentos de Escora* de  $63^{\circ}\text{C}$  porém, *continua bem abaixo do garantido que é  $80^{\circ}\text{C}$ .*



# Lições Aprendidas

- ✓ Sistema de extração de vapor;
- ✓ Verificação para as novas *Risk Sheets* (*Folhas de Risco*) para os novos projetos.



# VOITH

Engineered Reliability

