



***Aplicação da Automação na Gestão de Mananciais e na Operação do Sistema Adutor Metropolitano***

**23/11/2015**

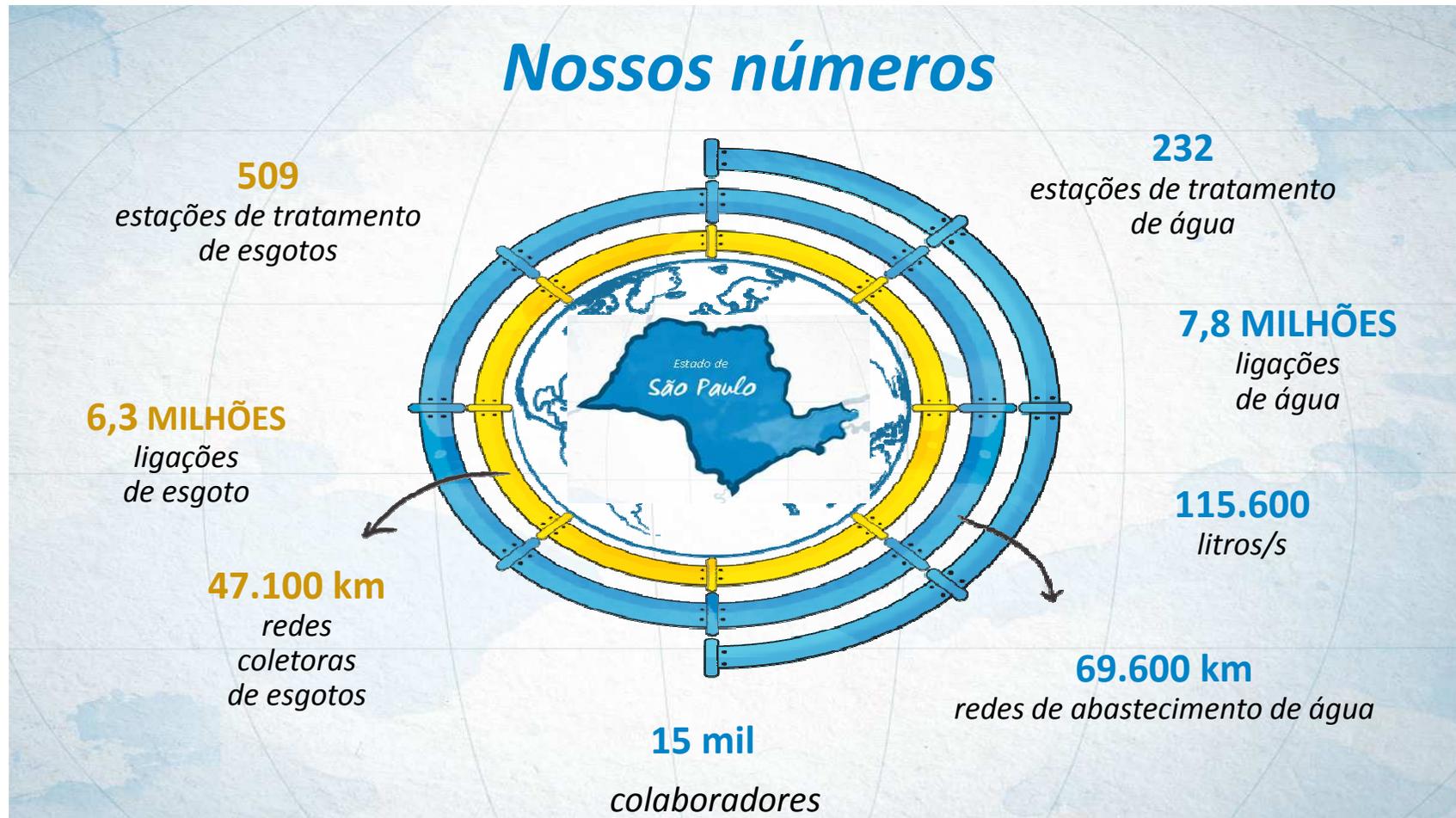
***Silvana Corsaro Candido da Silva de Franco***, Gerente do Departamento de Planejamento, Gestão e Operação da Produção



**Simpósio de Automação de Sistemas de Água e Esgoto - ISA (International Society of Automation)**



## INTRODUÇÃO: a SABESP



## INTRODUÇÃO: a Região Metropolitana de São Paulo

# Região Metropolitana de São Paulo

19% do PIB brasileiro

20,6 MILHÕES de pessoas



Urbanização  
acelerada e desordenada



Fontes: ONU e IBGE/Censo 2011

## INTRODUÇÃO: a Região Metropolitana de São Paulo

# Região Metropolitana de São Paulo

38 municípios operados  
5 mun. Permissionários (água no atacado)

100 % abastecimento de água  
87 % de esgotos coletados  
66 % de esgotos tratados  
4.507.244 ligações de água  
3.699.523 ligações de esgotos

Sistema Integrado: 9 ETAs - 75,6 m<sup>3</sup>/s  
(cap. Instalada)

Sistemas Isolados: 31 ETAs

Extensão de rede: 37.708 Km

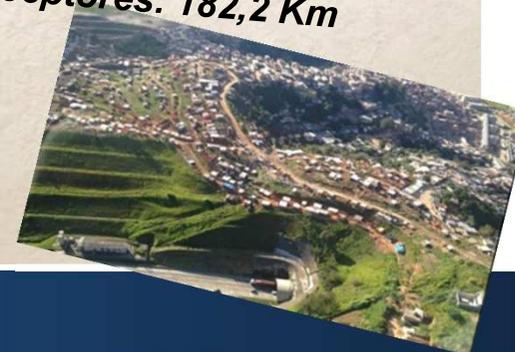
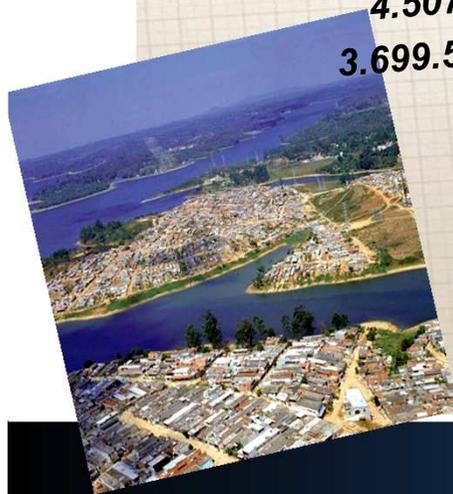
Extensão de ramal: 26.953 Km

5 ETEs – 16,6 m<sup>3</sup>/s (cap. Tratamento)

Água de Reúso: 200 l/s

Extensão de Coletores Tronco: 302 Km

Extensão de Interceptores: 182,2 Km



DESAFIO

## *Desafio Sabesp: atender os clientes*

*Com qualidade, sustentabilidade ambiental, social e econômico-financeira*



## DESAFIO

# *Desafio Sabesp: atender os clientes*

*Com qualidade, sustentabilidade ambiental, social e econômico-financeira*



**Apoio:  
Ferramental  
Tecnológico**

## AUTOMAÇÃO: Ferramental Tecnológico

“**AUTOMAÇÃO:** qualquer sistema, apoiado em computadores, que substitui o trabalho humano, em favor da segurança das pessoas, da qualidade dos produtos, da rapidez da produção ou da redução de custos, assim aperfeiçoando os complexos objetivos das indústrias, dos serviços ou bem estar”  
(Moraes e Castrucci, 2007).

A Automação é, portanto, um conceito e um conjunto de técnicas e tecnologias por meio das quais se constroem sistemas ativos capazes de atuar com eficiência ótima, pelo uso de informações recebidas do meio sobre o qual atuam, possuindo os seguintes componentes básicos:

- telemetria;
- comparação e controle;
- atuação

(adaptado de Geomar M. Martins)

## Telemetria



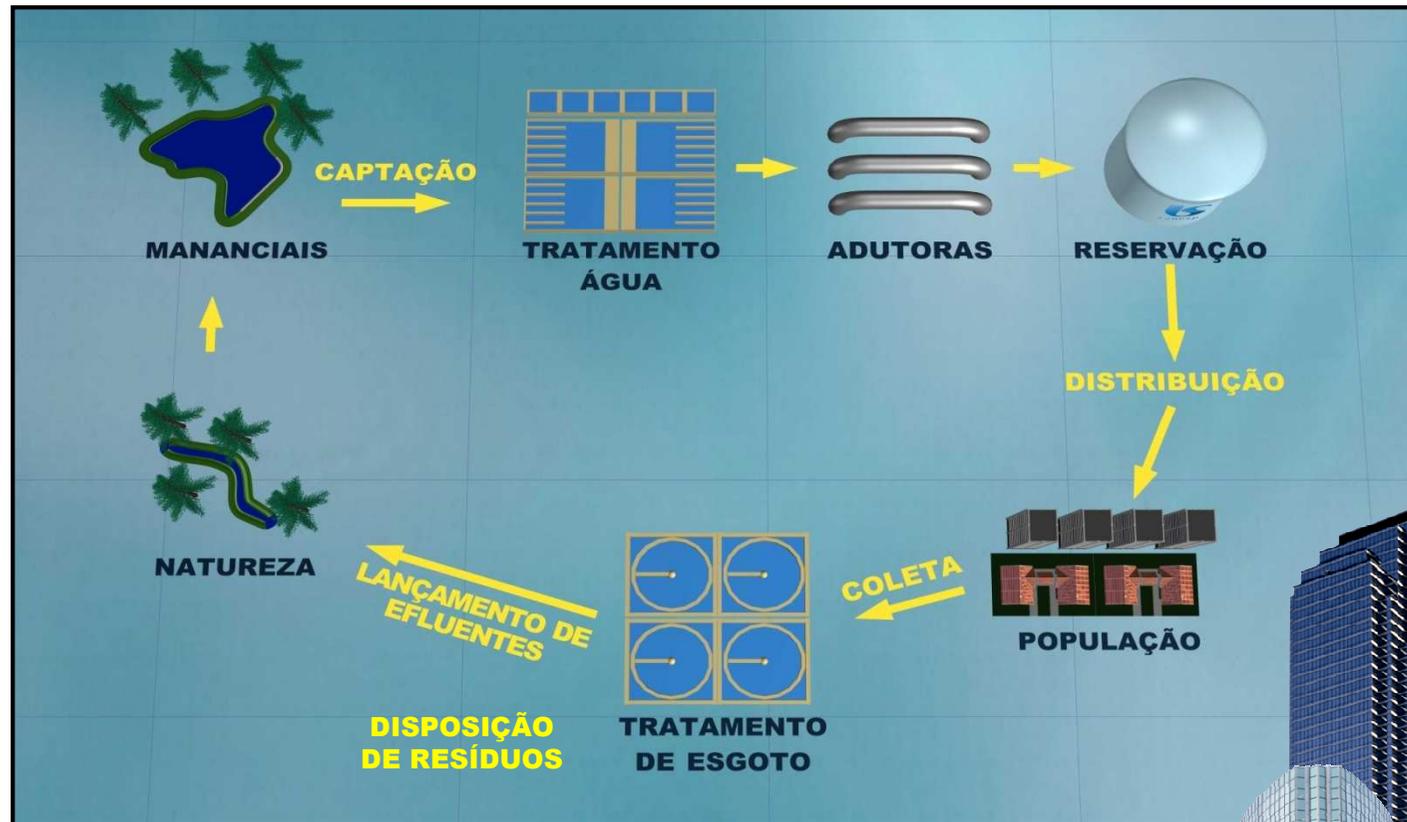
presença no  
dia-a-dia ...



**Telemetria** é uma **tecnologia** utilizada para **supervisionar, controlar, medir** ou **adquirir** dados de interesse, **a distância**, através de um meio de comunicação físico (cabos: MPLS, Frame Relay) ou *wireless* (rádio, satélite, GPRS, Wi-Fi, entre outros).

Esta tecnologia abarca um **conjunto de componentes** como medidores (água/gás/energia elétrica,...) e seus periféricos, transmissores, sensores e demais instrumentos e é utilizada em pontos geograficamente distribuídos, fixos ou móveis, coletando as informações e transmitindo para uma **central de controle**, que tem a função de receber, acompanhar e realizar a análise / gestão dos dados para obtenção de informações, visando **Resultados de Negócio.**

## Enfrentando o DESAFIO: SABESP e o Ciclo do Saneamento (Água e Esgotos)

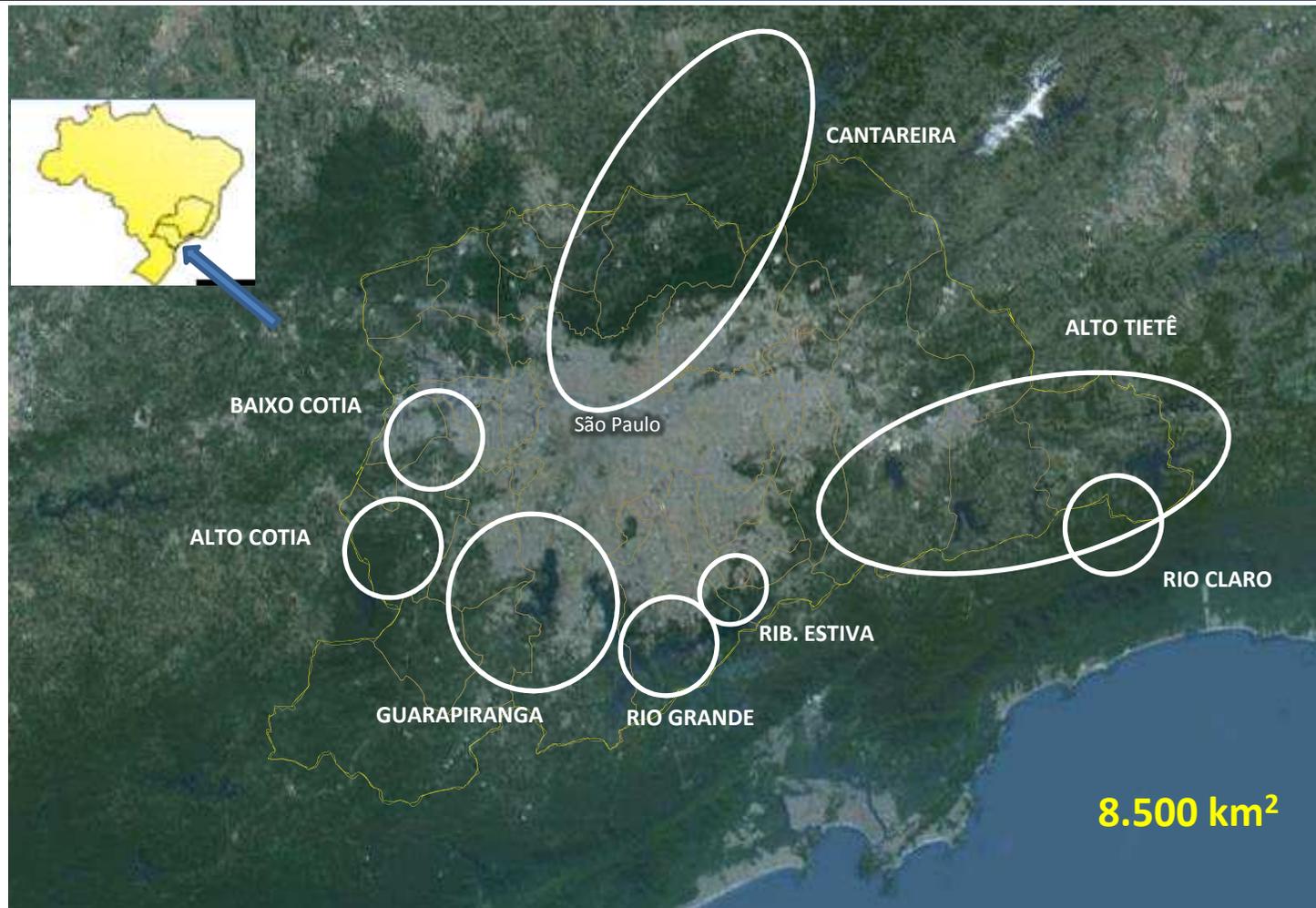


### Produção de ÁGUA

- Recursos Hídricos (Mananciais)
- Tratamento de Água (ETAs)
- Adução e Reservação de Água Potável



# SABESP, RMSP e o SIM - Sistema Integrado Metropolitano



# AUTOMAÇÃO utilizada para obter Resultados na Sabesp

Recursos  
Hídricos

## Estações Pluviométricas e de Medição do Nível D'Água instaladas nos Mananciais

**Objetivo:**  
obter dados de campo



# AUTOMAÇÃO utilizada para obter Resultados na Sabesp

Recursos  
Hídricos

Estações Pluviométricas e de Medição do Nível D'Água ==> Estações Telemétricas

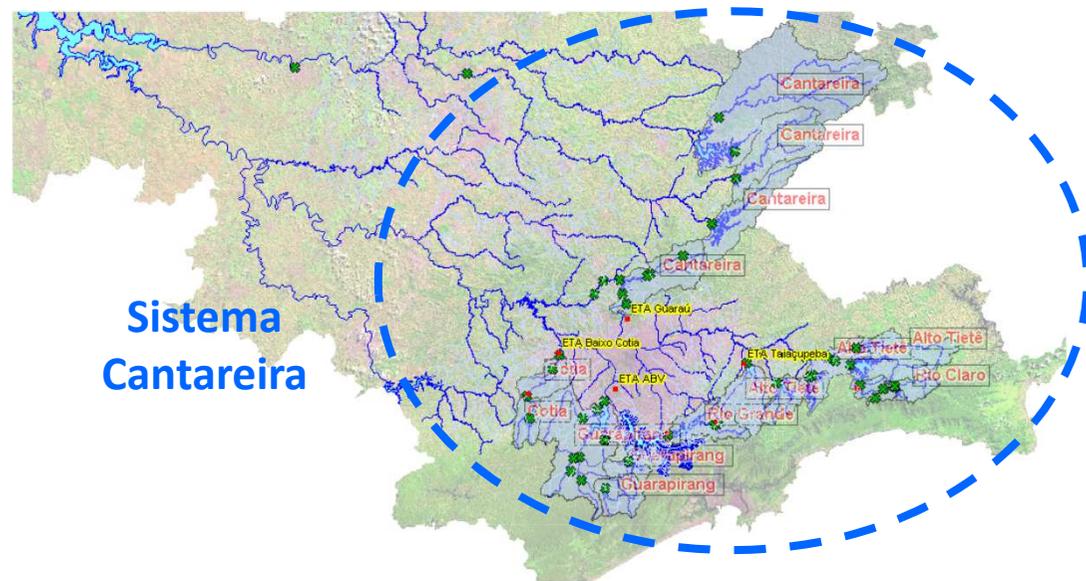


Exemplo de instalação de campo com transmissão de dados

## REDE TELEMÉTRICA - Monitoramento e Gestão dos Mananciais da RMSP

- 51 estações telemétricas em todos os sistemas produtores da RMSP
- São monitorados níveis, volumes, vazões e pluviometrias
- A transmissão dos dados coletados ocorre em intervalos de 10 minutos
- A transmissão ocorre através de telefonia celular, satélite ou rádio

### Rede Telemétrica: Conjunto de Estações Telemétricas (Pluviométricas e Medidoras de Nível)

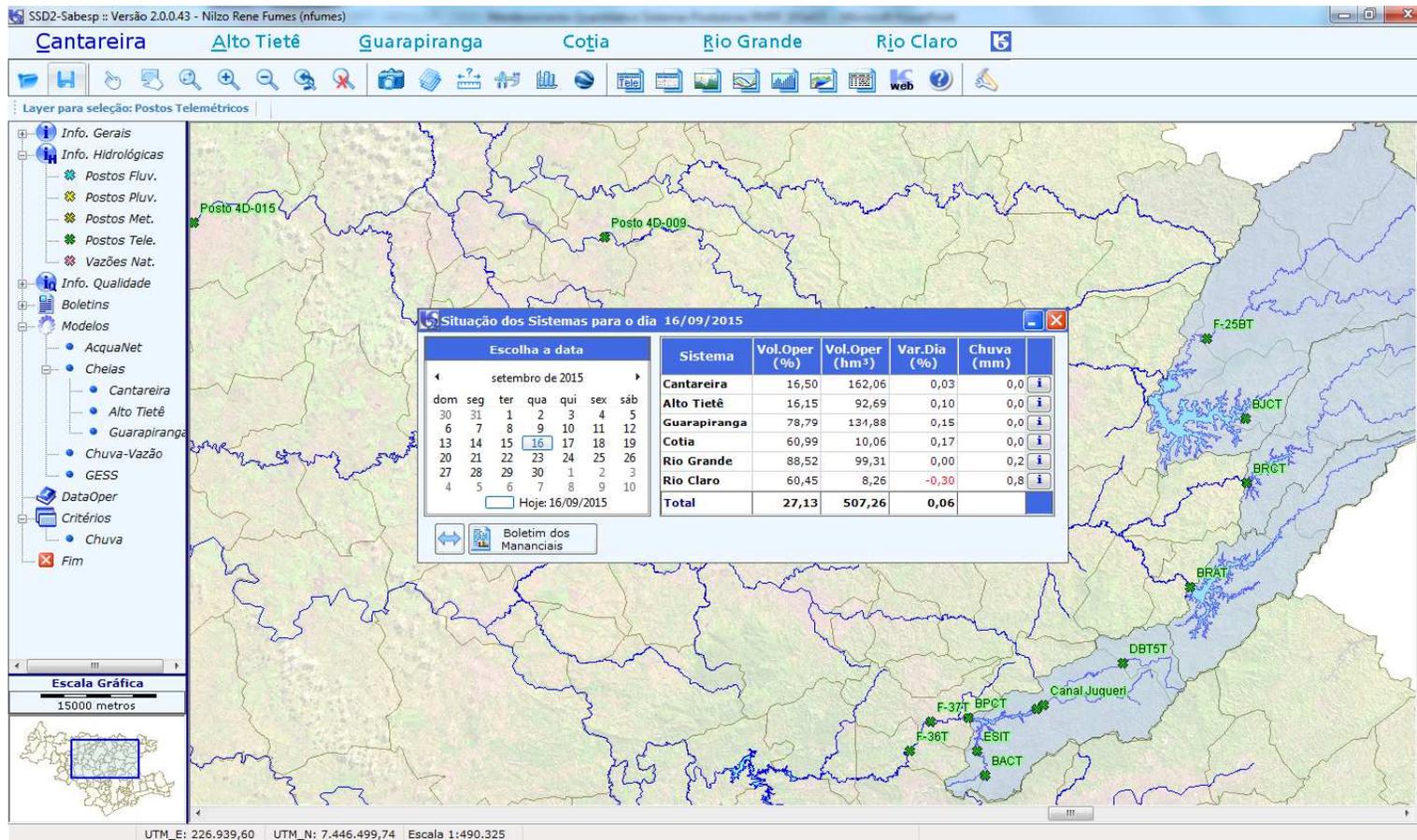


# AUTOMAÇÃO utilizada para obter Resultados na Sabesp

Recursos  
Hídricos

## SSD SABESP – Sistema de Suporte a Decisões

SSD



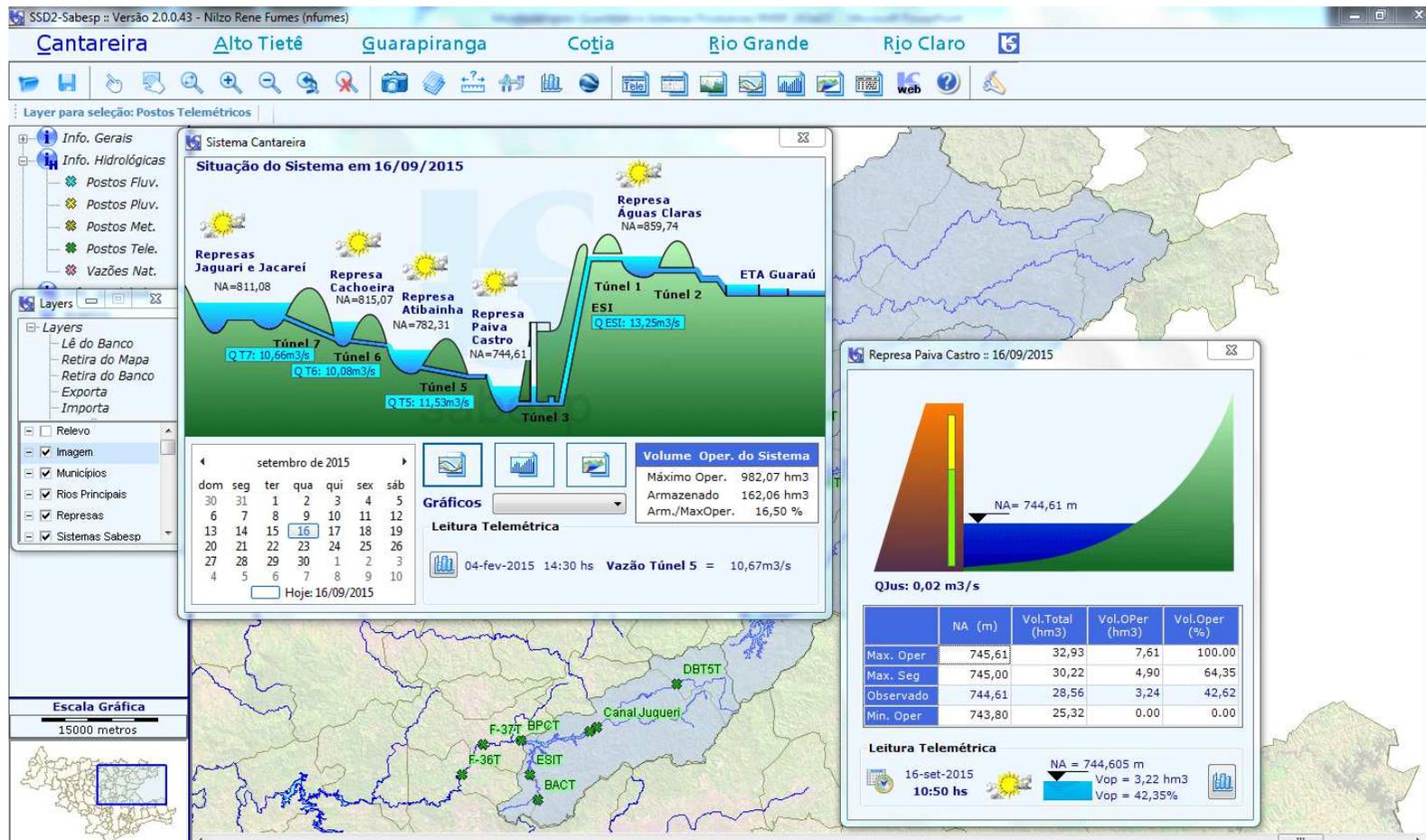
O SSD provê a **Gestão da quantidade da água dos mananciais** utilizando, como base, o monitoramento automático e integrado dos dados de campo (pluviometria, fluviometria, níveis, vazões e meteorologia)

# AUTOMAÇÃO utilizada para obter Resultados na Sabesp

Recursos Hídricos

SSD

## SSD SABESP – Integração com a Rede Telemétrica Sabesp



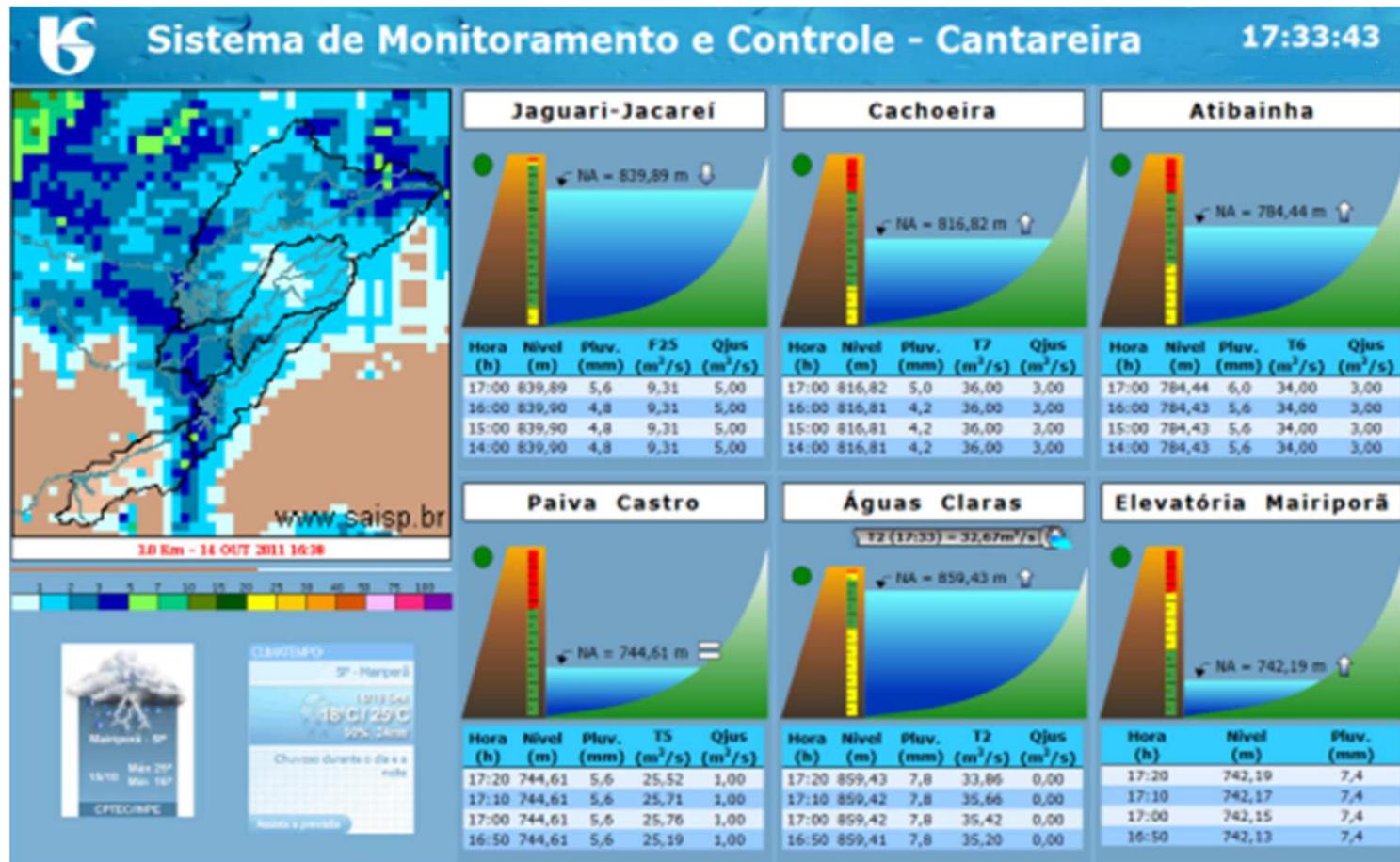
Disponibilização de telas e gráficos com as ocorrências em campo, permitindo acompanhamento e ações

# AUTOMAÇÃO utilizada para obter Resultados na Sabesp

Recursos Hídricos

SSD

## SINÓTICOS – Integração Rede Telemétrica / SSD / Radar Meteorológico



Permite prognósticos e alteração da operação (ex. descargas das barragens por excesso de chuvas, diminuição de transferências, etc).

# AUTOMAÇÃO utilizada para obter Resultados na Sabesp

Recursos Hídricos

## Transparência: acompanhamento diário - site SABESP (Situação dos Mananciais)

SSD


**DIRETORIA METROPOLITANA - M**  
 Unidade de Região de Produção de Água de Metropolitana - MA  
 Departamento de Recursos Hídricos Metropolitanos - MAR  
 Divisão de Gestão e Desenvolvimento Operacional de Recursos Hídricos Metropolitanos - MARG  
**BOLETIM DOS MANANCIAIS**

Quinta-feira, 19 de Novembro de 2015  
Gerado às 08:56 hs de 19/11/2015

Condições de Armazenamento dos Mananciais que Abastecem a RMSP.

Sistema	Nível (m)	Volume Operacional				Vazão x MLT <sup>(1)</sup>					Vazão Retirada ETA		Retirada Total (m³/d)	
		atual (3)	var. dia (4)	var. mês (5)	var. ano (6)	afluente (m³/s)	decaptação (m³/s)	MLT (h)	aflu. MLT (m³/d)	aflu. médio (m³/d)	da anterior (m³/d)	de hoje (m³/d)		
<b>Cantareira</b>	195,00	17,8	13,8	-11,3	0,1	462,07	23,31	2,47	34,36	67,8	46,86	14,07	13,39	14,34
Jacupet/Jacaré	819,72	23,70	2,1	-19,8		305,04	13,36	0,15				Túneis (m³/d)		
Cantareira	819,72	18,10	22,5			69,82	14,27	0,15				T-7 8,08		
Atibaia	752,27	108,20	133,0	64,1	25,4	44,77	13,29	0,15				T-6 13,15		
Zinha Castro	744,59	1,10	41,5			7,41	14,00	0,00				T-5 33,84		
<b>Guarapiranga</b>	135,81	148,75	63,5	0,0	171,19	13,88	0,06	13,09	121,1	23,50	13,88	13,49	13,88	
Tapacurubá <sup>(2)</sup>	748,33					0,06 <sup>(3)</sup>								
Capivari	740,83					0,06 <sup>(3)</sup>								
Rio Grande	748,89	108,36	64,8	0,0	110,18	13,83	0,06	3,84	205,3	17,44	3,20	5,17	3,20 <sup>(4)</sup>	
Rio Claro	871,37	7,73	54,6	(8,3)	13,83	3,21	0,30 <sup>(5)</sup>	0,86	67,8	1,77	4,12	0,08	4,12	
Guarathubá						0,48								
<b>Alto Tietê</b>	88,45	15,1	0,0	0,0	57,81	11,37 <sup>(6)</sup>	1,29	16,29	69,8	37,15	12,13	12,39	14,89 <sup>(7)</sup>	
Ponte Nova	753,88	25,33	6,1			129,37	0,57	1,09				Túneis (m³/d)		
Paratibá	747,11	8,05	23,4			36,73	1,00	1,00				T-10 1,19		
Birimbe	753,24	18,19	12,4			45,42	1,14	0,12				T-9 4,36		
Jupiaí	746,09	0,10	0,1			74,09	0,02	0,00				T-7 8,10		
Telescopio	745,48	21,24	24,7			81,20	12,30	0,10						
<b>Alto Cotia<sup>(8)</sup></b>	4	15,08	72,8	0,0	16,26	1,04	0,06 <sup>(9)</sup>	1,10	146,7	0,48	0,10	0,24	1,28 <sup>(10)</sup>	
André Baccini	917,33	11,90	73,4			0,36								
Graco	868,17					0,08								
Bela Vista <sup>(11)</sup>						3,08					1,00	0,48	1,00	
Rib. Estiva											0,08	0,08		
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>532,34</b>	<b>28,7</b>	<b>0,0</b>	<b>1.368,43</b>	<b>64,25</b>	<b>0,10</b>	<b>74,36</b>	<b>41,2</b>	<b>181,15</b>	<b>33,85</b>	<b>33,00</b>	<b>38,91</b>	

<sup>(1)</sup> Bótons - Traço<sup>(1)</sup> Tapacurubá (Nota: Referência de nível RM 102)  
<sup>(2)</sup> Represa Preto Belze  
<sup>(3)</sup> Captação Rio Cotia  
<sup>(4)</sup> MLT - Média de Longo Termo  
<sup>(5)</sup> Reservatório para a Represa Guarapiranga  
<sup>(6)</sup> Dique Britado para Janelal / Janelal para Telescopio  
<sup>(7)</sup> Reservatório para Produção - Vertidas pelos Sítios  
<sup>(8)</sup> Vazão Afluente - Contribuição Natural dos Respostos - Reservatório (Guarapiranga) - Tapacurubá - Capivari / (Alto Tietê) - Estiva Britada - Guarathubá / (Rio Claro) - Rio Claro - Guarathubá  
<sup>(9)</sup> Retirada para Produção - Vertidas (P1-P10-J-7) - Estiva Britada - AT7  
<sup>(10)</sup> Retirada para Produção - Vertidas da Graça  
<sup>(11)</sup> Descarga a Jusante do Km 76  
<sup>(12)</sup> Descarga a Jusante de Cachoeira da Graça  
<sup>(13)</sup> Afluentes (P1-P10-J-7) - Estiva Britada - AT7 - Jussare (P14)

Eficiência (litros)			
Sistema	no dia	acumul. 30 dias	méd. 30 dias
Cantareira	0,0	123,4	32,4
Guarapiranga	0,0	118,7	19,4
Rio Grande	0,0	123,4	47,4
Rio Claro	0,0	101,8	88,8
Alto Tietê	0,2	123,4	12,7
Cotia	0,0	104,4	31,0

**Índice de Regularidade do Abastecimento - IRA**  
 do dia anterior: 99,0 %  
 média do mês: 98,1 %

Produção do Dia Anterior			
Vazão Adulterada (m³/s)	Vazão Produzida (m³/s)	Variação (m³/s)	Diferença Abs. Prod. (m³/d)
TOTAL	53,38	53,50	99,4

Fonte: Sistema de Suporte a Decisões - SSD

[www2.sabesp.com.br/mananciais/DivulgacaoSiteSabesp.aspx](http://www2.sabesp.com.br/mananciais/DivulgacaoSiteSabesp.aspx)

Veja o boletim detalhado e as condições dos mananciais

Data: 19/11/2015 :: Nova Data: Dia 19 Mês nov Ano 2015

**Sistema Cantareira**



volume armazenado  
 pluviometria do dia  
 pluviometria acumulada no mês  
 média histórica do mês

Índice 1: 17,8 %  
 Índice 2: 13,8 %  
 Índice 3: -11,5 %

0,0 mm  
123,0 mm  
160,4 mm

**Sistema Alto Tietê**



volume armazenado  
 pluviometria do dia  
 pluviometria acumulada no mês  
 média histórica do mês

15,1 %  
0,2 mm  
125,6 mm  
128,9 mm

**Sistema Guarapiranga**



volume armazenado  
 pluviometria do dia  
 pluviometria acumulada no mês

87,5 %  
0,0 mm  
178,2 mm

## Otimização da Gestão das Estações de Tratamento de Água (ETAs) da RMSP

### Principais objetivos da automação nas ETAs:

- Economia de produtos químicos;
- Garantia da qualidade da água tratada;
- Redução de custos com energia elétrica.

### As grandezas mais utilizadas abrangem:

- Medição de vazões de água e produtos químicos;
- Medição de níveis de reservatórios de água (internos) e tanques de produtos químicos;
- Controle dos parâmetros físico-químicos das etapas do processo de tratamento de água, como residuais de cloro e fluoreto, pH e turbidez.



ETA Guaraú



ETA RCSJ



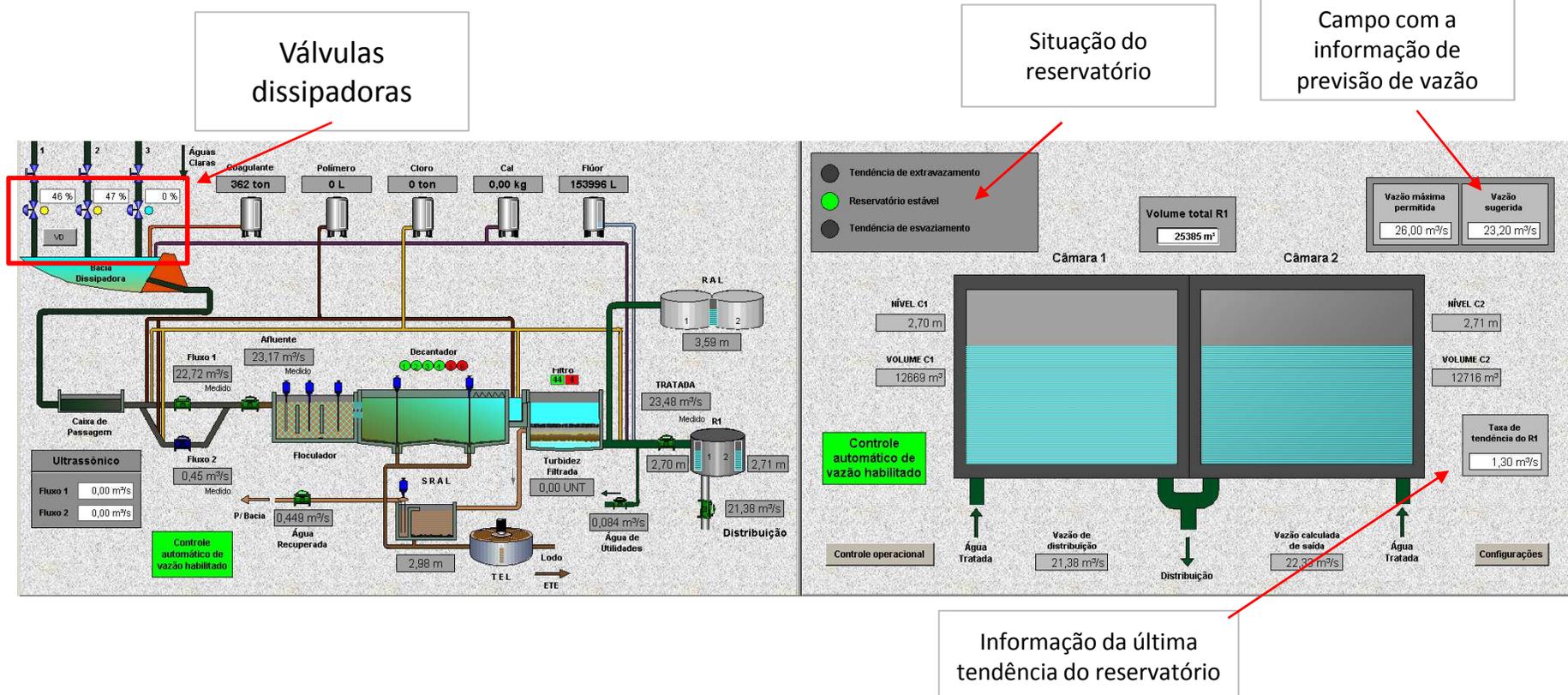
ETA Alto Cotia

*Todas as ETAs da RMSP possuem algum nível de Automação*

# AUTOMAÇÃO utilizada para obter Resultados na Sabesp

Tratamento

## ETA Guaraú: telas da visão geral e do reservatório de água tratada



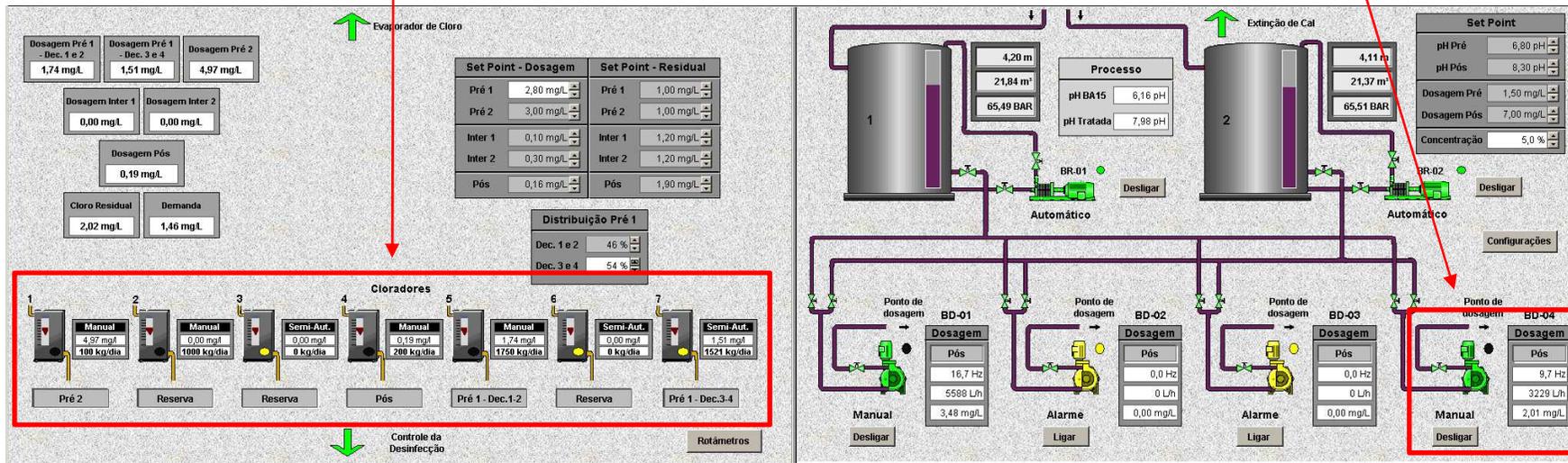
# AUTOMAÇÃO utilizada para obter Resultados na Sabesp

Tratamento

## ETA Guarauá: telas dos sistemas de dosagem de alcalinizante e cloro

Cloradores em processo de integração ao sistema de automação da ETA

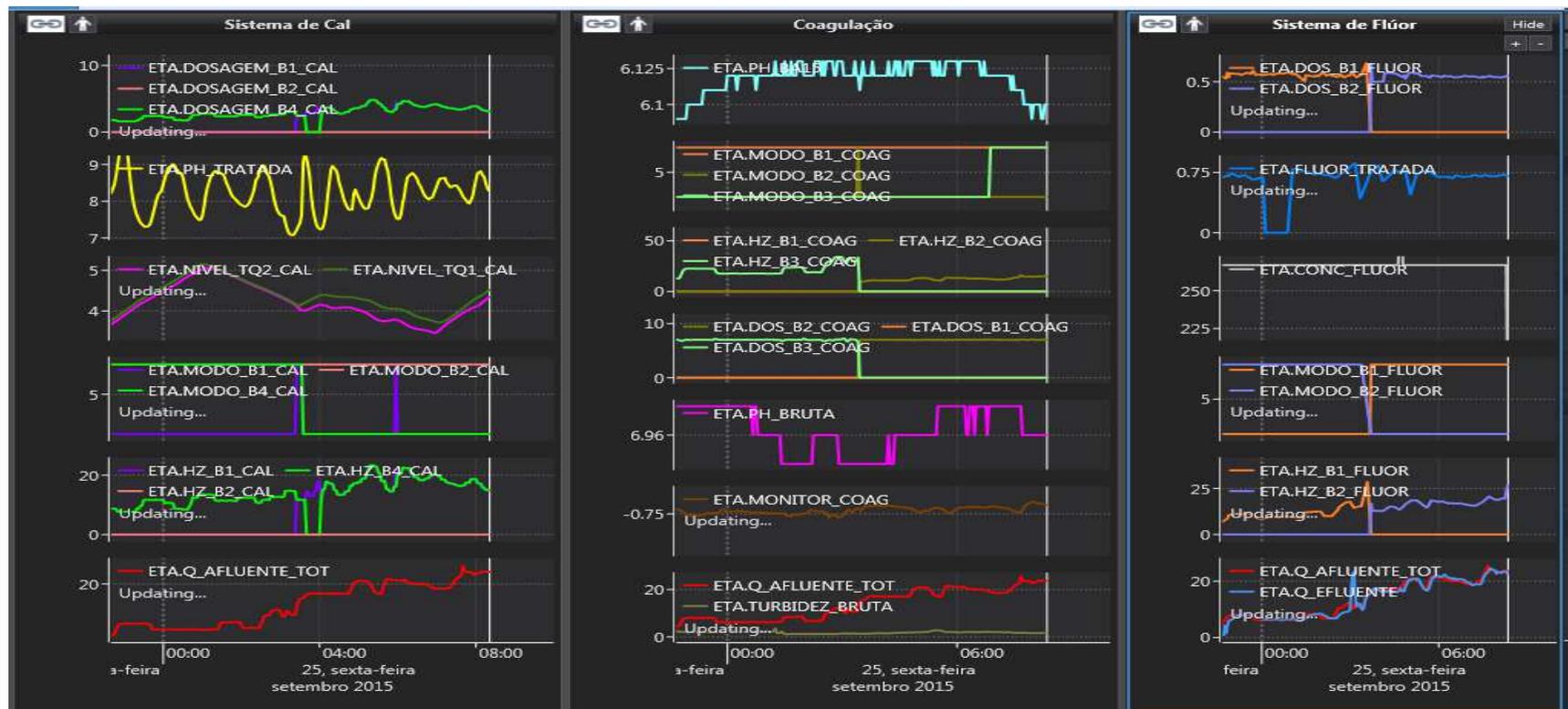
Bomba dosadora substituída para atender vazão reduzida de produção da ETA



# AUTOMAÇÃO utilizada para obter Resultados na Sabesp

Tratamento

**ETA Guarau:** Sinótico do Trend Explorer, a visualização gráfica de alguns processos do tratamento de água.

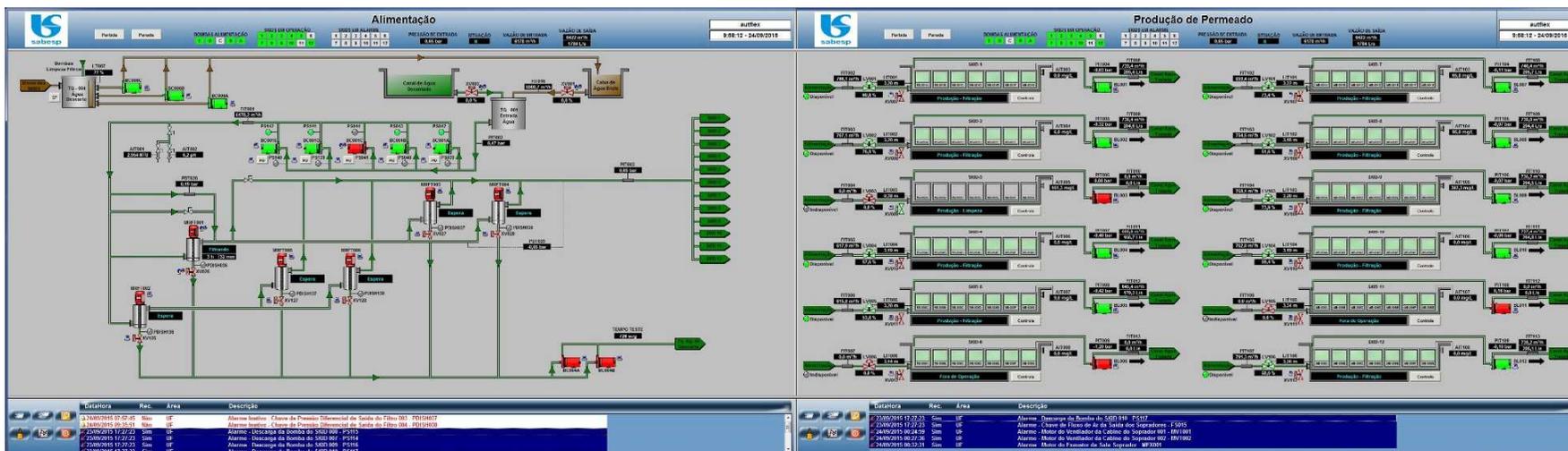


# AUTOMAÇÃO utilizada para obter Resultados na Sabesp

Tratamento

**ETA RJCS:** telas do sistema de ultrafiltração (o sistema de automação permite operação a partir do respectivo laboratório operacional da planta)

O monitoramento dos processos do sistema de membranas em tempo real permite identificar eventuais problemas e, conseqüentemente, rápida intervenção.



# AUTOMAÇÃO utilizada para obter Resultados na Sabesp

Tratamento

**ETA Alto Cotia:** telas do processo de dosagem de coagulante e do modelo de previsão de *set-point* respectivamente.

The interface includes the following components:

- Process Flow:** Shows three dosing stations (BD-01, BD-02, BD-03) with manual/automatic controls and flow meters.
- Central Control Panel:** Includes a 'Set Point' table, 'Sist. Velho' and 'Sist. Novo' data, and 'Propriedades' (Density, Concentration).
- Right Panel - Data Entry and Monitoring:**
  - Parâmetros de entrada:** Cor da água bruta (50 UC), Turbidez da água bruta (6,50 NTU), Turbidez da água decantada (1,38 NTU), Turbidez da água filtrada (0,52 NTU), Dosagem atual sistema velho (23,00 mg/L), Dosagem atual sistema novo (23,00 mg/L).
  - Controles auxiliares:** Comp. dosagem sistema velho (27,611), Comp. dosagem sistema novo (27,611), Limite de turb. da água filtrada (0,50 NTU).
  - Dosing Tables:** 'Dosagem sistema velho' and 'Dosagem sistema novo' tables showing 'Previsão' and 'Utilizada' values.
  - Buttons:** Executar, Gravar dados, Visualizar dados, Voltar.

Parâmetros utilizados como entrada

Campos com as previsões dos *set-points*

Set-points fornecidos pelo modelo, quando utilizado.

Acesso a tela do modelo

Analisa condições específicas da planta, considerando suas características operacionais e utilizando o histórico de dados da ETA para realizar as simulações do processo.



**SAM – infra-estrutura implantada na RMSP responsável pelo processo de adução e reservação de água potável para mais de 20 milhões de pessoas**



**1.400 Km de adutoras  
(diâmetros entre 0,5 e 2,5 m)  
170 Centros de Reservação  
548 Boosters  
170 Estações Elevatórias  
Válvulas, registros, peças em geral**



**AUTOMAÇÃO** utilizada para obter Resultados na Sabesp

ADUÇÃO

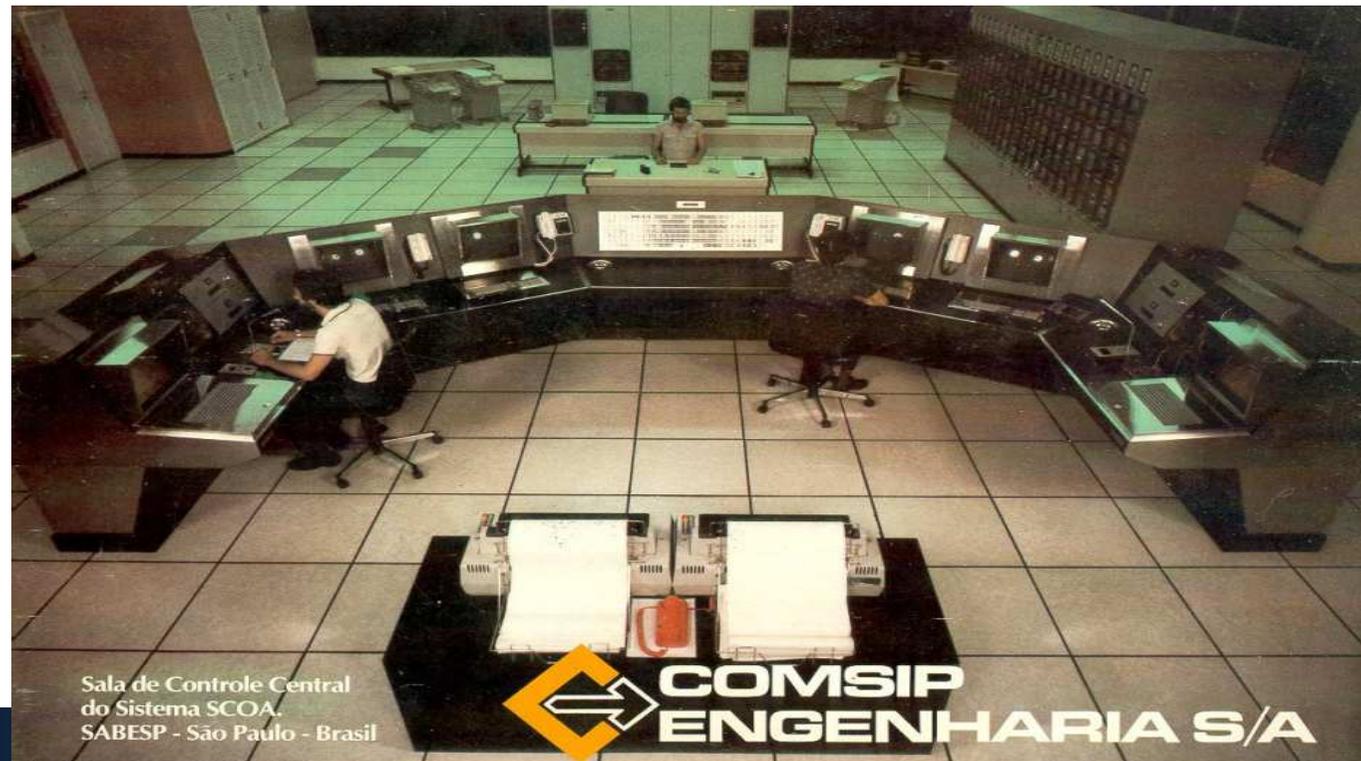
**SCOA - Otimização da Operação do Sistema Adutor Metropolitano – SAM**

SCOA

Desde 1982 – O CCO (Centro de Controle da Operação) gerencia a entrega de água tratada pelo SAM, ou seja, a partir das Estações de Tratamento de Água até os Centros de Reservação de Distribuição, utilizando o **SCOA – Sistema de Controle Operacional do Abastecimento**

*Terminais  
alfanuméricos  
para a  
operação*

*Estação Central  
de Telemetria  
(cabos desde o  
campo até a  
Central)*



## AUTOMAÇÃO utilizada para obter Resultados na Sabesp

ADUÇÃO

SCOA

**A partir de 2005** – Após modernização, foram substituídas na Adução as Estações Remotas de Telemetria Autophon por CLPs, implantada comunicação por “frame relay”. Atualmente, o CCO atinge supervisão e controle em mais de 200 sítios remotos (centros de reservação, adutoras e estações de bombeamento), com comunicação MPLS, sendo:

### •Supervisão:

453 **bombas** (estado de funcionamento);  
146 **válvulas** (estado de abertura);  
298 **reservatórios** (nível);  
28 **torres** (pressão);  
284 pontos de medição de **pressão**;  
299 pontos de medição de **vazão**;  
7 pontos de medição de **temperatura**;  
+ de 5.000 alarmes de condições operacionais anormais de estações  
Variáveis calculadas (consumos e vazões médias diárias)

### • Comando:

230 **bombas** (partida, parada);  
146 **válvulas** (abertura, fechamento).



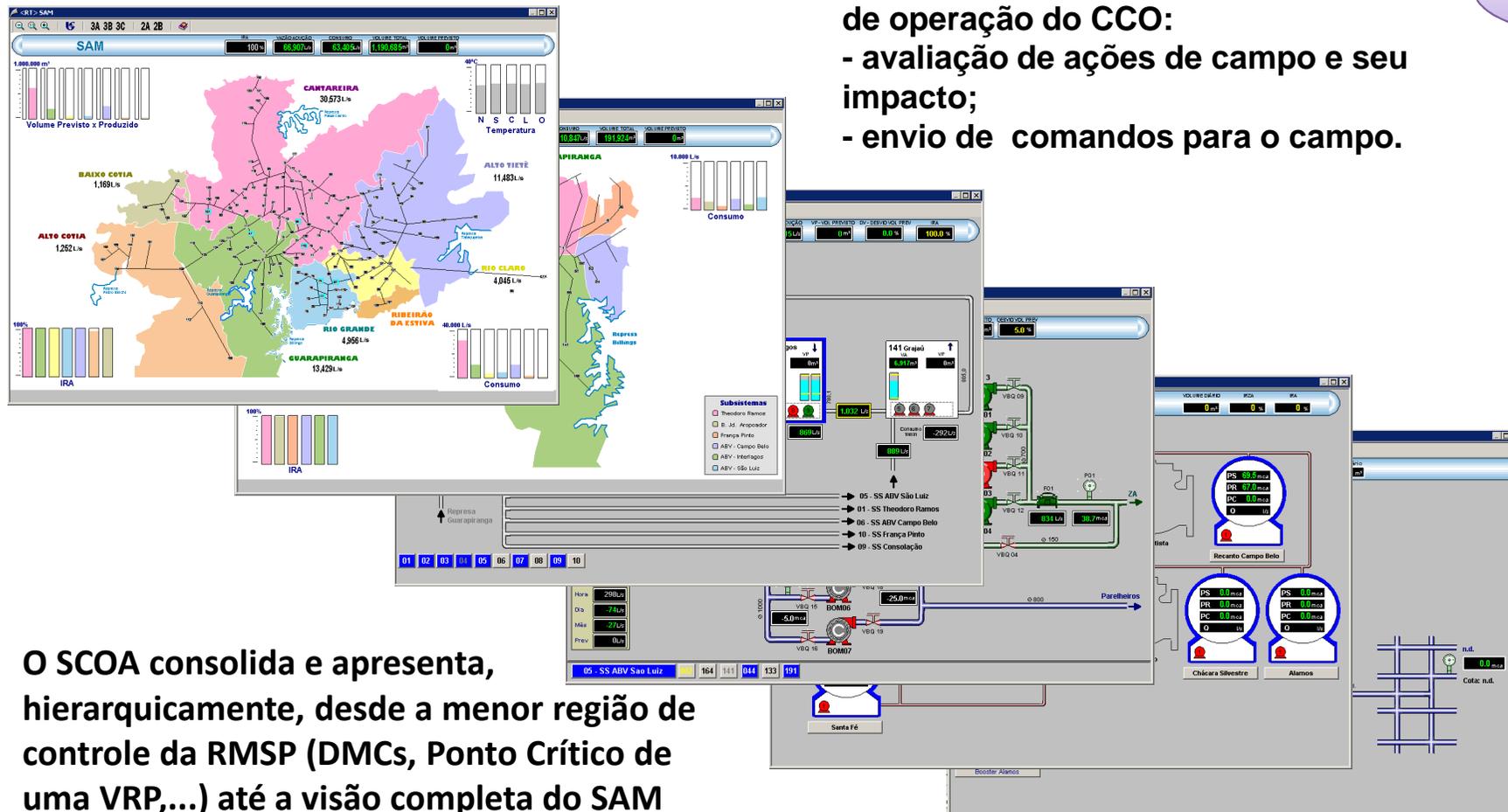
# AUTOMAÇÃO utilizada para obter Resultados na Sabesp

ADUÇÃO

SCOA

SCOA permite, em tempo real, nas telas de operação do CCO:

- avaliação de ações de campo e seu impacto;
- envio de comandos para o campo.



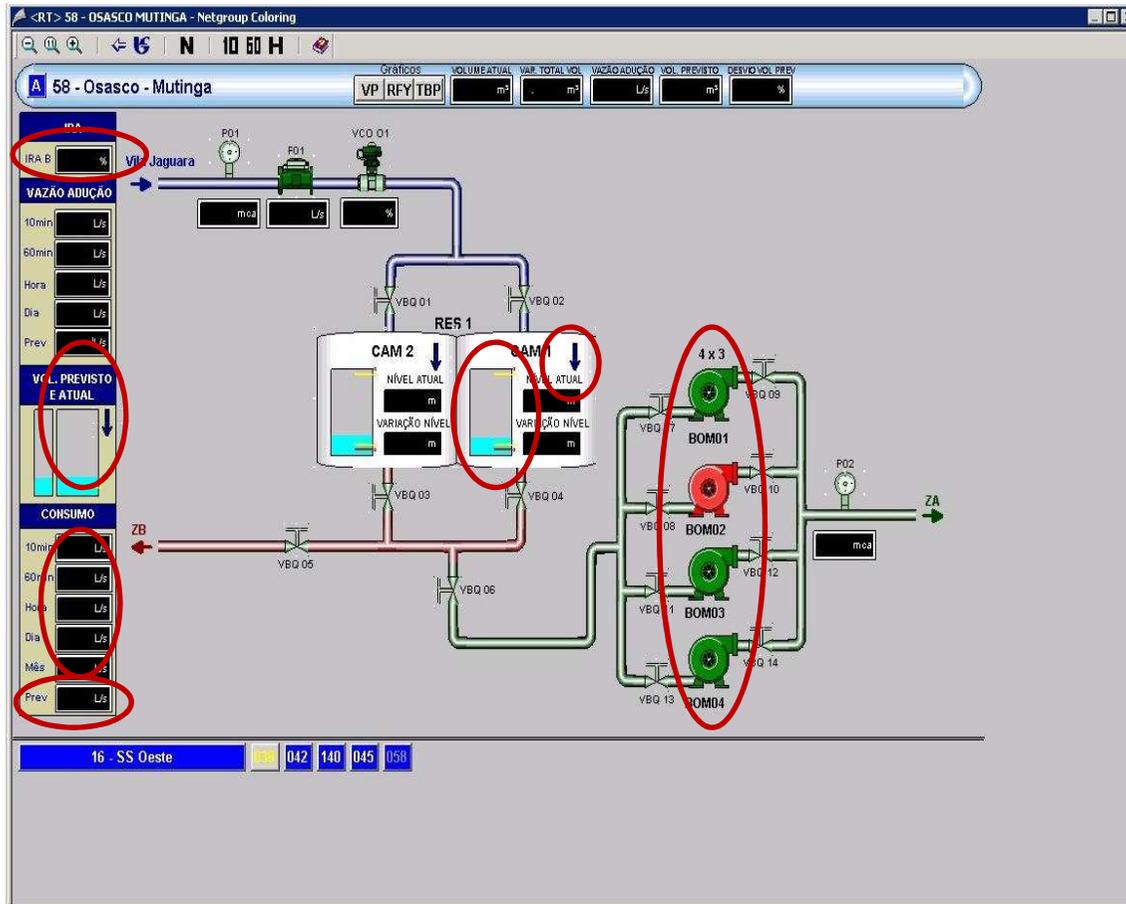
O SCOA consolida e apresenta, hierarquicamente, desde a menor região de controle da RMSP (DMCs, Ponto Crítico de uma VRP,...) até a visão completa do SAM

# AUTOMAÇÃO utilizada para obter Resultados na Sabesp

ADUÇÃO

SCOA

## Transformando dados de campo em Informação



- Volume
- Tendência
- Consumo
- Consumo Previsto
- Regra Operacional
- Indicador

Dado  
(medida que vem do campo)

Nível



Indicador da medida de Nível

Informação  
(cálculo a partir do dado de campo)



# AUTOMAÇÃO utilizada para obter Resultados na Sabesp

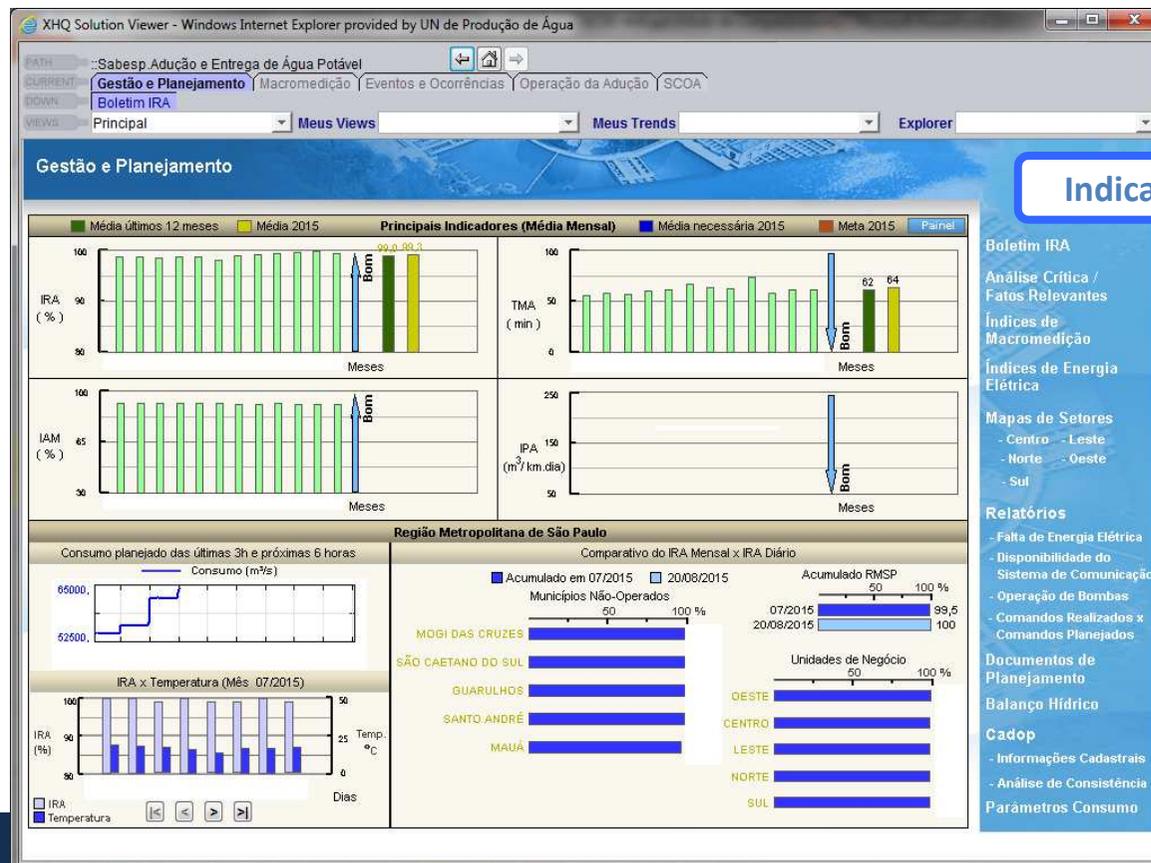
ADUÇÃO

SCOA

Apoiando ações:

- de curto prazo (Operação)

- de médio/longo prazo (Engenharia e Planejamento)



## LIÇÕES APRENDIDAS



- As tecnologias podem ser atrativas por si só (e, na maioria das vezes o são !!!) mas, para que a mesma seja implantada, o foco deve ser, em primeiro lugar, **como e onde** esta tecnologia vai agregar valor ao Negócio;
- A empresa precisa estar preparada, não apenas para a implantação da Automação, mas para a **manutenção contínua de toda a infra-estrutura implantada, equipamentos e sistemas** (equipes especializadas e treinadas, contratos com operadoras de comunicação sem descontinuidade, contrato de suporte aos sistemas, estoque de peças de reposição, etc.) garantindo a **continuidade** na obtenção dos Resultados de Negócio;

## LIÇÕES APRENDIDAS (cont.)



- A implantação da Automação deve ser feita **integrando as equipes especializadas**, de Telemetria e de Tecnologia de Informação e Comunicações (TIC), pois as soluções são, na maioria dos casos, interdependentes;
- A empresa deve estabelecer definições claras (contratuais) quanto aos **acordos de nível de serviços com as operadoras de telefonia (SLA)**, uma vez que este insumo passa a ser essencial para o negócio.

*Se possível, devemos fomentar, no mercado de fabricantes, o **desenvolvimento de padrões de protocolos de comunicação** e, também, ferramentas de integração de protocolos para que o projeto não fique com aplicações “caixa-preta” (dependência do fornecedor)*

# Obrigada !

*[silfranco@sabesp.com.br](mailto:silfranco@sabesp.com.br)*

