

Monitoramento de Barragens Utilizando PI System

André da Silva Barbosa
Luís Eugênio Espinosa Aranha
23 de Maio, 2018



ITAIPU Binacional: Monitoramento de Barragens

Itaipu Binacional: Líder mundial em produção de energia limpa e renovável



Situada no Rio Paraná na
fronteira entre
Brasil e Paraguai



Capacidade Instalada de **14.000
MW**

20 x UG (700MW)
Reservatório: 1.350km²
Índice de Produção:
10,4 KW / km²



Líder mundial em produção de
energia limpa e renovável
2.3 bilhões MWh desde 1984



2016: Recorde mundial de
produção de energia
103.1 milhões MWh



**Parque Tecnológico
ITAIPU**

**LATIN AMERICA REGIONAL SEMINAR SERIES
POWER & UTILITIES FORUM**

Motivação: Solução aplicada atualmente

O monitoramento da barragem é feito com um vasto número de instrumentos instalados ao longo da barragem

Instrumentação presente na barragem



Atualmente na barragem existem **24 UARs** (Unidade de Aquisição Remota), tais unidades centralizam a aquisição de dados, onde 10% dos instrumentos possuem aquisição automatizada

Os instrumentos incluem:

- 55 Piezômetros
- 36 Medidores de Vazão
- 13 Medidores Triortogonais
- 110 Extensômetros

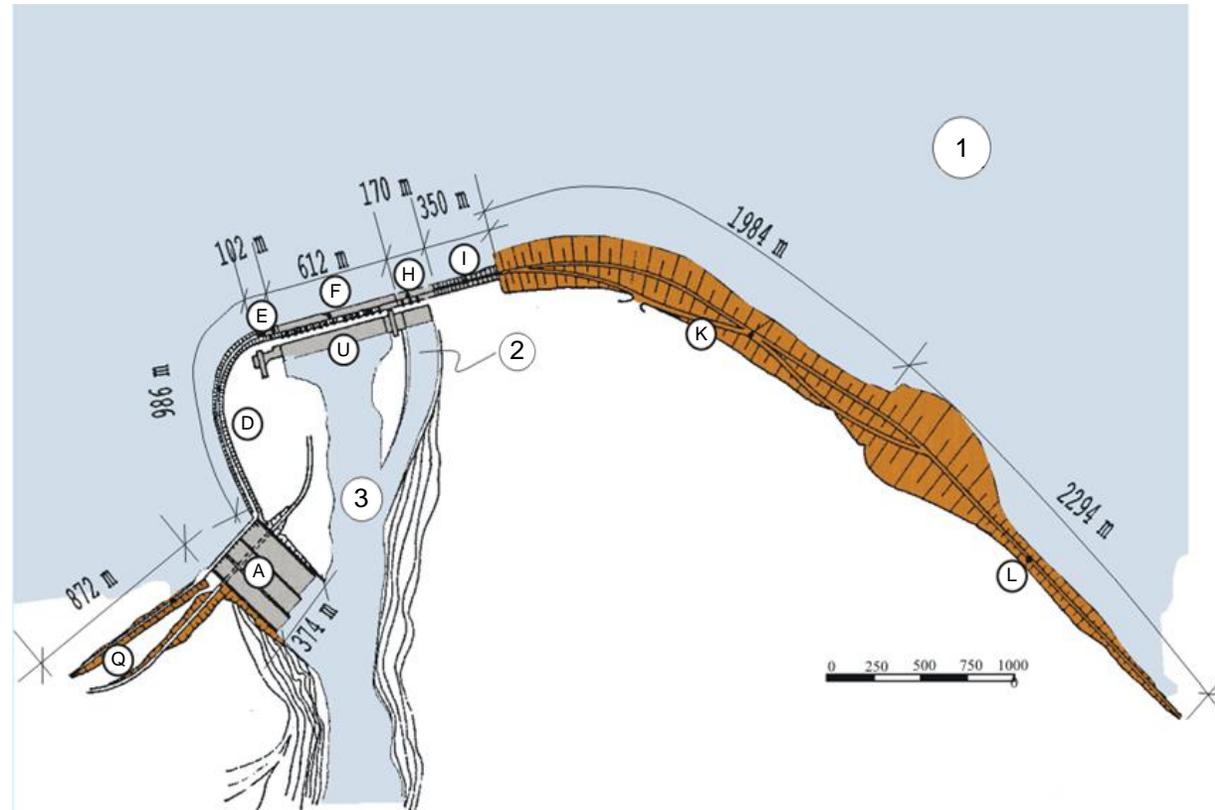
SAAD – Sistema de Auscultação Automática de Dados

O SAAD é responsável por adquirir informações referentes aos instrumentos de monitoramento da estrutura civil de Itaipu.

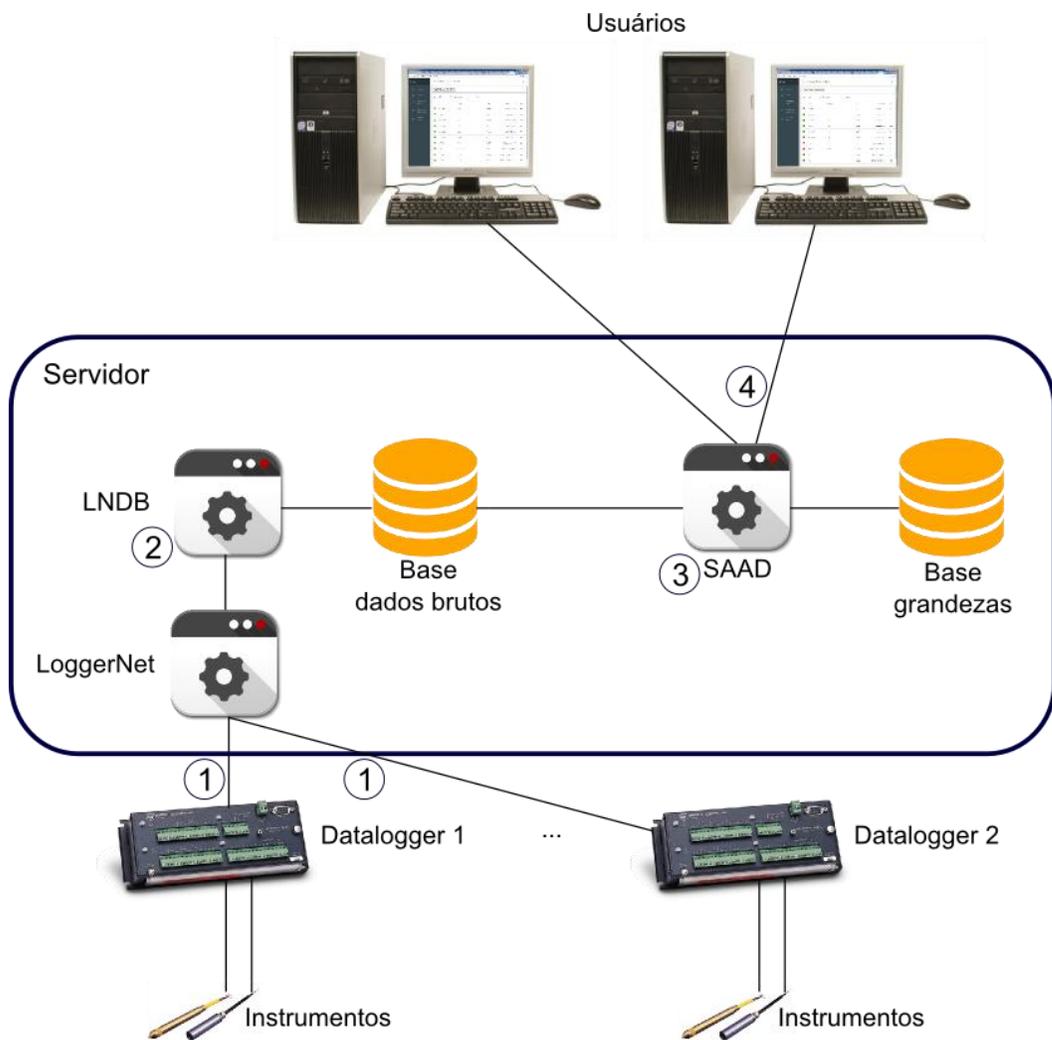
Esta solução customizada foi desenvolvida pelo PTI. Requer um alto nível de especialização (alteração do código fonte – “Caixa Preta”) em caso de qualquer manutenção, tais como:

- Adicionar novos tipos de instrumentos
- Calibração dos instrumentos (ex. alteração dos parâmetros das equações de vazão)
- Inclusão e alteração de modelos matemáticos

Estrutura Civil da Barragem



Arquitetura da aplicação SAAD



① **Datalogger/LoggerNet:** *Datalogger* é o equipamento que realiza comunicação com os sensores a cada 30 minutos e armazena os dados coletados em uma memória interna. O *LoggerNet* é uma aplicação da Campbell que realiza a coleta de dados dos *Dataloggers*.

② **LNDB:** O *datalogger* não envia as informações de forma automática e uma aplicação da Campbell chamada LNDB conecta-se ao *LoggerNet*, buscando os dados coletados e os inserindo-os em um banco de dados relacional (SQL Server).

SAAD: É aplicação desenvolvida pelo PTI onde realiza a

③ transformação e cálculos das medições. Também é responsável em disponibilizar um interface *web* com os usuários para visualização.

Usuários: Acessam as informações calculadas em interface *web*

④ para acompanhamento dos alertas e *trends*.

Solução baseada no PI System

Utilização de uma ampla gama de módulos do PI System, visando uma melhor manutenção, escalabilidade e governança



Fontes de Dados

- SQL Server
- Datalogger
- Nenhuma alteração na fonte de dados de origem



Aquisição de Dados

- Integração nativa
- Uso de interface padrão da OSIsoft (PI RDBMS)
- Facilidade de configuração
- Rápida implementação



Processamento

- Parâmetros configuráveis
- Contextualização
- Cálculos extensíveis
- Eventos rastreáveis
- Notificações automáticas



Apresentação

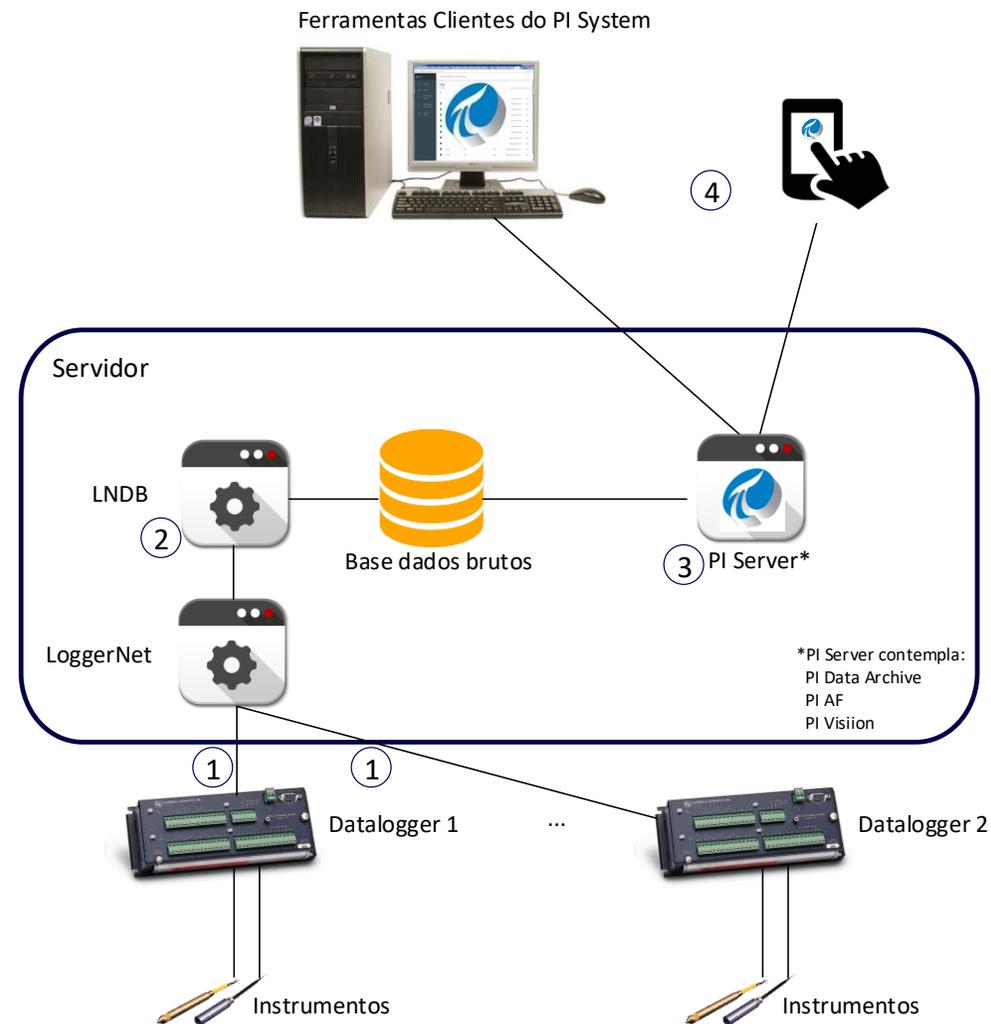
- Facilidade de uso
- Rápida implementação
- Totalmente adequado a dispositivos móveis (*smartphones*)

Através de um PoV (*Proof of Value*) a plataforma do PI System foi utilizada para substituir a solução atual SAAD

Visualização: A interface de visualização *web* é o PI Vision, onde o usuário pode monitorar todos os alertas, analisar as medições em tempo-real ou historicamente através de *trends*. A manutenção do sistema é mais simples e não requer nenhum tipo de codificação.

Contextualização e Analytics: Os dados coletados são armazenados em PI Points (*tags*) e organizados hierarquicamente no PI AF (*Asset Framework*). Os cálculos de medição são realizados no *Analytics*, alertas são tratadas como eventos (*Event Frames*) e alertas são enviados através do *Notifications* automaticamente. Os resultados dos cálculos são armazenados em PI Points.

PI Interface for RDBMS (Relational Database): Utilizando uma interface nativa da OSIsoft para leitura de banco de dados relacionais, coletamos os dados brutos armazenados temporariamente na base do LNDB (SQL Server).



A modelagem dos instrumentos foi realizada no PI AF através de templates automatizando a aquisição de dados (PI Points)

Modelagem do sistema no PI AF (Asset Framework)

The screenshot displays the PI AF Asset Framework interface. On the left, a table lists various instrument templates categorized into Calibration, Magnitudes, Reading, and Alarm Limits. The 'Reading' category is expanded, showing templates R1 and T1. On the right, the properties for the selected R1 template are shown, including Name, Description, Properties, Categories, Default UOM, Value Type, Default Value, and Data Reference. A SQL query is visible in the 'Settings...' section.

Name	Description	Default Value
Category: Calibração		
A	Fator Polinomial	0
B	Fator Polinomial	0
BK	Constante	0,415
C	Fator Polinomial	0
G	Fator de Calibração	0
L	Offset de Itaipu	0
M	Fator de Multiplicação	0,00033
R0	Leitura Inicial	0 Hz
T0	Temperatura Inicial	0 °C
Category: Grandezas		
AbsoluteDisplacement		0 mm
RelativeDisplacement		0 mm
Category: Leitura		
R1	Aquisição Instantânea	0 Hz
T1	Aquisição Instantânea	0 °C
Category: Limites Alarmes		
WarningDisplacementHigh		10
WarningDisplacementLow		-50

Properties for R1:
Name: R1
Description: Aquisição Instantânea
Properties: <None>
Categories: Leitura
Default UOM: hertz
Value Type: Double
Default Value: 0 Hz
Data Reference: PI Point

```
SQL="SELECT CAST (TimeStamp AS datetime) timestamp, [%Element%-R], 0 FROM [%..|Element%-%..|Attribute %_Measurements] ORDER BY CAST (TimeStamp AS datetime) DESC";"=;location1=2;location2=1;location3=0;location4=1;location5=0;pointsource=RDBMSP1
```

Uso de PI Element Templates: O correto uso de *templates* permitiu diversos ganhos de escala na solução como a padronização da estrutura por tipo de instrumento. Facilita drasticamente a adição de novos instrumentos.

Categorias: Uso de categorias para organizar as informações de forma mais amigável para os usuários.

Criação automática de PI Point (tags): A aquisição de dados é automática, bastando apenas criar um novo elemento baseado nos diversos *element templates* disponíveis.

Foram criados 4 element templates e 26 elementos

Cada template corresponde a um instrumento ou datalogger

Criação das análises, onde as mesmas são cálculos mais complexos, que são executados conforme os dados são lidos

Grandezas Calculadas:

- Nível da água (mm)
- Vazão (l/s)
- Deslocamento absoluto (mm)
- Deslocamento relativo (mm)

Asset Analytics & Event Frames

- Cálculos realizados a cada leitura (~30min)
- Parâmetros são facilmente configuráveis
- Eventos são criados assim que os limites são ultrapassados, gerando alertas

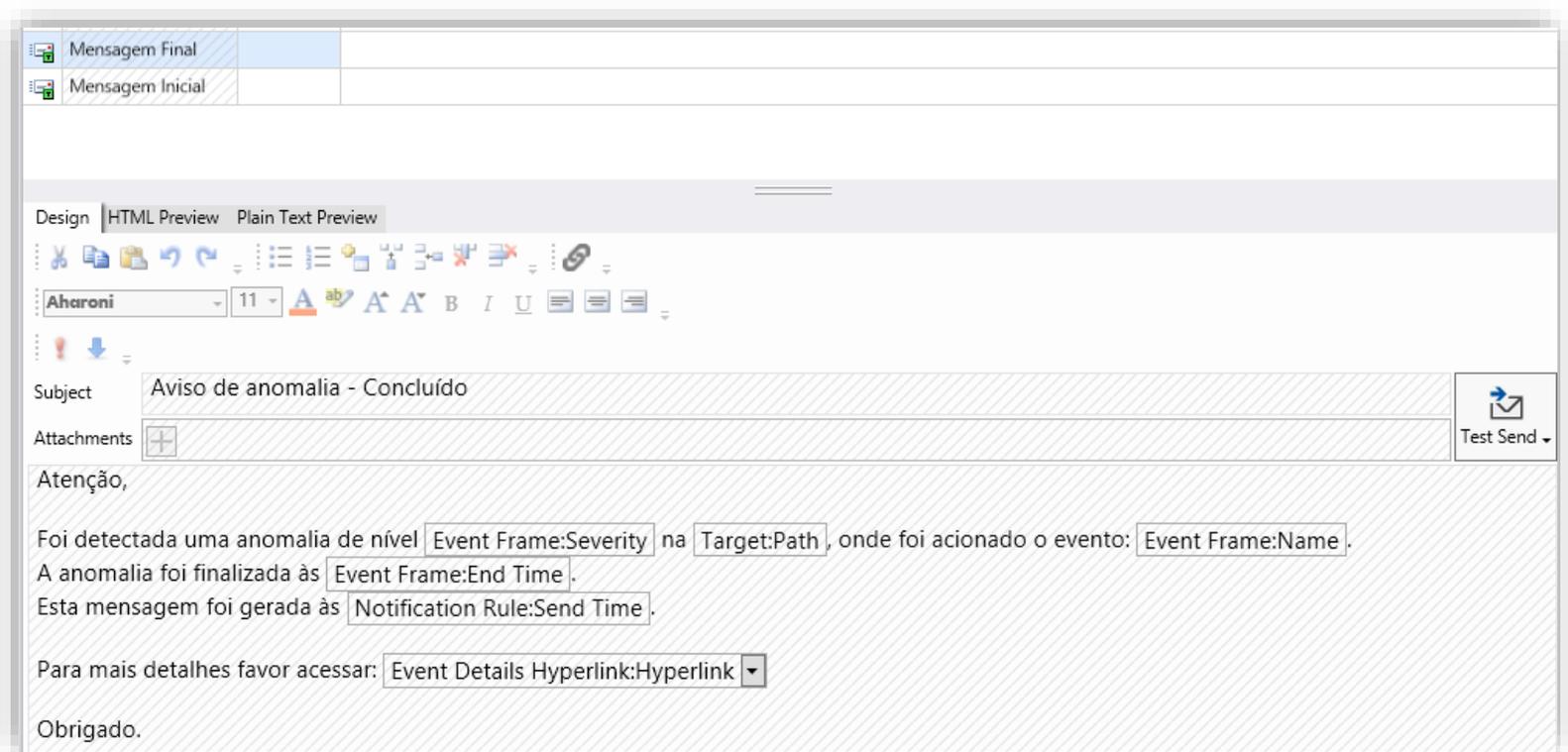
The screenshot displays the configuration interface for 'Displacement Low' in the Asset Analytics & Event Frames tool. The top section shows a list of variables with their names and backfilling status. The right section shows the configuration for 'Displacement Low', including a description, categories, and analysis type (Event Frame Generation). The bottom section shows the 'Event Frame Template' configuration for 'Displacement', with a table of variables and triggers.

Name	Expression	True for	Severity
Variables			
Absolute	$(((A * POW(R1,2)) + (B * R1) + C) - (A * POW(R0,2) + (B * R0) + C) + ((T1 - T0) * (((R1 * M) + BK) *$		
Start triggers			
AbsoluteLow	<code>Absolute < 'WarningDisplacementLow'</code>	Not Set	Warning
End trigger			
EndTrigger	<code>Absolute > 'WarningDisplacementLow'</code>		

As notificações são geradas automaticamente assim que limites operacionais são ultrapassados conforme regra operativa

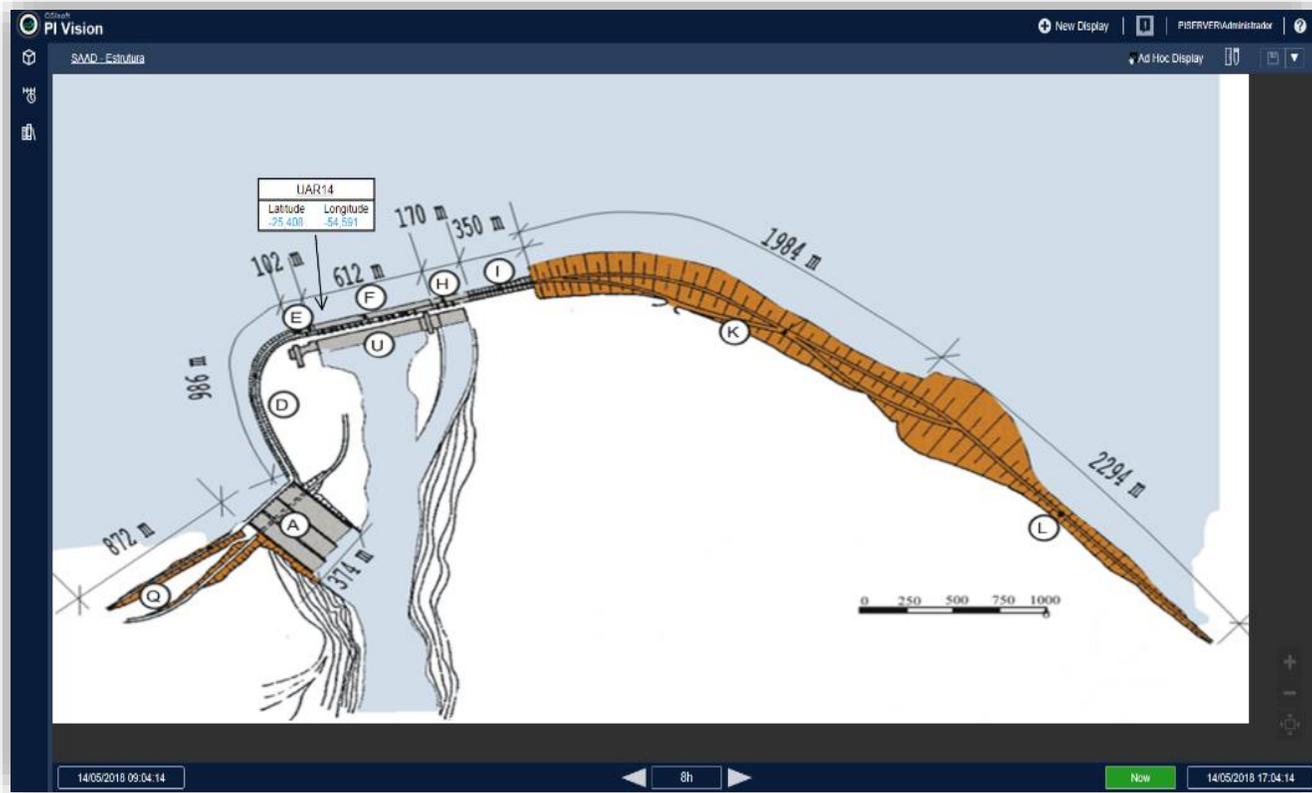
Notifications:

- Mensagem customizada de acordo com o alerta
- Escalonamento para a gerência caso nenhuma ação seja tomada a contento
- Monitoramento ativo das anomalias em tempo-real
- Fácil manutenção e implementação



Um evento é gerado sempre que um limite estabelecido na configuração do instrumento é superado, gerando assim um ou mais e-mails de notificação

A proposta de visualização gráfica é feita através do PI Vision de forma amigável, intuitiva e multi-plataforma



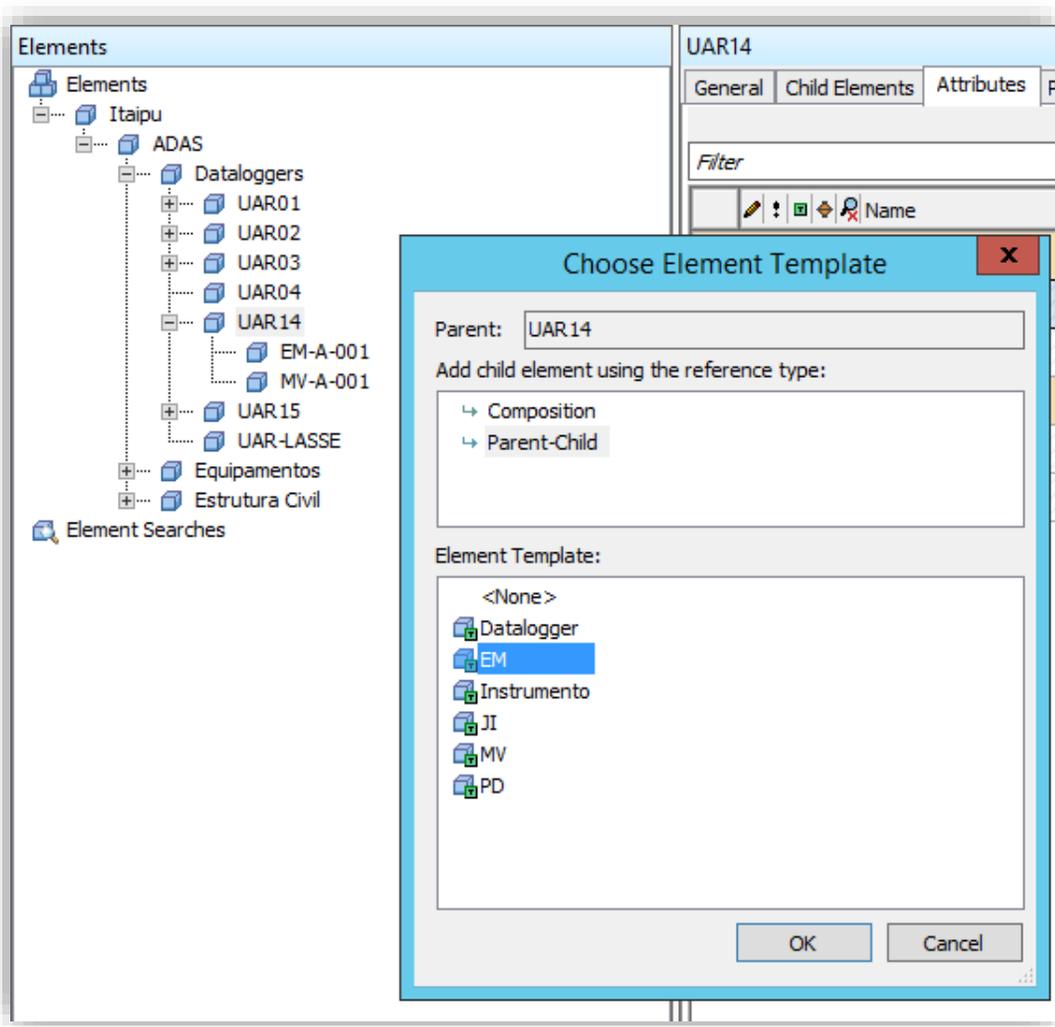
PI Vision:

- Suporte nativo para mobile (*smartphones*)
- Solução intuitiva e bem alinhado às expectativas dos usuários
- Fácil uso e alta segurança
- Interface amigável e única amplamente utilizado entre os usuários

Após a realização da configuração a adição de novos instrumentos é feita de forma simples pelos próprios usuários

Adição de novos instrumentos

- Todas as configurações são herdadas a partir de *templates*
- O único parâmetro de configuração é a calibração do instrumento
- Possibilita fácil alteração de instrumentos sem impactar o modelo
- Nenhuma codificação é necessária por parte do usuário

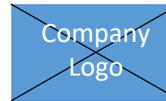


Utilização de PI System para o monitoramento de barragem



COMPANY and GOAL

Avaliar o uso da plataforma PI System visando aproveitar a ampla gama de ferramentas disponíveis, focando na configuração dos módulos e evitando codificação.



CHALLENGE

Monitorar os instrumentos de 24 UARs (Unidade de Aquisição Remota)

- Modelar toda a estrutura de UARs e instrumentos
- Simplificar a configuração e manutenção da aplicação
- Automatizar e facilitar o processo de leitura, cálculos e análises

SOLUTION

Utilizar o PI System para implementar todo o processo, desde aquisição até a apresentação dos dados.

- Criação de *templates* para UARs e instrumentos
- Criação de *tags* associadas a resultados de cálculos e análises
- Criação de eventos e notificações via e-mail em caso de anomalias

RESULTS

Solução aplicada com fácil manutenção e com grande escalabilidade, totalmente implementada no PI System.

- Diminuição do custo e tempo utilizado no processo de desenvolvimento (horas)
- Mitigar erros e impactos de alterações realizadas nas configurações
- Facilitar o processo de adição e manipulação de instrumentos

ITAIPU: Equipe de Apoio

Nome	Área
Roger Daniel Francisco Ferreira	Itaipu Binacional – Engenharia
Aldo Javier Insfrán Domínguez	Itaipu Binacional – Engenharia
Luiz Fernando Lima	Itaipu Binacional – Engenharia
Victor Rodrigo Ruiz Garay	Itaipu Binacional – Engenharia
Dimilson Pintos Coelhos	Itaipu Binacional – Engenharia
Jorge Rafael Gonzalez	Itaipu Binacional – Engenharia
Rafael Rodrigo Druzian	Itaipu Binacional – Engenharia
Bruno Marins Fontes	Itaipu Binacional – Engenharia
André da Silva Barbosa	FPTI - Brasil
Luís Eugênio Espinosa Aranha	FPTI - Brasil
Marcos Vinicius Alves Balsamo	FPTI - Brasil

Informações de contato

André da Silva Barbosa

andre.barbosa@pti.org.br

Analista de Automação

Fundação Parque Tecnológico
ITAIPU



Luís Eugênio Espinosa Aranha

luis.aranha@pti.org.br

Analista de Sistemas

Fundação Parque Tecnológico
ITAIPU



Perguntas

Por favor espere o **microfone** antes de fazer a sua pergunta!



Comece com seu **nome & empresa**



Obrigado!



OSIsoft®