



Análise e Monitoração de Centrais Geradoras Eólicas

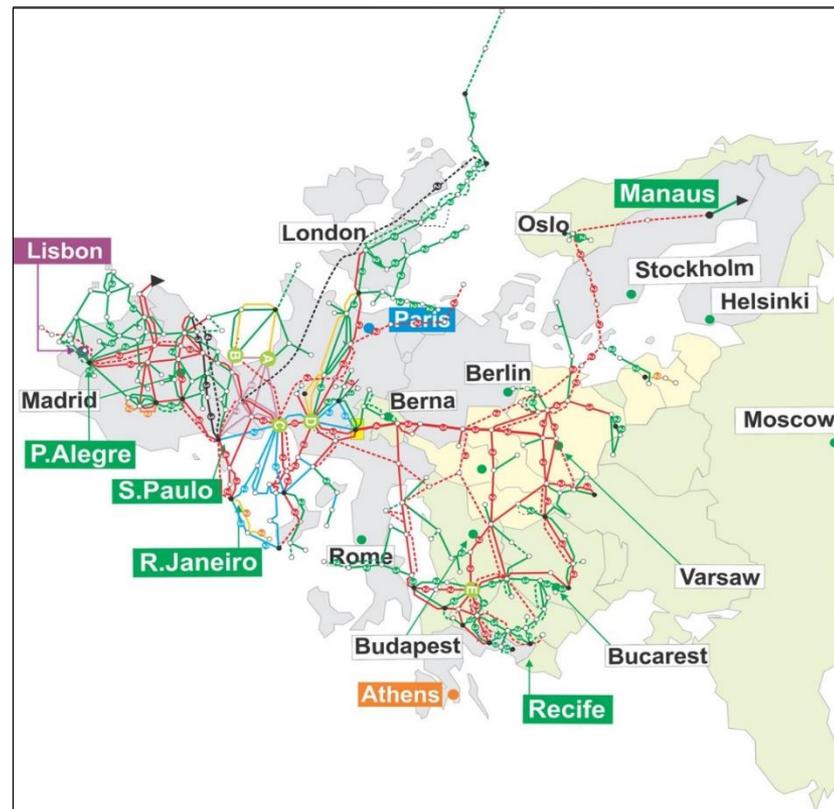
Gustavo Pinheiro
Victor Fonseca

07/06/2017



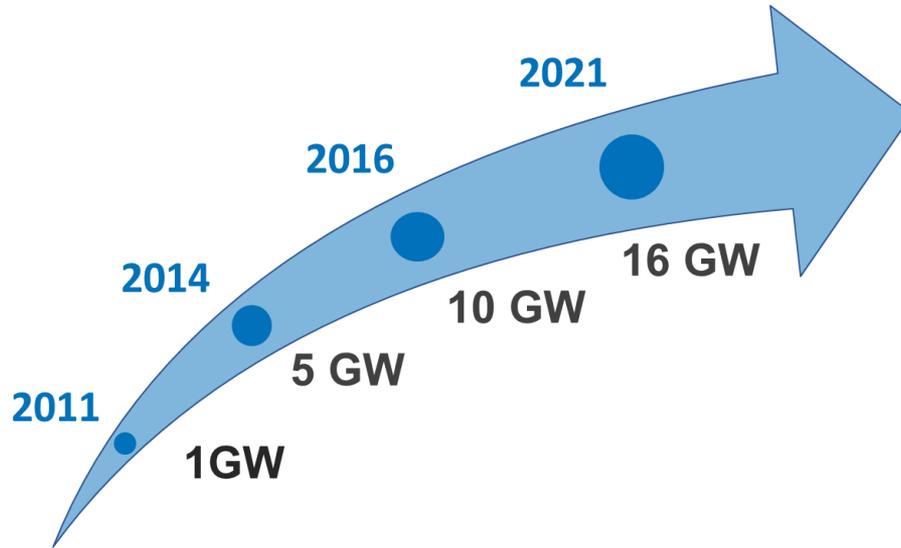
O que é o SIN?

- O SIN cobre cerca de 5 milhões de km², estendendo-se do Pará ao Rio Grande do Sul. Manaus e Macapá já estão interligadas.
- O SIN atende a praticamente todo o consumo de energia elétrica do país.
- Geração hidroelétrica é predominante: cerca de 71,5% da capacidade instalada.
- Geração térmica complementar com diversas fontes: nuclear, carvão, gás natural, óleo combustível, diesel = cerca de 15,6%.
- Outras fontes renováveis: eólicas, biomassa e solar correspondem a 12,9%



Capacidade Instalada de Geração Eólica no SIN

Previsão de expansão da geração eólica

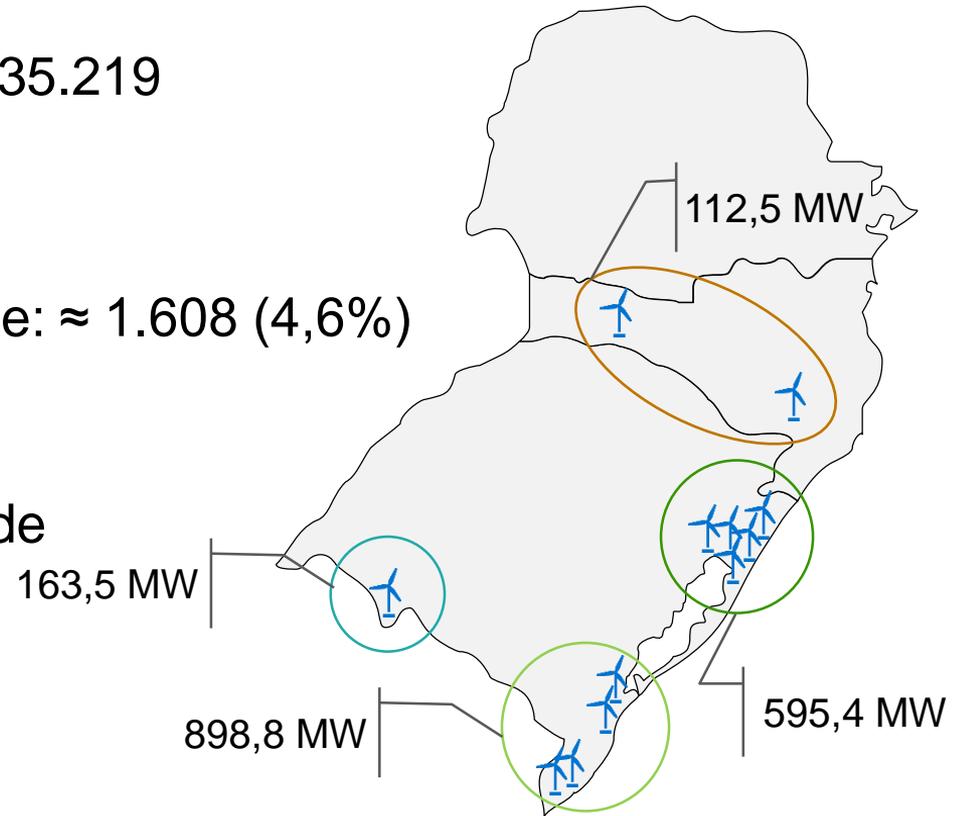


Tipo	2016	2021	Crescimento
Hidráulica	71,5%	68,3%	12,0%
Térmica	15,6%	14,9%	26,8%
Eólica	6,8%	9,7%	68,6%
Solar	0,0%	1,3%	-

Usinas Eólicas em Operação no SIN		
Subsistema	Potência Instalada	
Sul	1.966 MW	18,9 %
Sudeste	28 MW	0,3 %
Nordeste	8.415 MW	80,8 %
Total	10.410 MW	

Região Sul

- Medidas analógicas do SSC: ≈ 35.219
- Usinas Eólicas: 84
- Aerogeradores: 840 unidades
- Medidas análogicas de interesse: ≈ 1.608 (4,6%)
 - Em novembro de 2016:
34% das medidas apresentavam má qualidade



Medidas com falhas ou de má qualidade...

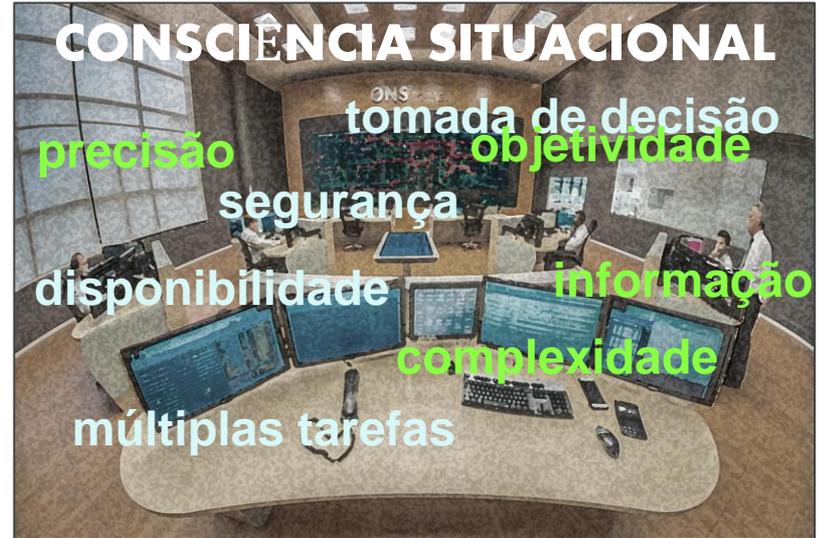
...afetam a operação tempo real

Ferramentas de análise de redes

Previsor de geração eólica

Estimador de Estados
Configurador de Redes

SCADA
Rede Modelada



Flags de qualidade dos dados telessupervisionados

As medidas analógicas já possuem um indicador de qualidade oriundo campo, que são:

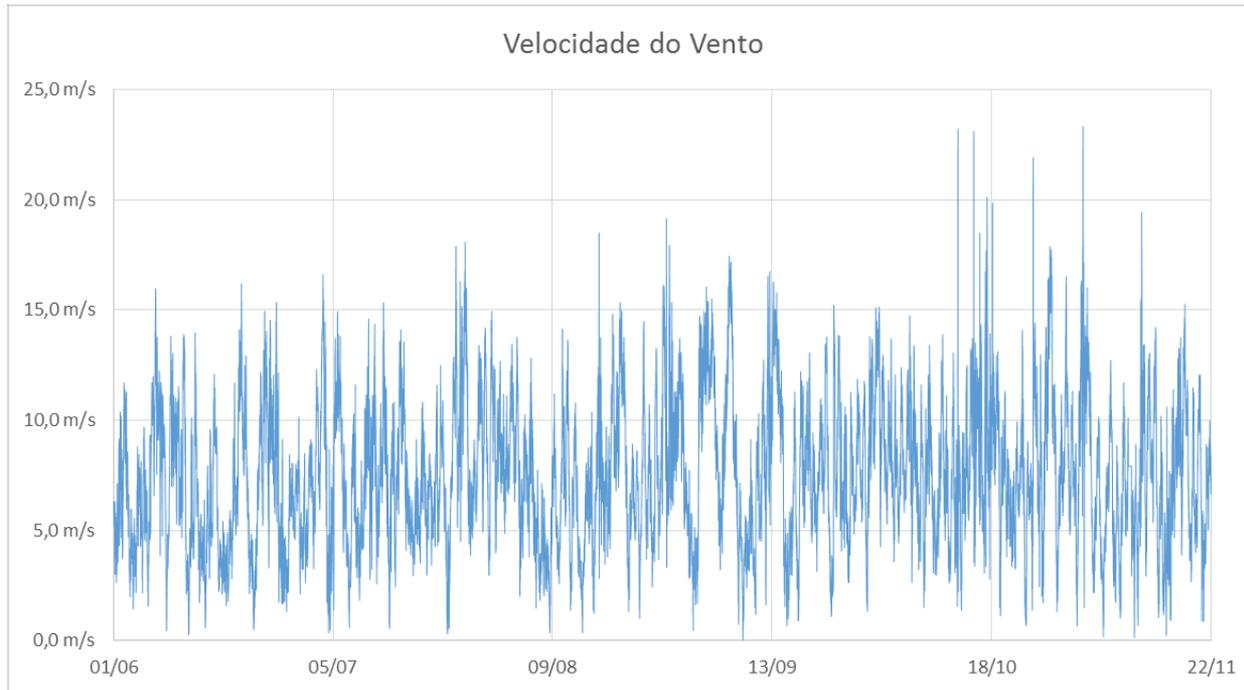
Bit	Valor decimal	Significado
3	8	Inválido na origem
4	16	Manual na origem
13	8192	Fora de varredura na origem

Dúvida: como tratar os dados congelados ou irrazoáveis, com “flag de qualidade” bom (dados espúrios)?

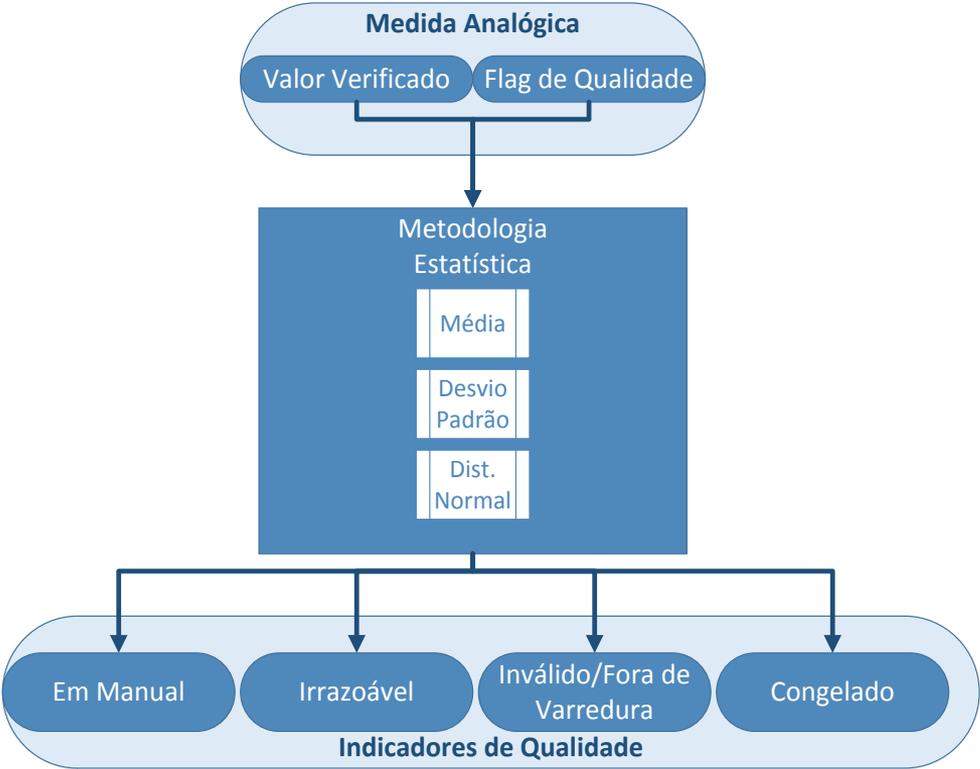
Desenvolvida metodologia para a verificação da qualidade dos dados analógicos

Comportamento das medidas de velocidade do vento

Pode ser aproximada à uma distribuição normal



Metodologia desenvolvida



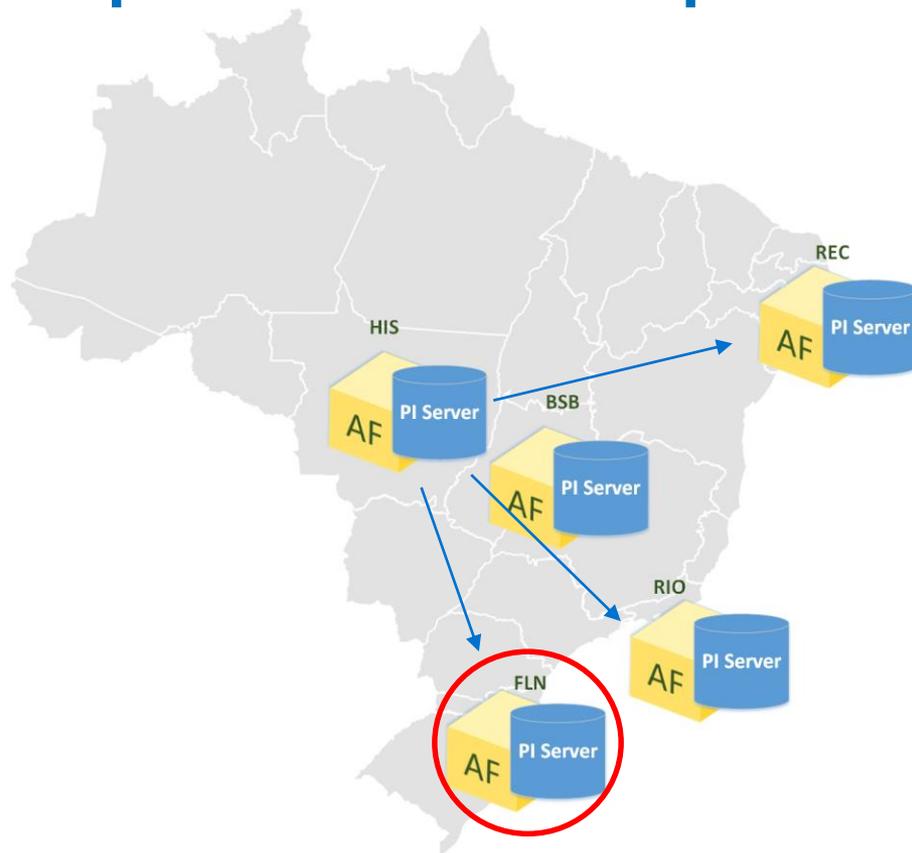
Opções de Otimização do Processo

	Tempo/Valor	Qualidade	Facilidade de Manutenção / Dependência do Desenvolvedor
Desenvolver Aplicação Específica			
Planilha do Excel com VBA			
PI AF			

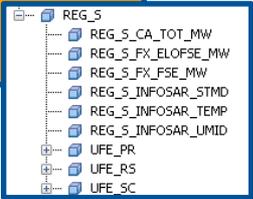
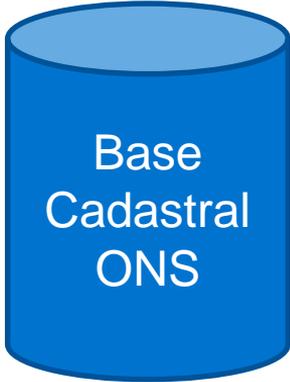
Por que PI AF?

- **Tecnologia já disponível no ONS e pronta para uso**
- **Fácil Integração do AF com processo de atualização cadastro da BD**
- **Interface de criação e edição intuitiva e simples**
- **Escalonável**
- **Flexível a mudanças na regra de negócio**

Tecnologia já disponível no ONS e pronta para uso



Geração Automática da PI AF Database



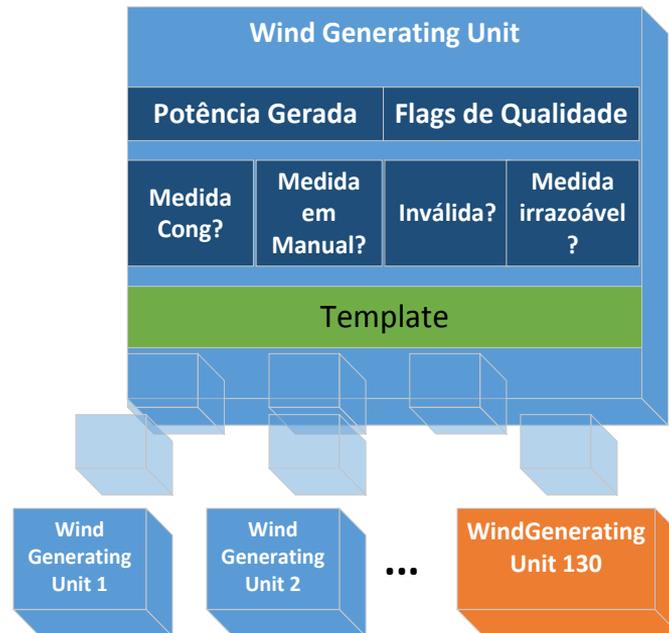
Edição e manutenção Intuitiva

The screenshot shows a tree view with three categories: 'Qualidade Instantaneo', 'Qualidade TimeDay', and 'Qualidade TimeM...'. A context menu is open over the 'TimeNow_MW_C' item in the 'Qualidade TimeM...' category. The menu options include: 'New Child Attribute Template', 'New Attribute Template', 'New Analysis Template', 'Set as Default Attribute', 'Categorize...', 'Limits...', 'Forecasts...', 'Location of Element Template...', 'Copy', 'Copy Cell', 'Copy Path', 'Paste', 'Delete...', and 'Properties'.

The screenshot shows the 'WindGeneratingUnit' configuration window. The 'General' tab is active, showing a list of items: 'Flags de QV', 'Time Day UG', 'Time Now UG', 'Time Now UG Congelado', and 'Time Now UG Qualidade'. A red circle highlights the 'Flags de QV' item. To the right, the 'Name' field is set to 'Flags de QV', and the 'Analysis Type' is set to 'Expression'. The 'Enable analyses when create' checkbox is checked. Below the list, the 'Example Element' is 'REG_SVUFE_RS/RSAG07/RSAG07_12P0_A/RSAG07_12P0_UG1'. A table below shows the expressions for each item.

Name	Expression	Value at Evaluation
MWQRuimInstantaneo	<code>if (('MW.qv' and 8) or ('MW.qv' and 16) or ('MW.qv' and 8192)) then 1 else 0</code>	
MWManualInstantaneo	<code>if ('MW.qv' and 32) then 1 else 0</code>	
MWRazonoInstantaneo	<code>if (('MW.v' < 'MW_linfe') or ('MW.v' > (1.02*'MW_lsupe'))) then 1 else 0</code>	

Escalonável



Integrado a Múltiplos Produtos

Criação/Recursos



PI SQL Commander

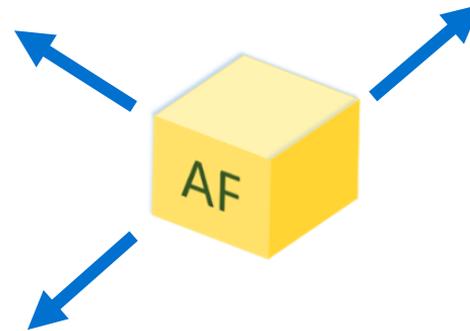


PI System Explorer (64-bit)

Visualização



PI Vision



BI

PI Integrator for Business Analytics



PowerPivot

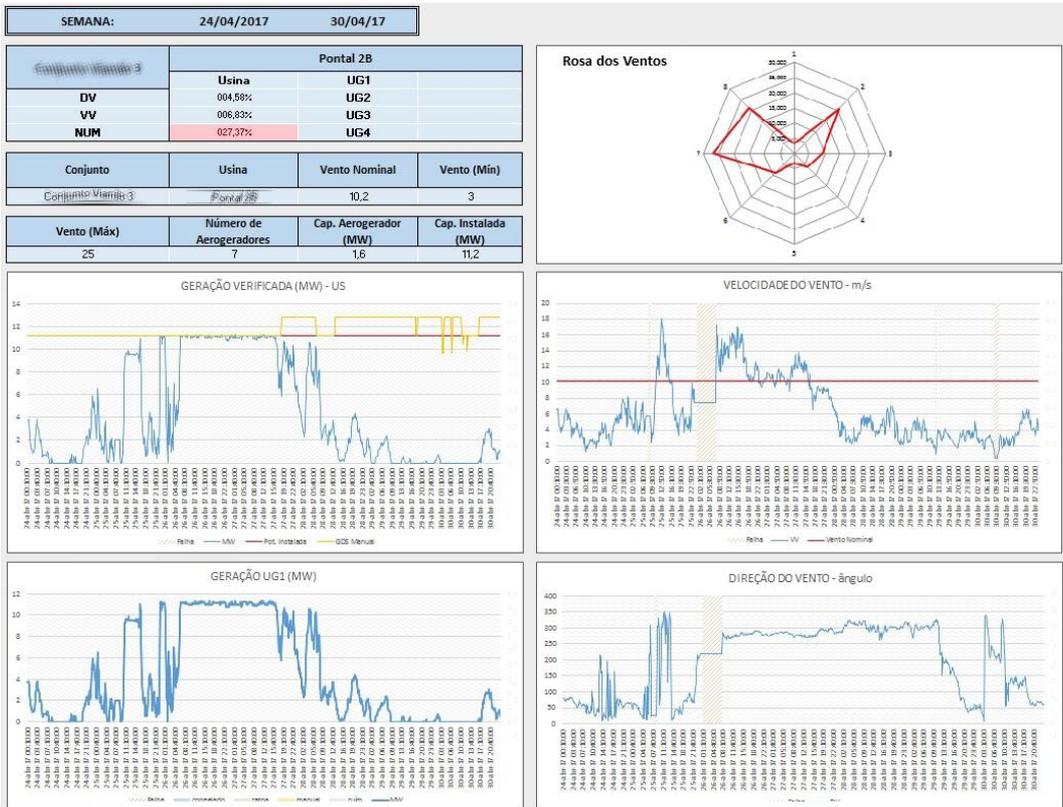
Recursos Alocados para execução

- Integração entre 4 membros de equipes distintas
- 4 meses de trabalho
- Integrantes do projeto lotados em Centros Diferentes
- Desenvolvimento completamente interno
- PI Server 2016 R2, PI AF Server 2016 R2, PI OLEDB, Processbook 2015 3.5.0.284, Datalink 2015 5.2.0

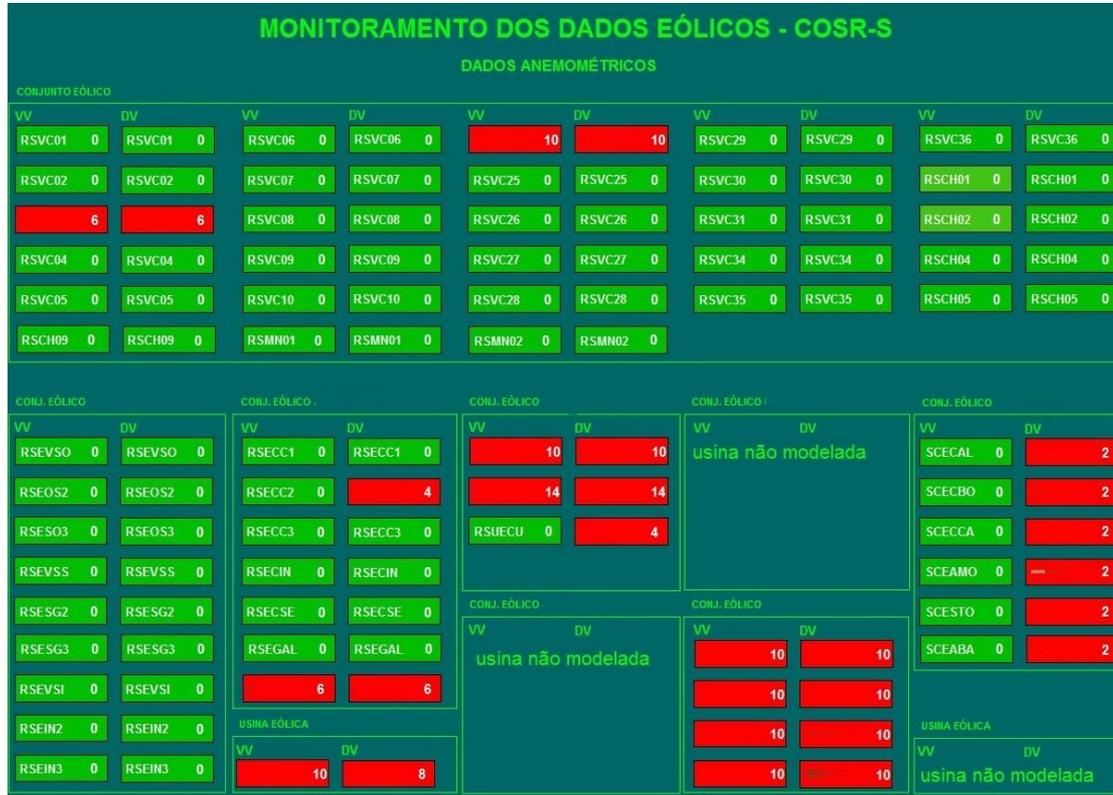
Como a ferramenta tem sido aplicada?

DATA: <u>29/05/2017</u> Executa				SEMANA: <u>23/05/17</u> <u>29/05/17</u>											
Conjunto A		Usina A		Conjunto Quinta 69 kV		Usina Wind		Usina Vento		Usina Brisa		Mostrar todas as abas			
DV	001,89%	UG1	018,75%	DV	100,00%	UG1	000,56%	Usina	UG1	000,56%	Usina		UG1	000,56%	
VV	002,08%	UG2	019,55%	VV	069,68%			Usina	UG1		Usina		UG1		
NUM	000,00%	UG3	016,97%	NUM	000,00%			Usina	UG1		Usina		UG1		
		UG4	015,68%					Usina	UG1		Usina		UG1		
Conjunto B2		Usina WVX 1		Usina WVX 2		Usina WVX 3		Usina WVX 4		Usina WVX5		Usina WVX6		Usina WVX7	
DV	000,00%	UG1	000,54%	DV	097,38%	UG1	000,20%	DV	000,00%	UG1	000,00%	DV	100,00%	UG1	000,00%
VV	000,45%	UG2	001,66%	VV	059,47%	UG2	000,42%	VV	000,00%	UG2	000,00%	VV	000,00%	UG2	005,29%
NUM	000,00%	UG3	008,24%	NUM	000,00%	UG3	000,41%	NUM	000,00%	UG3	000,00%	NUM	100,00%	UG3	000,00%
Conjunto Santa Vitória do Palmar		CERAVE 1		CERAVE 2		CERAVE 3		CERAVE 4		CERAVE 5		CERAVE 6		CERAVE 7	
DV	000,03%	UG1	003,73%	DV	000,03%	UG1	004,44%	DV	000,03%	UG1	003,45%	DV	000,03%	UG1	004,96%
VV	000,76%			VV	000,96%			VV	000,68%			VV	000,92%		
NUM	001,95%			NUM	001,95%			NUM	001,95%			NUM	001,88%		
Conjunto Santa Vitória do Palmar		CERAVE 8		CERAVE 9		CERAVE 10		CERAVE 24		CERAVE 25		CERAVE 26		CERAVE 27	
DV	046,63%	UG1	000,00%	DV	000,03%	UG1	000,00%	DV	096,23%	UG1	000,00%	DV	000,00%	UG1	000,00%
VV	046,63%			VV	000,03%			VV	039,01%	UG2	000,00%	VV	000,00%	UG2	000,10%
NUM	001,95%			NUM	001,95%			NUM	000,00%			NUM	000,00%		
Conjunto Santa Vitória do Palmar		CERAVE 28		CERAVE 29		CERAVE 30		CERAVE 31		CERAVE 34		CERAVE 35		CERAVE 36	
DV	000,00%	UG1	000,00%	DV	000,00%	UG1	000,10%	DV	000,00%	UG1	000,00%	DV	000,00%	UG1	000,00%
VV	000,00%			VV	000,00%			VV	000,00%			VV	000,00%	UG2	000,10%
NUM	000,00%			NUM	000,00%			NUM	000,00%			NUM	000,00%		
Conjunto Mala Vitória		EOLO 1		EOLO 2		EOLO 4		EOLO 5		EOLO 9		EOLO 10		EOLO 11	
DV	000,00%	UG1	006,25%	DV	000,00%	UG1	006,35%	DV	100,00%	UG1	006,68%	DV	000,00%	UG1	007,55%
VV	000,12%			VV	001,00%			VV	100,00%			VV	000,19%		
NUM	004,36%			NUM	004,60%			NUM	004,55%			NUM	004,64%		
Conjunto Caliope		Caliope 1		Caliope 2		Caliope 3		Caliope 4		Caliope 5		Caliope 6		Caliope 7	
DV	000,00%	UG1	000,00%	DV	000,00%	UG1	000,00%	DV	000,00%	UG1	000,00%	DV	000,00%	UG1	000,40%
VV	002,71%	UG2	000,00%	VV	000,99%			VV	002,71%	UG2	000,00%	VV	001,81%	UG2	000,20%
NUM	000,00%			NUM	000,00%			NUM	000,00%			NUM	000,00%		

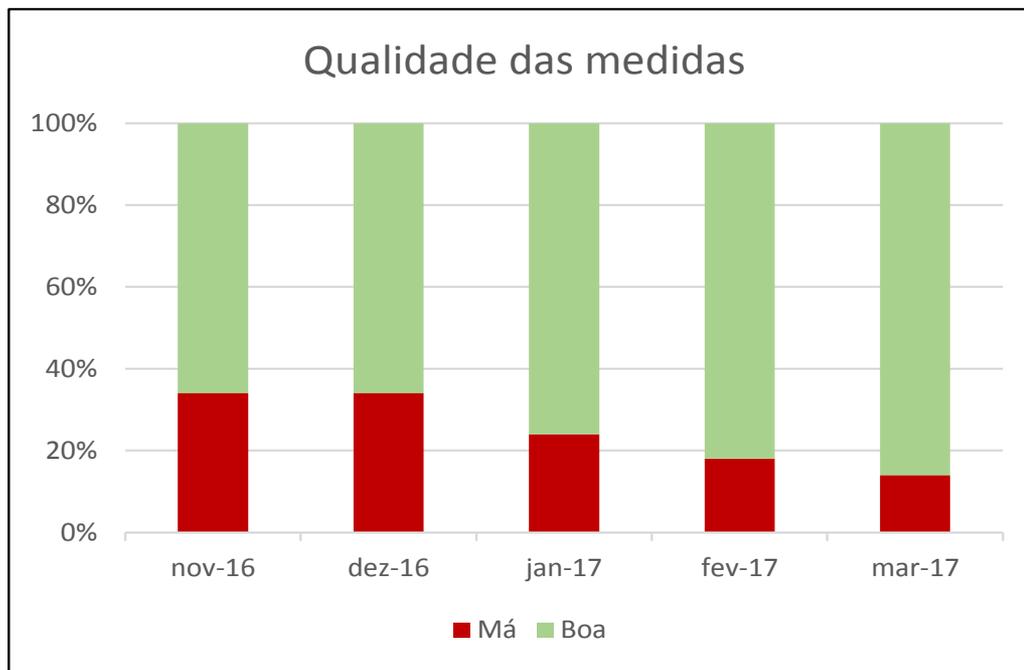
Como a ferramenta tem sido aplicada?



Como a ferramenta tem sido aplicada?



23% de redução das medidas consideradas ruins em 4 meses



Projeções Futuras

- Evolução do modelo utilizando dados estimados e curvas vento-potência
- Uso do PI Vision, Power Pivot, PI BI Integrator
- Ampliação da regra de negócio (aplicação em medidas de geração térmica, hidráulica, hidrologia etc.)

감사합니다

谢谢

Danke

Merci

Gracias

Thank You

ありがとう

Спасибо

Obrigado