

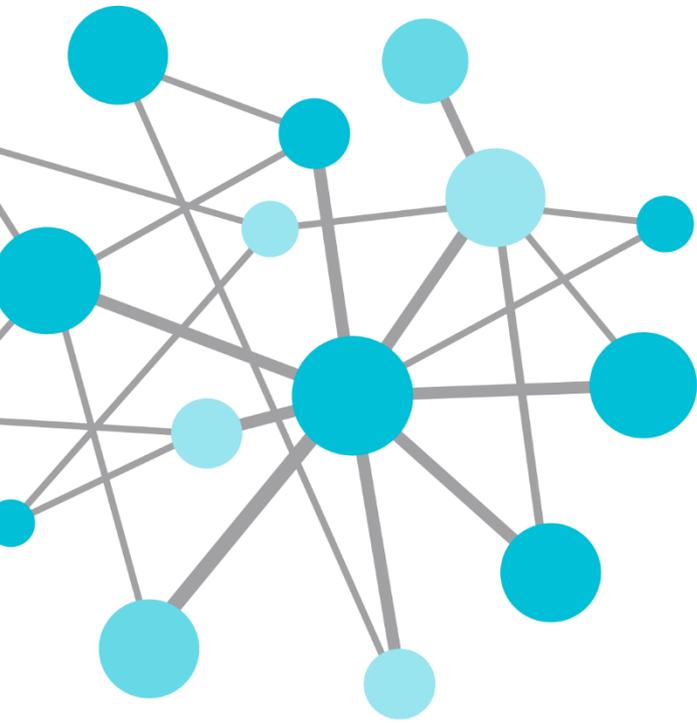
OSIsoft®

SEMINÁRIO REGIONAL 2014

The Power of Data

L A T A M

DECISION READY IN REAL-TIME



Técnicas de *Business Intelligence* na Análise de Dados de Produção

Presented by **Felipe Trevisan**
Rafael Deitos



Sumário

- Contextualização
 - Itaipu Binacional
 - Sistemas PI em Itaipu
 - Problema a ser solucionado
- Metodologia
 - Modelo de dados
 - Extração e transformação dos dados
 - Data Warehouse
 - Análise dos dados
- Resultados
 - Arquitetura proposta
 - Estudos de caso
- Conclusões

Itaipu Binacional

A Empresa

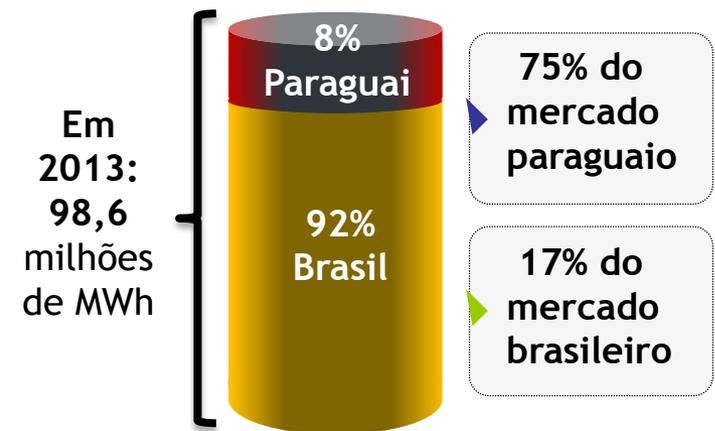
- Binacional: Brasil e Paraguai (50% cada)
- 3.251 empregados (44% BR, 56% PY)
- U\$ 9 bi distribuídos em royalties aos dois países desde 1984
- U\$ 3,5 bi de faturamento em 2013



A Usina

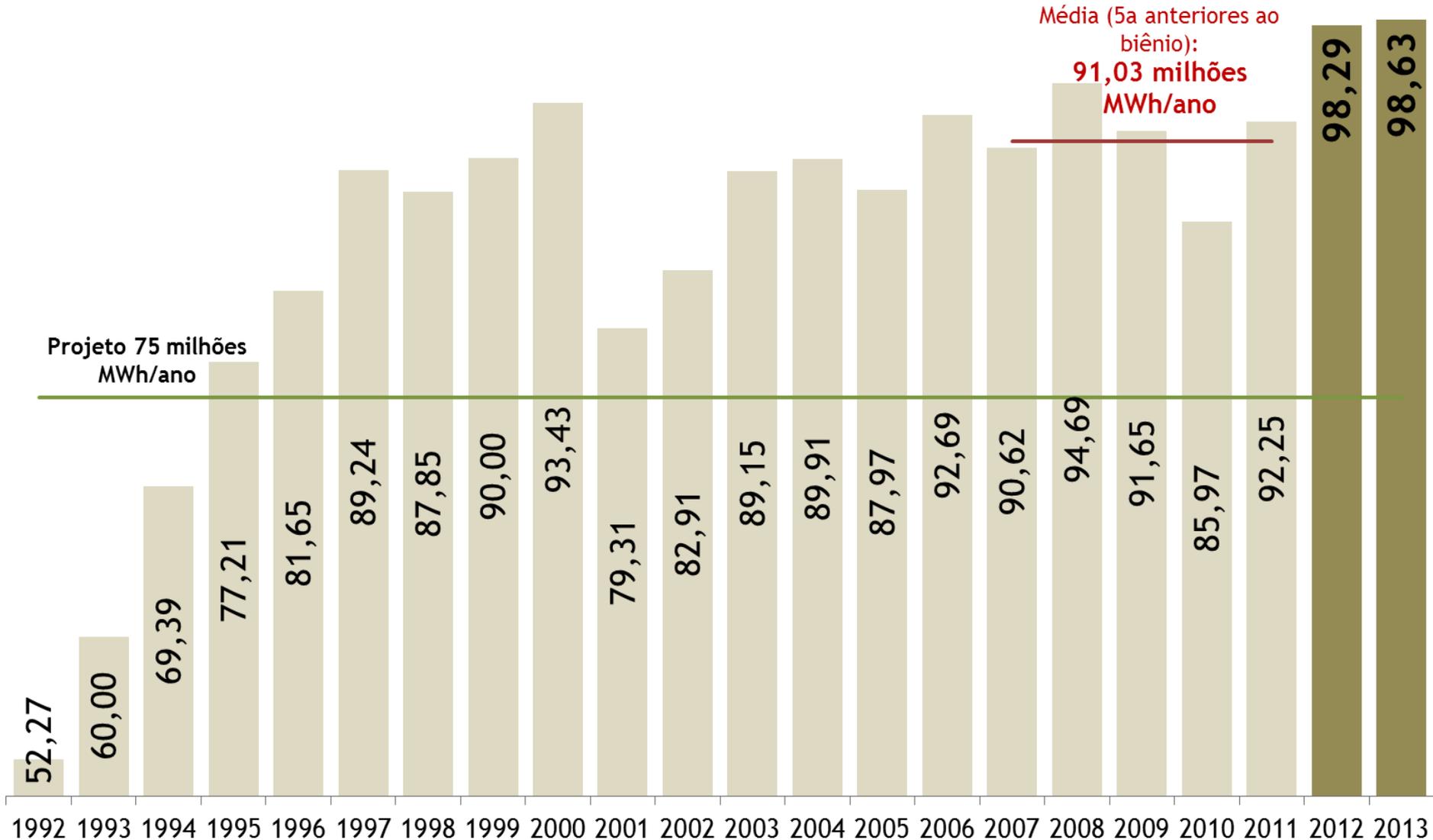
- 20 unidades geradoras de 700 MW cada
- 14.000 MW de potência instalada
- Em operação desde 1984

Destino da energia gerada

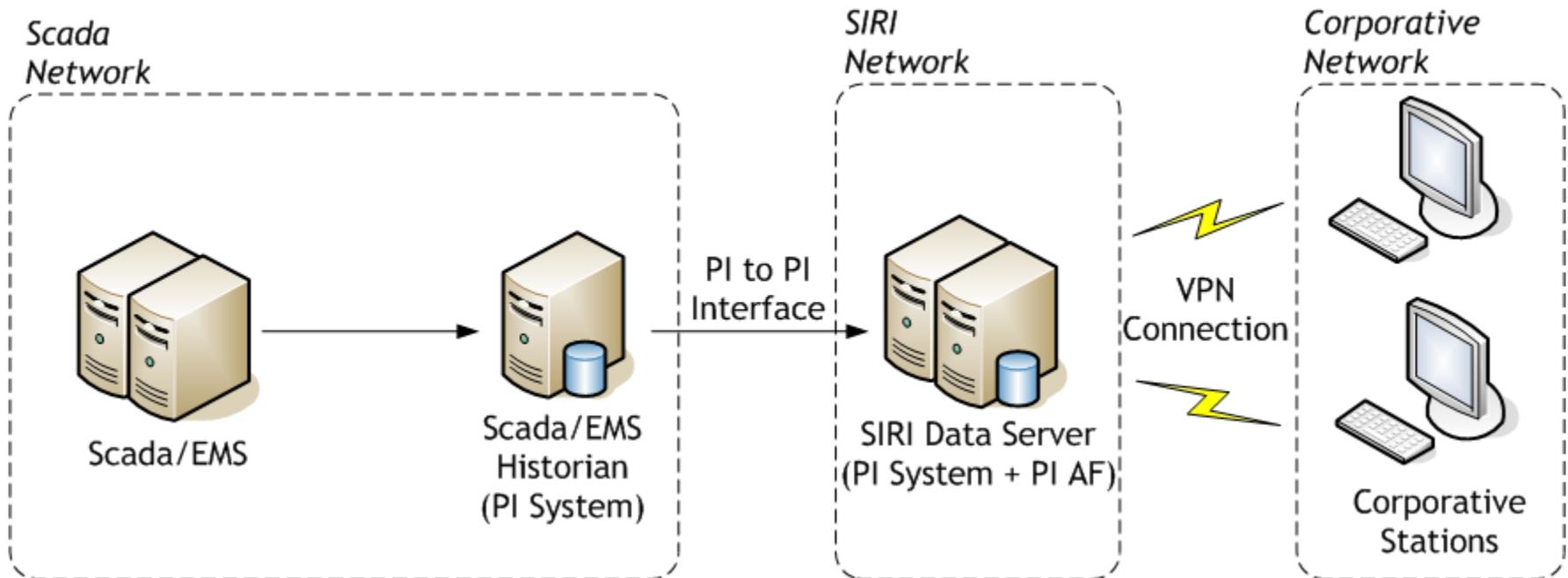


Produção de Energia Elétrica

Recordes Mundiais consecutivos em 2012/2013 (em milhões de MWh)



Sistemas PI em Itaipu



Problema a ser solucionado

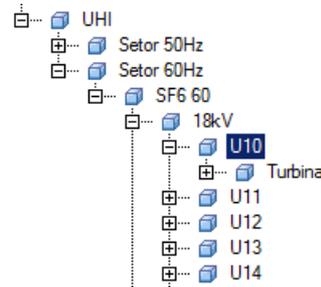
Extração de informações para suporte à tomada de decisões a partir dos dados operacionais da planta.

- Resposta à perguntas de BI (requisitos):
 - Quantos e quais foram os equipamentos que operaram durante mais tempo em sobrecarga no último semestre?
 - Quais foram os motores ou bombas que foram acionados o maior número de vezes em um determinado período? Durante quanto tempo permaneceram ligados/desligados?
 - Qual foi o percentual de disponibilidade/indisponibilidade das unidades geradoras da planta de geração no ano passado?

Metodologia

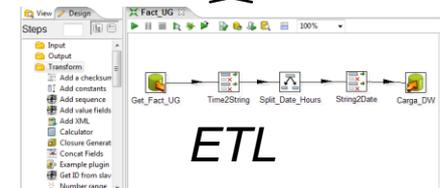
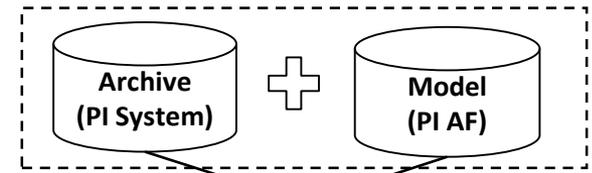
Modelo de dados

- PI AF
- CIM



Extração e transformação de dados

- Performance Equations Data Reference
- Pentaho Data Integration



Análise dos dados

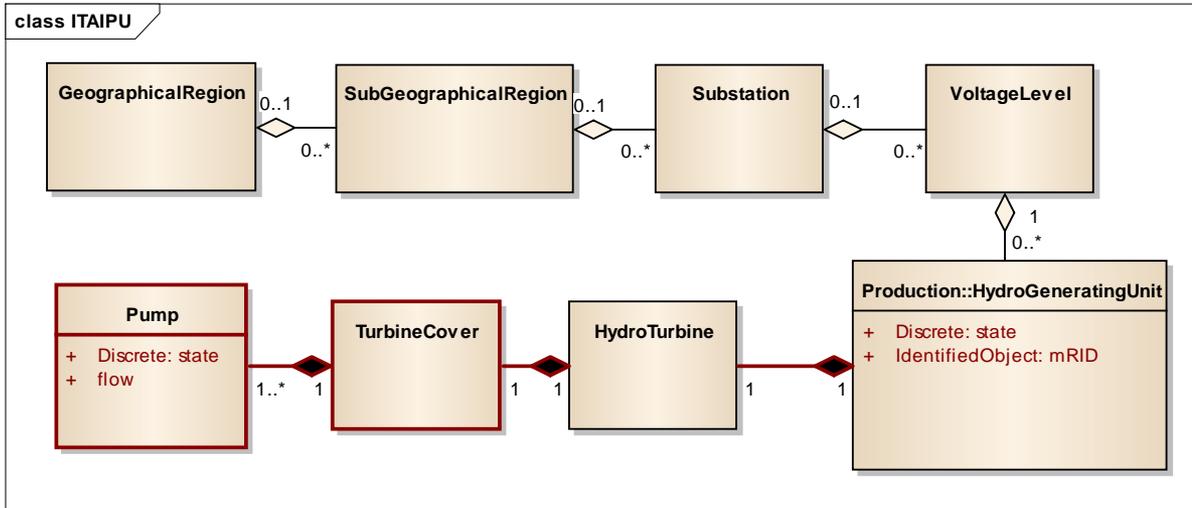
- Data Warehouse
- PowerPivot + MS Excel



Modelagem de dados

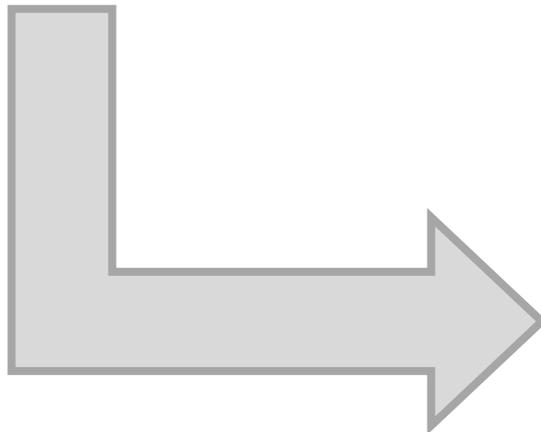
- Uso do PI AF para contextualização dos dados
 - Introduzir semântica aos dados dos *tags*
 - Adicionar capacidade de análise
 - Estruturar meta-dados dos ativos
- Uso da norma IEC 61970 como base para construção do modelo de dados
 - Modelo CIM: *Common Information Model*
Norma para representação de componentes empregados em sistemas elétricos de potência
 - Nomenclatura e estrutura padronizada

Mapeamento CIM → PI AF



Perfil
CIM

Templates do PI AF



Library

- Templates
 - Element Templates
 - GeographicalRegion
 - HydroGeneratingUnit
 - HydroTurbine
 - Pump
 - SubGeographicalRegion
 - Substation
 - Switch
 - VoltageLevel
- Elements
- Event Frames
- Library
- Unit of Measure

HydroGeneratingUnit

General Attribute Templates Ports

Group by: Category Template

Filter

| Name | Desc... | Default Val... | Data R... |
|--------------------------------|---------|----------------|-----------|
| Category: Aux. Data | | | |
| Category: Digital Measurements | | | |
| state | | False | PI Point |
| Category: Identification | | | |
| mRID | A Mo... | %Element% | <None> |

Performance Equations: obtenção de dados agregados

Desenvolvimento de um *Data Reference* customizado para a criação de atributos do PI AF usando *Performance Equations* e *Expression Summaries*.

Data Reference: PIAF PE DataReferen

<None>
Formula
PI Point
PI Point Array
PIAF PE DataReferen
Rollup
Table Lookup

```
{  
  "Stype": "ITAI.AF.  
PerformanceEquatio  
  "SummaryType": 0  
  "CalculationBasis": "  
  "SummaryDuration": "1d",  
  "PIServer": "SIRI",  
  "PEExpression": "(StateNo(TagVal('U10  
    .SV')) and 3) = 0 and (StateNo(PrevVa  
    .SV')) and 3) <> 0",  
  "SampleInterval": "",  
  "SamplingType": 0,  
  "Stepped": true  
}
```

Performance Equation Data Reference Configuration

PI Server: SIRI

Calculation Type: Expression Summaries

PE Expression: (StateNo(TagVal('U10 .ESTADO .SV')) and 3) = 0 and (StateNo(PrevVal('U10 .ESTADO .SV')) and 3) <> 0

Tag Search...

Sampling Type: Recorded Values

Sample Interval:

Summary Type: Total

Calculation Basis: Event Weighted

Summary Duration: 1d

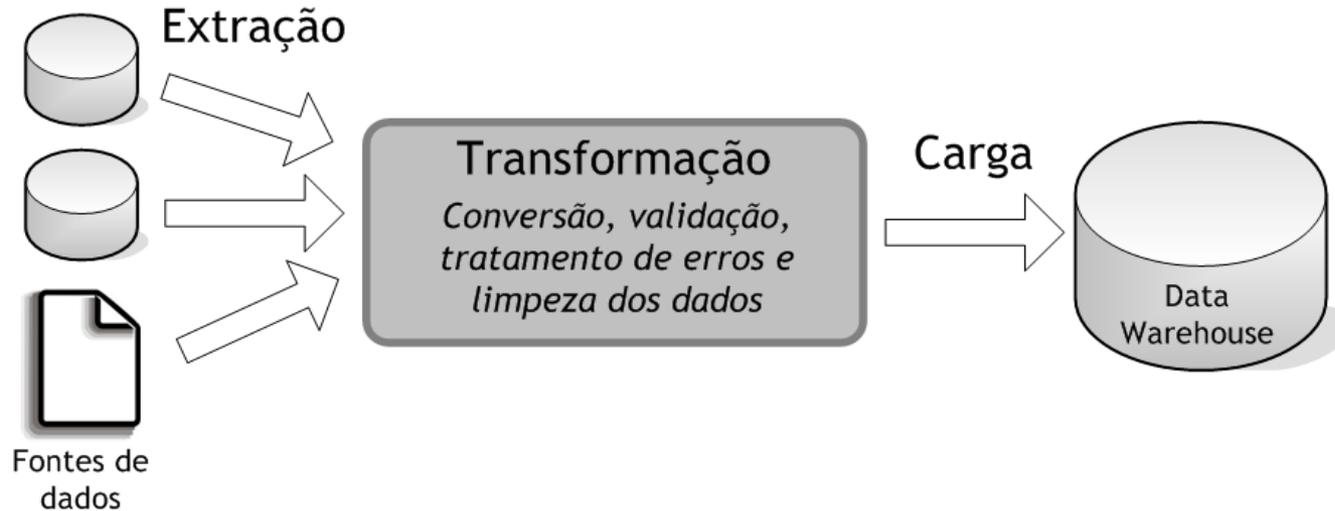
Stepped

Preview

Test PE Expression

OK Cancel

ETL – *Extract, Transform and Load*



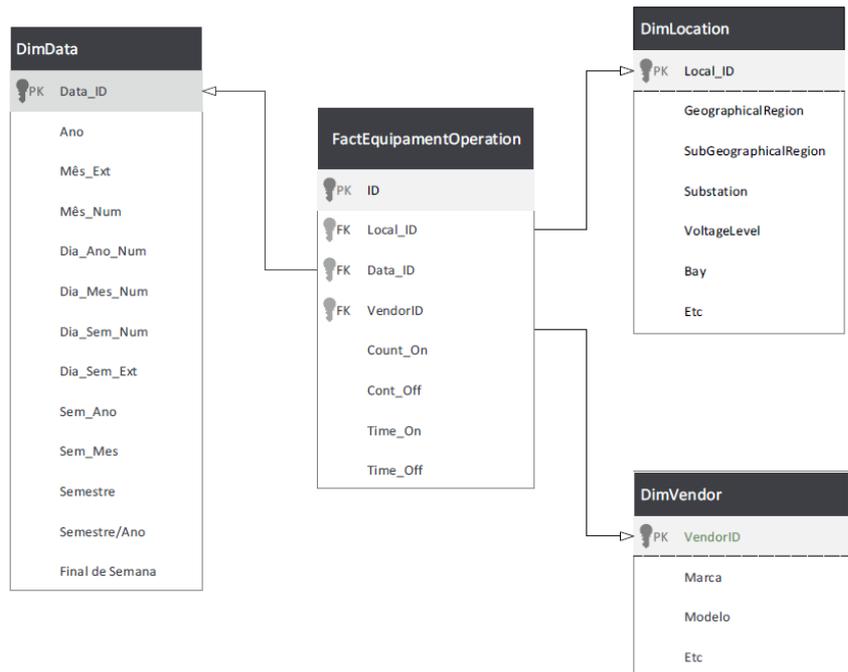
- Uso da ferramenta *open source* (**Pentaho Data Integration**);
- Extração incremental dos dados;
- Conexão com fonte de dados (PI System/PI-AF) usando:
 - PI JDBC
 - PI SQL Data Access Server (DAS)
 - PI OLEDB Enterprise

Data Warehouse

Sistemas de informação desenvolvidos para análise de dados e criação de relatórios. Integram uma ou mais fontes de dados em um repositório central.

- Conceitos de modelagem dimensional:

- Tabelas de fatos
- Tabelas de dimensões
- Granularidade
- Relacionamento entre fatos e dimensões (*star scheme*)



Criação das tabelas de fatos e dimensões a partir do PI AF

Modelo de dados (PI AF)

Tabela de fatos

The screenshot shows the PI AF Elements browser on the left and the Properties window for 'Bomba 3' on the right. A red oval highlights the 'Bomba 3' element in the browser. A blue oval highlights the 'Aggregated Data' category in the Properties window, which includes 'Time_On_Id', 'Count_Off_Id', 'Count_On_Id', and 'Time_Off_Id'. A red oval highlights the 'Specifications' category, which includes 'Power' (0) and 'Flow' (400). Arrows point from these ovals to the corresponding tables below.

| LocalID | Date | Count_Off_Id | Count_On_Id | Time_Off_Id |
|---------|----------------|--------------|-------------|---------------|
| 1 | 01/01/2014 ... | 96 | 96 | 23,2251083459 |
| 1 | 02/01/2014 ... | 95 | 95 | 23,2352555381 |
| 1 | 03/01/2014 ... | 97 | 97 | 23,2125572374 |
| 1 | 04/01/2014 ... | 95 | 95 | 23,2310444514 |
| 1 | 05/01/2014 ... | 95 | 95 | 23,2274649853 |
| 1 | 06/01/2014 ... | 101 | 101 | 23,1772108459 |
| 1 | 07/01/2014 ... | 102 | 102 | 23,1726394272 |
| 1 | 08/01/2014 ... | 103 | 103 | 23,1617113664 |
| 1 | 09/01/2014 ... | 103 | 103 | 23,159657508 |
| 1 | 10/01/2014 ... | 105 | 105 | 23,140351927 |
| 1 | 11/01/2014 ... | 106 | 106 | 23,1326705382 |
| 1 | 12/01/2014 ... | 97 | 97 | 23,1955191633 |
| 1 | 13/01/2014 ... | 94 | 94 | 23,2246727837 |
| 1 | 14/01/2014 ... | 93 | 93 | 23,2386741511 |
| 1 | 15/01/2014 ... | 95 | 95 | 23,2202911165 |

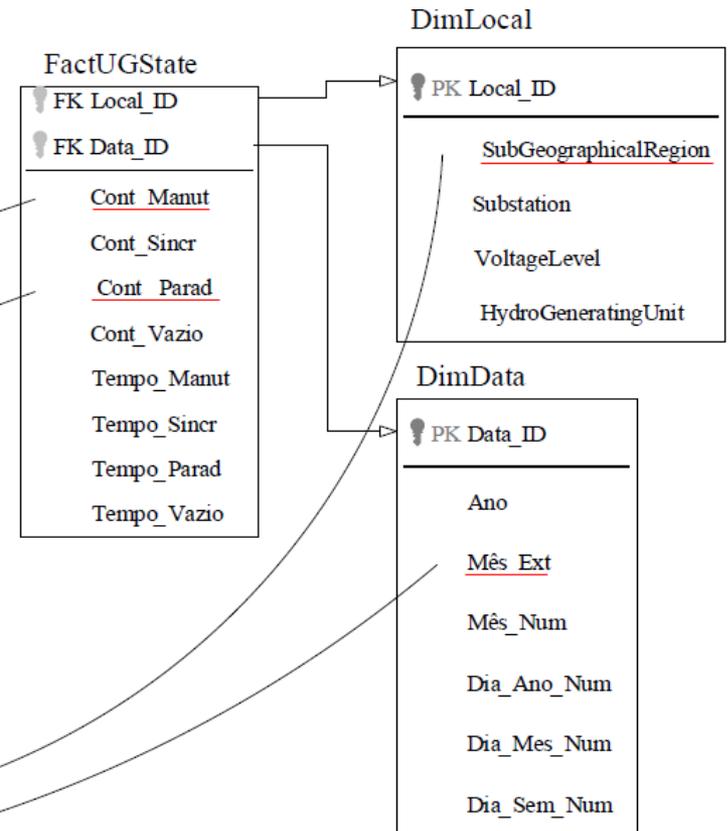
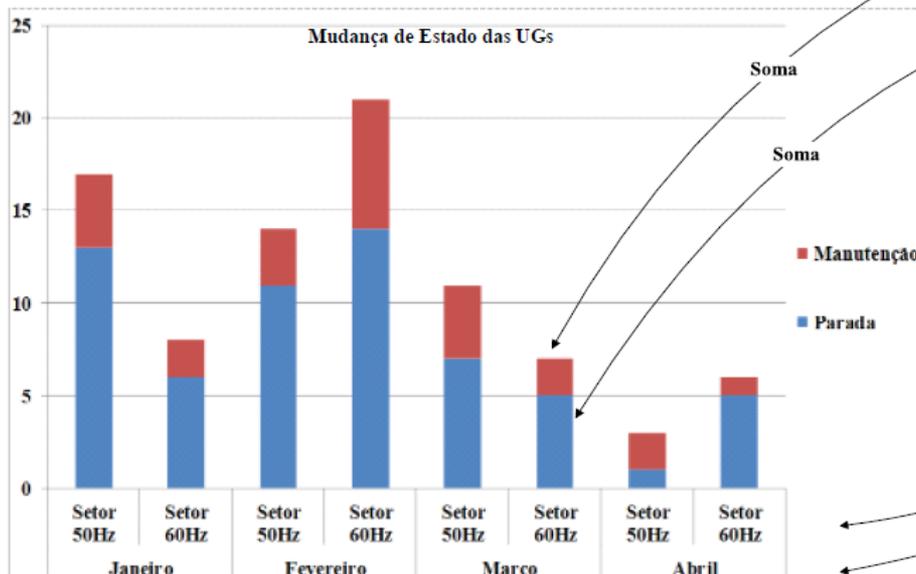
Tabela de dimensão

| LocalID | SubGeograp... | Substation | VoltageLevel | HydroGeneratingUnit | HydroTurbine | TurbineCover | Pump |
|---------|---------------|------------|--------------|---------------------|--------------|--------------|---------|
| 1 | Setor 60Hz | SF6 60 | 18kV | U18A | Turbina | Tampa | Bomba 3 |
| 2 | Setor 60Hz | SF6 60 | 18kV | U18A | Turbina | Tampa | Bomba 2 |
| 3 | Setor 60Hz | SF6 60 | 18kV | U18A | Turbina | Tampa | Bomba 1 |
| 4 | Setor 60Hz | SF6 60 | 18kV | U18 | Turbina | Tampa | Bomba 3 |
| 5 | Setor 60Hz | SF6 60 | 18kV | U18 | Turbina | Tampa | Bomba 2 |
| 6 | Setor 60Hz | SF6 60 | 18kV | U18 | Turbina | Tampa | Bomba 1 |
| 7 | Setor 60Hz | SF6 60 | 18kV | U17 | Turbina | Tampa | Bomba 3 |
| 8 | Setor 60Hz | SF6 60 | 18kV | U17 | Turbina | Tampa | Bomba 2 |

Visualização e análise de dados

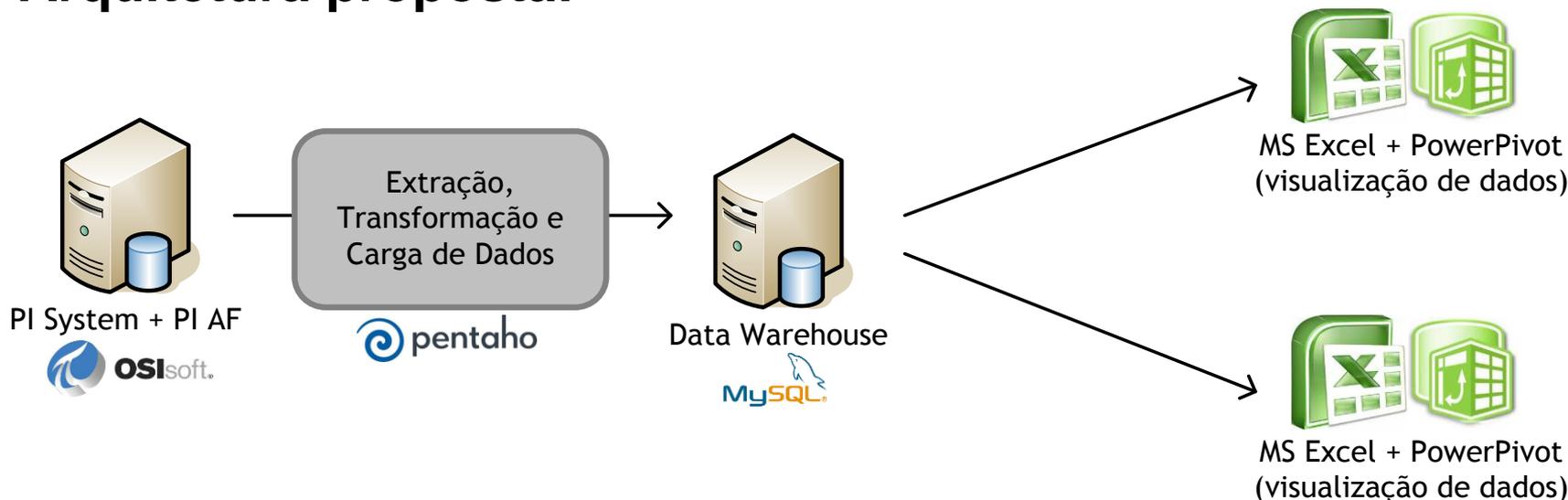
- Ferramenta Excel/PowerPivot para visualização e análise de dados;
- Possibilidade de análises complexas usando DAX (*Data Analysis Expressions*).

Modelo Dimensional



Resultados

Arquitetura proposta:

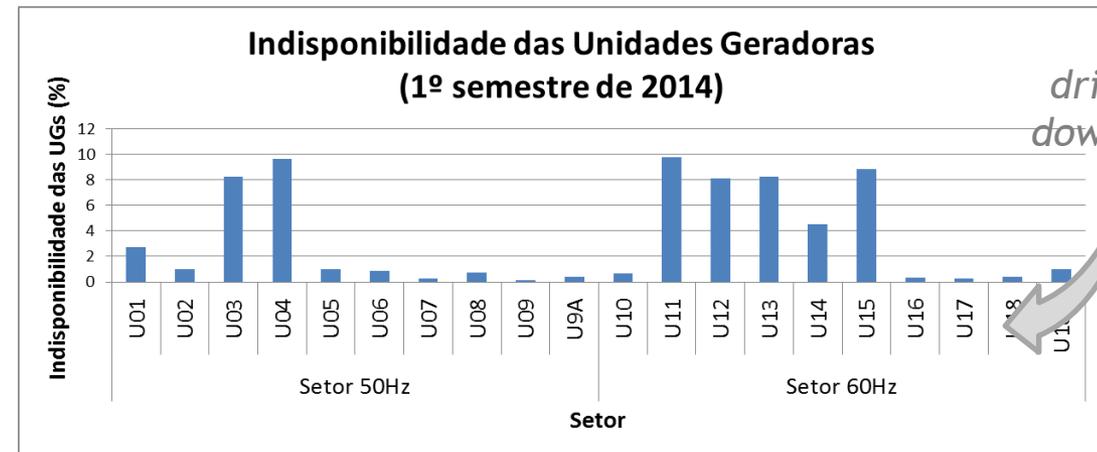
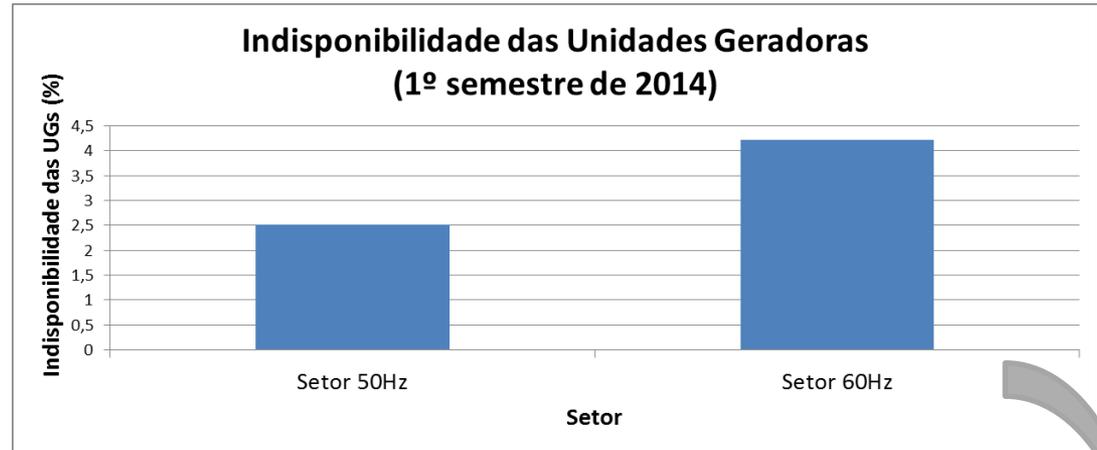
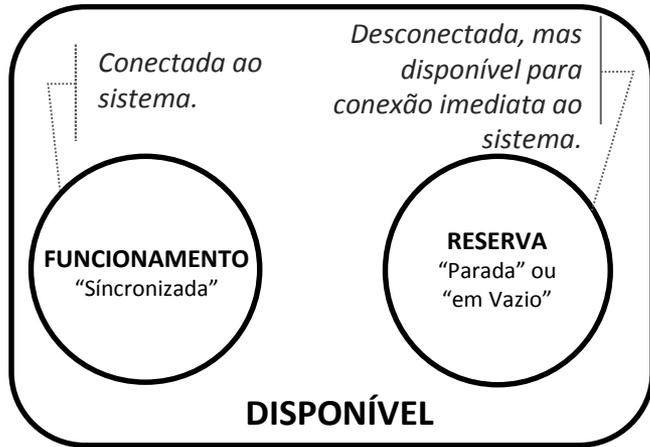


Características:

- Dados são extraídos do PI Server de maneira incremental;
- Ferramentas de visualização acessam os dados já processados (transformados) no Data Warehouse;
- Ferramenta de visualização com uso difundido na empresa (Microsoft Excel).

Estudo de caso I

Disponibilidade das Unidades Geradoras (UGs)



Estudo de caso II

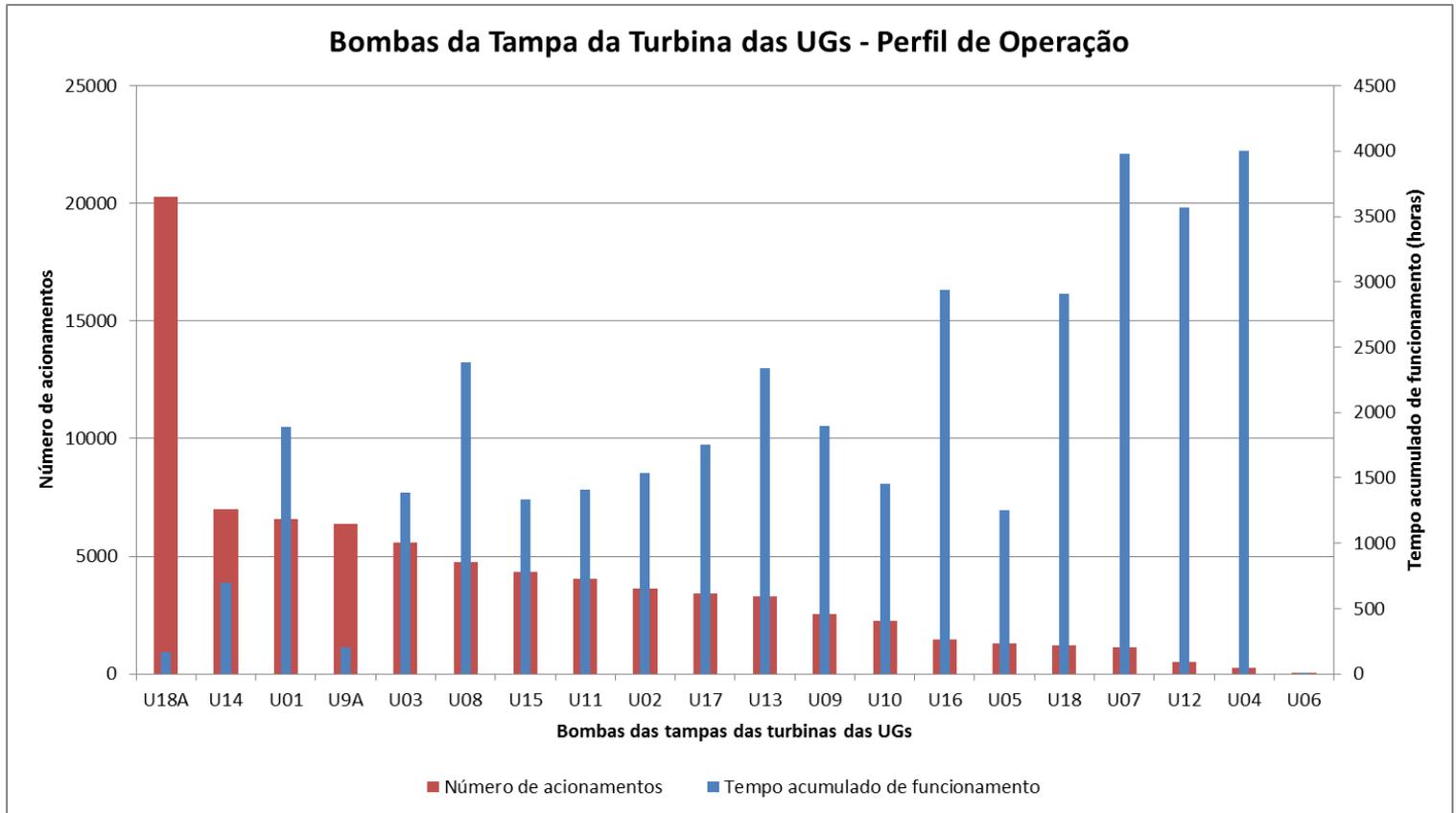
Perfil de operação das bombas de drenagem das UGs

Mês

X
 Abril
 Fevereiro
 Janeiro
 Junho
 Maio
 Março
 Agosto
 Dezembro
 Julho
 Novembro
 Outubro
 Setembro

Bomba

X
 Bomba 1
 Bomba 2
 Bomba 3



Estudo de caso II

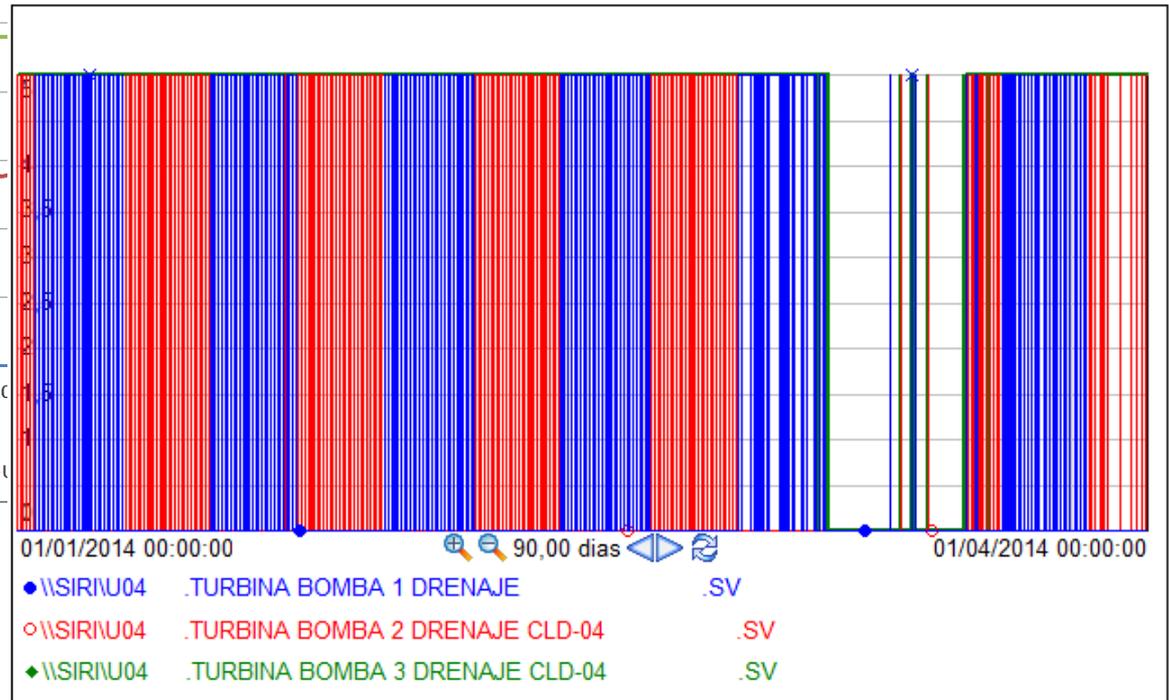
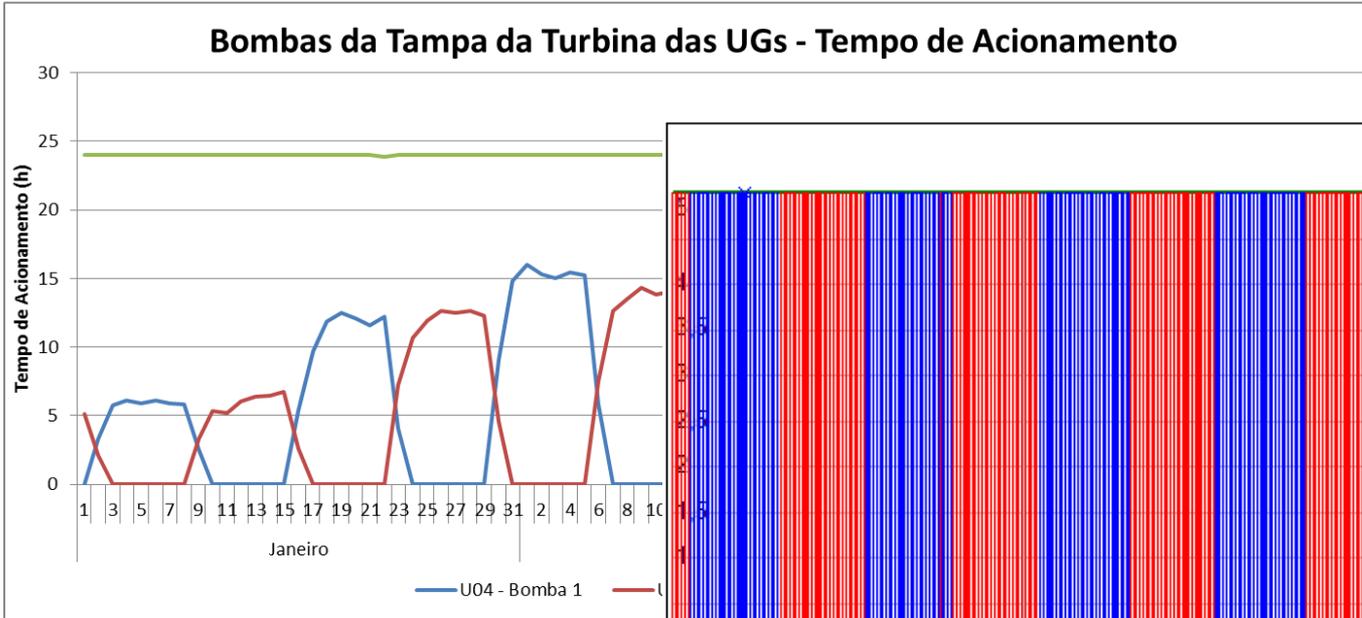
Perfil de operação das bombas de drenagem das UGs

Unidade Geradora

| | | | | | | | |
|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| U01 | U02 | U03 | U04 | U05 | U06 | U07 | U08 |
| U09 | U10 | U11 | U12 | U13 | U14 | U15 | U16 |
| U17 | U18 | U1... | U9A | | | | |

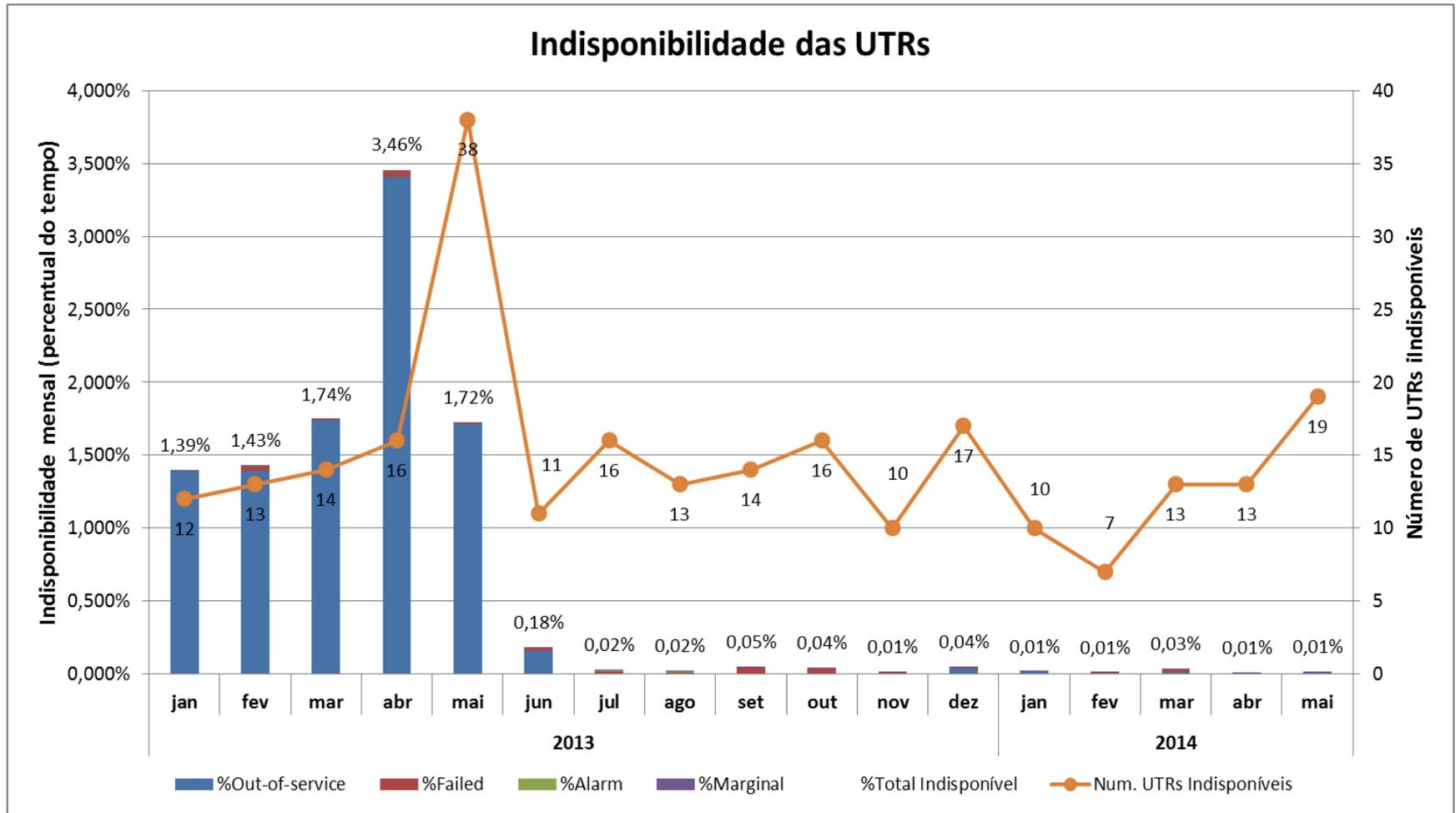
Mês

| | | | | |
|---------|-----------|----------|-------|----------|
| Abril | Fevereiro | Janeiro | Junho | Maio |
| Março | Agosto | Dezem... | Julho | Novem... |
| Outubro | Setembro | | | |



Estudo de caso III

Disponibilidade das UTRs



Produtos e serviços OSIsoft Utilizados

- PI Server
- PI Asset Framework (PI AF)
- PI SDK
- AF SDK
- PI OLEDB Enterprise
- PI Data Access Server (PI DAS)
- PI JDBC
- OSIsoft vCampus

Conclusões

- Uso do PI AF para contextualização dos dados;
- Desenvolvimento de um *Data Reference* customizado para extração de dados agregados;
- Utilização de ferramentas *open source* para desenvolvimento do esquema de ETL (Pentaho);
- Extração incremental dos dados;
- Data Warehouse como “versão única da verdade” (possibilidade de integrar fontes de dados distintas);
- Ferramenta de visualização e análise de dados amplamente difundida (Microsoft Excel);
- Solução escalável.

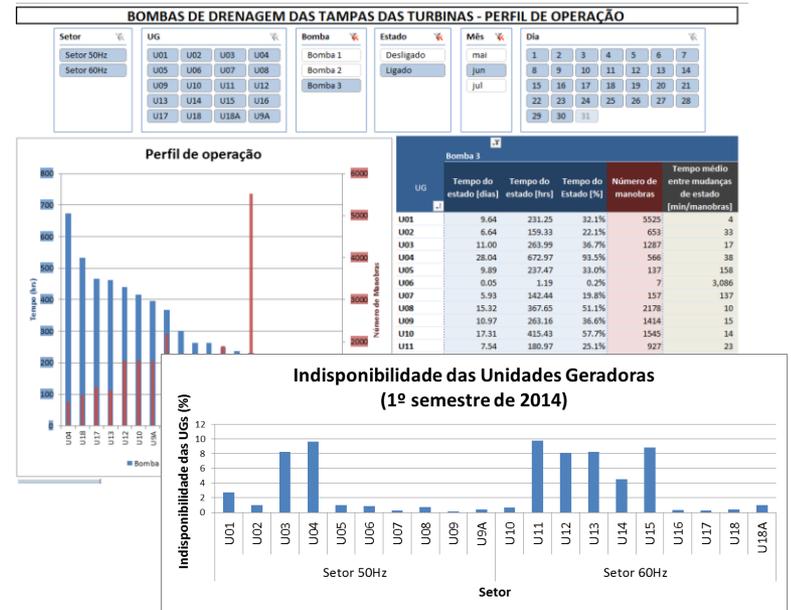
Próximos passos

- Desenvolvimento de ferramentas para análise de outros processos de negócio (diferentes sistemas/equipamentos da planta);
- Integração com outras fontes de dados (exemplo: sistemas corporativos para gestão de intervenções e manutenções nos equipamentos da planta);
- Uso de ferramentas para compartilhamento de relatórios/*dashboards*.

Técnicas de Business Intelligence na Análise de Dados de Produção

Plantas industriais possuem uma enorme quantidade de dados operacionais historiados, os quais, devidamente analisados, podem revelar informações críticas como a “saúde” de equipamentos da planta e gargalos no processo de produção. A solução proposta contempla a criação de uma infra-estrutura computacional para fins de análise e suporte à tomada de decisões.

Felipe Trevisan e Rafael Deitos
Itaipu Binacional



Business Challenge

- Extração de informações para suporte à tomada de decisões a partir dos dados operacionais da planta.

Solution

- Plataforma PI AF para modelagem dos dados;
- Uso de conceitos de Data Warehousing (ETL, OLAP, modelagem dimensional);
- Análise e visualização dos dados usando Microsoft Excel/PowerPivot.

Results and Benefits

- Acesso a informações a obtidas de dados historiados no PI System;
- Aplicação de técnicas de BI para análise de dados;
- Possibilidade de integração de várias fontes de dados;
- Solução escalável.

Contato

Felipe Trevisan

felipet@itaipu.gov.br

Engenheiro Eletricista

Itaipu Binacional

Rafael J. Deitos

deitos@itaipu.gov.br

Engenheiro de Automação

Itaipu Binacional

Julio H. Dreher

jhdreher@itaipu.gov.br

Engenheiro Eletricista

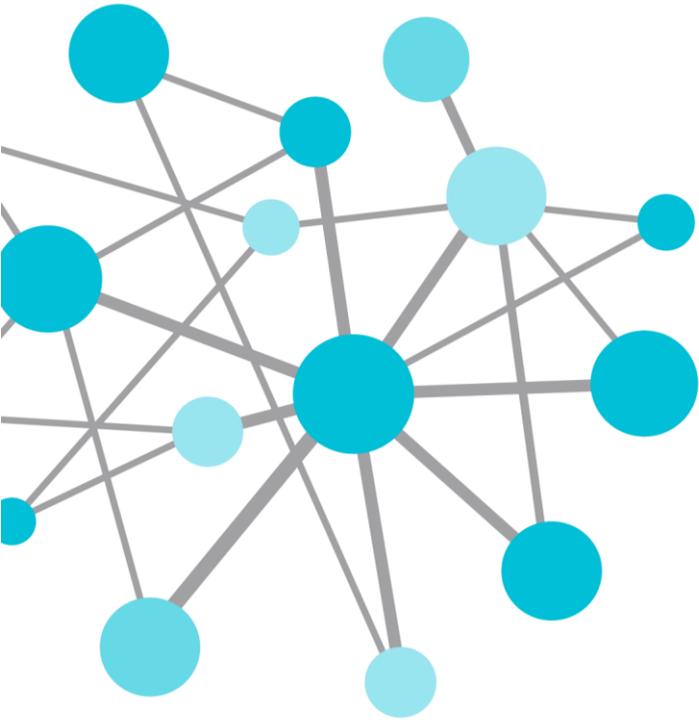
Itaipu Binacional

Juliano C. Portela

jportela@itaipu.gov.br

Engenheiro Eletricista

Itaipu Binacional



THANK
YOU

Brought to you by  **OSI**soft.