



WEBINAR:  
**PI SYSTEM NO  
SETOR ELÉTRICO**

Iniciaremos às 9:30 am



WEBINAR:  
**PI SYSTEM NO  
SETOR ELÉTRICO**

Iniciaremos em instantes

# BEM-VINDOS



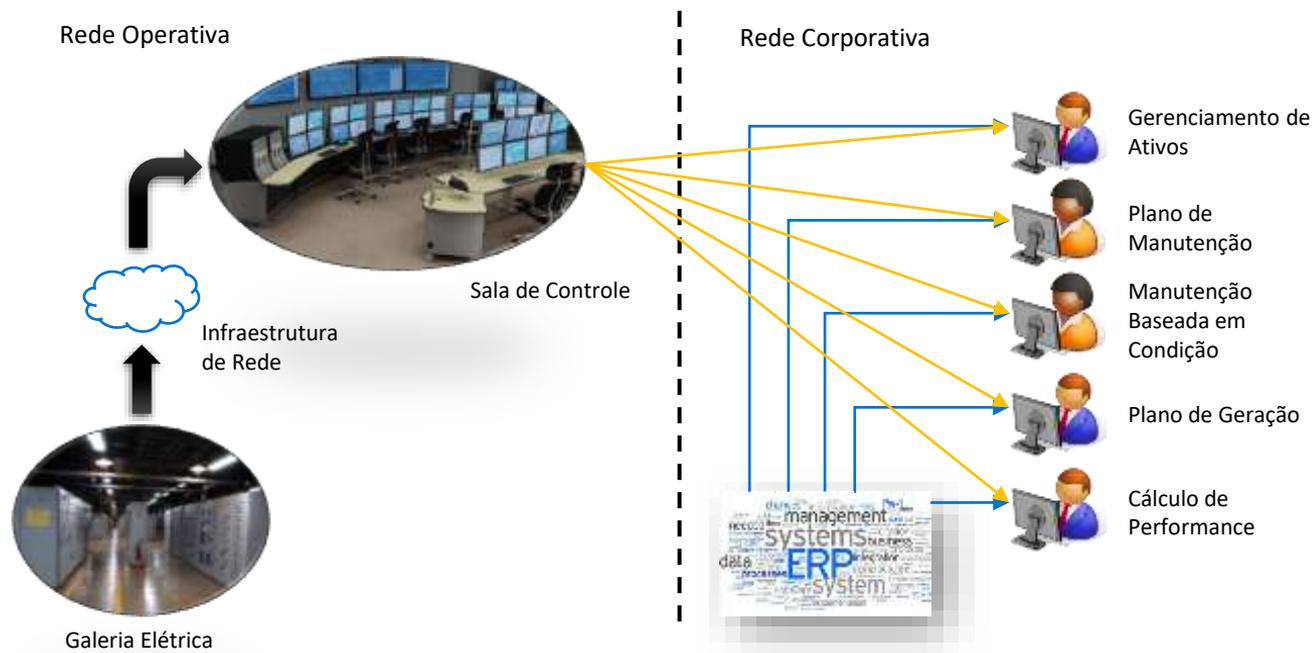
**OSI**soft

Paula Reichert, Regional Sales Manager, OSIsoft



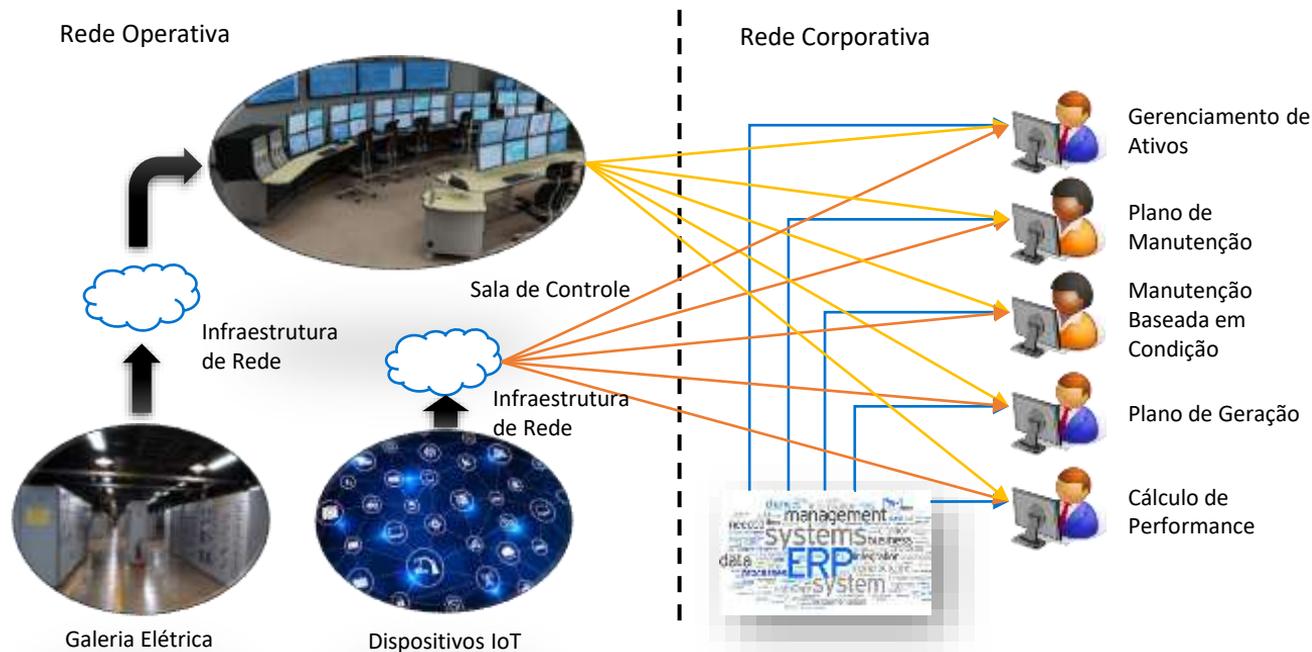
# O uso do PI System no Setor Elétrico

# O papel dos dados no Setor Elétrico



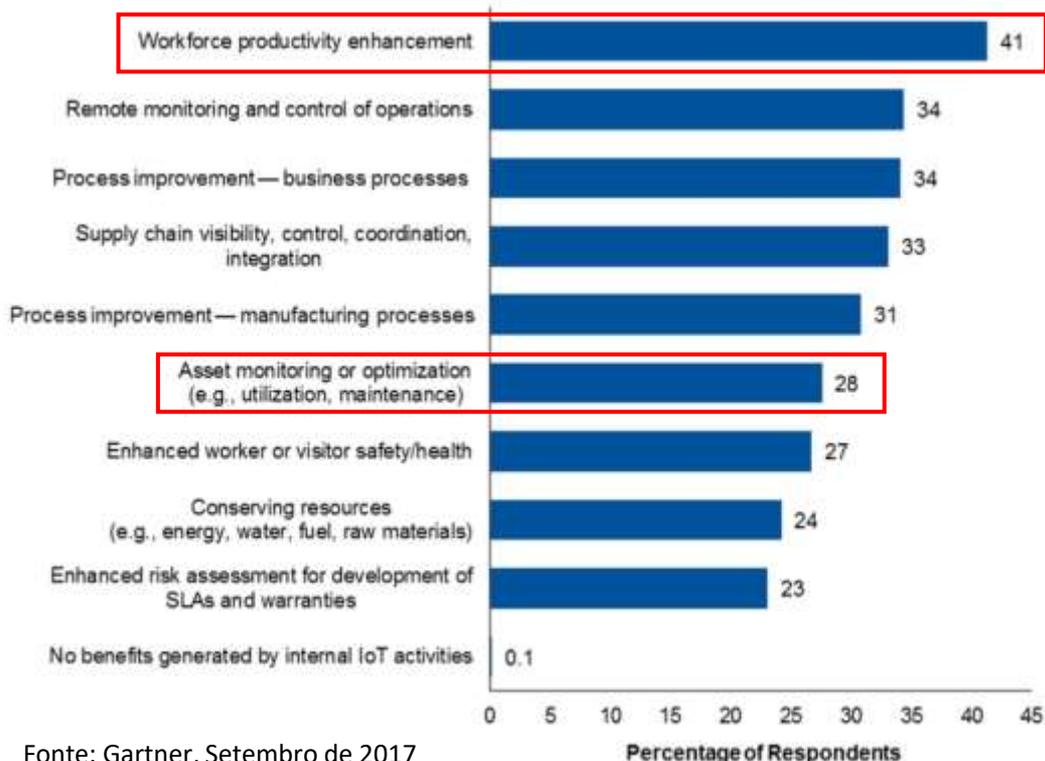
A análise de dados não é um conceito novo

# IoT introduz novas aplicações



As novas tecnologias aumentaram a visibilidade dos dados

# Quais vantagens estas tecnologias trazem?



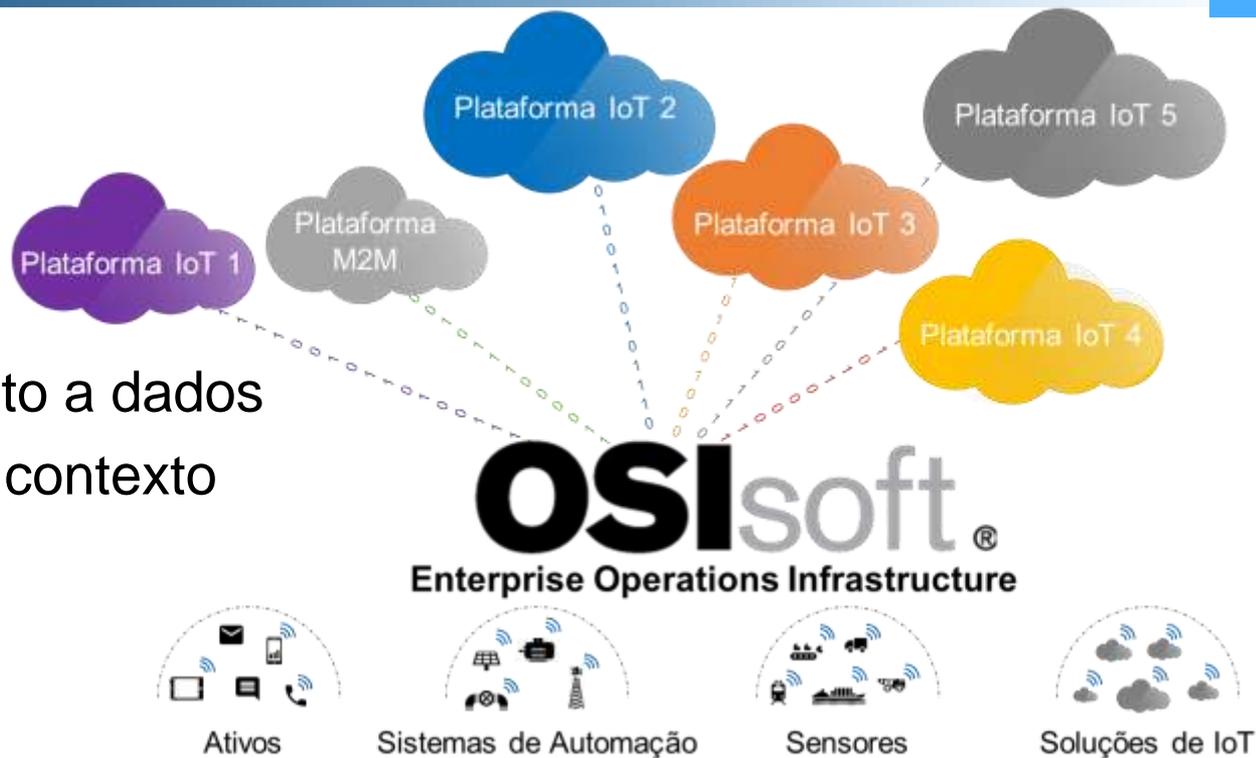
N = 707

- Com o acesso e a visibilidade dos dados ampliados há potencial para se gerar muito mais informação.
- **Dados ≠ Informação**
- Dados sem tratamento (contextualização, normalização, etc) são apenas números.

Fonte: Gartner, Setembro de 2017

# Os pilares da estratégia de IoT da OSIsoft

- Eliminar silos
- Prover acesso irrestrito a dados
- Capturar e preservar contexto



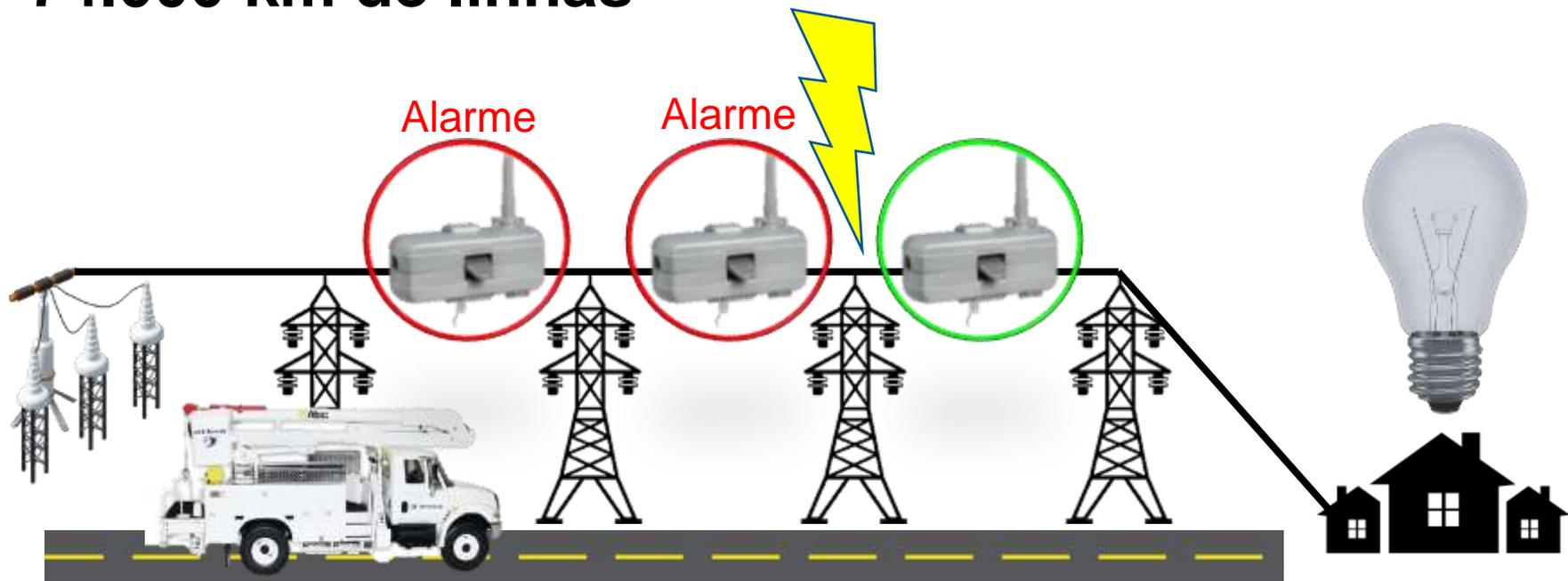




**Como os nossos clientes usam o  
PI System com estes dados?**

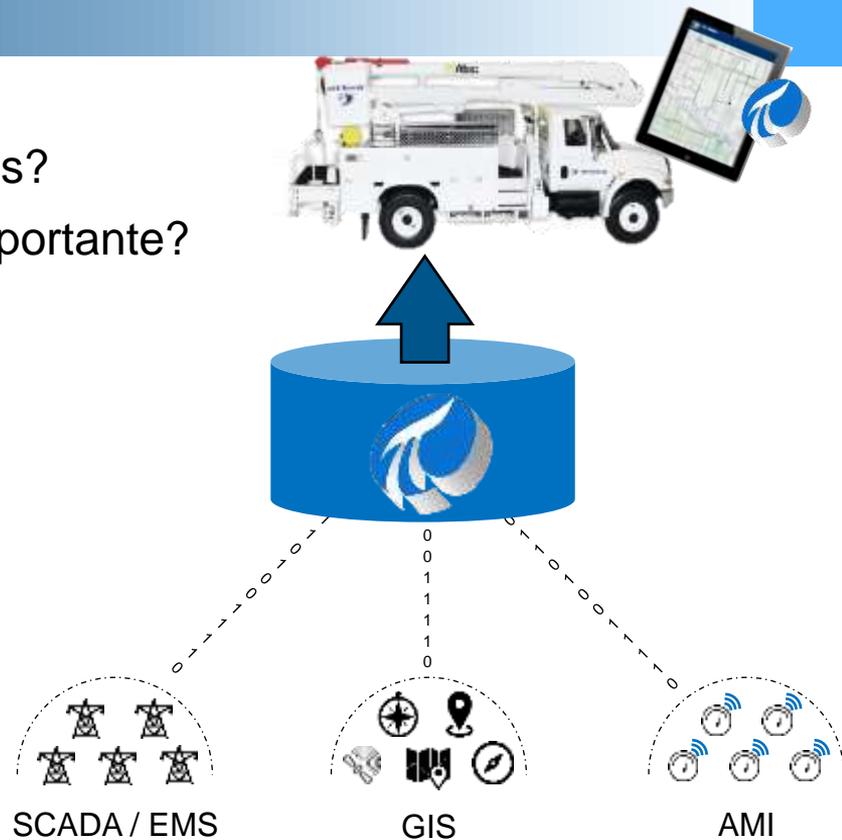
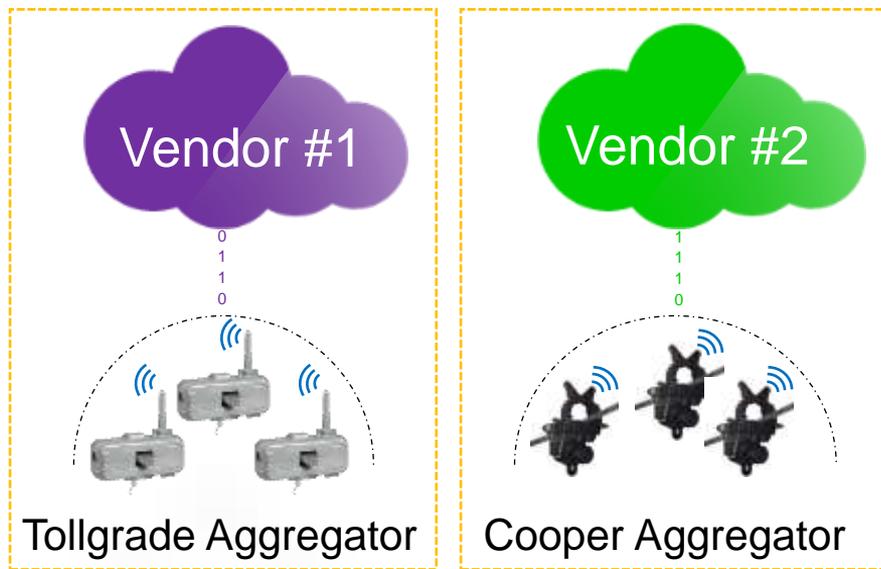
# DTE Energy: Visibilidade aumentada com IoT

~ 74.000 km de linhas

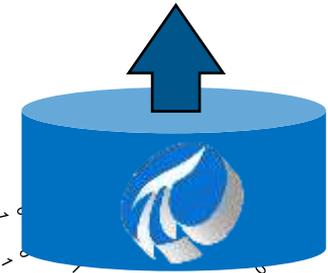
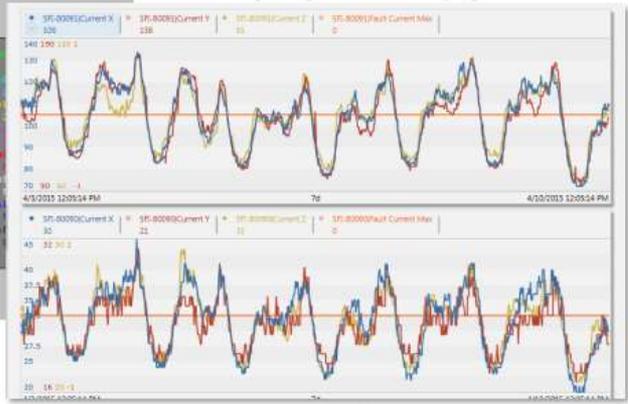
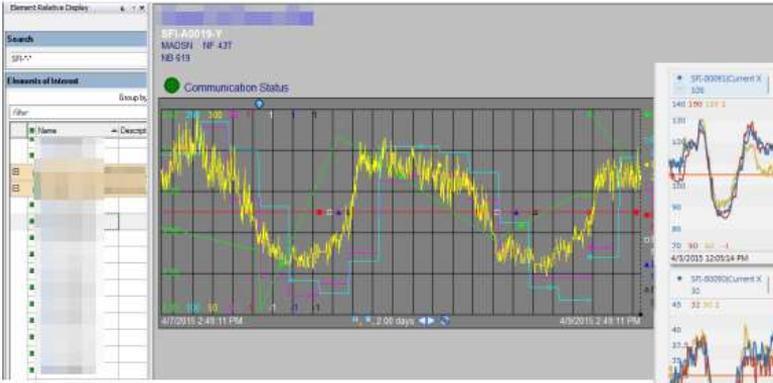


# Considerações chave

- Isto vai **isolar** dados de outras aplicações?
- Quando **tempo e capacidade** serão necessários?
- Você está **perdendo** alguma **funcionalidade** importante?



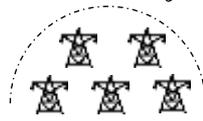
# Adoção estratégica de IoT



Tollgrade Aggregator



Cooper Aggregator



SCADA / EMS



GIS



AMI

# DTE Energy reduz interrupções

com o PI System e sensores wireless

## Desafio

Determinar onde enviar equipes em interrupções para minimizar tempo de inspeção e duração destas interrupções.

## Solução

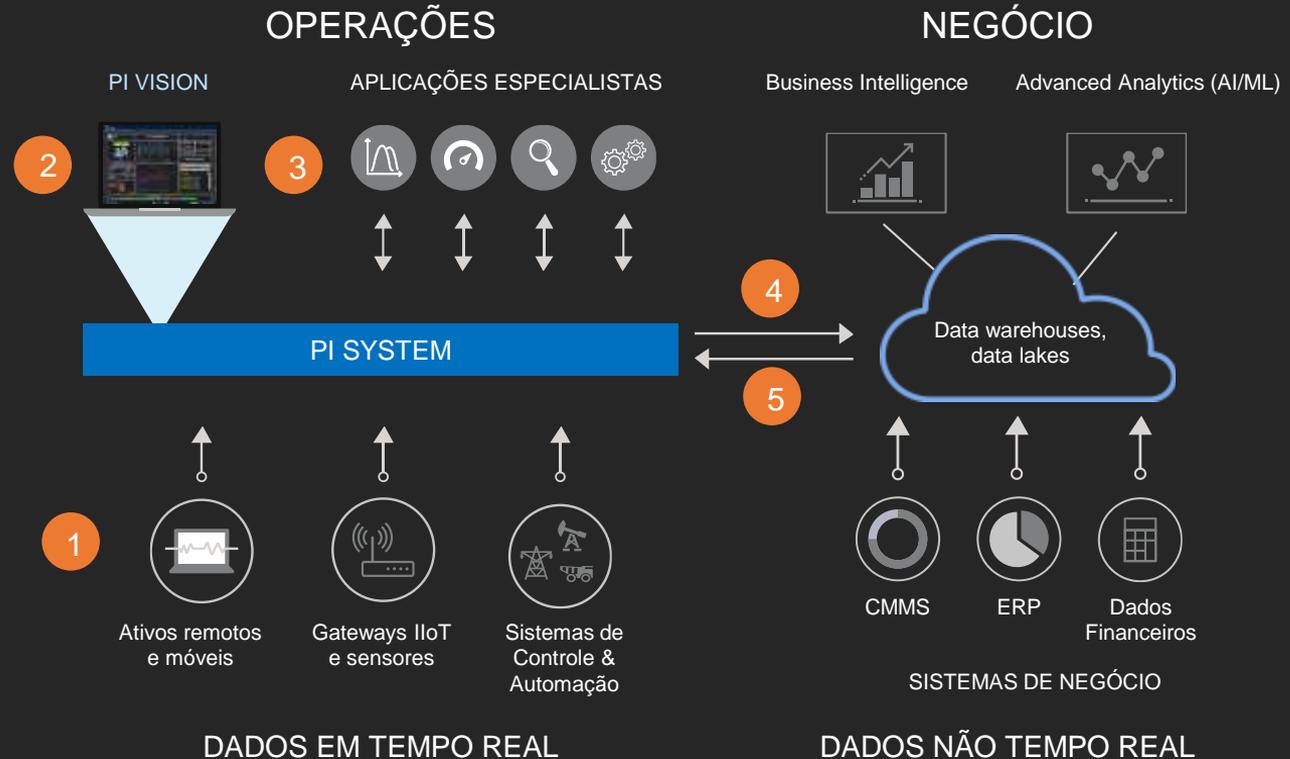
Instalar sensores wireless para isolar as faltas e alavancar as tecnologias da OSIsoft para coletar e compartilhar os dados na empresa.

## Resultados

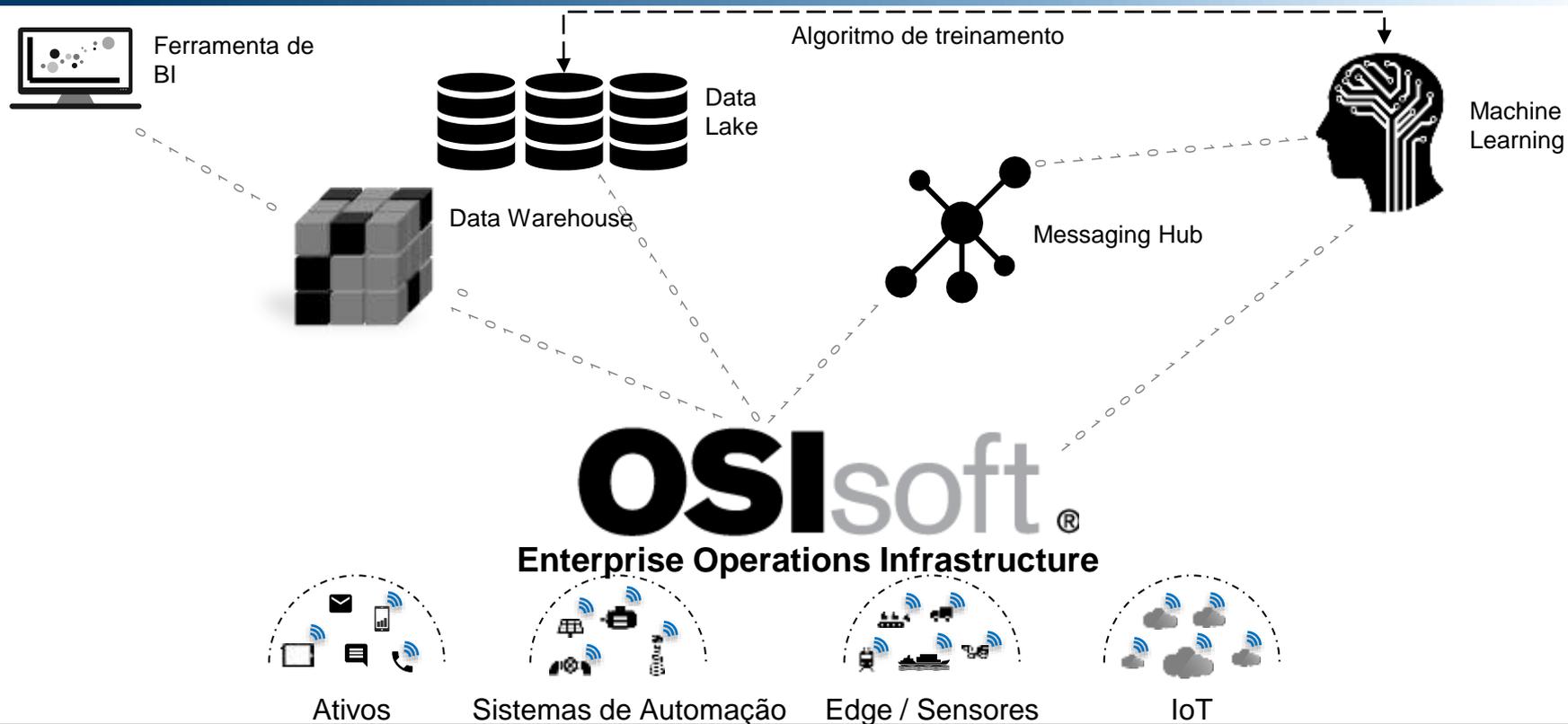
Redução de 500 mil minutos anuais em interrupções. Custo evitado de USD 25 mil por circuito para uma solução SCADA equivalente.

# A jornada para Advanced Analytics

- 1 Consolide dados operacionais
- 2 Crie dashboards com dados de tempo real
- 3 Agregue aplicações especializadas
- 4 Integre dados de OT a empresa
- 5 Valide e operacionalize ideias



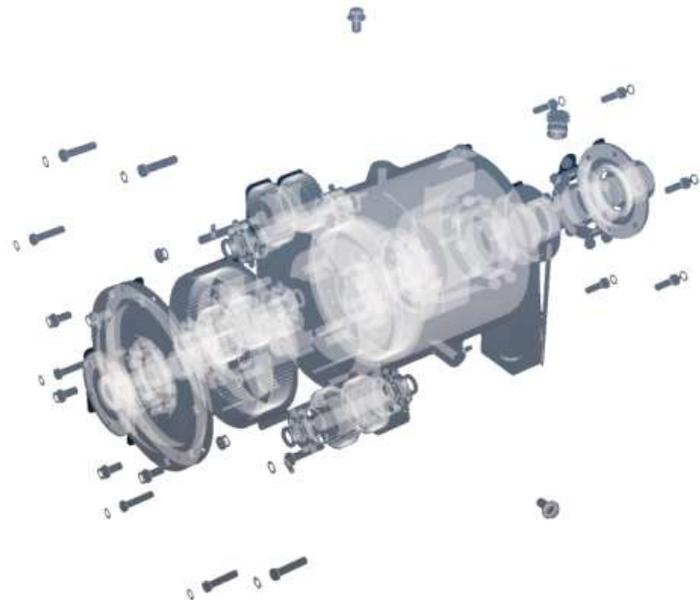
# Entregue seus dados a sua plataforma



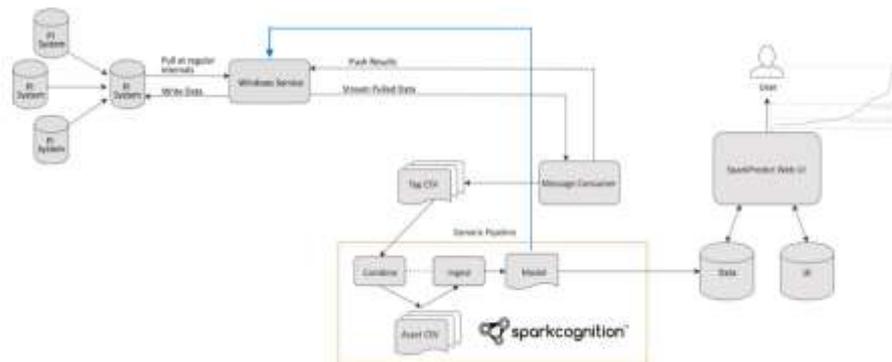
**OSIsoft**®  
Enterprise Operations Infrastructure

# Invenergy: Predição de falhas nas caixas multiplicadoras

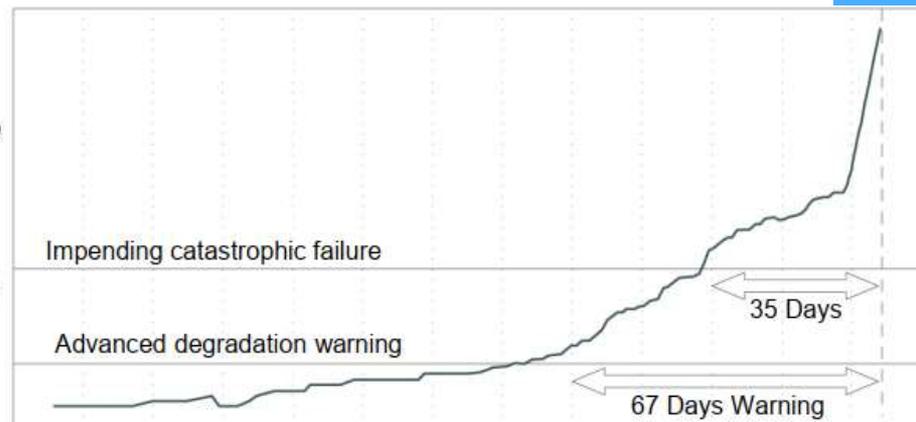
- **Motivação**
  - Falhas nas caixas multiplicadoras, pás do rotor e gerador respondem por 85% dos sinistros.
  - Custo com falhas no suporte planetário em mais de USD 350k
- **Objetivos principais do projeto**
  - Prever falhas nas caixas multiplicadoras com 30/60 dias de antecipação
  - Zero ou uma quantidade mínima de falsos positivos



# Invenergy: Predição de falhas nas caixas multiplicadoras



- 4 anos de dados históricos de 100 turbinas eólicas
- 27 variáveis com 10 min de resolução
- Sem dados de vibração
- Índice de risco calculado em cada hora
- Resultados gravados no PI System



- Antecipação de falhas catastróficas com **mais de 30 dias**.
- Antecipação de degradação avançada com **mais de 60 dias**.

# Invenergy reduz custos de manutenção

com o PI System e machine learning

## Desafio

Falhas inesperadas nas caixas multiplicadoras tem alto custo em reparos e paradas não programadas.

## Solução

Uso do PI System integrado a plataforma SparkCognition para construir uma aplicação de Machine Learning capaz de prever falhas.

## Resultados

Previsão de falhas catastróficas com mais de 30 dias de antecipação e de degradação avançada com mais de 60 dias.

# Considerações finais



Embora a análise de dados não seja uma novidade no setor elétrico, novas tecnologias abrem novas possibilidades de monitoramento ampliando a visibilidade.



Entretanto, um universo mais amplo de dados não apropriadamente transformados em informação torna-se um problema já que os usuários estarão “inundados” com números.



A transformação digital tem como pilar a **cultura orientada a dados** onde a contextualização, a segurança, a velocidade e a qualidade da informação gerada são fundamentais na tomada de decisão.

# THANK YOU



**OSI**soft®



**Luiz Kawafune**

Sr. Systems Engineer

[lkawafune@osisoft.com](mailto:lkawafune@osisoft.com)

# Pergunta 1

- Q: Como você consideraria (numa escala de 1 a 5) o grau de maturidade na Cultura Orientada a Dados na empresa em que trabalha?

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4
- E) 5

# Evolução do Relatório Diário com OSISoft PI System

Eduardo Primo de Souza, ONS

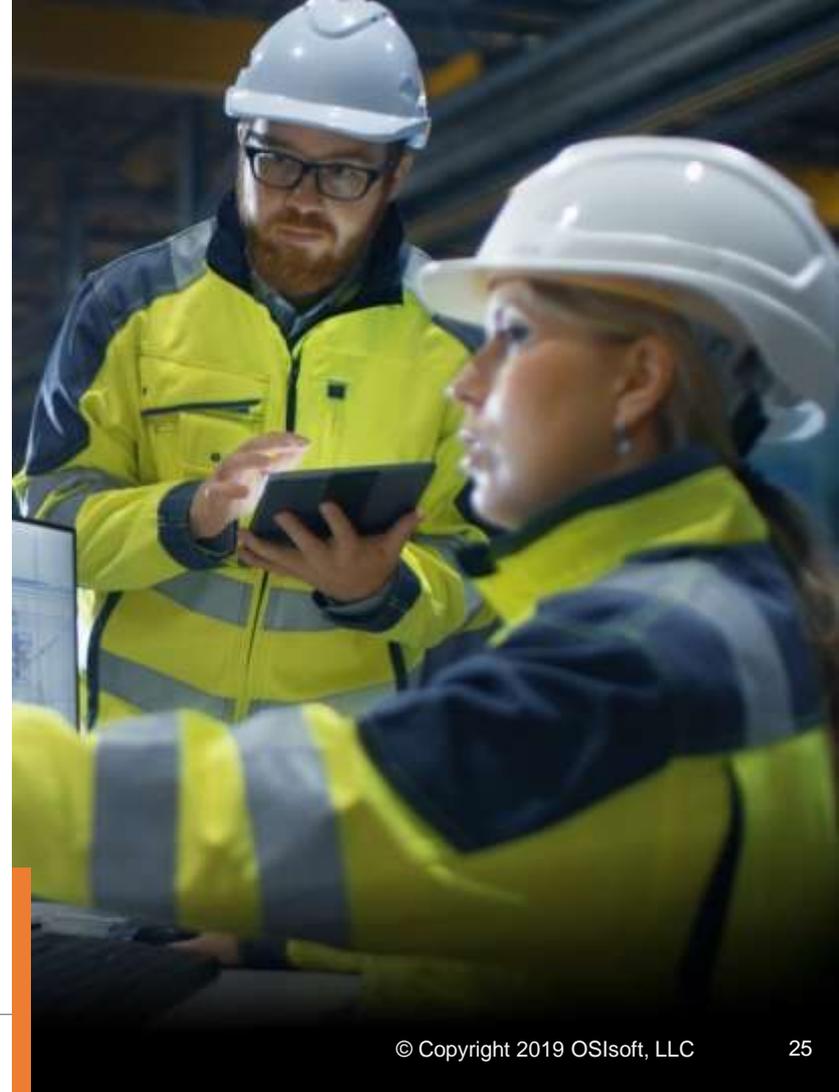


# O Nosso Time

- Adriano Elias
- Cloves Soares
- Domingos Savio
- Eduardo Primo
- Erica Motta
- Erotilde Boeno
- Fabiano Fernandes
- Flavio Lins
- Frederico Viana
- Guilherme Antonine
- João Batista
- João Marcelo
- Leandro Lomba
- Lismar Cassiano
- Marcelo Pestana
- Marcos Antonio
- Marcia Isabella
- Ricardo Vieira
- Roosevelt Atila
- Ylani Freitas
- e outros...

# AGENDA

- Area de Atuação do ONS
- Visão Geral da Infraestrutura
- Visão Geral da Arquitetura do Projeto
- Detalhes da Integração
- Monitoria da Integração
- Detalhes das Configurações
- Resultados



# Área de Atuação do ONS



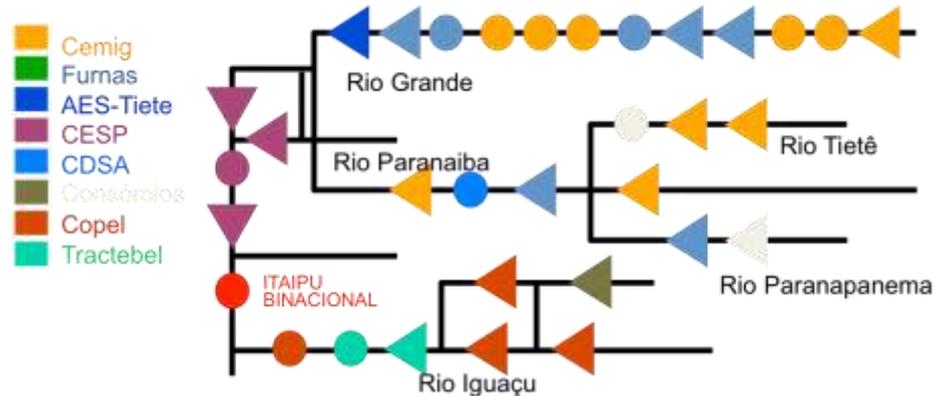
(\*) Número total de Agentes é 346. Alguns agentes são empresas verticalizadas

# Área de Atuação do ONS



- O SIN cobre quase todo o território nacional, estendendo-se do Pará ao Rio Grande do Sul, da costa ao Acre. Única capital isolada é Boa Vista.
- O SIN atende a praticamente todo o consumo de energia elétrica do país.
- Geração hidroelétrica ainda é predominante na matriz (67,5% em 2018)
- Geração térmica é complementar com diversas fontes: nuclear, carvão, gás natural, óleo combustível, diesel (13,7% em 2018). **Aumento da participação de outras fontes renováveis: eólicas, biomassa e solar (18,4% em 2018)**

# Área de Atuação do ONS



- ✓ Múltiplos proprietários: **58 empresas públicas e privadas possuem 156 usinas hidro (> 30 MW) em 16 bacias hidrográficas à 109.708 MW.**
- ✓ Há atualmente **69 usinas com reservatório** (regulação mensal ou acima), **87 usinas a fio d'água** e **4 usinas de bombeamento.**
- ✓ Com usinas em construção, as **hidrelétricas totalizarão 114.449 MW no SIN em dez/2023.**
- ✓ Interdependência entre usinas e bacias é a base para a **coordenação centralizada da operação do SIN.**

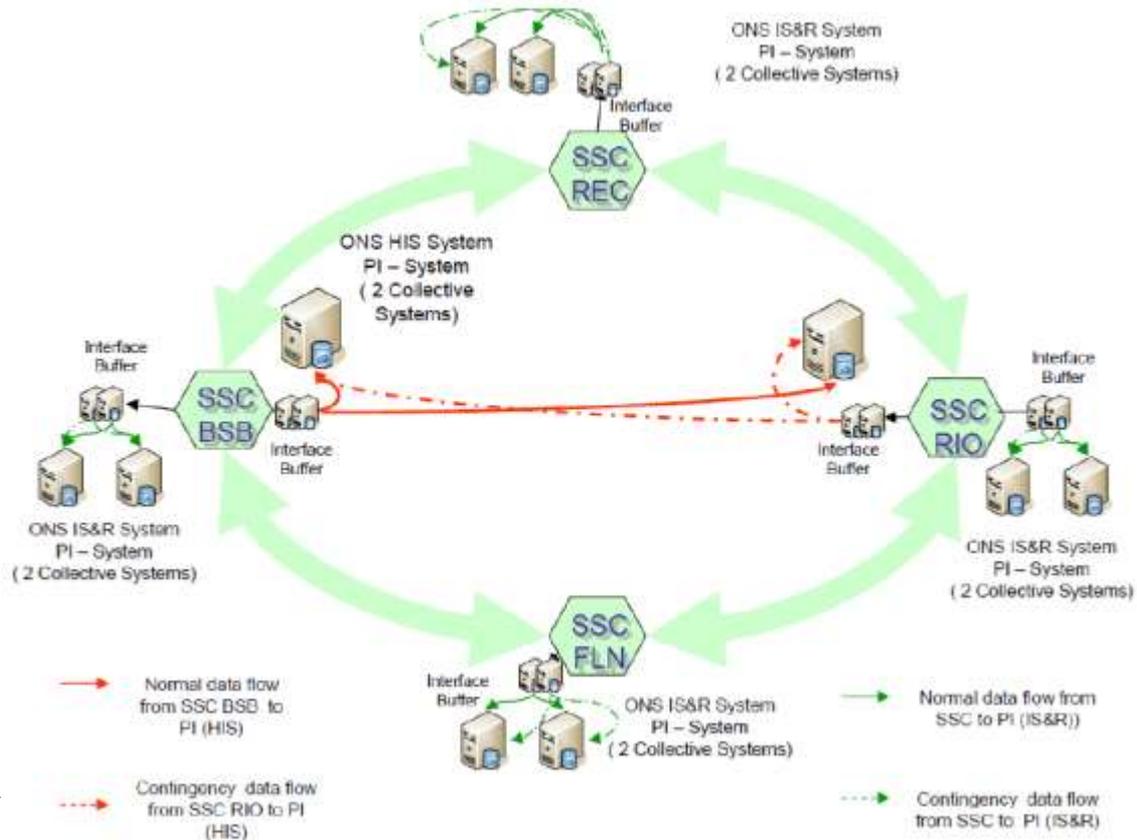
# Área de Atuação do ONS



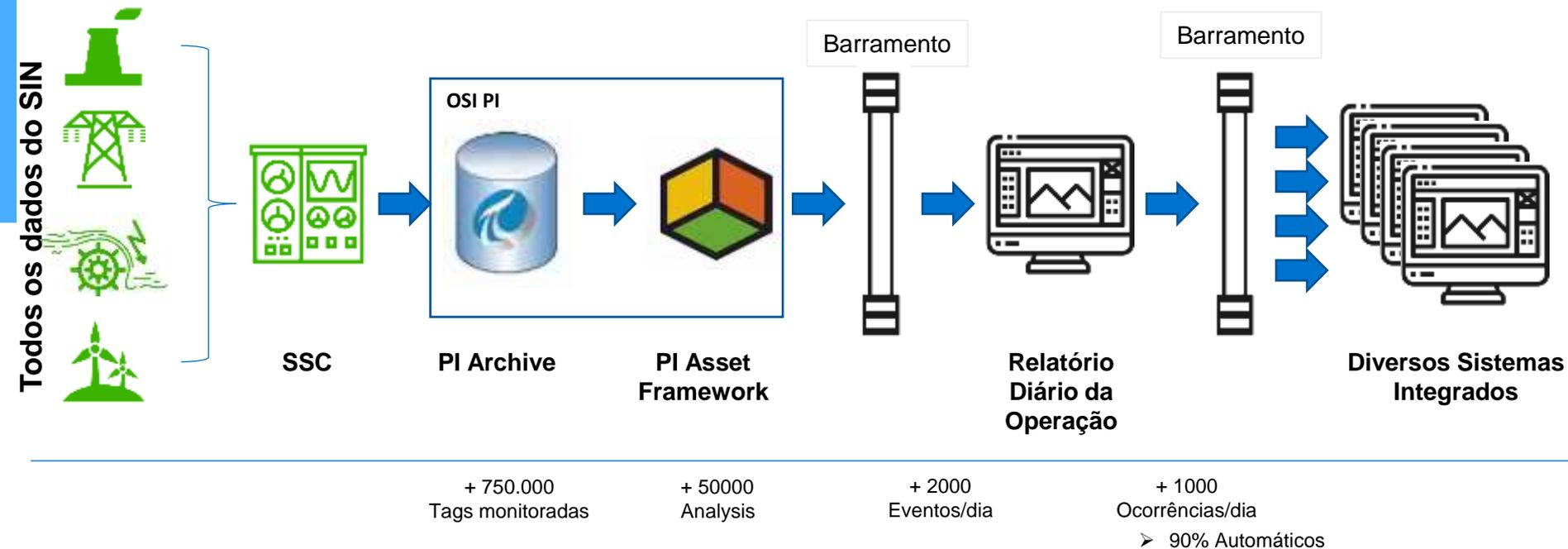
## Os Centros do ONS:

- ✓ Anualmente controlam cerca de **50.000** intervenções;
- ✓ Mais de **3 milhões** de Tags;
- ✓ Recebem a cada **4 segundos** cerca de **87.000** medidas analógicas e **157.000** estados digitais de chaves e disjuntores;
- ✓ Gravam diariamente mais de **1,5 milhões** de medidas a cada **10 segundos**;
- ✓ Utilizam sistema de telecomunicações com disponibilidade igual ou acima de **99,98%**;
- ✓ Têm à disposição **1.207** documentos de operação e **2.112** diagramas unifilares sempre atualizados.

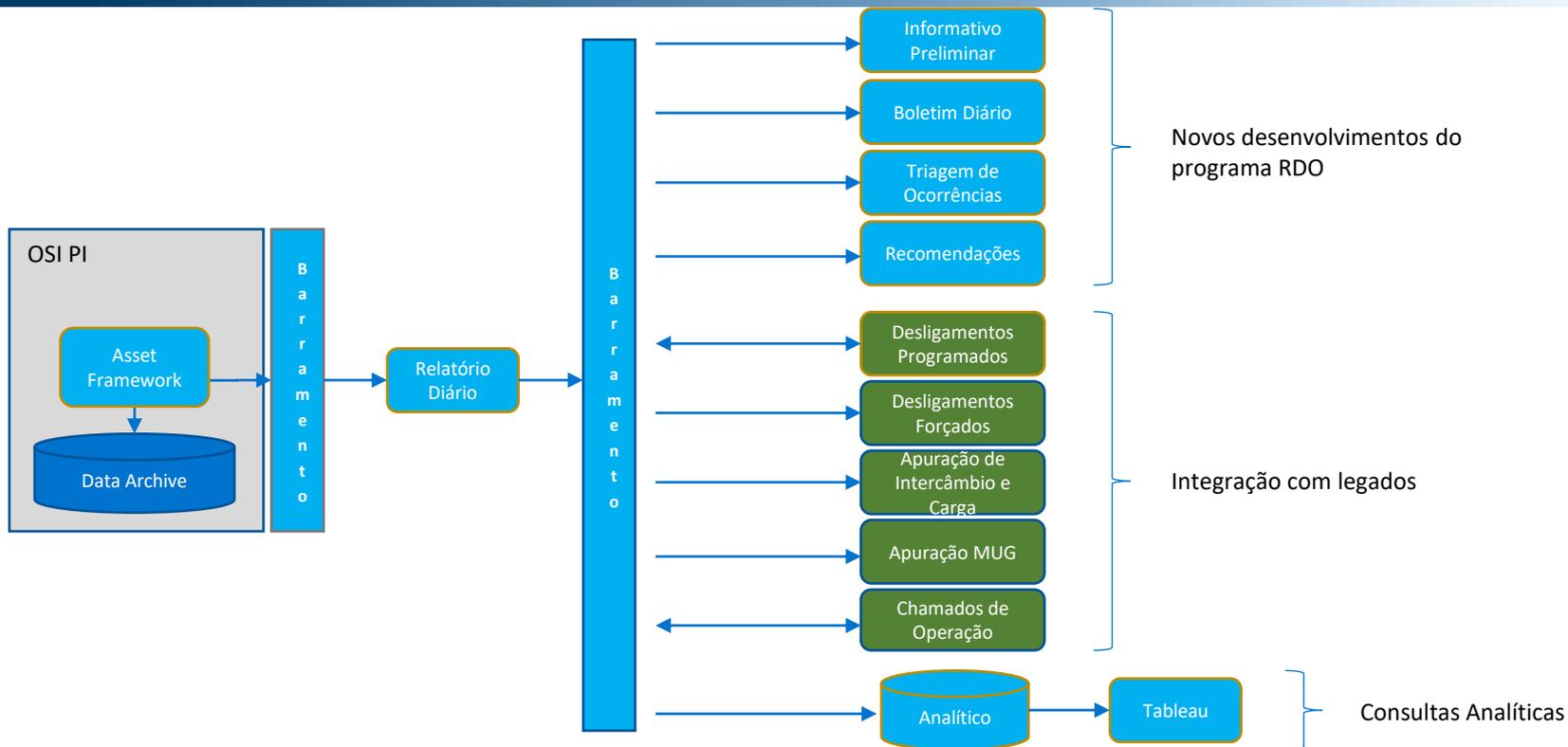
# Visão Geral da Infraestrutura



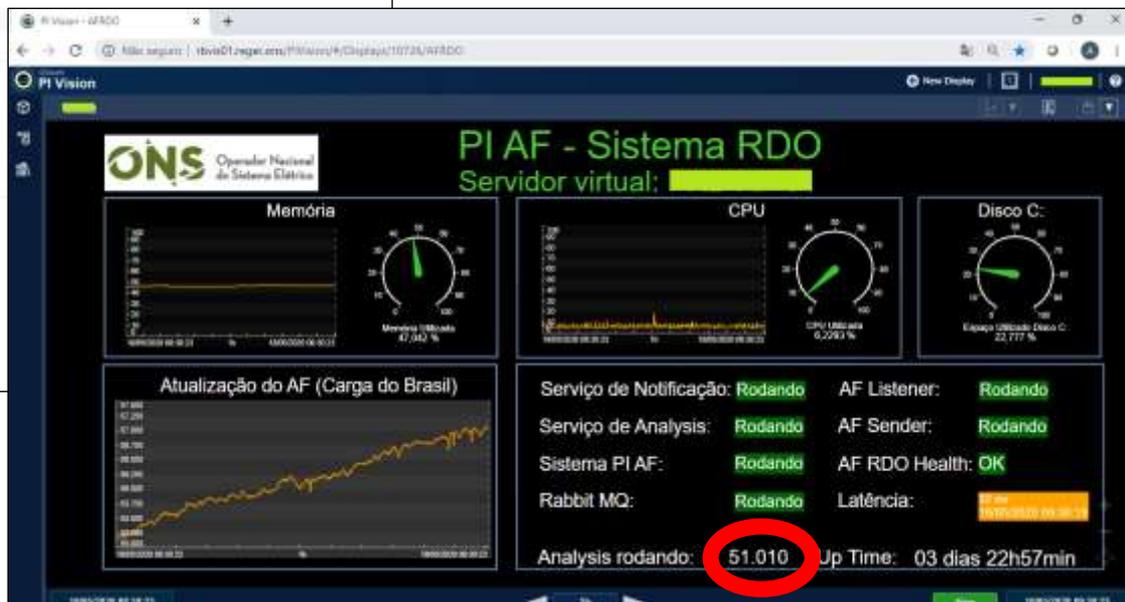
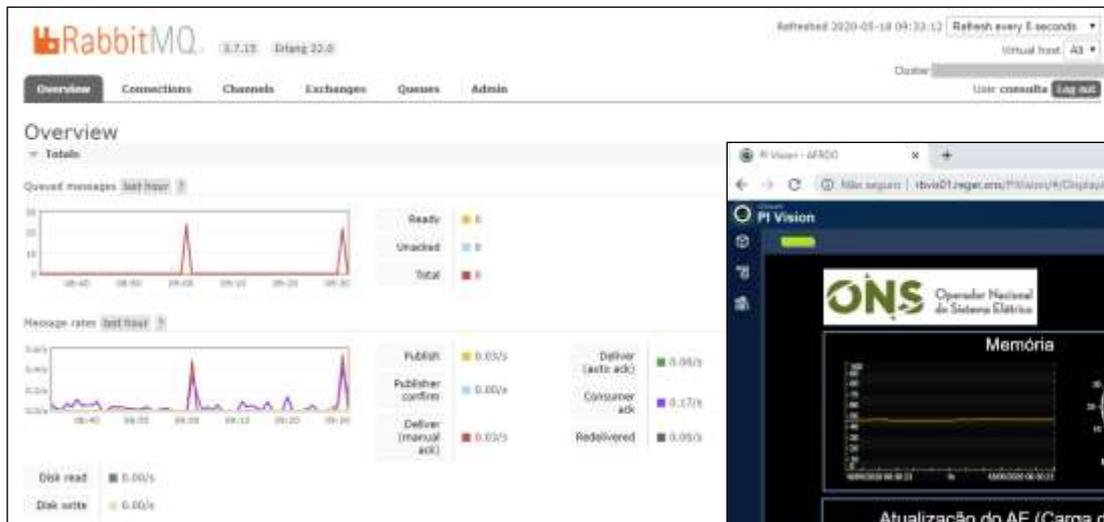
# Visão Geral da Arquitetura do Projeto



# Detalhes da Integração



# Monitoria da Integração do OSI Soft PI e RDO



# Detalhes das Configurações

## Event Frames e Notificações mais significativos

- Mudanças de estado de unidades geradoras
- Reprogramações de geração térmica e hidráulica
- CAG ligado ou desligado e modo de modalidade de operação
- Desvios de carga programada/verificada
- Desvios de frequência
- Equipamentos ligados ou desligados
- Violação e limites operativos
- Eventos e lotes
- Possibilidade de agrupamento dos vários equipamentos de um desligamento em um único registro automaticamente

# Configuração de Regras no OSI PI AF

SPILS

General Child Elements Attributes Ports Analyses Notification Rules Version

Name Backfilling

✓	✓	✓	Geração Fora da Faixa Programada Usina Hidráulica	✓
✓	✓	✓	f(x) med_1h	✓
✓	✓	✓	f(x) med_30m	✓

Name: Geração Fora da Faixa Programada Usina Hidráulica

Description:

Categories:

Analysis Type:  Expression  Rollup  Event Frame Generation  SQC

[Create a new notification rule for Geração Fora da Faixa Programada Usina Hidráulica](#)

Generation Mode: Explicit Trigger Event Frame Template: Geração Fora da Faixa Programada Usina Hidráulica

Add... Evaluate

Name	Expression	True for	Severity	Value at Evaluation	Value at Last Trigger
Variables					
thereIsNoBadVal	if BadVal('Desvio última hora') or BadVal('Geração Veri			True	True
isElectricaINet	if Contains('Element Path', "RedeEletrica") then true e			True	True
isCAG0n	if badval( 'usi_pi_cag') then false else if ('usi_pi_ca			True	True
verLastHour	'Geração Verificada última hora'			2513,1	2568,7
progrLastHour	'Geração Programada última hora'			1781,1	1800
diFLastHour	Abs{progrLastHour - verLastHour}			732,04	768,73
devPercLastHour	if not badval(verLastHour) and not badval(progrLastHour (if progrLastHour>0 then (if verLastHour>10 then 100 e]			41,1	42,707

Evaluation Time: 08/05/2020 12:05:40 Last Trigger Time: 08/05/2020 12:00:00 Elapsed Evaluation Time: 23,5ms

Advanced Event Frame Settings...

# Event Frames e Notificações

## Ocorrências de Mudanças de estado de unidades geradoras

REGISTRO DE OCORRÊNCIA - MAM DE ESTADO DO EQUIPAMENTO

Consolidar Mudanças Registro de Ocorrência

Pesquisando

COSR-SE

Filtrar instalações

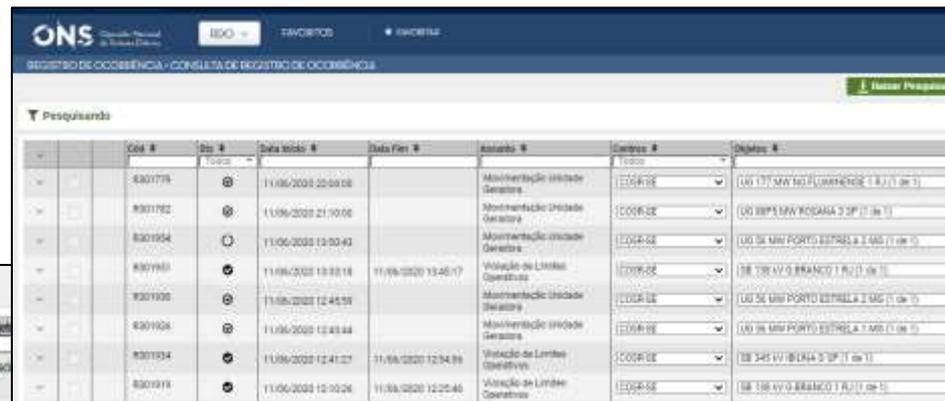
- USU ESTU PEDREIRA-SP
- USU EUCLEDES DA CUNHA-SP
- USU FONTES NOVAS-RJ
- USU FUNIL GRANDE-MG
- USU FUNIL RJ
- USU FURNAS-MG
- USU GULLMAN AVORIM-MG
- USU HENRY BORDEN EXTERNA-SP
- USU HENRY BORDEN SUBTERRANEA-SP
- USU BIFINSA-SP
- USU GADAFUVA-MG
- USU GARAPÉ 1-MS
- USU ILHA POVIDOS-RJ
- USU ILHA SOLTEIRA-SP**
- USU IBAPE-GO-MG
- USU ITAPU GO HZ-PR
- USU ITAPU GO HZ-PR
- USU ITUPINGA-US-MG
- USU JARUARÁ-US-MG

Equipamento	USU 176 MW ILHA SOLTEIRA 1-SP	USU 176 MW ILHA SOLTEIRA 2-SP	USU 176 MW ILHA SOLTEIRA 3-SP	USU 176 MW ILHA SOLTEIRA 4-SP
Tipos de Rede	BP CENTRALIZADO	BP CENTRALIZADO	BP CENTRALIZADO	BP CENTRALIZADO
Estado Operativo	DCD Desligado - Condição Operativa			
Condição Operativa	NOR Em operação Normal			
Condição de	Condição de	Condição de	Condição de	Condição de
Intervenções	Intervenções	Intervenções	Intervenções	Intervenções
Equipamento	USU 170 MW ILHA SOLTEIRA 5-SP	USU 170 MW ILHA SOLTEIRA 6-SP	USU 170 MW ILHA SOLTEIRA 7-SP	USU 170 MW ILHA SOLTEIRA 8-SP
Tipos de Rede	BP CENTRALIZADO	BP CENTRALIZADO	BP CENTRALIZADO	BP CENTRALIZADO
Estado Operativo	DCD Desligado - Condição Operativa			
Condição Operativa	NOR Em operação Normal			
Condição de	Condição de	Condição de	Condição de	Condição de
Intervenções	Intervenções	Intervenções	Intervenções	Intervenções

# Principais Capacidades da Solução

- Realização do backfill automático quando há falha de atualização de eventos;
- Conceito de registro compartilhado, possibilitando a inserção de dados nos registros por centros envolvidos.
- Preenchimento automático dos componentes do turno ao iniciar o turno.
- Geração de relatório de ocorrências a qualquer momento;
- Identificação do registros por ID único. Ex: R280116
- Possibilidade de relacionar registros “pai” e “filho”.
- Incorporação de registros à passagem de turno;
- Fechamento automático de registros
- Envio de registros por sms ou teams
- Inibição de eventos;

	Cód #	Data Inicio #	Data Fim #	Evento #	Centro #	Tipo do Objeto #	Família do Objeto #
	E960615	11/06/2020 13:32:49		Equipamento Desligado	COSRAE	Equipamento	Unidade Gerac Térmica
	E960554	11/06/2020 13:09:27	11/06/2020 13:09:30	Equipamento Desligado	COSRAE	Equipamento	Linha de Transmissão
	E960300	11/06/2020 12:49:17		Equipamento Desligado	COSRAE	Equipamento	Capacitor
	E960499	11/06/2020 12:49:10	11/06/2020 12:49:10	Equipamento Desligado	COSRAE	Equipamento	Capacitor



ONS - Companhia Nacional de Energia Elétrica

REGISTRO DE OCORRÊNCIA - COMPLETA DE REGISTRO DE OCORRÊNCIA

Busca Pesquisa

Pesquisando

	Cód #	Des #	Data Inicio #	Data Fim #	Evento #	Centro #	Objeto #
	8301779		11/06/2020 20:09:08		Manutenção Unidade Geradora	COOR-DE	UN 177 MW NO 4 (UNIMATER 1 B.U. (M. T))
	8301782		11/06/2020 21:10:00		Manutenção Unidade Geradora	COOR-DE	UN 88PA MW ROSARA 2 (P.U. (M. T))
	8301954		11/06/2020 19:50:43		Manutenção Unidade Geradora	COOR-DE	UN 36 MW PORTO ESTRELA 2 (M. T. (M. T))
	8301961		11/06/2020 19:00:18	11/06/2020 19:45:17	Violação de Limite Operativo	COOR-DE	UN 208 MW 3 BRANCO 1 (P.U. (M. T))
	8301960		11/06/2020 12:45:59		Manutenção Unidade Geradora	COOR-DE	UN 56 MW PORTO ESTRELA 2 (M. T. (M. T))
	8301958		11/06/2020 12:43:44		Manutenção Unidade Geradora	COOR-DE	UN 36 MW PORTO ESTRELA 2 (M. T. (M. T))
	8301934		11/06/2020 12:41:27	11/06/2020 12:54:59	Violação de Limite Operativo	COOR-DE	UN 345 MW BELA 3 (P.U. (M. T))
	8301919		11/06/2020 12:30:26	11/06/2020 12:25:46	Violação de Limite Operativo	COOR-DE	UN 36 MW 3 BRANCO 1 (P.U. (M. T))

# Resultados

- Alta cobertura da monitoria de ocorrências.
- Aumento da completude nos registros, já que os dados são trazidos automaticamente, o que também reduz o erro de preenchimentos manuais.
- Aumento da eficiência nos registros:
  - 95% dos eventos são automaticamente
  - 80% das ocorrências são automaticamente criadas
  - 20% das ocorrências são automaticamente validadas e fechadas

# THANK YOU



# Análise da Operação de Banco de Capacitores

Hélio Hanawa, ISA CTEEP  
Djalma Henrique Rodrigues, ISA CTEEP

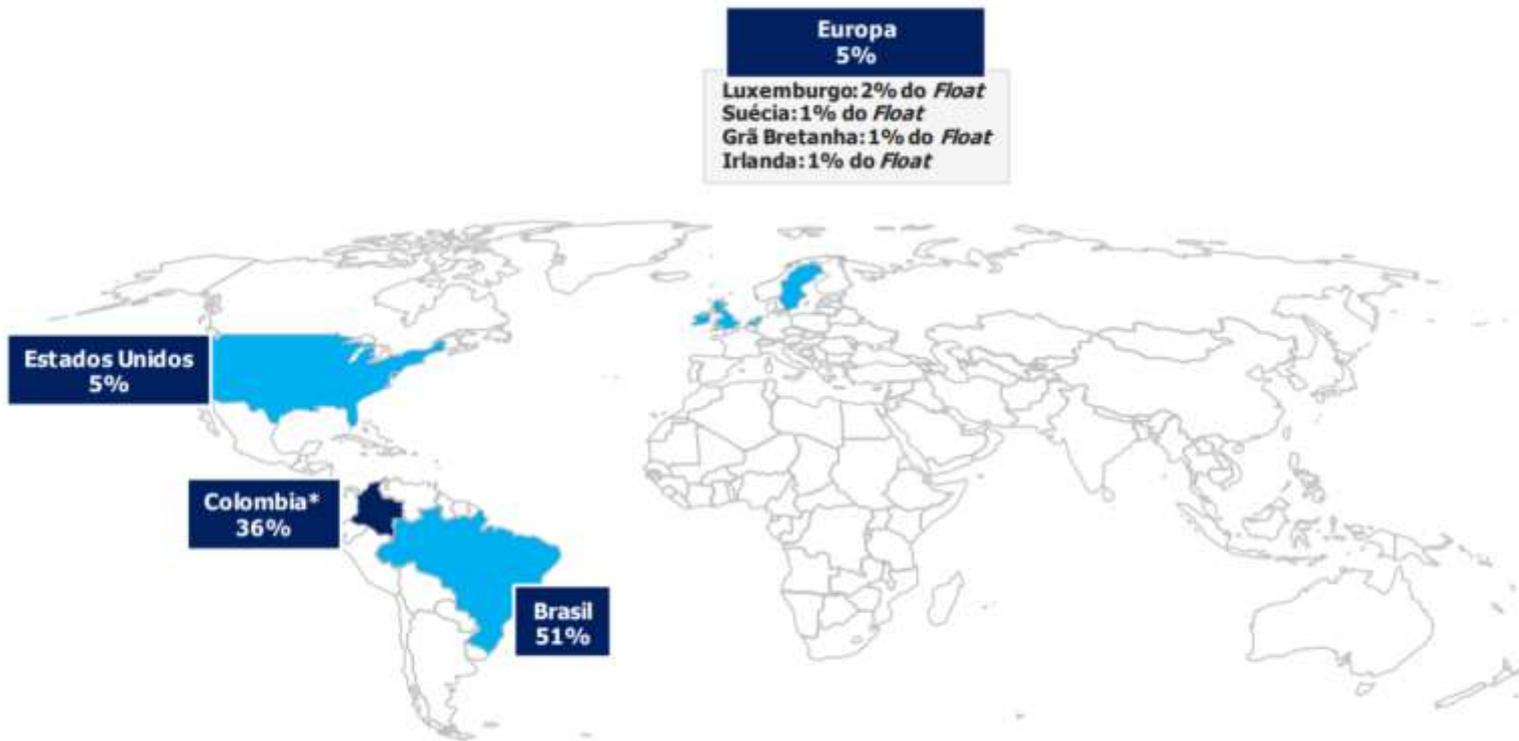


# Agenda

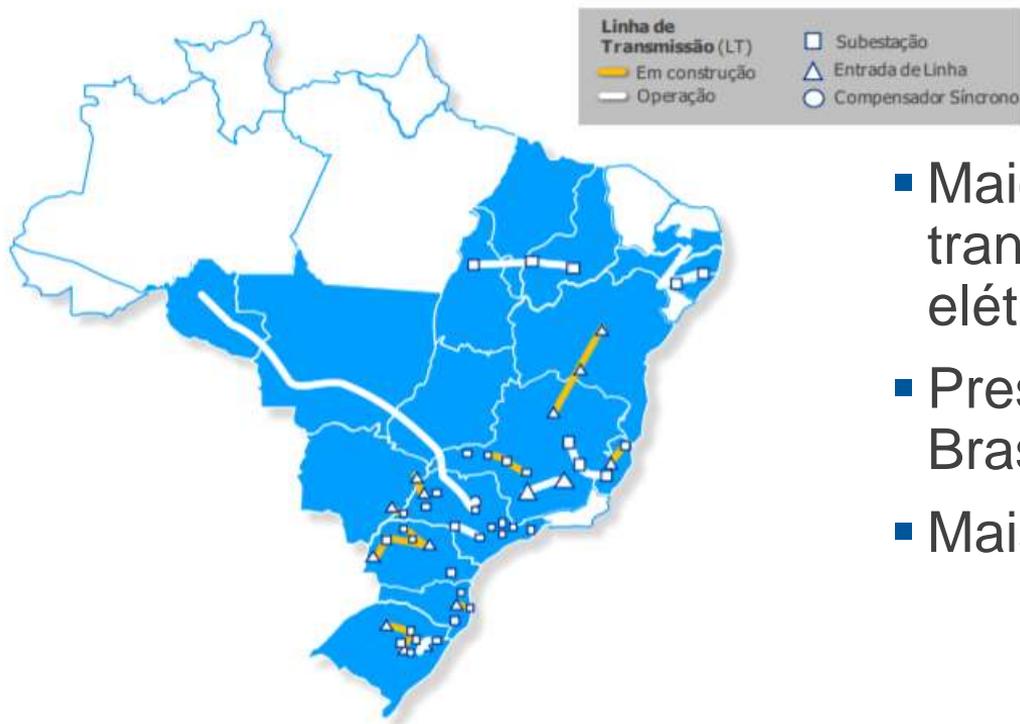
- Sobre a ISA CTEEP
- Motivação e Desafios do Projeto
- Soluções do Projeto
- Resultados Obtidos e Impactos no Negócio



# Grupo ISA



# Sobre a ISA CTEEP



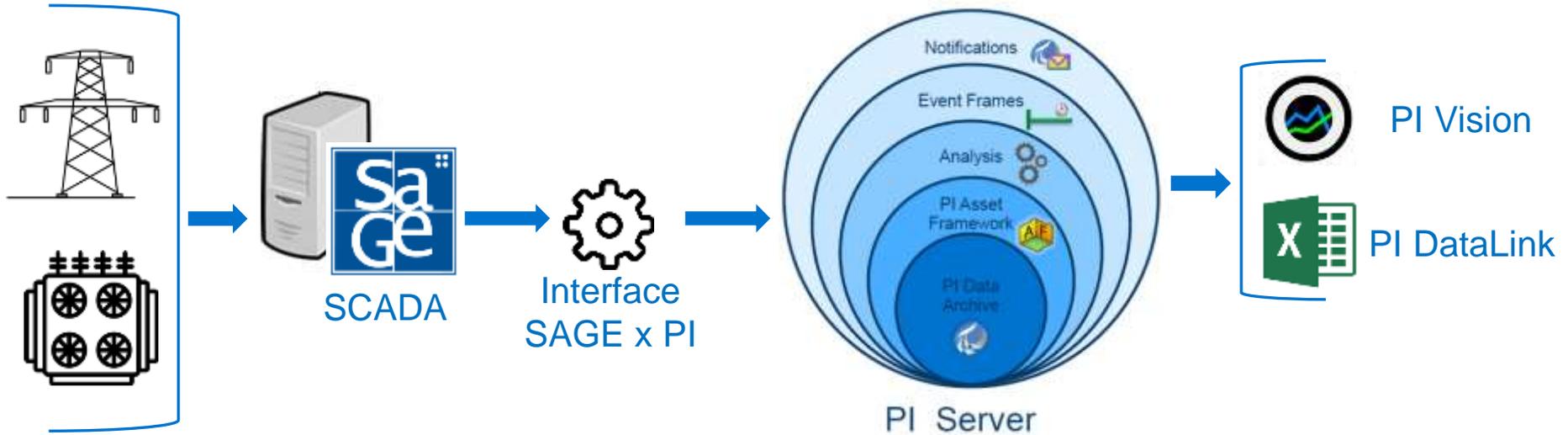
- Maior empresa privada de transmissão de energia do setor elétrico brasileiro.
- Presente em 17 estados do Brasil.
- Mais de 1.400 colaboradores.

# Sobre a ISA CTEEP

- Energia transmitida:
  - 33% de toda energia elétrica produzida no País.
  - 60% da energia consumida na região Sudeste.
  - 94% da energia consumida no Estado de São Paulo.
- Capacidade instalada de 65,9 mil MVA de transformação.
- 18,6 mil km de linhas de transmissão.
- 126 subestações com tensões de até 550 kV.



# PI System na ISA CTEEP

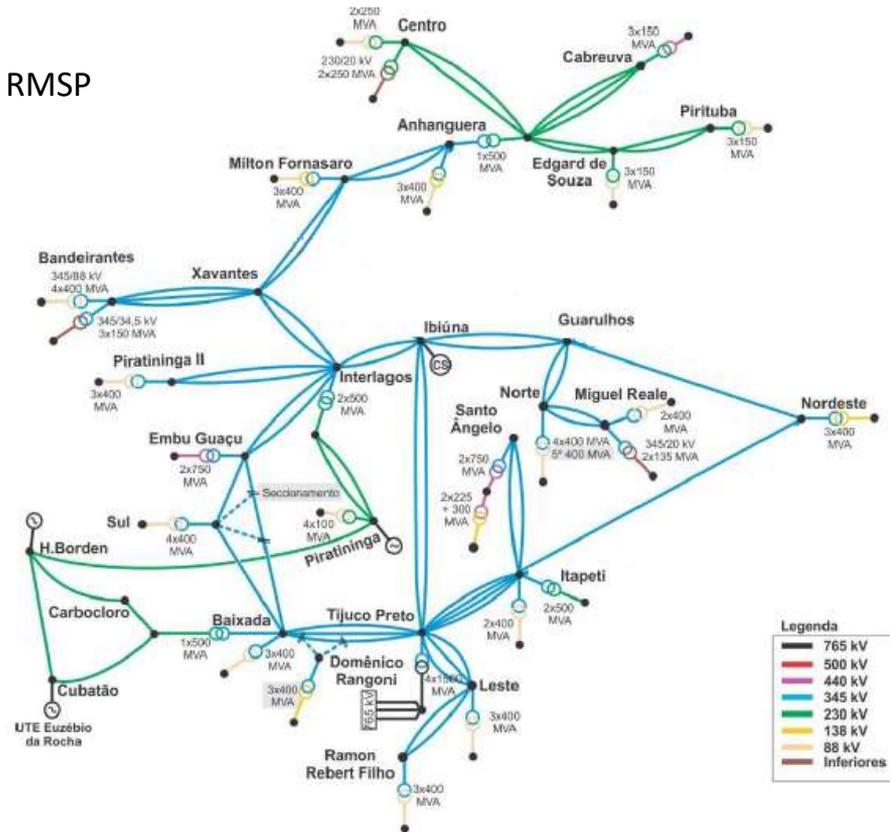


# Motivação do Projeto

- O Suprimento de energia da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) é caracterizada por uma rede de transmissão em 345kV e transformações de fronteira 345/88kV, que totalizam 48 transformadores em 15 subestações.

# Motivação do Projeto

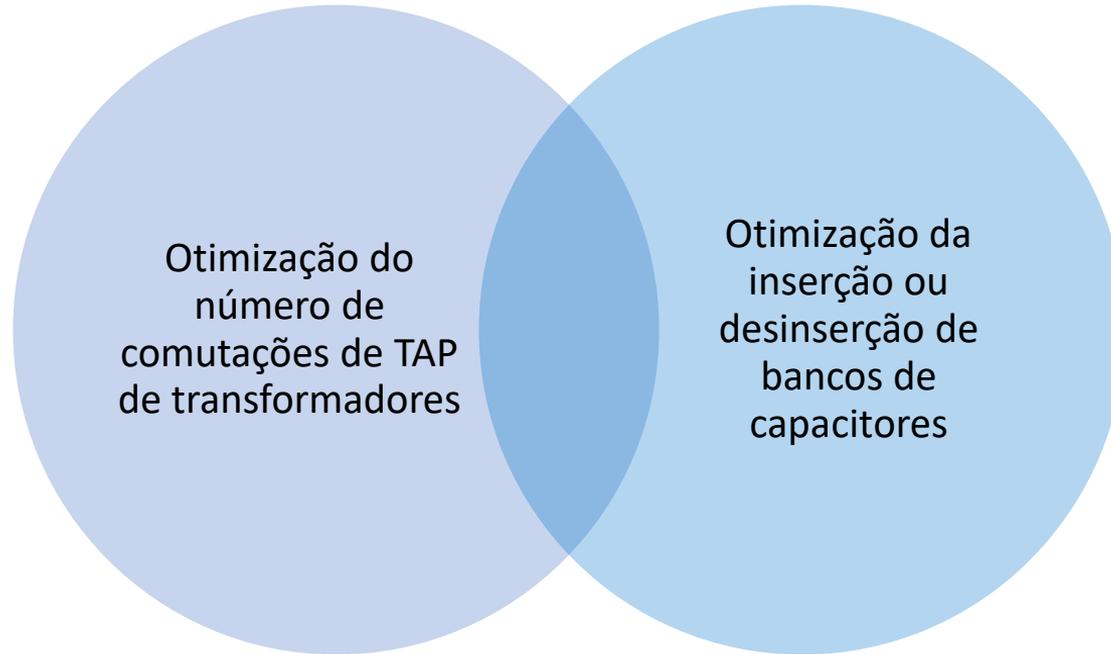
Região Metropolitana SP - RMSP



# Motivação do Projeto

- Todos os transformadores que fazem o atendimento à RMSF são dotados de comutadores de TAP sob carga, que controlam automaticamente a tensão dentro da faixa operativa solicitada pelos agentes de distribuição.
- Os bancos de capacitores instalados nas subestações são ligados e desligados manualmente no decorrer do dia.
  - A atuação das duas formas de controle de tensão acarretam, em determinados horários, atuação desnecessária dos comutadores de TAP dos transformadores.

# Desafios do Projeto



# Desenvolvimento do Projeto

## Etapa de Análise

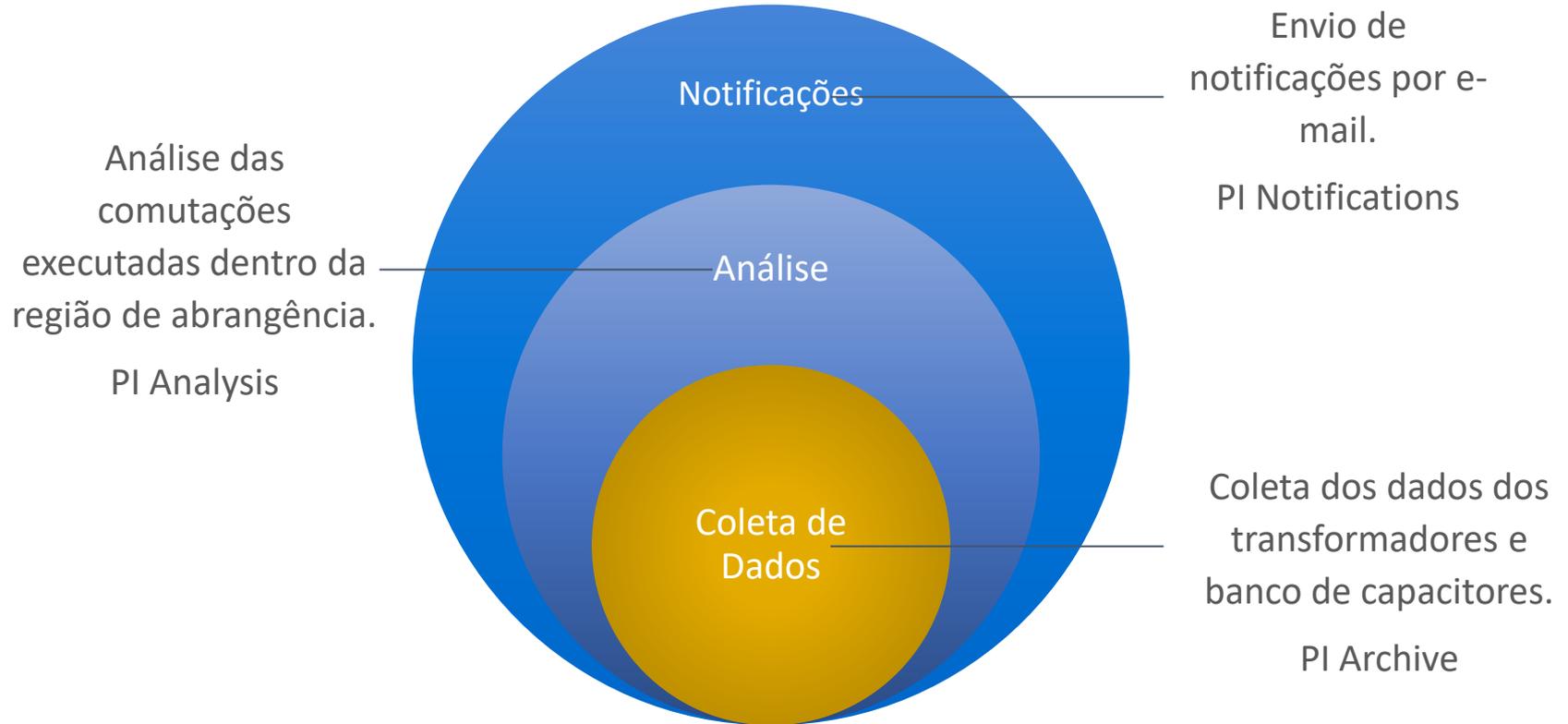
- Análise das subestações que possuem bancos de capacitores instalados.



## Estudo da Área

- Área de influência do banco de capacitor no controle de tensão.
  - Análise de sensibilidade para definição da área de abrangência.

# Desenvolvimento do Projeto



# Desenvolvimento do Projeto

## PI Analysis

Monitoramento da comutação de TAP de transformadores dentro da abrangência de atuação de cada banco de capacitores.

## Event Frames

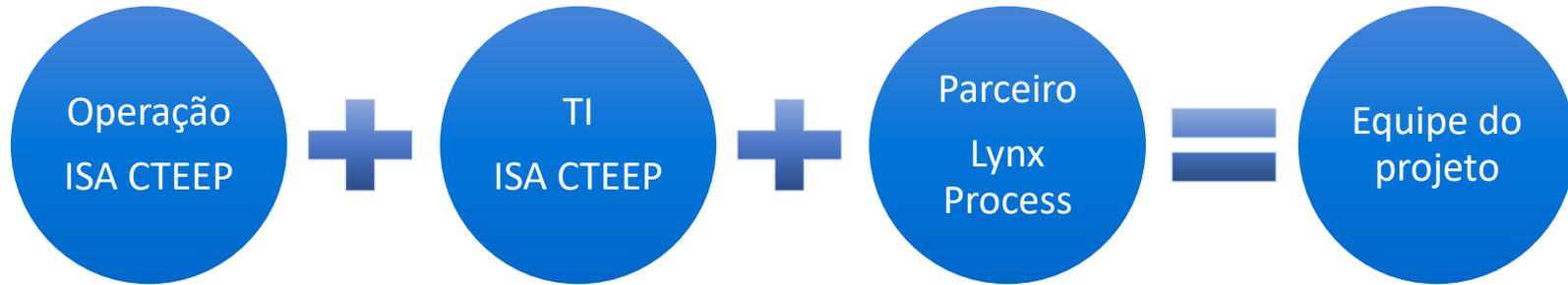
Após a inserção de um dado banco de capacitor, é iniciado um contador de 3 minutos.

## PI Notifications

Qualquer comutação de TAP dentro de sua área de abrangência, é reportado à área de Estudos de Operação da ISA CTEEP através de e-mail.



# Equipe do Projeto



# Resultados Obtidos e Impactos no Negócio

Desafio	Solução	Resultado
<ul style="list-style-type: none"><li>• Reduzir a quantidade de comutações de TAP de transformadores.</li><li>• Otimizar a operação de bancos de capacitores.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aplicação desenvolvida no PI System para monitoramento da região de abrangência de cada banco de capacitor quanto à comutação de TAP de transformadores.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• SE Nordeste: redução de 43 comutações para 36 comutações no período de 25 dias (redução de 16% no número de comutações).</li><li>• SE Sul: redução de 43 comutações para 35 comutações no período de 05 dias (redução de 19% no número de comutações).</li></ul>

# Resultados Obtidos e Próximos Passos

Resultado	Próximos Passos
<ul style="list-style-type: none"><li>• Redução de quase 20% do número de comutação nas subestações analisadas.</li><li>• Aumento da vida útil do transformador.</li><li>• Redução no número de intervenções para manutenção.</li><li>• Redução na possibilidade de falha humana devido a consequente diminuição de manobras de comutação realizada pelo Operador de Sstema.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Até o momento foram analisadas duas subestações que compõem a RMSP.</li><li>• Aplicar a metodologia nas outras 13 subestações que compõem a RMSP.</li><li>• Avaliar a aplicabilidade da metodologia nas demais subestações da ISA CTEEP.</li></ul>

# THANK YOU

---



Djalma Henrique Rodrigues  
Analista de Sistema de Supervisão e Controle  
[dhsilva@isactEEP.com.br](mailto:dhsilva@isactEEP.com.br)  
[linkedin.com/in/djalmahenrique](https://www.linkedin.com/in/djalmahenrique)



Hélio Hanawa  
Engenheiro de Sistemas de Potência  
[hhanawa@isactEEP.com.br](mailto:hhanawa@isactEEP.com.br)



# Condition Based Maintenance

Bruno B. Squassoni | Eng. Pré Vendas



# Quais são as opções de manutenção?

## Reativa

“Quebra-Conserta”  
Run to failure



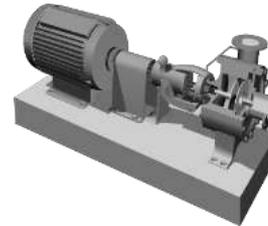
## Preventiva

Baseada no calendário  
ou programada



## Baseada na Condição

Reparos baseados  
em *insight*



## Preditiva

Reconhecimento  
Avançado de Padrões



# O Desafio com Manutenção Baseada em Calendário

## Pouco Frequente

Falha Catastrófica

*Running a transformer to failure can cost \$3 Million dollars to replace*  
-Alectra Utilities

## Muito Frequente

Desperdício de tempo e Recursos

*“Most the time when we go into an asset we see they are pristine... They don’t need any maintenance”*  
-Exelon Energy



# Longos Gaps entre Medidas e Ação

Coleta de Dados  
Manuais

Análise Manual

Criação de Ordem de  
Serviço

Deteccão de uma  
Potencial Falha

Agendamento de Manutenção  
com Operações

Execução do Reparo

**Típica Linha  
do Tempo:**  
Dias, semanas  
ou meses antes  
do problema  
ser resolvido

# Por que resolver isso?



Reduzir Custos de Manutenção



Implementar OEE



Capturar Conhecimento

“Unplanned downtime is  
**10x more expensive**  
than scheduled maintenance.”

-ARC

# Por que o PI é a Escolha Certa?



Conversa com suas Fontes de Dados



Pouca experiência em TI necessária



Criado para Industria



# 1 Manutenção Preventiva

- Indicadores de Uso

- Horas de Funcionamento
- Contagem de Partidas/Paradas
- Carga Processada



## Report - Critical Motors - Run Hours

Last Update: 3-12-2016

Equipment	Daily Run Hours	Lifetime Run Hours	During Last Period	Period	Since Last Service	Last Service	Next Service
Agitator 1204	4.51	7,975	0	3mo	387	1/10/2016	11/10/2016
Agitator 1205	23.79	10,119	2,154	3mo	409	2/23/2016	10/3/2016
Agitator 1304	23.49	9,908	2,118	3mo	697	2/11/2016	12/13/2016
Agitator 1305	23.49	9,908	2,118	3mo	697	2/11/2016	12/1/2016
Fan 5163	19.71	8,554	1,174	3mo	2,664	10/1/2015	5/1/2016
Fan 5164	23.97	9,292	2,022	3mo	3,566	10/2/2015	5/2/2016
Fan 8144	14.44	9,839	2,112	3mo	3,635	10/5/2015	5/5/2016
Pump 3809	15.16	8,587	1,949	3mo	3,218	10/10/2015	5/10/2016
Pump 3810	23.97	9,618	2,079	3mo	3,837	9/23/2015	7/1/2016

# San Francisco PUC



## Results of Pilot

Asset Name	# of PMs: Scheduled Basis	# of PMs: Conditional Basis	# of unnecessary PMs Avoided
PUMP-1149	28	0	28
PUMP-1150	28	12	16
PUMP-1151	28	0	28
PUMP-1152	28	21	7
<b>Totals</b>	<b>112</b>	<b>33</b>	<b>79</b>

100 Main Pumps =  
\$1.8MM Annually

- Over the 28-month simulation, 79 sets of unnecessary monthly Preventative Maintenance procedures were identified.
- Each set of monthly maintenance procedures costs approximately \$2100.00
- This equals an annual savings of \$71,100.00 for only four assets!

[Users Conference 2016 | Get the Most out of Your Assets with the PI System and Maximo](#)

# Monitoramento da Condição

- Pode ser qualquer indicador ou uma combinação de indicadores de desempenho
  - Vibração (com dados Operacionais)
  - Eficiência (e degradação ao longo do tempo)
  - Temperatura (comparado com uso e condições do ambiente)
  - Pode ser simples ou complexa
  - A incidência ao longo do tempo pode ser crítica

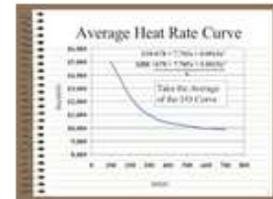


# Cálculo da taxa de calor esperada



Real-time Streaming Analytics

$$Q = \frac{\Delta P_{DD} * kh}{141.2 \mu B_0 \left\{ \ln \frac{r_e}{r_w} - \frac{3}{4} + S \right\}}$$



ID_CoeffType	COEFF
CU A	3.01838
CU B	0
CU C	-140.82336
CU D	0
CU E	3401.08004
CU F	0
CU G	-39811.23883
CU H	0
CU I	-226037.87046
CU J	0
CU K	-924280.83338
CU L	0
CU M	0
CU N	0
CU O	0
CU P	0
CU Q	0

Lookup curve-fit coefficients from SQL Table  
(Manufacturer Performance Curves)

Data Reference: Table Lookup

Settings...

```
SELECT CoefficientValue FROM PerformanceCentr:Ref WHERE PerformanceModelID = @[]
PerformanceModelID] AND CoefficientType = @[_CoeffType] AND CoefficientOrder = 1
```

Category: Nominal Values	
BHP_Nominal	8710.27322604474 BHP
FueRate_Nominal	71.1036975854648 MCFH
HeatRate_Nominal	8163.19944739005 BTU(LHV)/BHP-hr
PCD_Nominal	205.15303353481 psi
T5_Nominal	1394.59524035539 °F
T7_Nominal	925.386891989674 °F

Apply curve-fit to calculate Nominal Heat Rate

Data Reference: Formula

Settings...

```
S=...;Driver [Steady Speed;A=,|A;B=,|B;C=,|C;D=,|D;E=,|E;F=,|F;G=,|G;H=,|H;I=,|I;J=,|J;K=,|K;L=,|L;M=,|M;N=,|N;O=,|O;P=,|P;Q=,|Q;X=FC_MaxSpeed;[if not(S) then 0 else (A + C*X + E*X^2 + G*X^3 + I*X^4 + K*X^5 + M*X^6 + O*X^7 + Q*X^8)]/(1 + B*X + D*X^2 + F*X^3 + H*X^4 + J*X^5 + L*X^6 + N*X^7 + P*X^8)]
```

Calculate Actual Heat Rate

Data Reference: Formula

Settings...

```
A=Unit_BHP;B=Unit_Fuel;C=Unit BTU;[if badval(A) or badval(B) then 0 else if A <= 30 then 0 else (B*(1000*C*.915))/A]
```

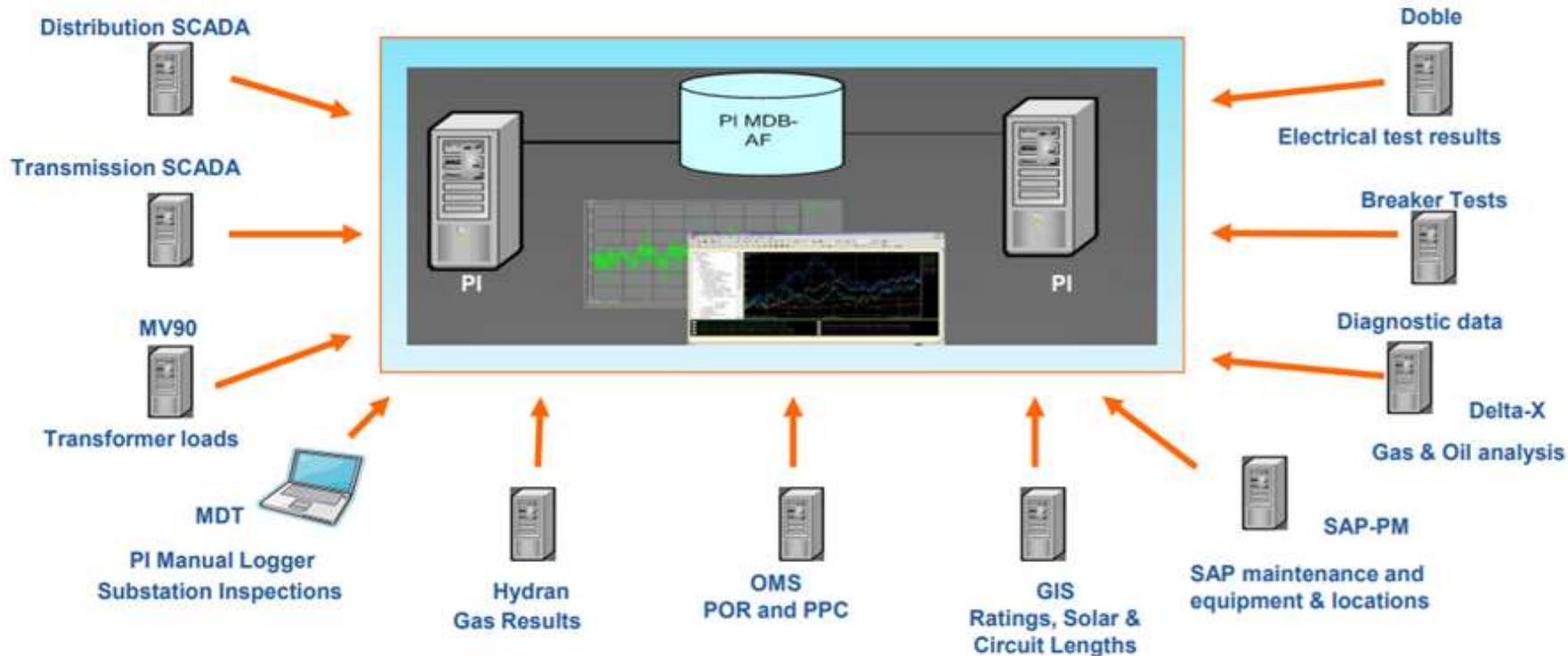
Unit_Heat_Rate_Actual	9843.68334570345 BTU(LHV)/B-P-hr
-----------------------	----------------------------------

# Avaliação de Condição

$$CA = F1(M1) + F2(M2) + F3(M3) + \dots$$

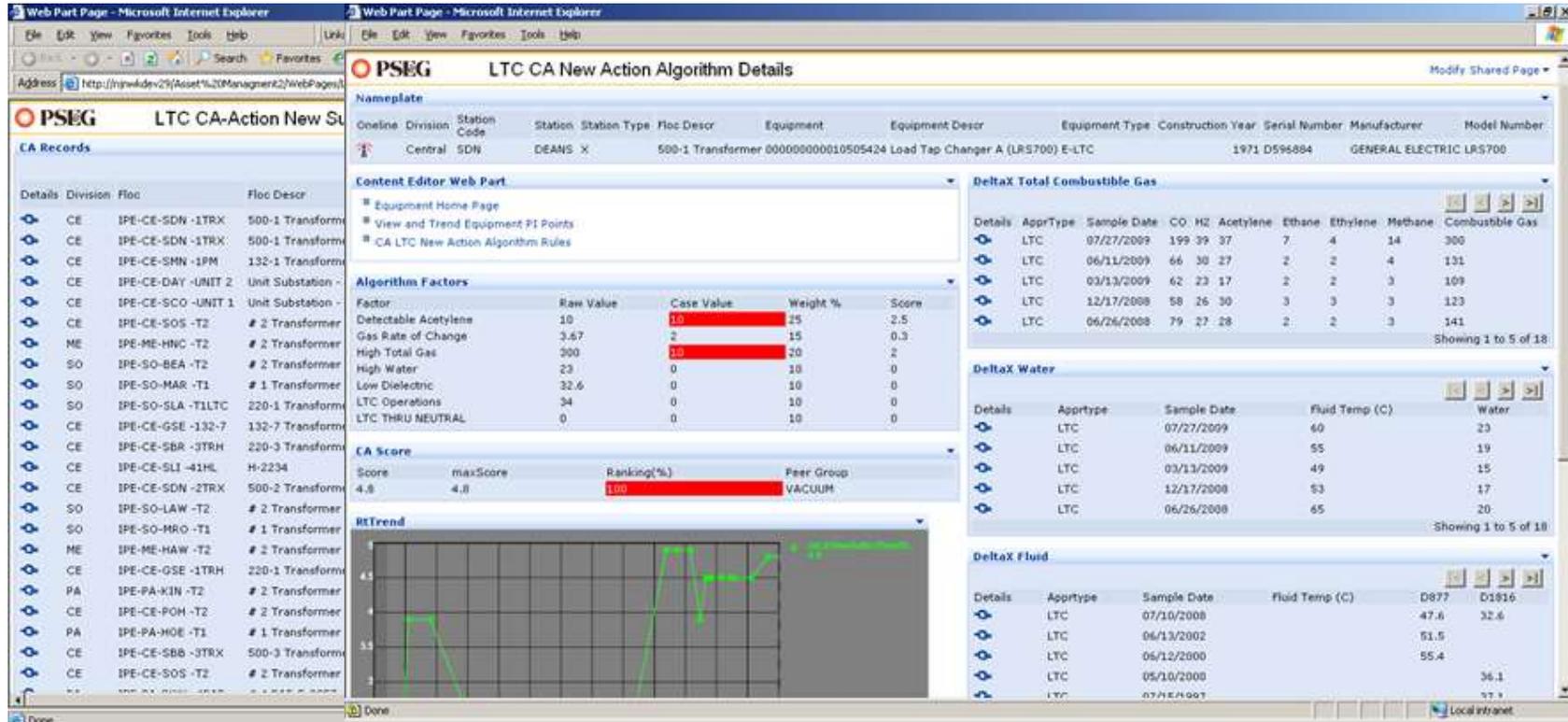
Condition Assessment & Criticality  
Determination

# Avaliação de risco de ativos



[EMEA Users Conference 2014 | Asset Risk Assessment through Advanced Analytics](#)

# Pontuação (Score) dos Ativos



**PSEG LTC CA New Action Algorithm Details**

**Nameplate**

Online	Division	Station Code	Station	Station Type	Floc Descr	Equipment	Equipment Descr	Equipment Type	Construction Year	Serial Number	Manufacturer	Model Number
	Central	SDN	DEANS	X	500-1 Transformer	00000000010505424	Load Tap Changer A (LRS700)	E-LTC		1971	D596884	GENERAL ELECTRIC LRS700

**Algorithm Factors**

Factor	Raw Value	Case Value	Weight %	Score
Detectable Acetylene	10	1.0	25	2.5
Gas Rate of Change	3.67	2	15	0.3
High Total Gas	300	1.0	20	2
High Water	23	0	10	0
Low Dielectric	32.6	0	10	0
LTC Operations	34	0	10	0
LTC THRU NEUTRAL	0	0	10	0

**CA Score**

Score	maxScore	Ranking(%)	Peer Group
4.8	4.8	100	VACUUM

**RTrend**



**DeltaX Total Combustible Gas**

Details	ApprType	Sample Date	CO	H2	Acetylene	Ethane	Ethylene	Methane	Combustible Gas
	LTC	07/27/2009	199	39	37	7	4	14	300
	LTC	06/11/2009	66	30	27	2	2	4	131
	LTC	03/13/2009	62	23	17	2	2	3	109
	LTC	12/17/2008	58	26	30	3	3	3	123
	LTC	06/26/2008	79	27	28	2	2	3	141

**DeltaX Water**

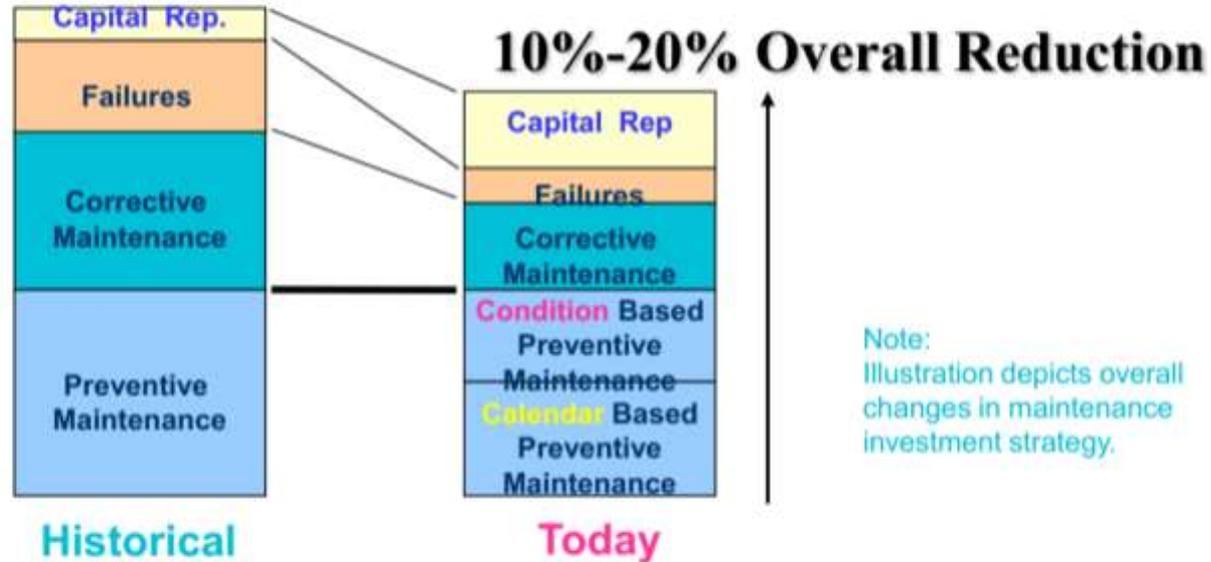
Details	ApprType	Sample Date	Fluid Temp (C)	Water
	LTC	07/27/2009	60	23
	LTC	06/11/2009	55	19
	LTC	03/13/2009	49	15
	LTC	12/17/2008	53	17
	LTC	06/26/2008	65	20

**DeltaX Fluid**

Details	ApprType	Sample Date	Fluid Temp (C)	D877	D1816
	LTC	07/10/2008	47.6	32.6	
	LTC	06/13/2002		51.5	
	LTC	06/12/2000		55.4	
	LTC	05/10/2000			36.1
	LTC	07/15/2000			37.1

# Resultados

*These annual expenditures protect \$1.7 B of inside plant assets and full benefits after approximately five years.*



# Reconhecimento Avançado de Padrões (APR)

- Quando um ativo não está desempenhando como anteriormente
- Use o histórico para construir um modelo
- Compare a operação atual ao modelo histórico



# AGL – Centro de Diagnósticos



Reduce unplanned generation losses across a mixed technology portfolio of > 10,000 MW



## CHALLENGE

Improve capability to sense active failure modes at the earliest possible opportunity and take actions to avoid loss

- Data isolated and scattered
- Multiple SCADA technologies in play
- No access to real time data

## SOLUTION

Phase #1: Centralise all real time data via OSIsoft PI  
Phase #2: Install and commission Advanced Pattern Recognition Technology

- Predict It (APR) technology was fast to install and did not require a large data base (it uses PI directly)
- A Centralized Operational Diagnostics Centre (ODC) reduced the number of recourses required and increased the level of skills
- ODC also uses PI system for deep dive investigations

## RESULTS

\$18.7M of avoided losses in 3 years (from a standing start)  
\$8.5M of savings last financial year

- ODC delivers significant tangible benefits
- OSIsoft PI enables data transformation and the pursuit many other business improvements
- ODC technology now focusing on process safety uplift

[PI World 2018](#) | [AGL Energy's Real-Time Data Journey Continues](#)

# Antes & Depois?

Bomba nº3 está parada!  
Precisamos arrumá-la  
AGORA!

Verifique seu email...  
Precisaremos agendar  
algumas manutenções  
em breve.



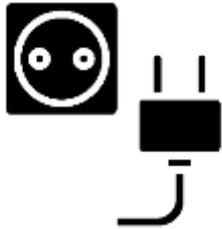
DFNotifications@osidf.int  
Pump04: Limit exceeded for Run hours since last maintenance.

Alert for Pump04:  
Limit exceeded for Run Hours since last maintenance.  
No analysis, comment on or acknowledge the event. [Event Details & History](#)

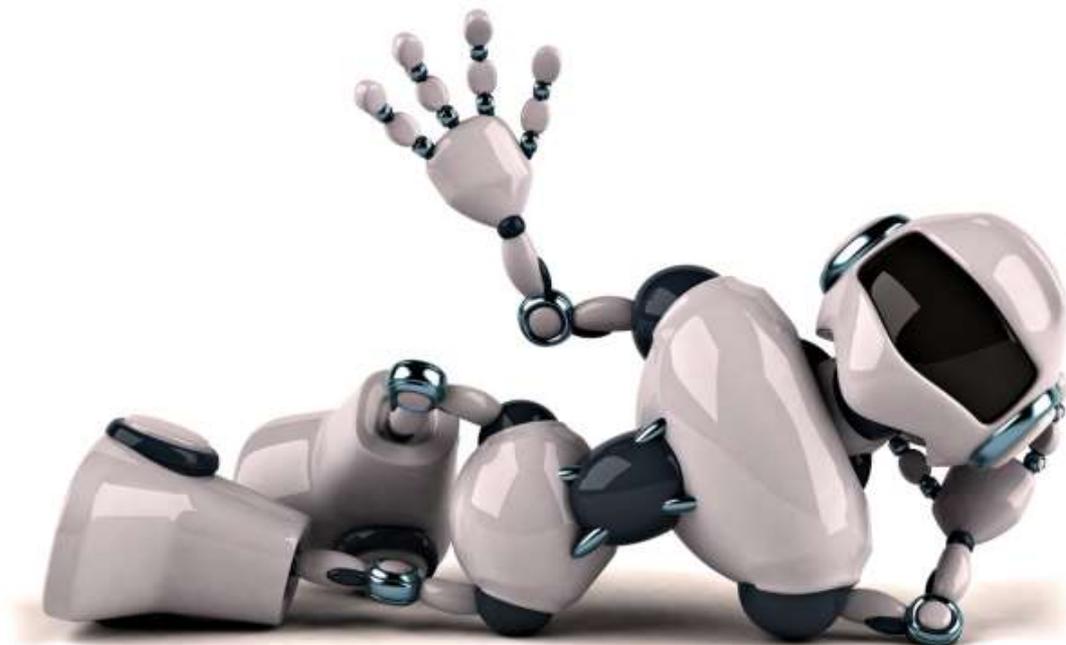
Alert Date	3/1/2017 7:20:00 PM Pacific Standard Time (GMT-08:00)
Run Hours since last maintenance	4923.27% %
Limit	1000 H
Last Maintenance Date	3/1/2014 3:30:00 AM Pacific Daylight Time (GMT-07:00)

Check the [Asset Health Dashboard](#) in your IT System.

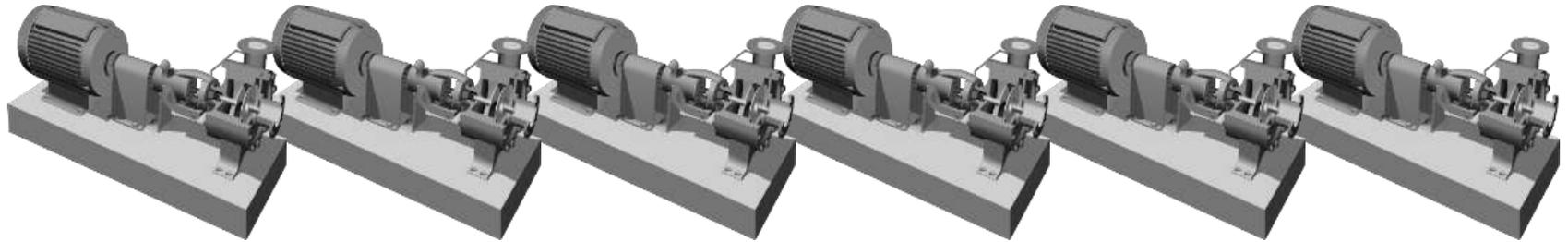
# 5 passos para CBM



# Coloque seu robô para trabalhar



# Todas minhas bombas estão saudáveis hoje?



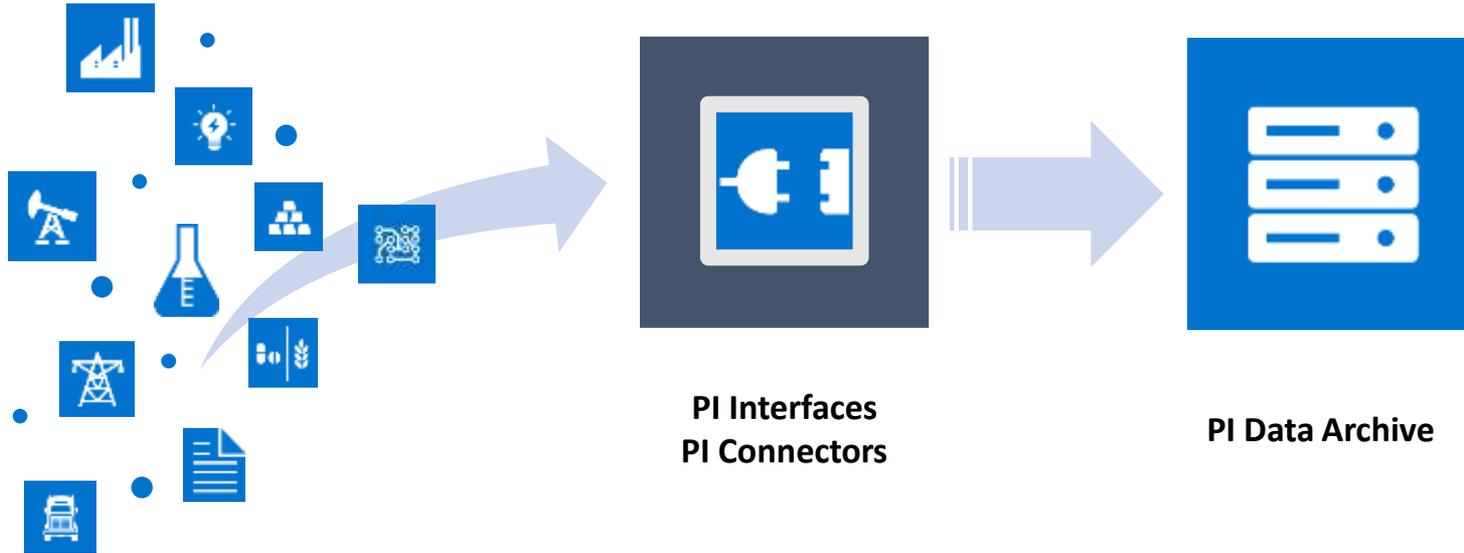
Conectar, Coletar  
e Armazenar

Atribuir Contexto

Executar Lógica  
de Condição

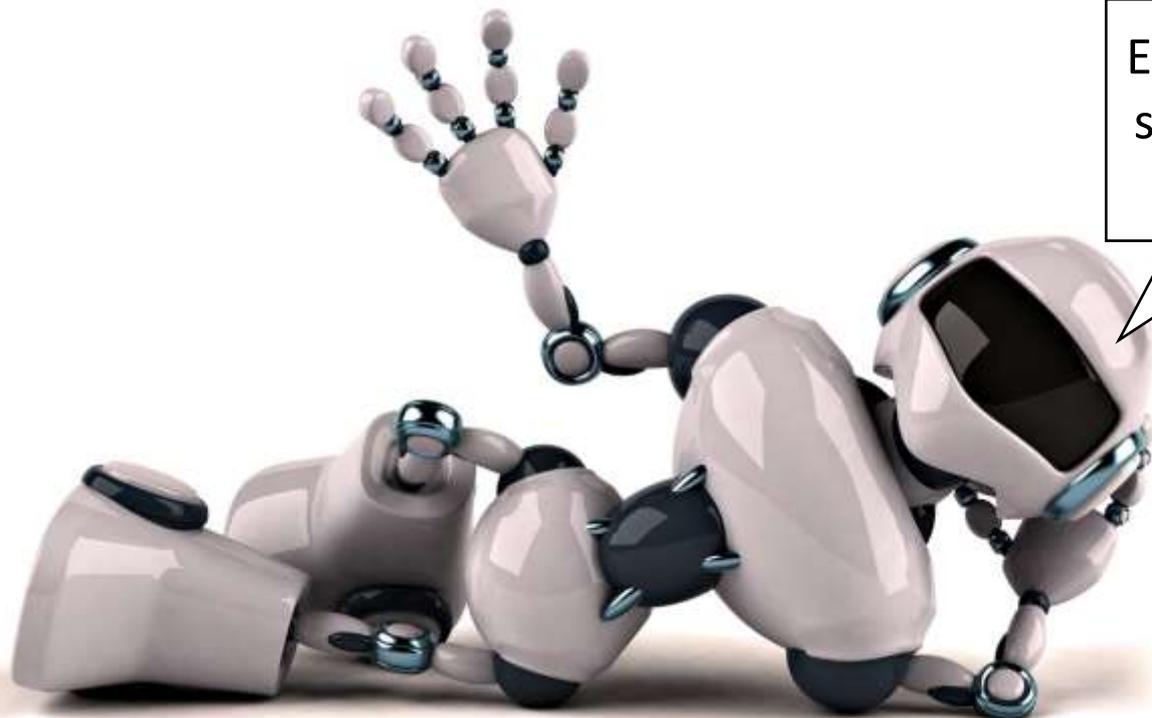
Alertar e Notificar

Visualizar



**PI Interfaces  
PI Connectors**

**PI Data Archive**



Esses dados não  
significam nada  
para mim

Conectar, Coletar  
e Armazenar

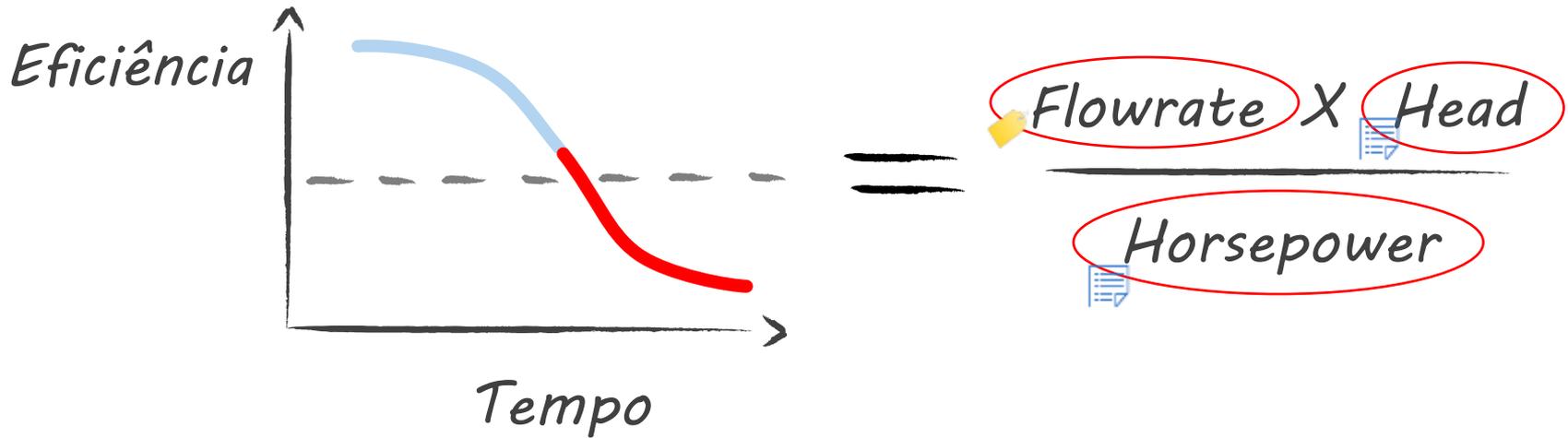
Atribuir Contexto

Executar Lógica  
de Condição

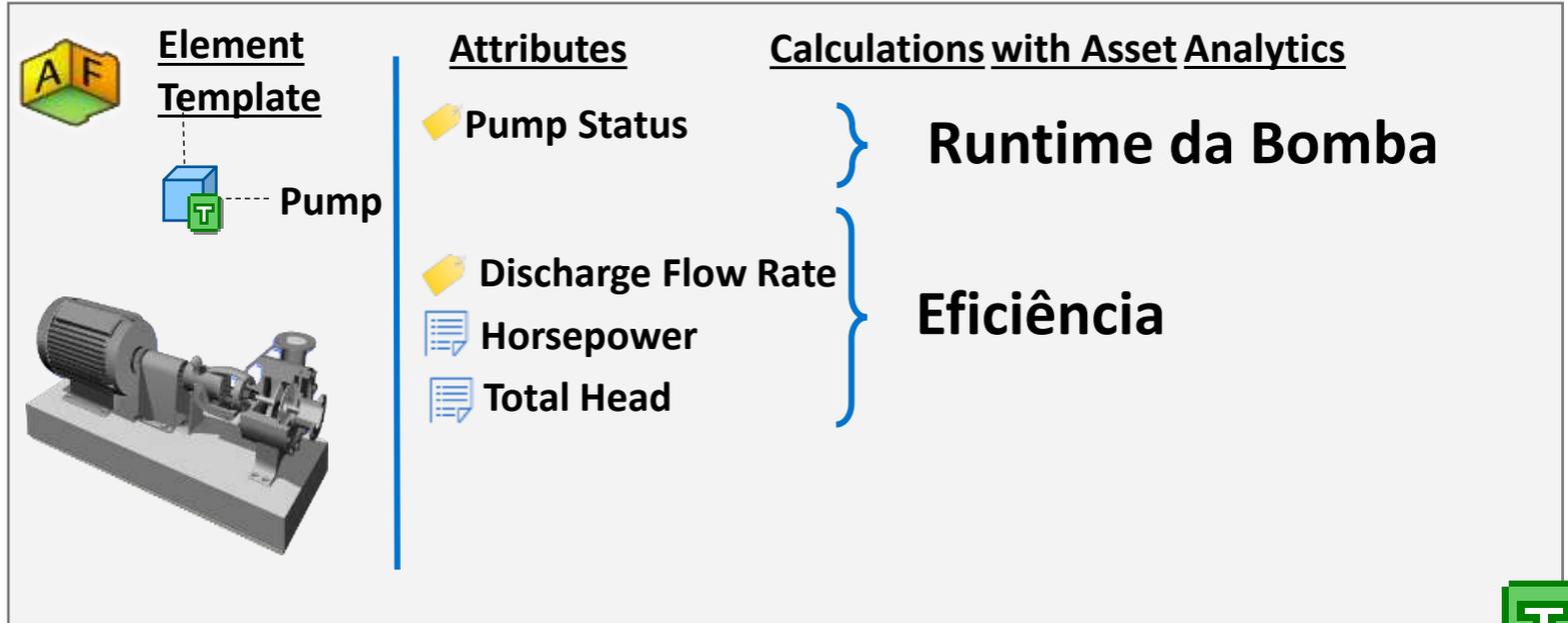
Alertar e Notificar

Visualizar

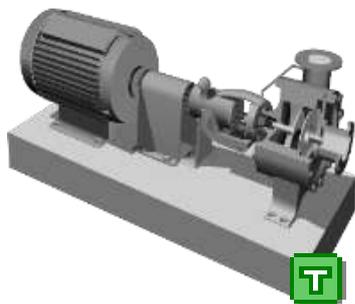
# Criando um Modelo Digital – Comece Pequeno



# Construa um Template



# Reutilize seu Template



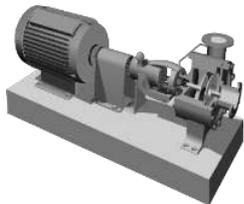
**Runtime da Bomba**



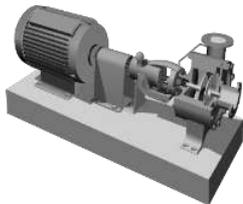
**Eficiência**



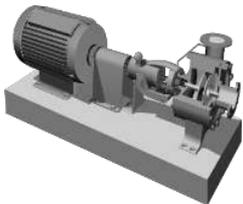
**Runtime da Bomba**  
**Eficiência**



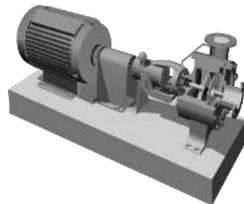
**Runtime da Bomba**  
**Eficiência**



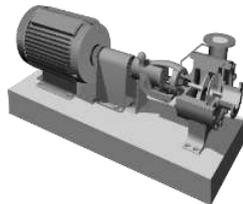
**Runtime da Bomba**  
**Eficiência**



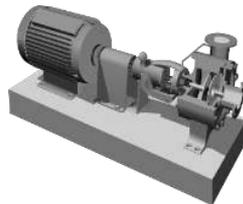
**Runtime da Bomba**  
**Eficiência**

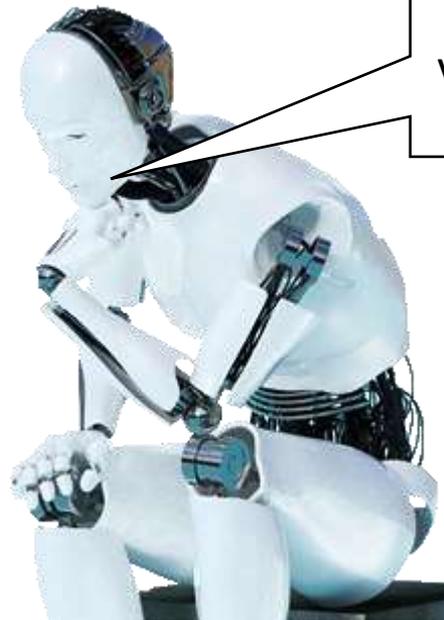


**Runtime da Bomba**  
**Eficiência**



**Runtime da Bomba**  
**Eficiência**

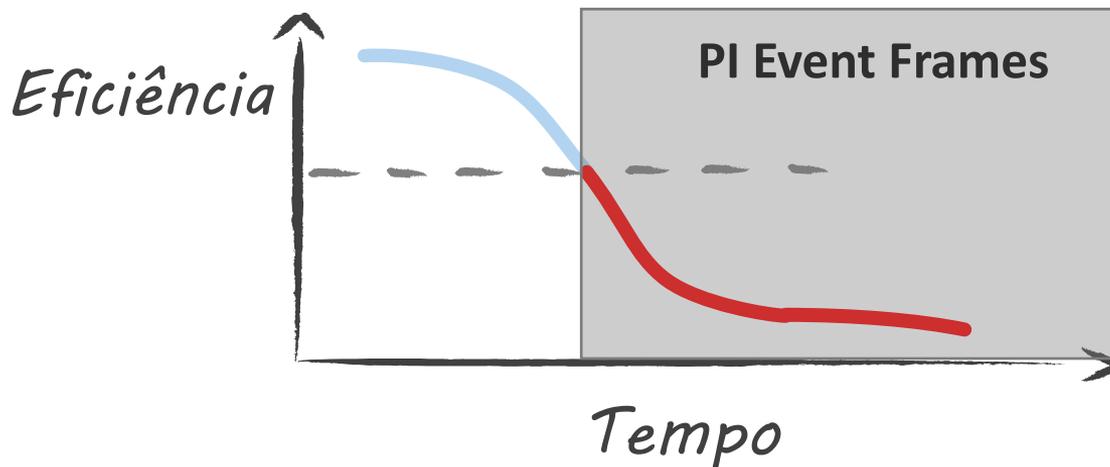




Vejo muitos  
ativos. O que  
você quer que eu  
faça a respeito?



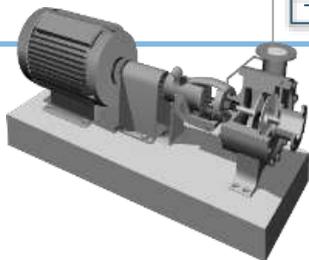
**Efficiência da Bomba** < **75%**



# Escrever a Lógica é Simples

X

<u>Elements</u>	<u>Attributes</u>	<u>Analytics</u>
 Pump01	 Pump Status  Flow Rate  Horsepower  Total Head 	Run Hours Pump Efficiency



 Maintenance event

Template: Pump maintenance ▼

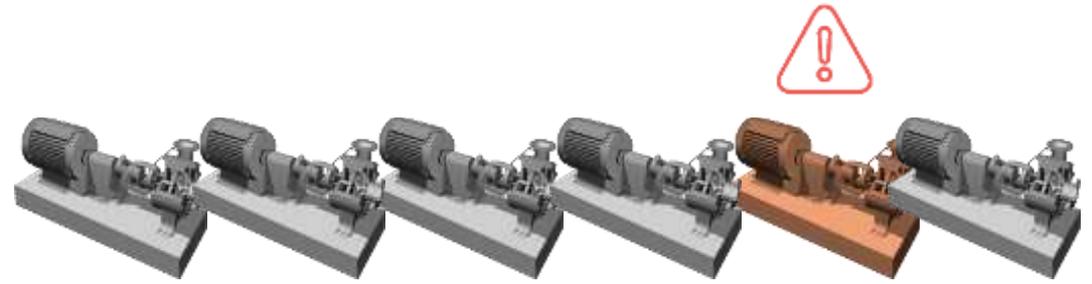
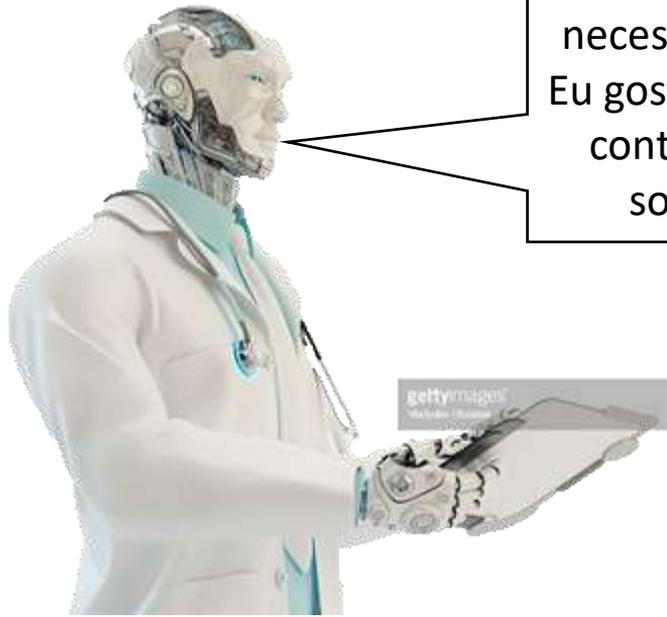
Expression

`'Pump Efficiency' < '75'`

True for

`10 min`

Essa Bomba  
necessita de ajuda.  
Eu gostaria de poder  
contar a alguém  
sobre isso...



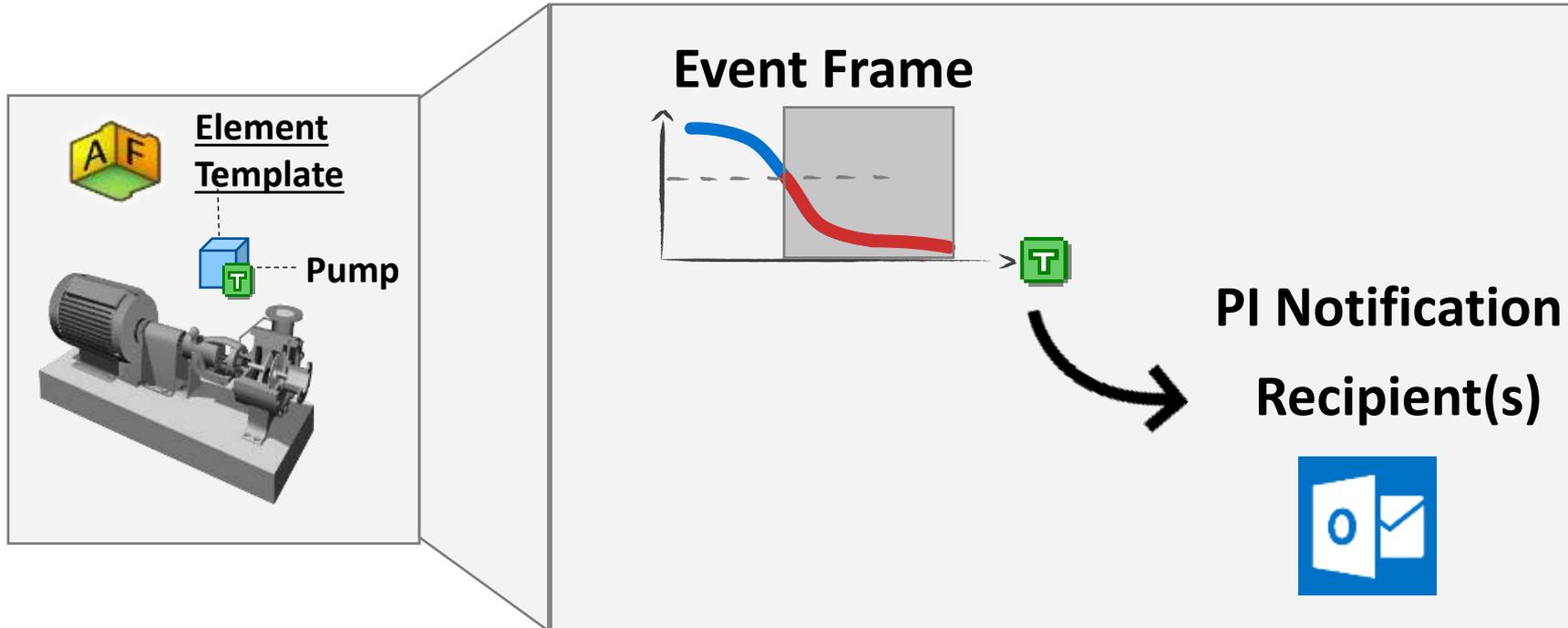
Conectar, Coletar e Armazenar

Atribuir Contexto

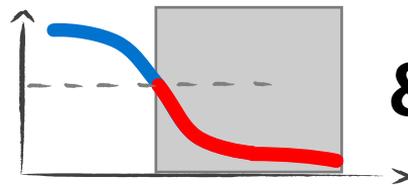
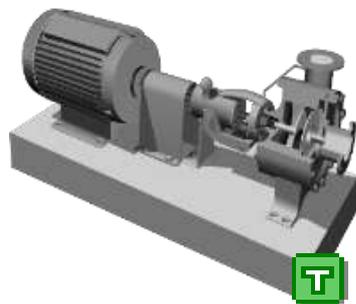
Executar Lógica de Condição

Alertar e Notificar

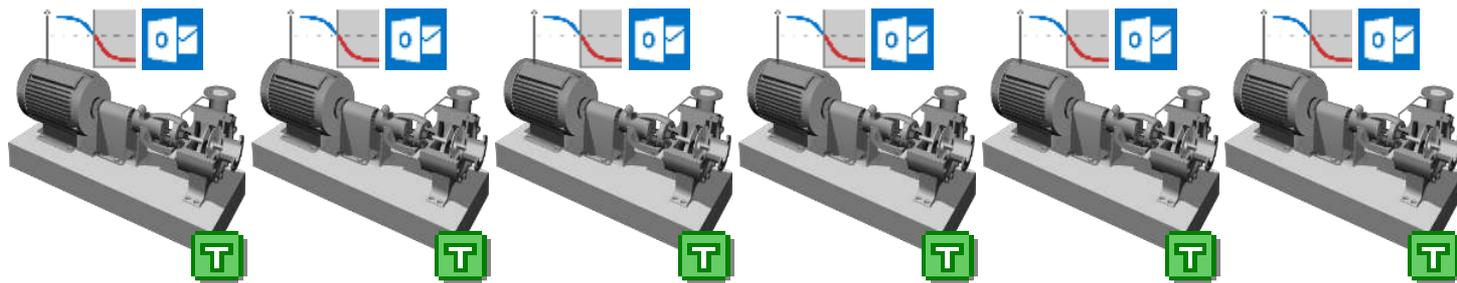
Visualizar



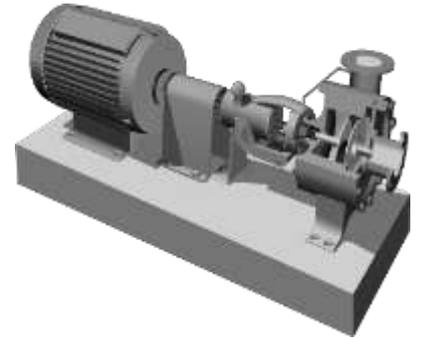
# Reutilize seu Template



&

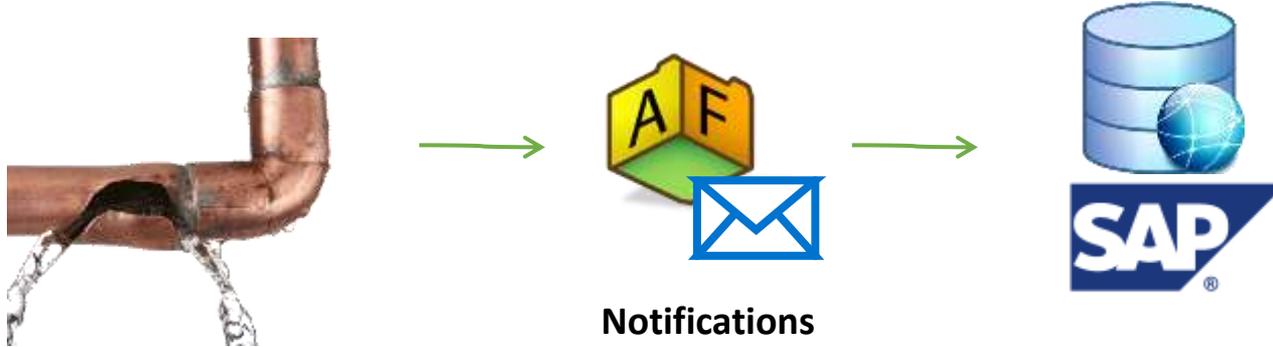


Bomba nº 5  
está com  
problemas



# Além do Básico: Notificações para um CMMS

(Computerized Maintenance Management System)



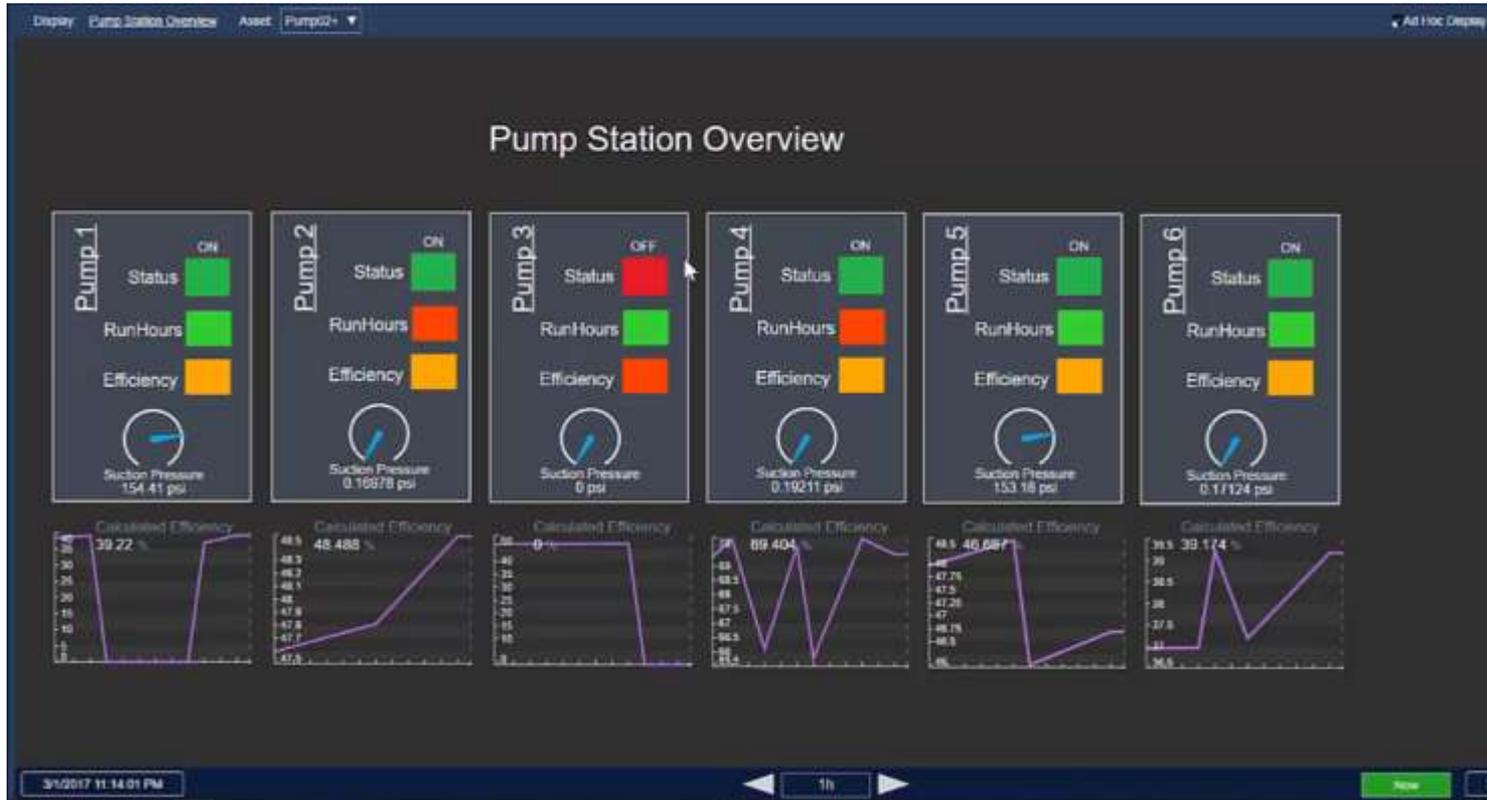
Connect  
Collect & Store

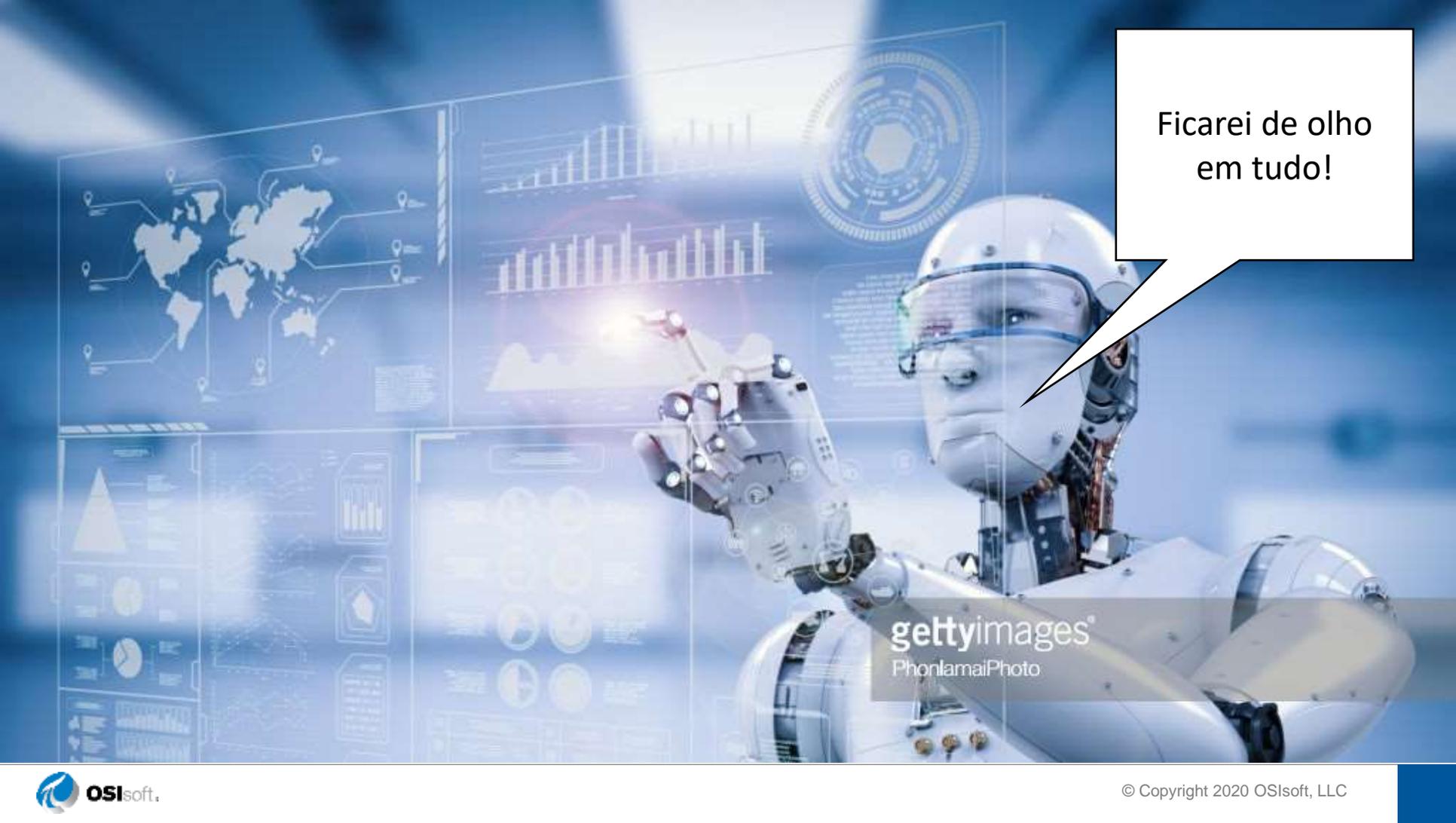
Assign Context

Execute Condition  
Logic

Alert and Notify

Visualize





Ficarei de olho  
em tudo!

gettyimages®  
PhonlamaiPhoto



Conversa com suas Fontes de Dados



Configuravel e não requer programação



Criado para Indústria



# Recursos para auxiliar o seu Sucesso



## PI Square

The OSIsoft Community



All Places > All Things PI - Ask, Discuss, Connect

## Asset Based PI Example Kits



# Takeaways

 PI é Fundamental nos esforços de CBM

 Comece AGORA

 Comece pequeno

 Novo no PI?

- ✓ Busque conhecimento
- ✓ Navegue pela comunidade PI Square
- ✓ Nos procure para continuar a conversa



## Pergunta 2

- Qual a estratégia mais comum, no seu ponto de vista, utilizada pela sua empresa?
  - a) Reativa
  - b) Calendário
  - c) Condição
  - d) Preditiva

# THANK YOU

---



**Bruno B. Squassoni**

**Pre Sales Engineer**

[bsquassoni@osisoft.com](mailto:bsquassoni@osisoft.com)

+55 11 3053 5042



## Pergunta 2

- Q: Qual a estratégia mais comum de Manutenção, no seu ponto de vista, utilizada pela sua empresa?
  - A) Reativa
  - B) Calendário
  - C) Condição
  - D) Preditiva

# Monitoramento de Condição de Unidades Geradoras Hidrelétricas e Algoritmos de Machine Learning para Detecção de Anomalias



Felipe Rejes de Simoni – Eng. Sistemas de Operação ENGIE  
Lian Gomes – Eng. Manutenção de Ativos de Geração ENGIE

An aerial photograph of a large dam structure with multiple spillways. Turbulent water is cascading down the spillways, creating white foam. The dam's concrete structure is visible, including walkways and railings. The overall scene is industrial and powerful.

# **ENGIE Brasil Energia**

# Presente em todo Brasil

- Hydro
- Coal-fired Generation
- Wind Onshore
- Solar
- Biomass
- Power Transmission & Distribution
- Gas Transport



## Geração Hidrelétrica

13 Usinas

49 Unidades Geradoras

8.152 MW

# EXPANSÃO CONSISTENTE

## em um portfólio balanceado de ativos



Capacidade instalada própria de **10.211 MW** em **61 usinas** operadas pela empresa



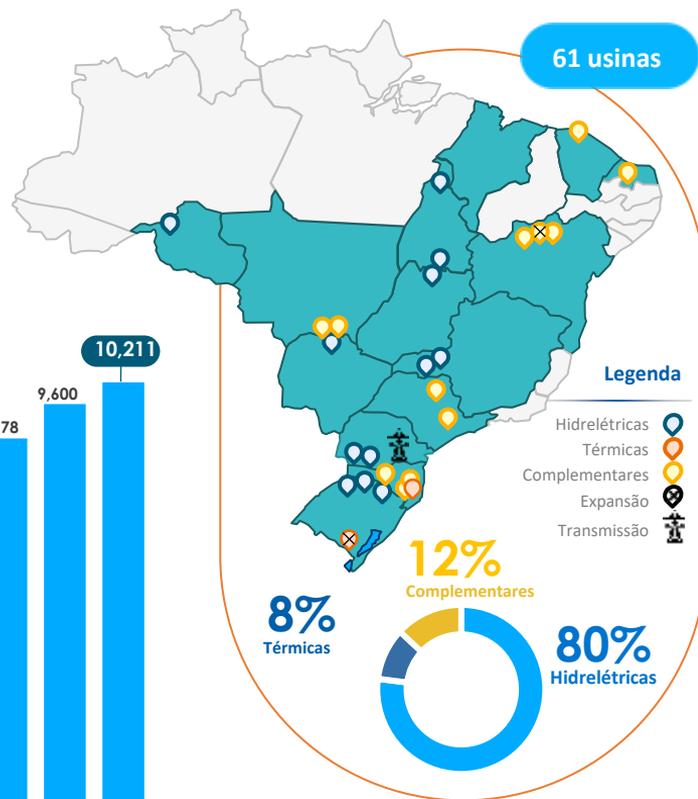
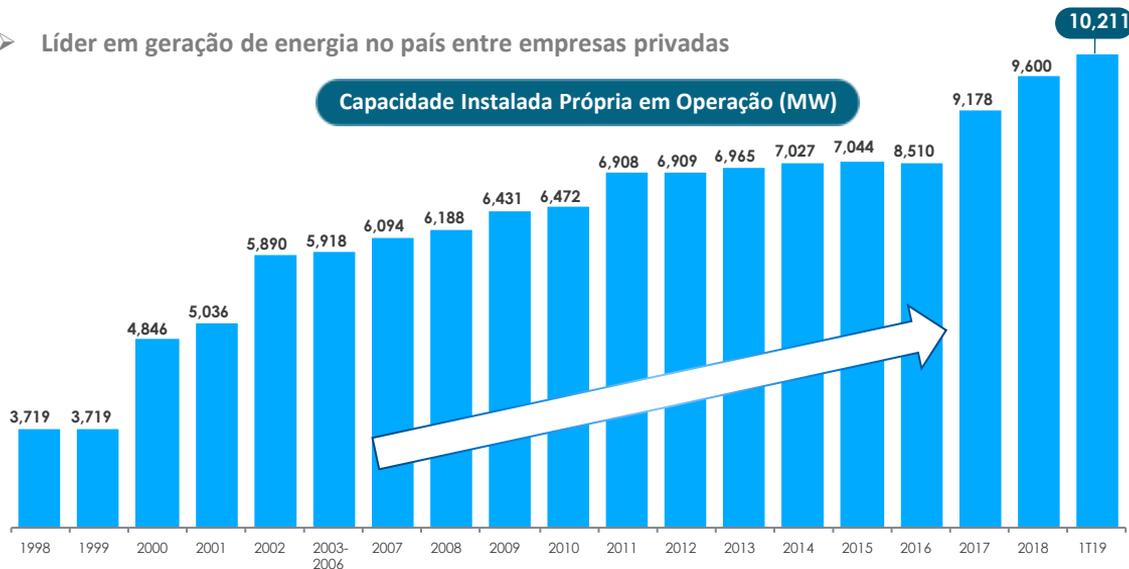
**4.500 km** de dutos para transmissão de gás em operação no sudeste, nordeste e norte



**2.800 km** de linhas de transmissão em construção

➤ Líder em geração de energia no país entre empresas privadas

Capacidade Instalada Própria em Operação (MW)



# Jornada de Digitalização

Coleta & Centralização

Padronização

Analytics e Visualização

*Machine Learning* para  
Detecção de Anomalias

0101  
11001  
01011110  
10011010  
110101001  
010011010  
0101010101  
0101010101  
01010101010  
01011110101  
1010101010  
1001010101  
0101010101  
010100010  
01010010  
10101011  
100110  
1010



# Jornada de Digitalização

Coleta & Centralização

Padronização

Analytics e Visualização

*Machine Learning* para  
Detecção de Anomalias

0101  
11001  
01011110  
10011010  
110101001  
010011010  
0101010101  
0101010101  
01010101010  
01011110101  
1010101010  
1001010101  
0101010101  
010100010  
01010010  
10101011  
100110  
1010



# Centro de Operação da Geração (COG)



Rotina **24/7**  
**3** turnos / dia (8h)  
**4** operadores / turno  
Mais de **1.000** MW/operador

# Centralização dos Dados

## Operação Remota de Usinas Hidrelétricas

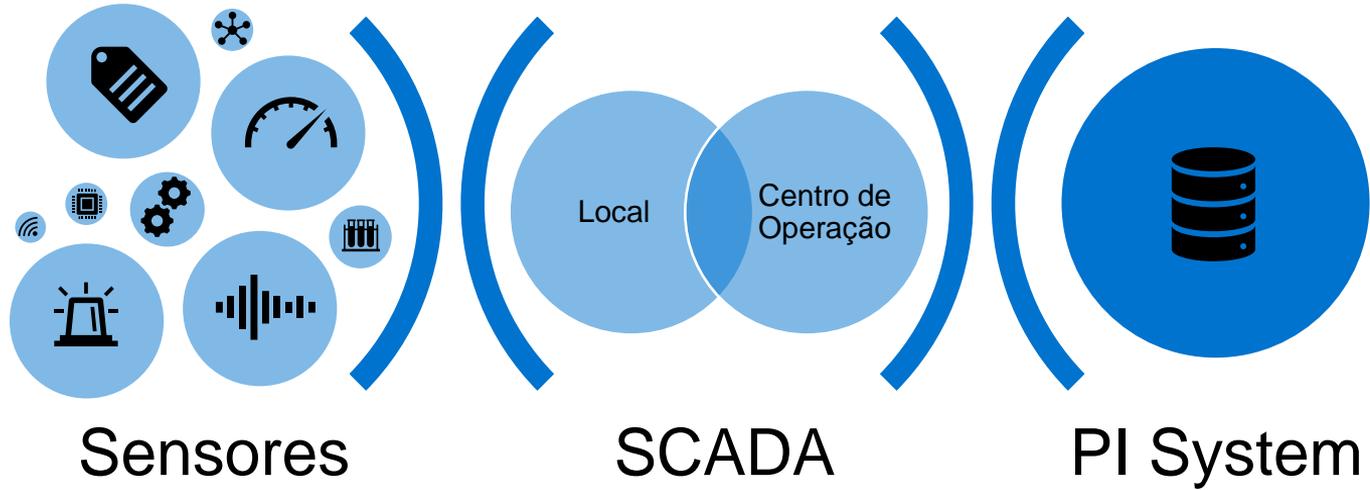
- 9 Usinas – 27 Unidades Geradoras
- Unidades de 9 MW a 355 MW
- Todos dados de sensores em nosso COG estão disponíveis para coleta no PI System
- Média de 200 pontos analógicos por unidade geradora

## Usinas Hidrelétricas Despachadas pelo COS/ONS

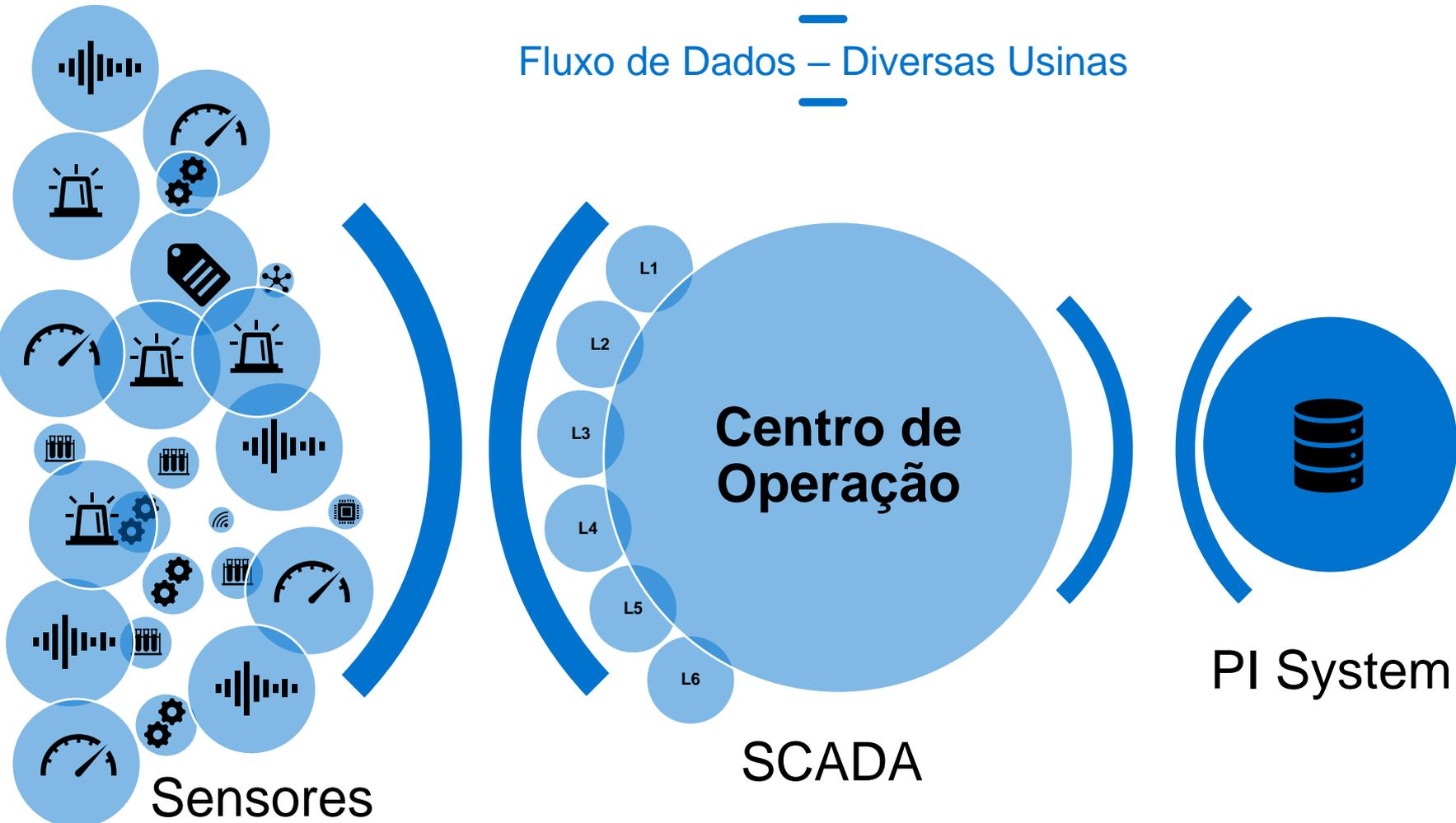
- Todas usinas da ENGIE Brasil Energia
- ~8,150 MW
- Os dados dessas usinas também são centralizados para ficarem disponíveis no PI System

Centro de Operação – Engie

# Fluxo de Dados – Uma Usina



# Fluxo de Dados – Diversas Usinas

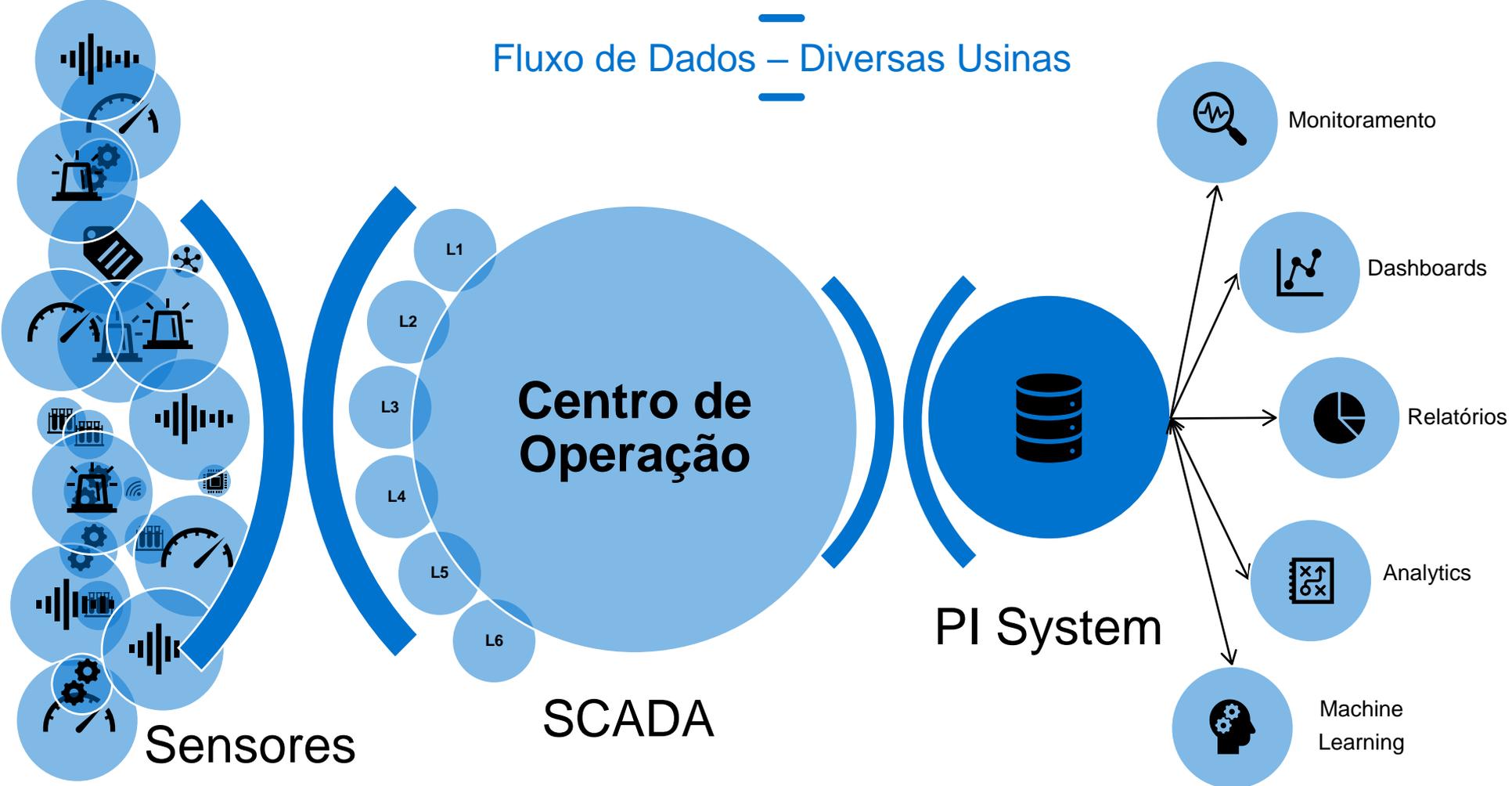


Sensores

SCADA

PI System

# Fluxo de Dados – Diversas Usinas



# Jornada de Digitalização

Coleta & Centralização

Padronização

Analytics e Visualização

*Machine Learning* para  
Detecção de Anomalias

0101  
11001  
01011110  
10011010  
110101001  
010011010  
0101010101  
0101010101  
01010101010  
01011110101  
1010101010  
1001010101  
0101010101  
010100010  
01010010  
10101011  
100110  
1010



# Padronização – Exemplo da Temperatura de Enrolamento do Estator 1

## Usina

UHCB

UHIT

UHJA

UHMA

UHMI

UHPF

UHPP

UHSA

UHSO

## Nome Original

M72\_TE\_1SIG\_M

H14949

U2G\_49R141

H14943

U2\_G\_A2\_2\_6\_097

GE226ER10\_m

BL1.EA26TIS201

U2\_GE\_EST\_M702\_TE\_17E

GE226EE001M

## Nome Padronizado

**UHCB.U2.GER.TempEnrolamentoEstator01**

**UHIT.U2.GER.TempEnrolamentoEstator01**

**UHJA.U2.GER.TempEnrolamentoEstator01**

**UHMA.U2.GER.TempEnrolamentoEstator01**

**UHMI.U2.GER.TempEnrolamentoEstator01**

**UHPF.U2.GER.TempEnrolamentoEstator01**

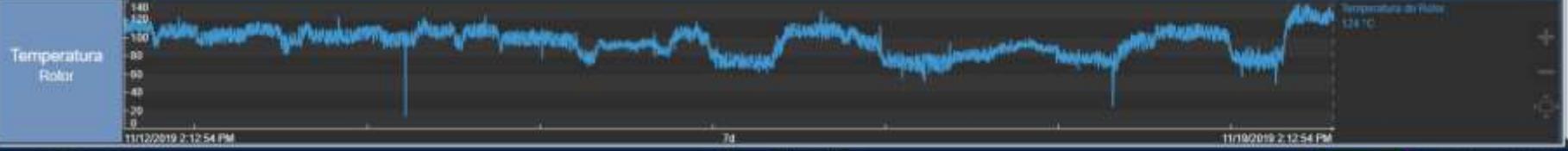
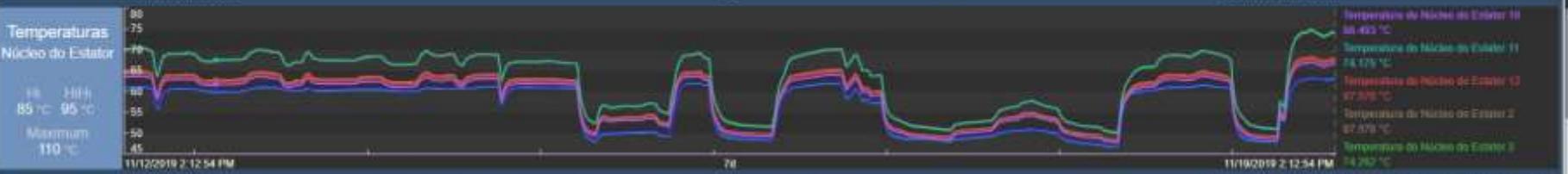
**UHPP.U2.GER.TempEnrolamentoEstator01**

**UHSA.U2.GER.TempEnrolamentoEstator01**

**UHSO.U2.GER.TempEnrolamentoEstator01**

Monitoramento de Condição UHPF UHIT UHMA UHJA UHMI UHPP UHSA UHCB UHSO UHSS

Gerador Turbina MGGS MGGI MGT ME RV RT



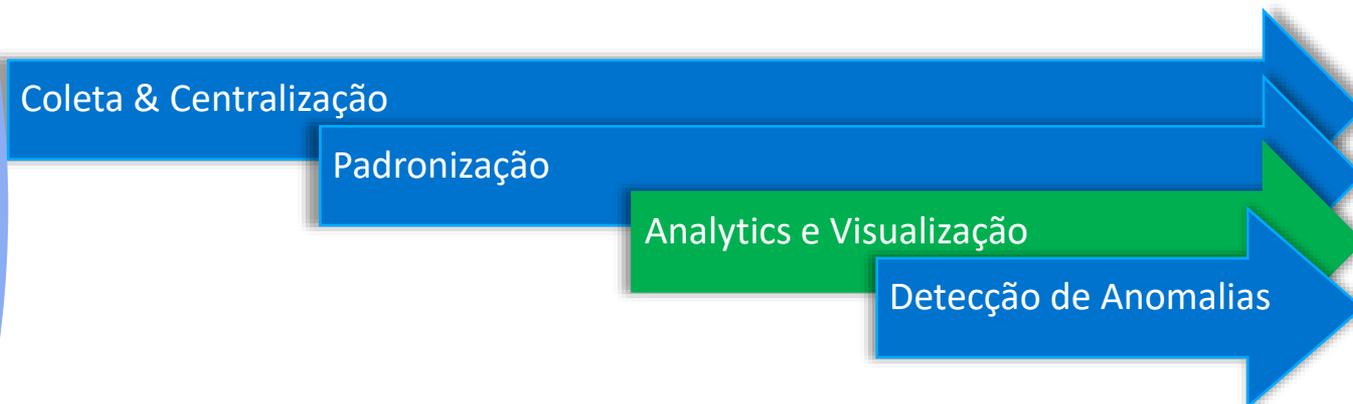
# Padronização – Agregação de Alarmes



Monitoramento de Condição - Alarmes



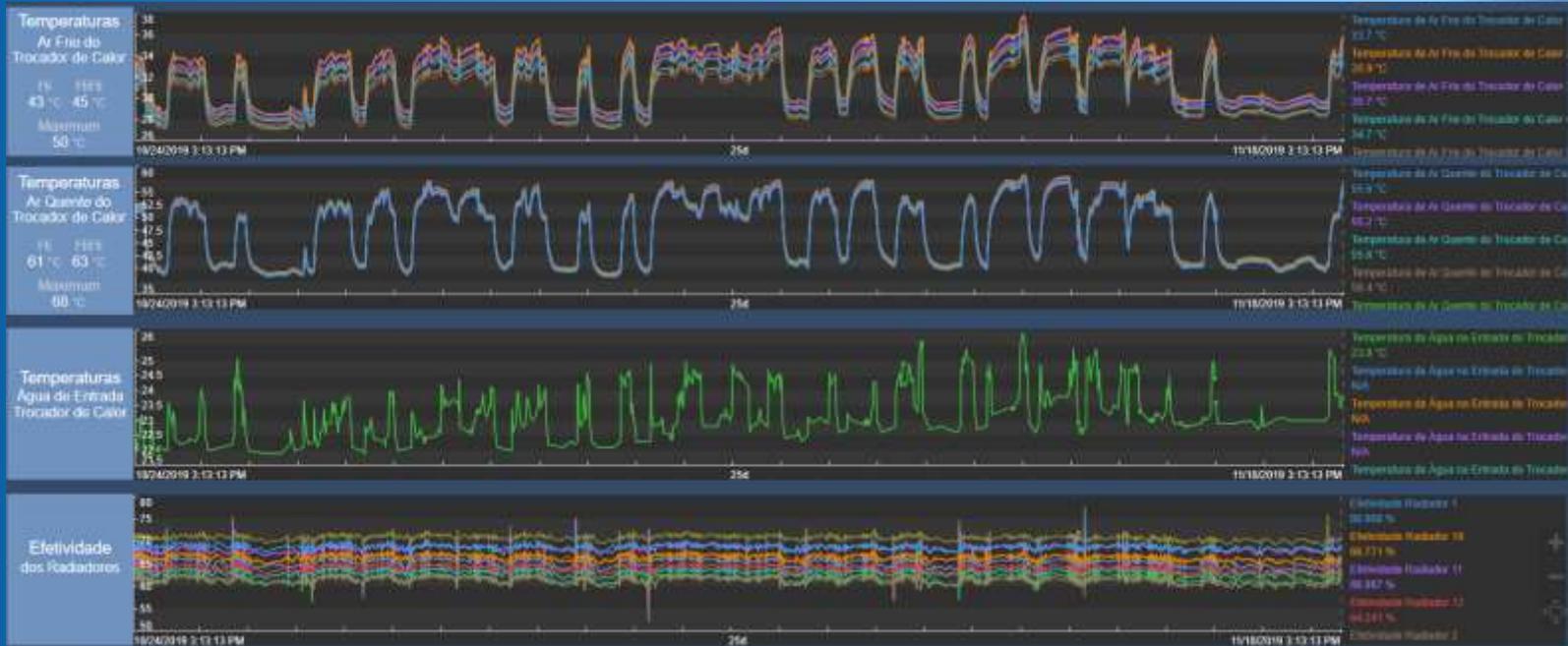
# Jornada de Digitalização



# Analytics – Cálculo de Efetividade dos Radiadores

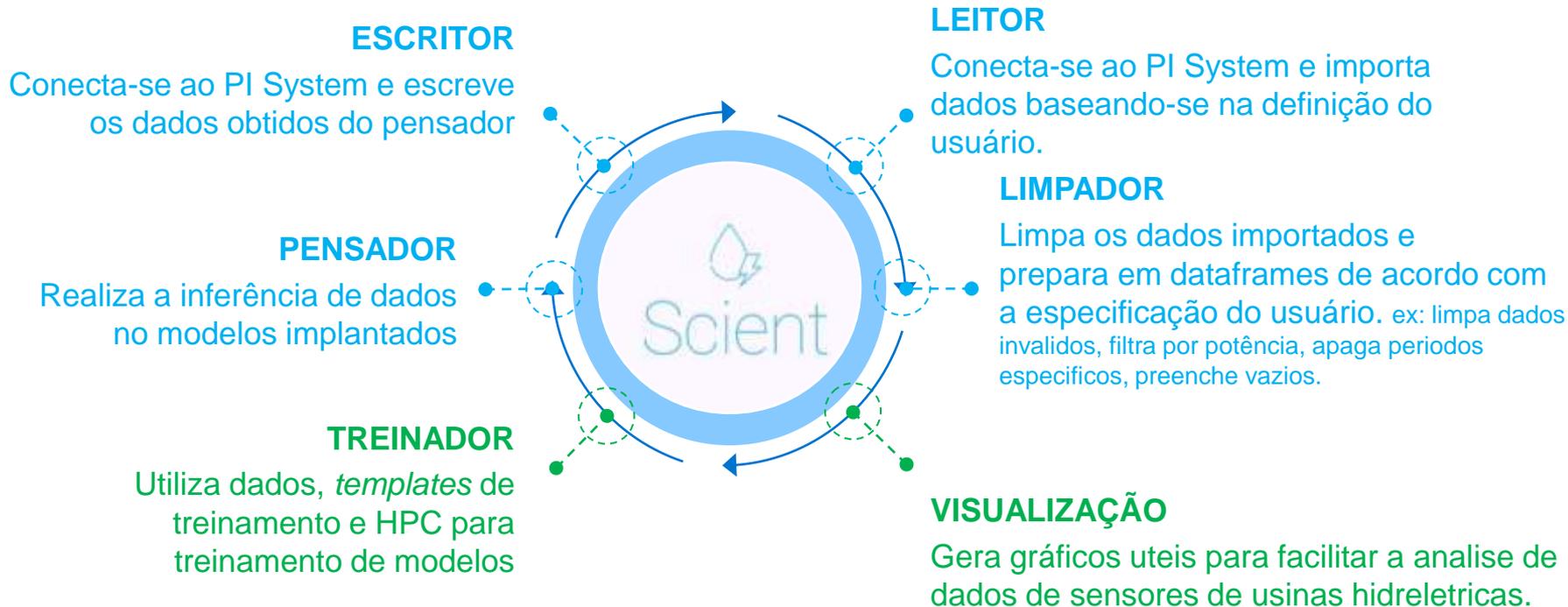
$$eff_{rad} = \frac{A - B}{A - C}$$

$A \rightarrow$  temperatura de quente  
 $B \rightarrow$  temperatura de ar frio  
 $C \rightarrow$  temperatura da água de entrada



# Modulos do Scient

Scient é um toolbox em desenvolvimento. As ferramentas contidas nele serão aplicadas internamente nas hidreletricas da Engie Brasil.



# Visualização

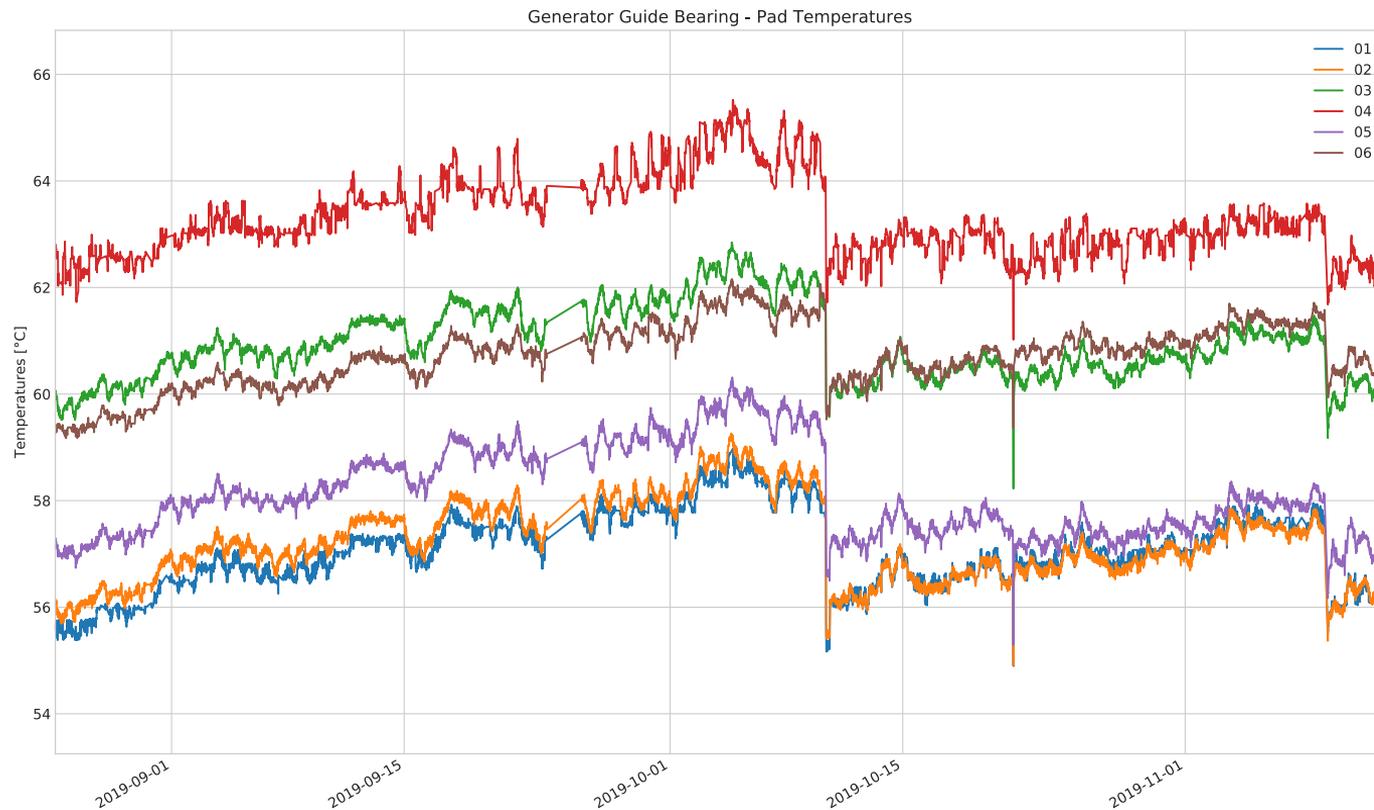
Engenheiros analisam curvas de tendência de diferentes maneiras

Normalmente procuramos padrões visuais relacionados a modos de falha já conhecidos

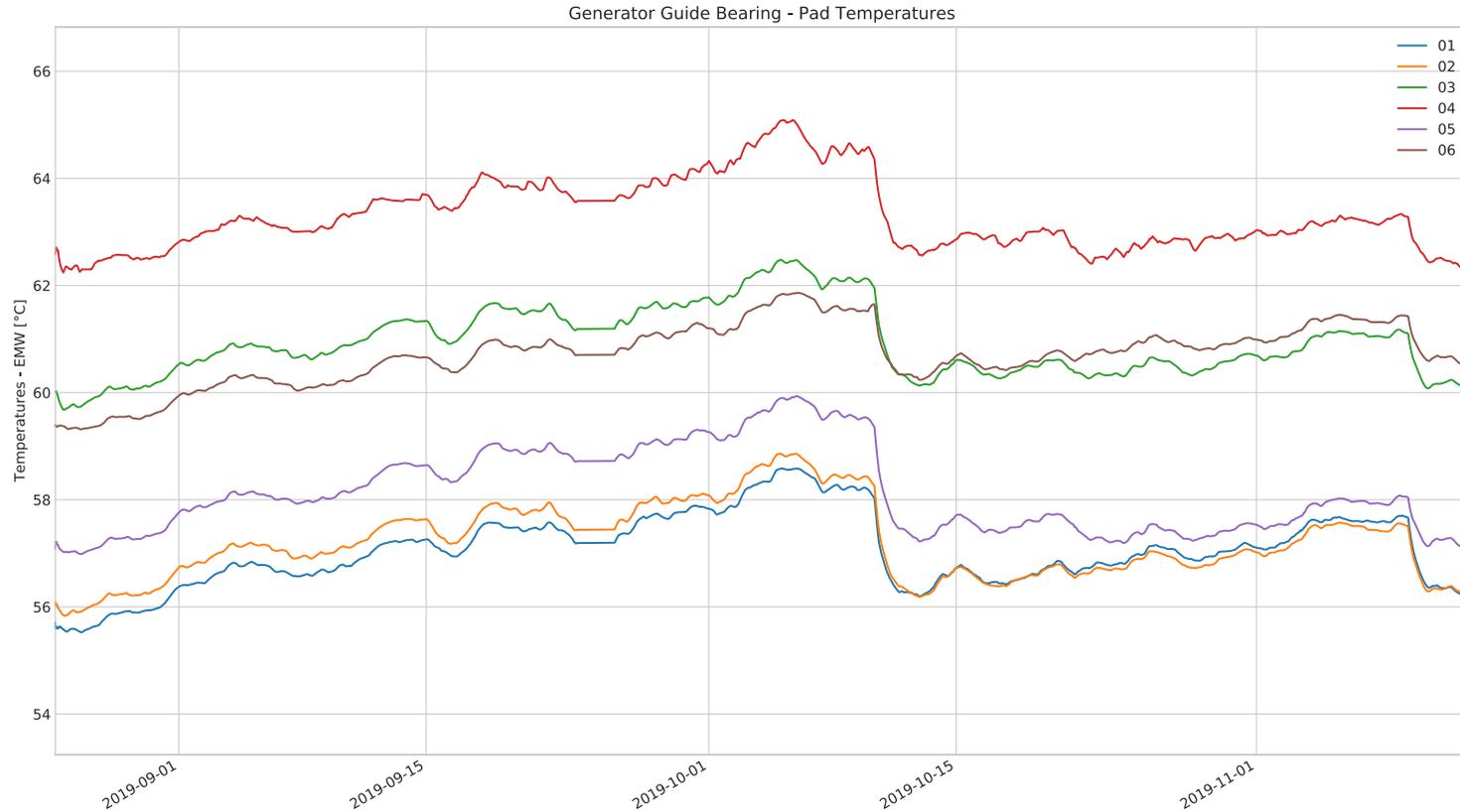
Algumas vezes a forma como os dados são apresentados torna o entendimento do fenômeno física mais difícil

Para isso estão sendo desenvolvidas formas de visualização simples que podem ajudar os engenheiros a fazerem uma análise melhor.

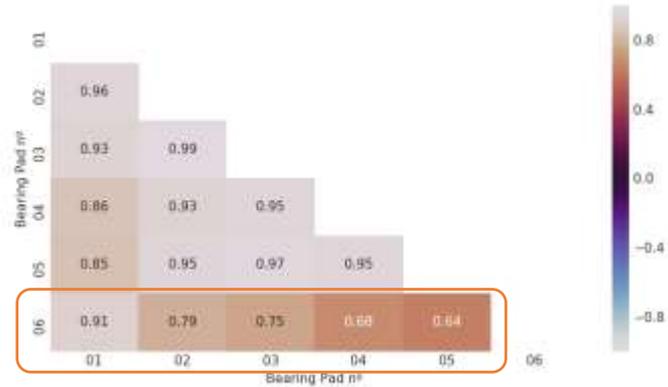
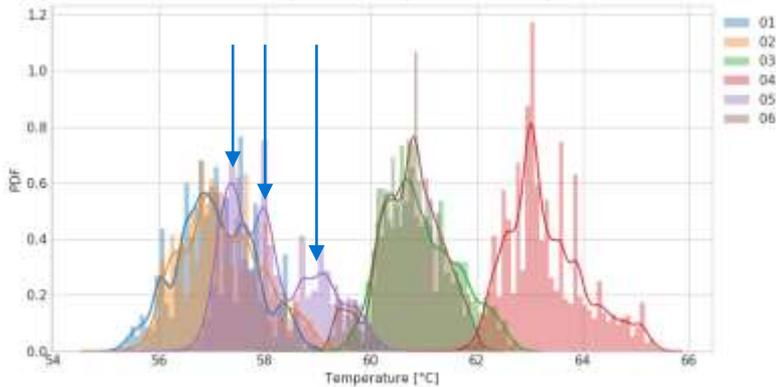
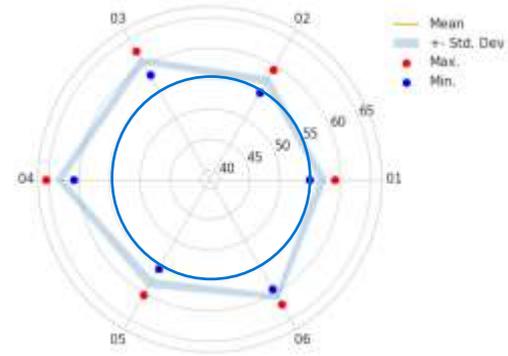
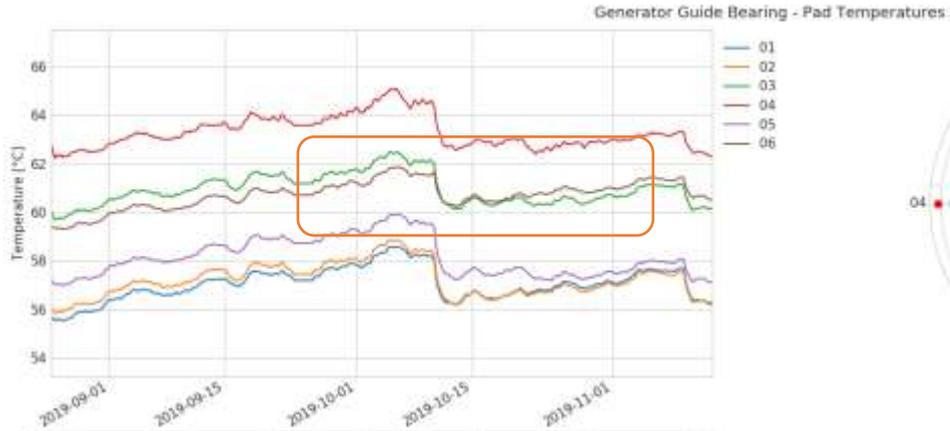
# Tendência



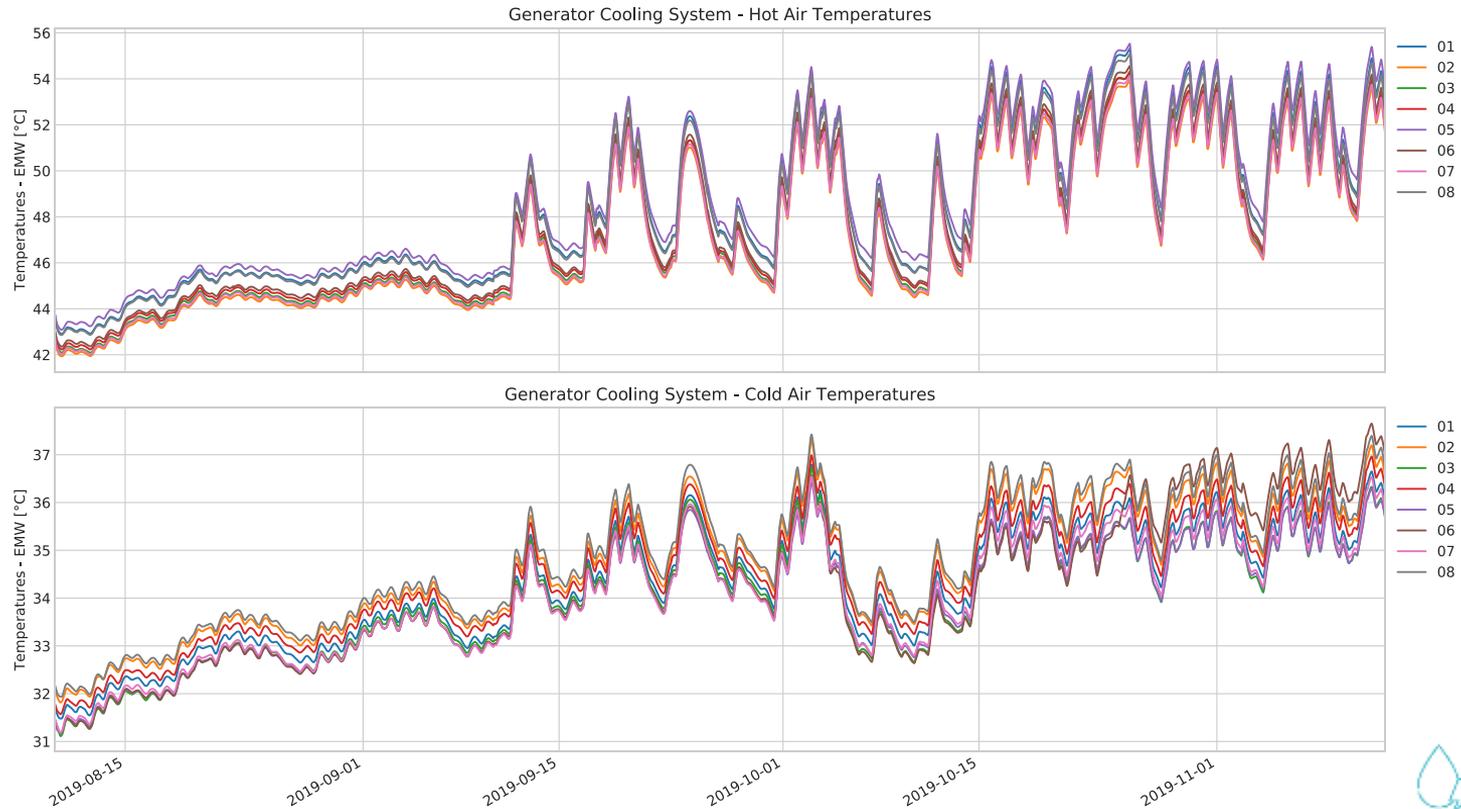
# Tendência – Média Móvel Exponencial



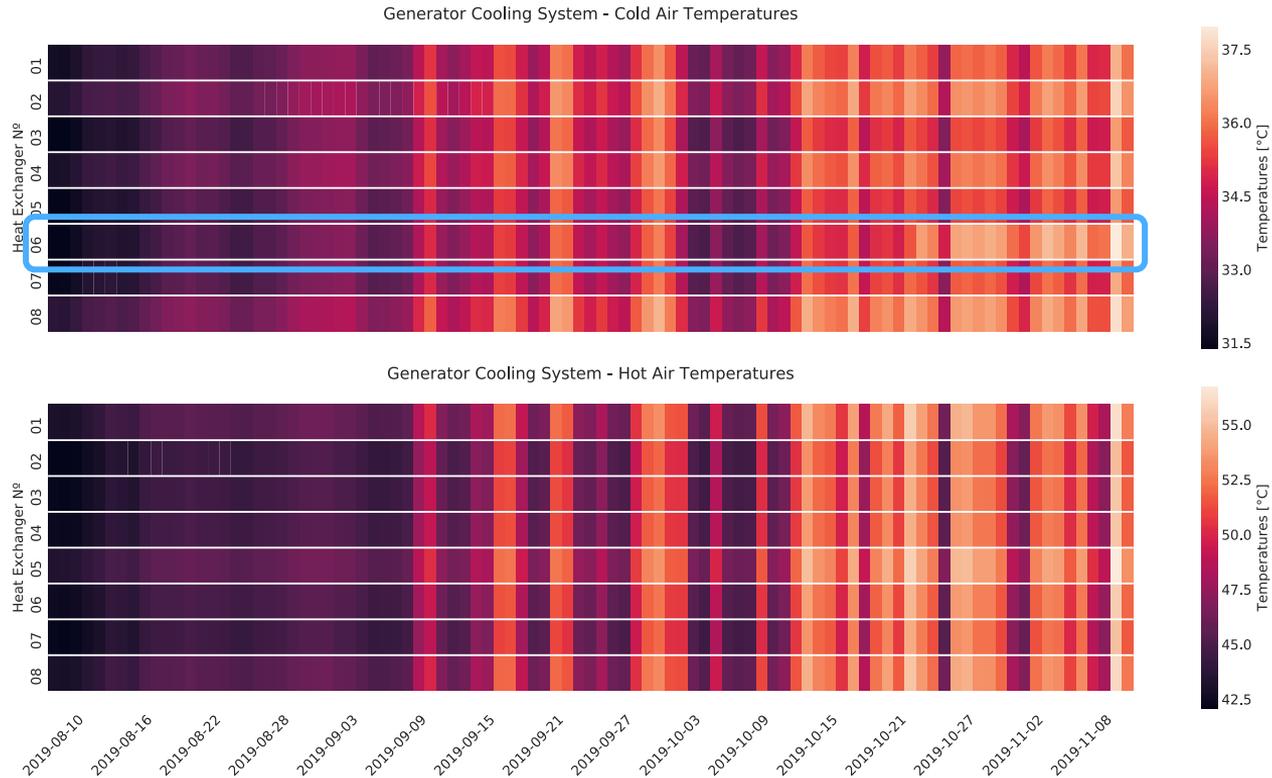
# Tendência + Outros



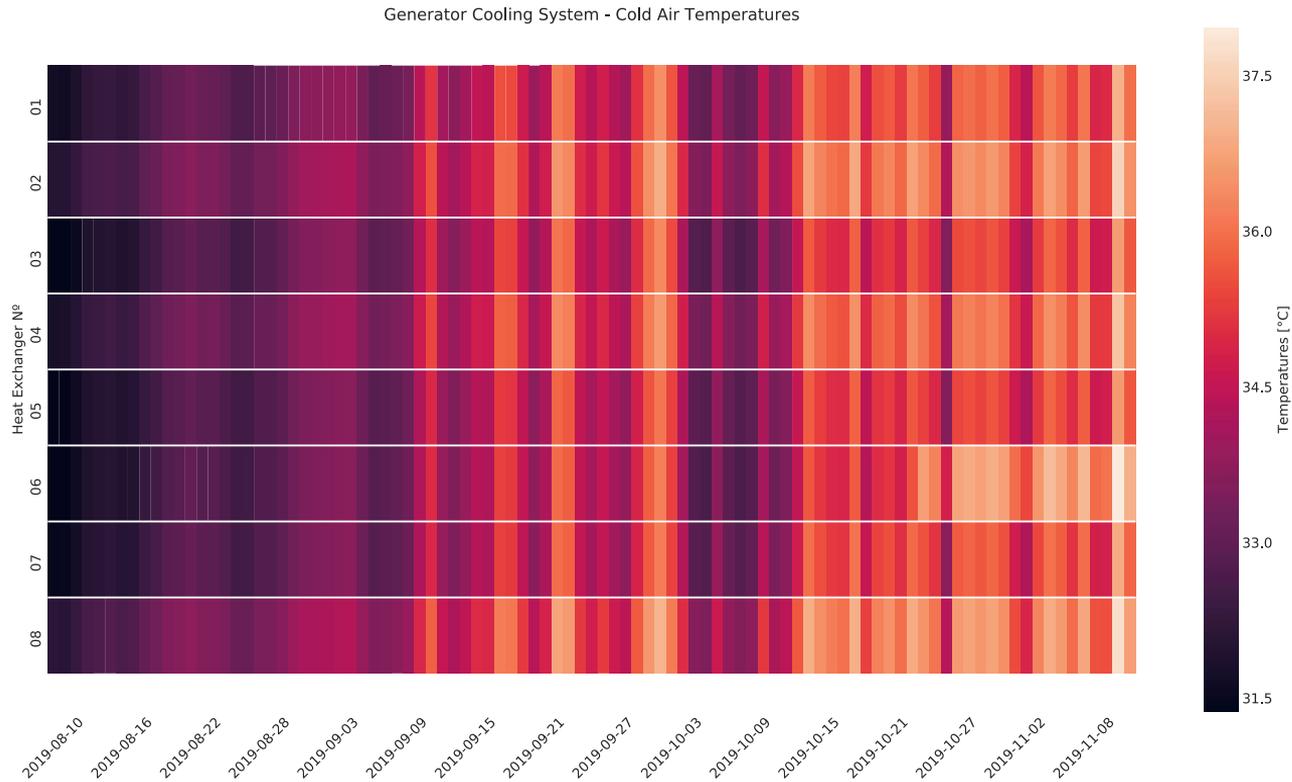
# Tendência



# Heatmap temporal dos trocadores de calor



# Heatmap temporal dos trocadores de calor



# Jornada de Digitalização

Coleta & Centralização

Padronização

Analytics e Visualização

ML para Detecção de Anomalias

0101  
11001  
01011110  
10011010  
110101001  
010011010  
0101010101  
0101010101  
01010101010  
01011110101  
1010101010  
1001010101  
0101010101  
010100010  
01010010  
10101011  
100110  
1010



# ML para Detecção de Anomalias

Número de falhas reduzido e grande disponibilidade de dados de máquinas saudáveis

Um Sistema precisa aprender o que é normal e indicar um nível de (a)normalidade para um comportamento não esperado.

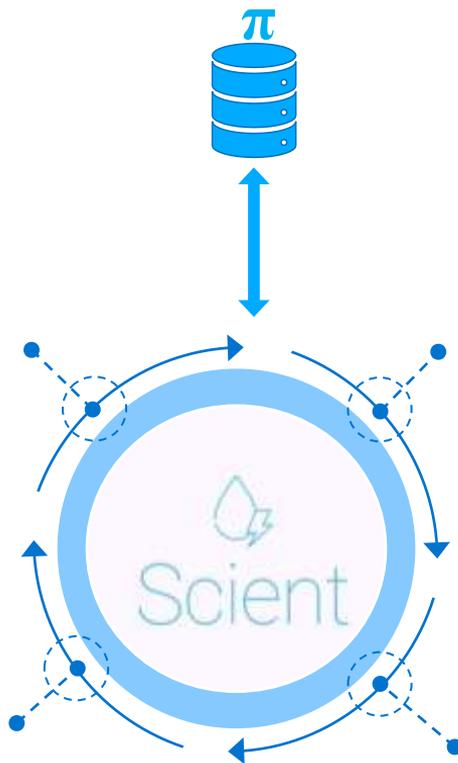
O modelo aprende tendo como referência condições operacionais, ambientais e para alguns métodos relações temporais

Diferentes métodos foram implantados adequando-se a diferentes contextos de detecção e sistemas.

## Modulos do Scient

**ESCRITOR**  
Conecta-se ao PI System e escreve os dados obtidos do pensador

**PENSADOR**  
Realiza a inferência de dados no modelos implantados



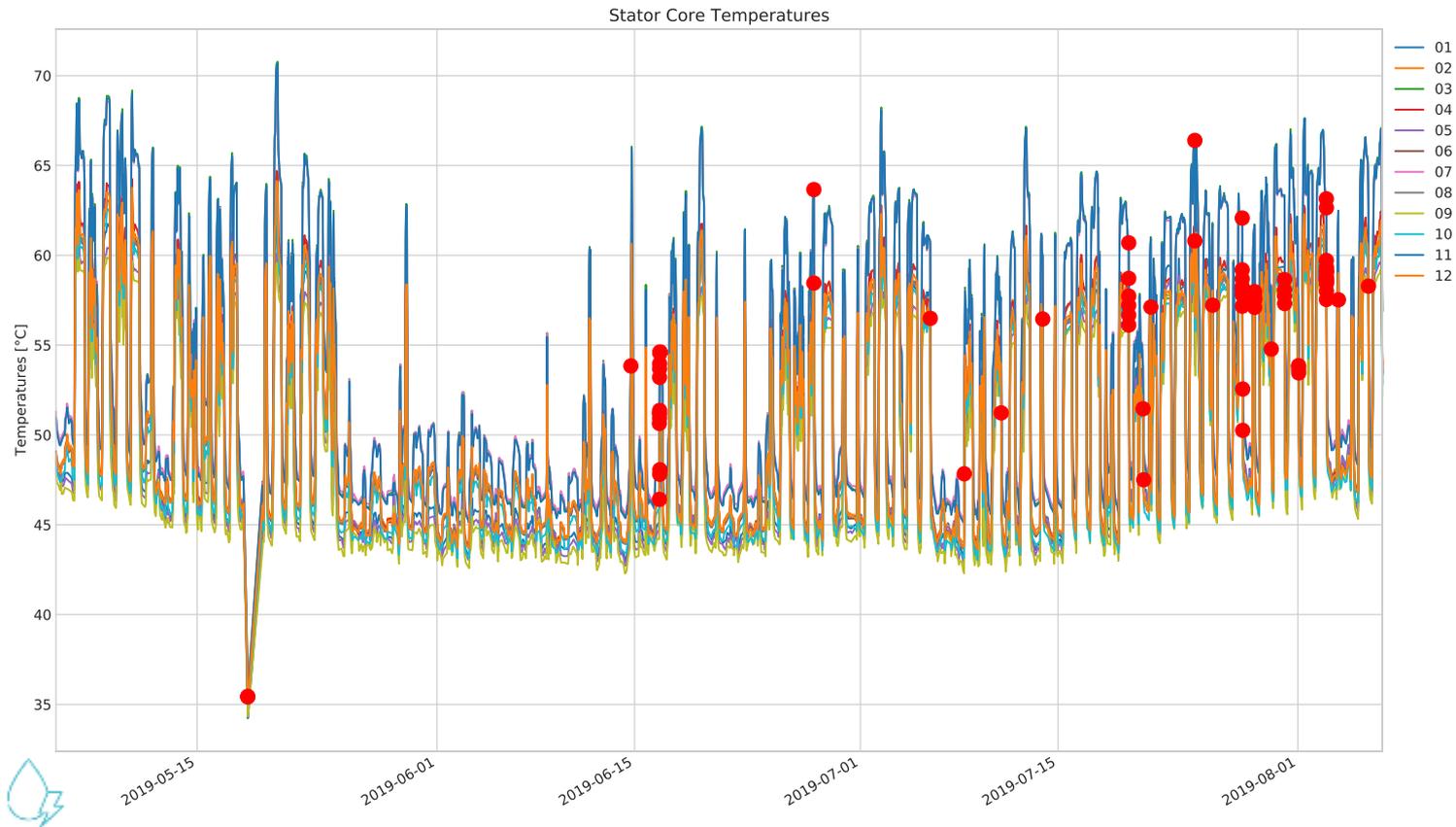
**LEITOR**   
Conecta-se ao PI System e importa dados baseando-se na definição do usuário.

**LIMPADOR**  
Limpa os dados importados e prepara em dataframes de acordo com a especificação do usuário. ex: limpa dados invalidos, filtra por potência, apaga periodos especificos, preenche vazios.

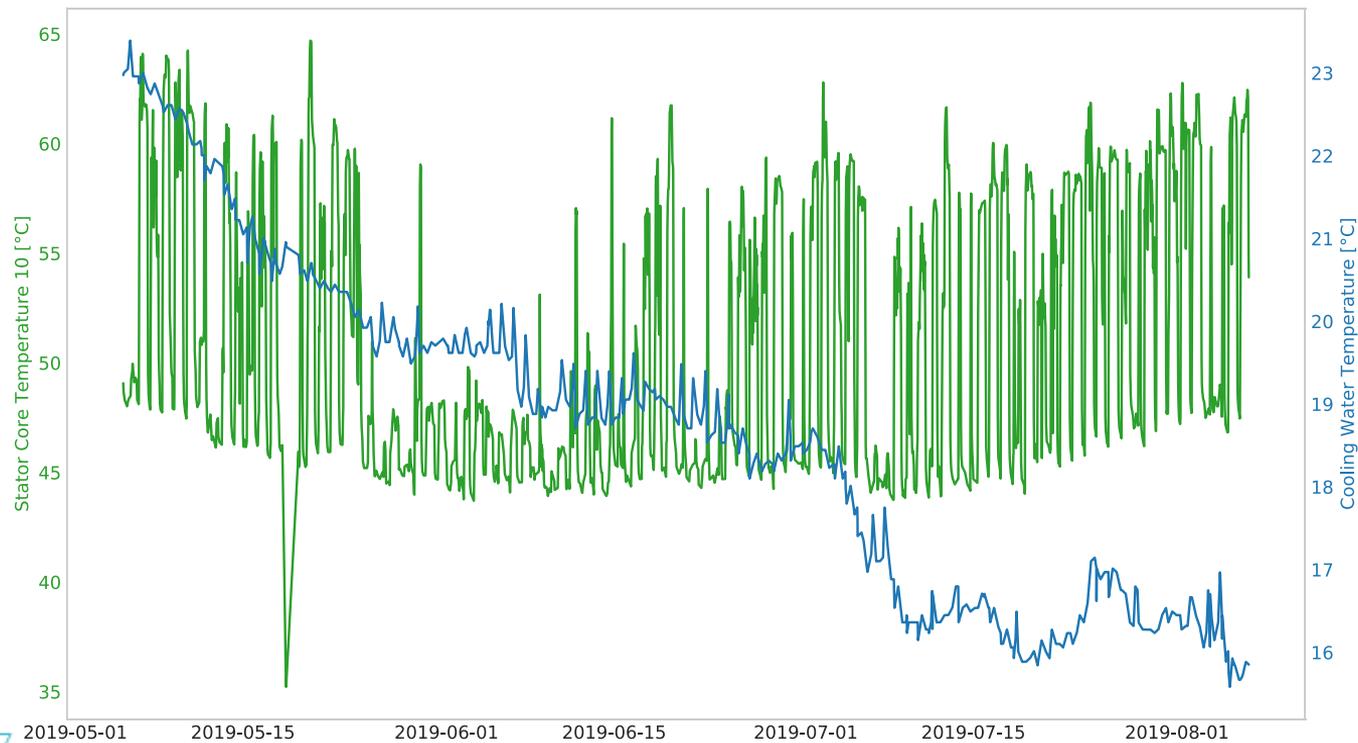
# Detecção de Anomalias



# Detecção de Anomalias - Exemplo



# Detecção de Anomalias - Exemplo



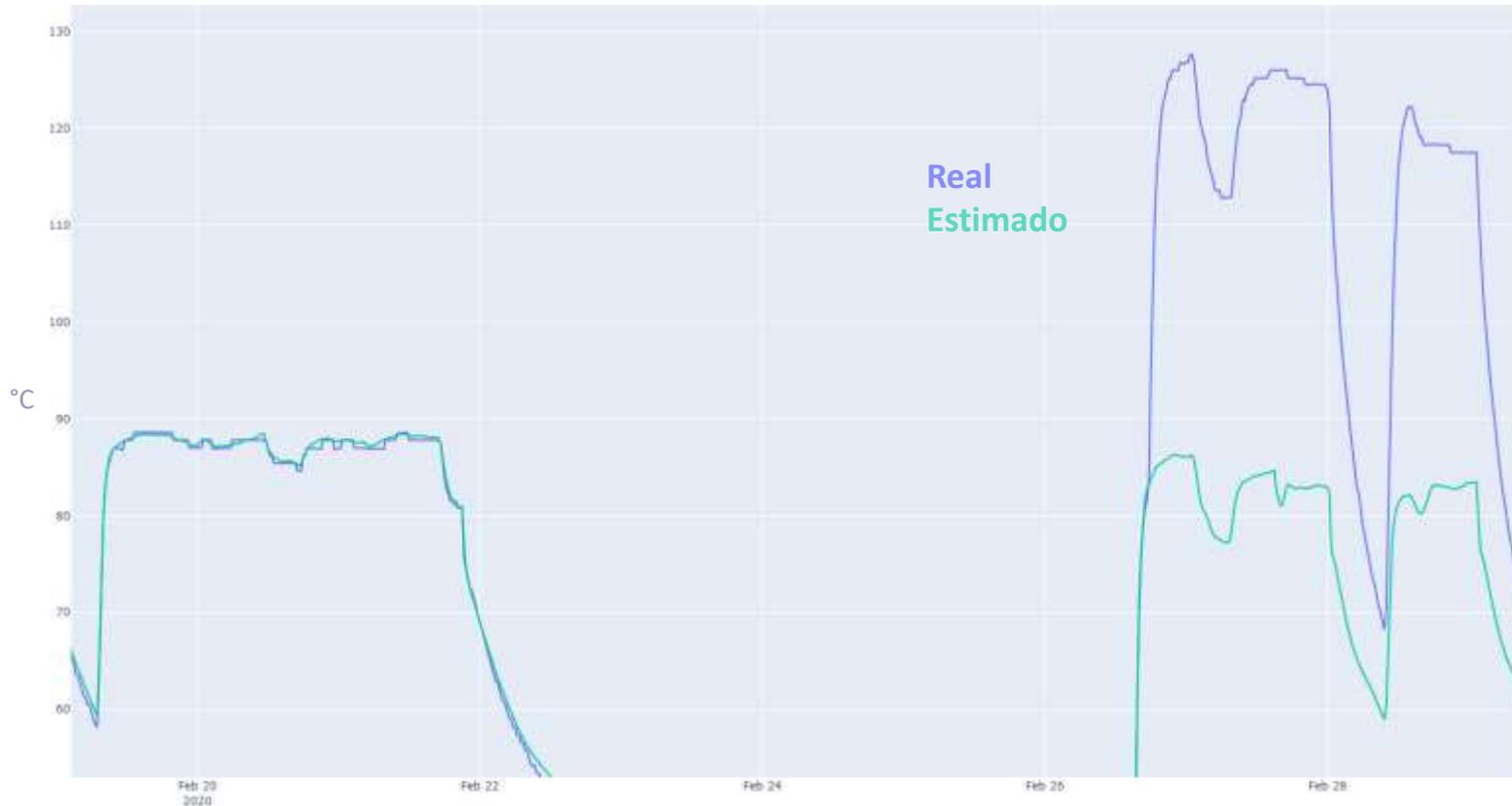
# Modelo Normal

Real  
Estimado

Erro



## Modelo Normal - Exemplo



# Predição



# Considerações Finais

Dados centralizados e organizados são essenciais para aumentar os ganhos com o uso das informações

A padronização das variáveis tem extrema importância na escalabilidade das aplicações

Métodos de *machine learning* contribuem para aumento de produtividade nas atividades de análise de condição. Para alguns modos de falha observa-se aumento na detectabilidade de algumas causas contribuindo para o planejamento de ações corretivas com objetivo de evitar falha funcional



[www.engie.com.br](http://www.engie.com.br)

Equipe:

Wagner Rupp

Caio Cunha

Renan Eggers

Felipe Simoni

Lian Gomes



[www.facebook.com/engiebrasil](http://www.facebook.com/engiebrasil)



[www.instagram.com/engiebrasil](http://www.instagram.com/engiebrasil)



[www.linkedin.com/company/engie-brasil](http://www.linkedin.com/company/engie-brasil)



[www.youtube.com/engiebrasil](http://www.youtube.com/engiebrasil)



[www.twitter.com/engiebrasil](http://www.twitter.com/engiebrasil)

contato:

[felipe.simoni@engie.com](mailto:felipe.simoni@engie.com)

[lian.gomes@engie.com](mailto:lian.gomes@engie.com)

# THANK YOU



# Sessão de Perguntas



謝謝

KEA LEBOHA

DZIĘKUJĘ CI

TAPADH LEIBH

고맙습니다

NGIYABONGA

БАЯРЛАЛАА

MISAOTRA ANAO

TEŞEKKÜR EDERİM

OBRIGADO شكرا

KÖSZÖNÖM

DANKIE

TERIMA KASIH

GRACIES

DANKON TANK

TAPADH LEAT

SALAMAT

СПАСИБО

MULŢUMESC

PAKMET CI3GE



OSIsoft®

HVALA

FAAFETAI

GO RAIBH MAITH AGAT

ESKERRIK ASKO

БЛАГОДАРЯ

GRACIAS

THANK YOU

HVALA ХВАЛА ВАМ

ТИ БЛАГОДАРАМ

TAK DANKE

MAHADSANID

DANK JE

ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ

GRATIAS TIBI

TEŞEKKÜR EDERİM

RAHMAT

MERCI

AČIŮ

SALAMAT

MAHALO IĀ 'ŌE

TAKK SKALDU HA

ДЗЯКУЙ

GRAZIE

HATUR NUHUN

GRAZZI

ПАККА ПЕР

ありがとうございました

DI OU MÈSI

ĎAKUJEM

PAHMAT CAĜA

SIPAS JI WERE

TERIMA KASIH

MATUR NUWUN

CẢM ƠN BẠN

UA TSAUG RAU KOJ

WAZVIITA

ТИ БЛАГОДАРАМ

СИПОС

FALEMINDERIT