

## I-015 - MODELO GERENCIAL PARA ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA EM SC – ESTUDO DE CASO

### **Bruno Kossatz<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Pós-graduado em Economia e Gestão Empresarial pela mesma universidade. Engenheiro na Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

### **Felipe Gustavo Trennepohl**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Engenheiro Civil pela Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL). Mestre em Engenharia de Edificações e Saneamento pela Universidade Estadual de Londrina (UEL). Engenheiro na Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

### **Rafael Luiz Prim**

Bioquímico pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Especialista em Saneamento Ambiental (FJF). Bioquímico na Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

### **Guilherme Cardoso Vieira**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). MBA em Gestão de Negócios (UNILINS). Engenheiro na Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

### **Lucas Barros Arruda**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). MBA em Gestão de Projetos de Engenharia (IPOG). Engenheiro na Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Quinze de Novembro, 230 – Balneário do Estreito – Florianópolis – SC CEP: 88075-220 – Brasil – Tel (48) 3221-5715 – e-mail: brunok@casan.com.br

### **RESUMO**

Operar bem é não ter falta de água. Essa máxima ainda é adotada em muitas empresas de saneamento, enganadas pelo simples desconhecimento do que é operar sistemas. Operar, mais do que não ter o problema falta de água, é parte da gestão operacional, que integra: modelo de operação, planejamento da operação, execução da operação e controle e qualidade operacional. Neste trabalho, realizado nas estações de tratamento de água da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento/SC, demonstramos a experiência da criação de um modelo gerencial para as ETA, contemplando as fases de implantação das ferramentas adotadas, as melhorias do controle operacional e o aumento da transparência e acesso de informações operacionais das ETA para tomada de decisões. A partir da padronização de todo o controle operacional das ETA, foram elaborados os relatórios gerenciais mensais para cada uma das unidades, que contém informações sobre a qualidade da água, o processo do tratamento, os custos e indicadores elencados. De posse desta ferramenta (relatório gerencial), os dados registrados pelos operadores das ETA se converteram em informações que subsidiam a tomada de decisões operacionais, possibilitando a avaliação e comparação de desempenho de cada unidade de forma objetiva, a definição de metas de melhoria operacional, e por fim, superar a fase de operar para controlar os sistemas de tratamento de água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Estação de tratamento de água, indicadores de desempenho, controle de processo, gerenciamento operacional.

### **INTRODUÇÃO**

A situação do saneamento básico no Brasil é preocupante devido a carência dessa infraestrutura que afeta vários setores da sociedade, desde saúde, economia e principalmente o meio ambiente. Apesar da necessidade de vultuosos investimentos no setor de saneamento em diversos estados brasileiros, as estruturas existentes de abastecimento de água e esgotamento sanitário carecem de operação e controle qualificados, objetivando a qualidade na prestação do serviço das empresas com a concessão nos municípios concedentes.

Tradicionalmente, as companhias de saneamento e as prestadoras de serviço que atuam nas áreas de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgoto sanitário previam exclusivamente o fornecimento de

serviços com quantidade e qualidade adequadas. Tal visão encontra-se em progressiva substituição, haja visto que inúmeras iniciativas têm estudado e desenvolvido metodologias de avaliação do desempenho da utilização dos recursos naturais, voltadas, principalmente, para a gestão racional e para a sustentabilidade (VIEIRA et al., 2006; SILVA, 2008).

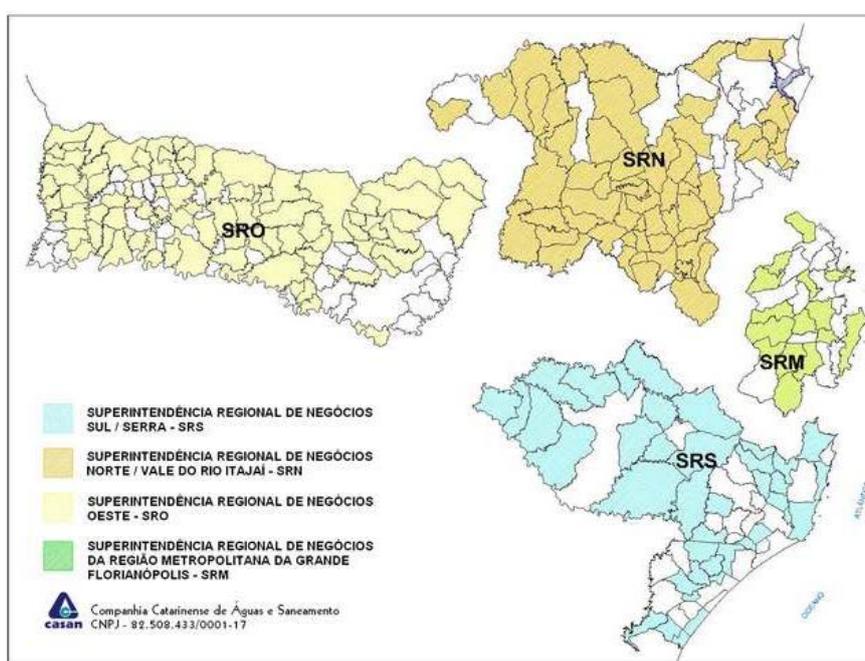
Nas empresas de saneamento em geral, pública, parceria público privada ou privada, historicamente, as ferramentas de gestão ou métodos de gerenciamento são implantados na alta administração, como os setores administrativos e financeiros, de forma a permitir um controle mais efetivo destas importantes áreas das companhias.

No âmbito da área operacional, onde estão os grandes contingentes humanos, os maiores custos e onde ocorre a maior proximidade empresa-cliente, as ferramentas de gestão são escassas ou até mesmo inexistentes, tornando a operação limitada quanto ao controle das unidades que compõe os sistemas de água e esgoto. Neste sentido, a implementação de indicadores de desempenho (ID), torna-se indispensável para a garantia da qualidade, sustentabilidade, atendimento dos interesses dos consumidores e rentabilidade financeira do sistema de abastecimento de água (GALVÃO JUNIOR & SILVA, 2006; ALEGRE et al., 2006).

No tocante as estações de tratamento de água, objeto de estudo deste trabalho, as ferramentas de gestão que auxiliem nas tomadas de decisões se tornam cada vez mais importantes e necessárias. Estas unidades de tratamento precisam de controles rigorosos quanto a qualidade da água, uso de produtos químicos, processo dos filtros e decantadores, macromedição, energia elétrica, custos diversos, entre outros.

As estações de tratamento de água são indústrias nas quais a água bruta (matéria prima) deve ser transformada em água potável (produto final) através da aplicação de produtos em operações e processos. Esta indústria é uma das poucas à qual todos os seres humanos fazem uso do seu produto (PARSEKIAN, 1998).

No estado de Santa Catarina, a empresa estadual de saneamento é a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN que presta serviço em 196 municípios catarinenses e 1 no estado do Paraná, responsável por 231 sistemas abastecimento de água e 35 de sistemas de esgotamento sanitário (CASAN, 2015). Dentro do organograma da empresa há um setor denominado Setor de Operação e Manutenção de Água - SOMAG, responsável pela operação e manutenção de estações de tratamento de água de cada superintendência regional, compreendida por 4 (quatro) superintendências no total.



Fonte: CASAN, 2015.

Figura 1: Divisão das Superintendências na CASAN no estado de Santa Catarina.

O presente documento refere-se à atuação de engenheiros e técnicos do SOMAG na estruturação e desenvolvimento de ferramentas de controle operacional dentro da Superintendência Regional Metropolitana de Florianópolis – SRM, responsável pela atuação em 14 municípios da Grande Florianópolis, possuindo 40 sistemas de tratamento de água, que compreendem 21 estações de tratamento de água e 19 unidades de tratamento (unidades simplificadas de tratamento de água, geralmente concebidas para poços subterrâneos com as etapas de desinfecção e fluoretação).

A criação destas ferramentas de gestão para as ETA partiu da inquietude da área técnica em obter informações relevantes do funcionamento das unidades de tratamento de água, que por ser uma indústria de água potável, possui inúmeros dados de controle operacional que devem ser mensurados objetivamente e analisados para se transformarem em informações que possam subsidiar a tomada de decisões operacionais.

## **OBJETIVO**

O objetivo deste trabalho é apresentar a experiência da criação do modelo gerencial das estações de tratamento de água da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento, na região metropolitana de Florianópolis/SC, demonstrando as fases de implantação, as lições aprendidas, as melhorias do controle operacional, a elaboração do relatório gerencial mensal de cada unidade de tratamento e o aumento da transparência e acesso de informações operacionais das ETA para tomada de decisões.

## **METODOLOGIA**

Nas estações de tratamento de água da CASAN, as planilhas de controle utilizadas para registro das informações operacionais eram preenchidas manualmente pelos operadores da ETA e muitos destes dados ou não eram preenchidos, ou estavam rasurados, ou muitas vezes ilegíveis, causando a perda de informações de qualidade da água ou da rotina da operação. Cada unidade possuía planilhas de controle diferentes, dificultando o trabalho de avaliação dos dados operacionais.

Diante desta problemática, que afetava diretamente o controle e avaliação das unidades de tratamento, buscou-se uma metodologia de gerenciamento da rotina de trabalho dos responsáveis por operacionalizar os sistemas de tratamento de água. Como consequência destas ações, houve a padronização dos controles operacionais para que, por fim, fosse elaborado o relatório gerencial de cada ETA, com frequência mensal. Esse caminho foi segmentado em 4 etapas, conforme descritos a seguir.

### **1. Padronização de todas as fichas de controle operacional das estações de tratamento de água**

Os técnicos do SOMAG, responsáveis diretos pela operação das ETA, padronizaram todas as planilhas de controle operacional e passaram a ser preenchidas através de planilhas eletrônicas (em rede, com possibilidade de acompanhamento em tempo real) para que os dados fossem automaticamente registrados e disponibilizados para os técnicos responsáveis pela operação das ETA. As planilhas padronizadas foram as indicadas abaixo:

- i. Controle de qualidade de água;
- ii. Controle de filtros e decantadores;
- iii. Controle das vazões;
- iv. Controle de macromedicação;
- v. Controle da análise de teste dos jarros;
- vi. Controle de estoque de produtos químicos.

A partir destas planilhas eletrônicas, foi possível criar relatórios mensais para cada controle apresentado e transformar os dados operacionais em informações gerenciais, para que em tempo real fosse possível verificar o funcionamento da estação de tratamento de água.

## 2. Treinamento dos operadores de ETA

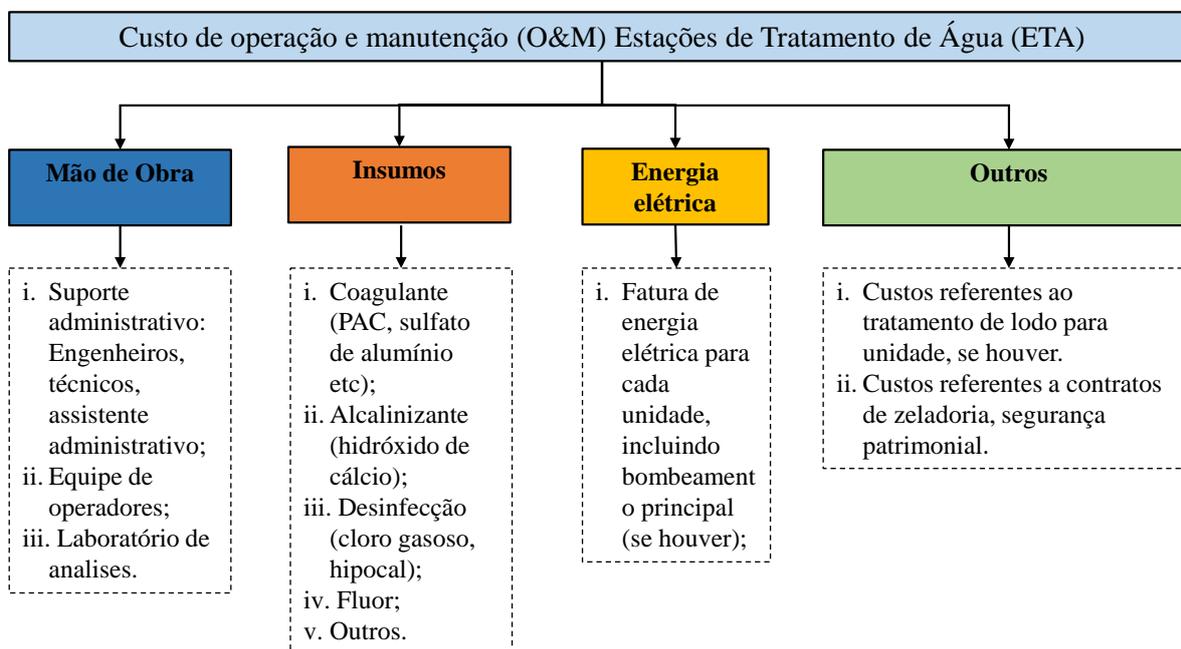
Para que o sucesso da mudança dos registros operacionais fosse efetivamente concluído, foi necessário realizar treinamentos específicos para todos os operadores das ETA para evitar que houvesse resistência e dúvidas para o correto preenchimento e obtenção dos dados.

O conteúdo programático do treinamento realizado envolvia assuntos referentes aos aspectos teóricos de tratamento de água, controles operacionais das ETA e análises de água para operação das estações. Os operadores foram separados em turmas pequenas, no máximo 15 pessoas, com carga horária de 16 horas/aula para que o conhecimento fosse repassado com efetividade.

## 3. Busca de informações dentro de outros setores da companhia

A partir dos dados registrados diariamente pelos operadores das ETA e a definição dos relatórios de cada planilha padronizada, foi possível ter informações de grande parte dos processos envolvidos na operação. Entretanto, outros dados eram necessários para a construção de um relatório gerencial das ETA. Este documento deveria conter todas as informações que pudessem refletir a realidade da operação das unidades de tratamento.

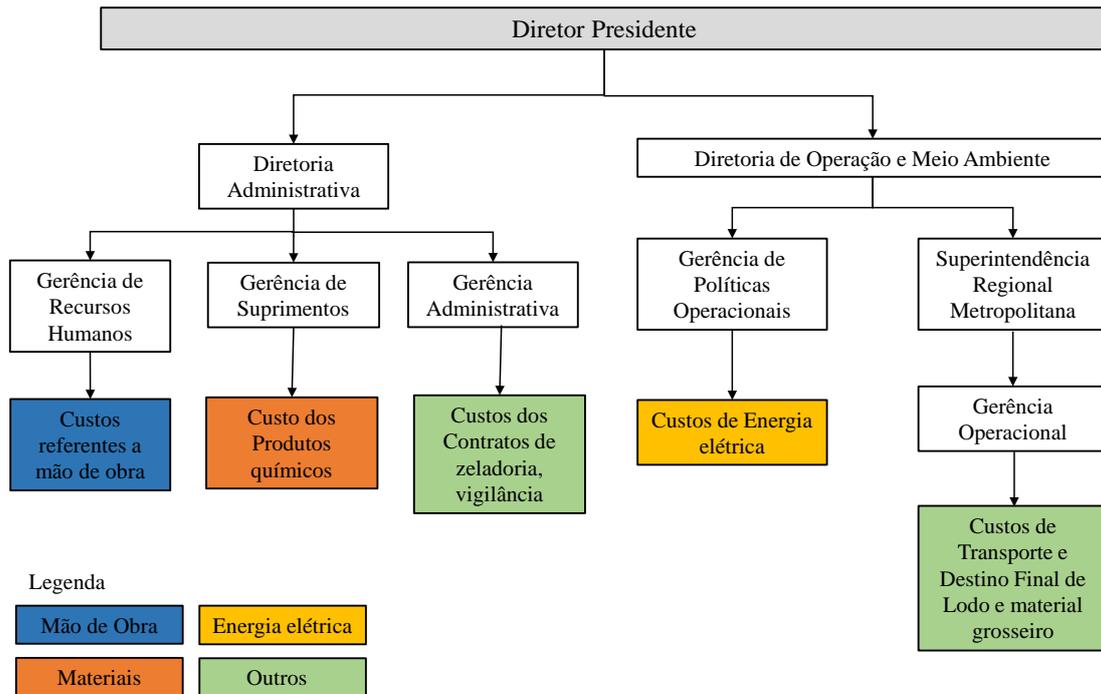
Para isso, definiu-se as variáveis que deveriam compor o relatório. Dentre eles, podemos destacar os dados de processos e de custos de operação, como: produtos químicos, mão de obra, manutenção, energia elétrica, destinação de lodo, custos indiretos com vigilância e zeladoria, entre outros.



Fonte: TRENNEPOHL, 2016.

**Figura 2: Definição das variáveis para compor os custos no relatório gerencial das ETA.**

Como todas estas informações estão armazenadas em diferentes áreas dentro da companhia, buscou-se nos setores administrativos e operacionais os dados sobre o processo e custos envolvidos na operação das ETA. A figura 3 ilustra todas as diretorias e gerências consultadas para a aquisição dos valores das variáveis selecionadas para compor o relatório gerencial.



Fonte: TRENNEPOHL, 2016.

Figura 3: Áreas dentro da CASAN consultadas para obtenção de dados operacionais das ETA.

#### 4. Criação e aplicação do Relatório Gerencial da ETA

Com a aquisição de todos os dados referentes aos custos de operação das ETA, foi possível organizá-los em um único documento denominado relatório gerencial. Este documento possui informações referentes a qualidade da água produzida, os processos envolvidos do tratamento, aos custos de cada processo e indicadores de desempenho. Assim, todas as ETA da SRM possuem os mesmos critérios de informação para que seja possível a comparação entre as mesmas.

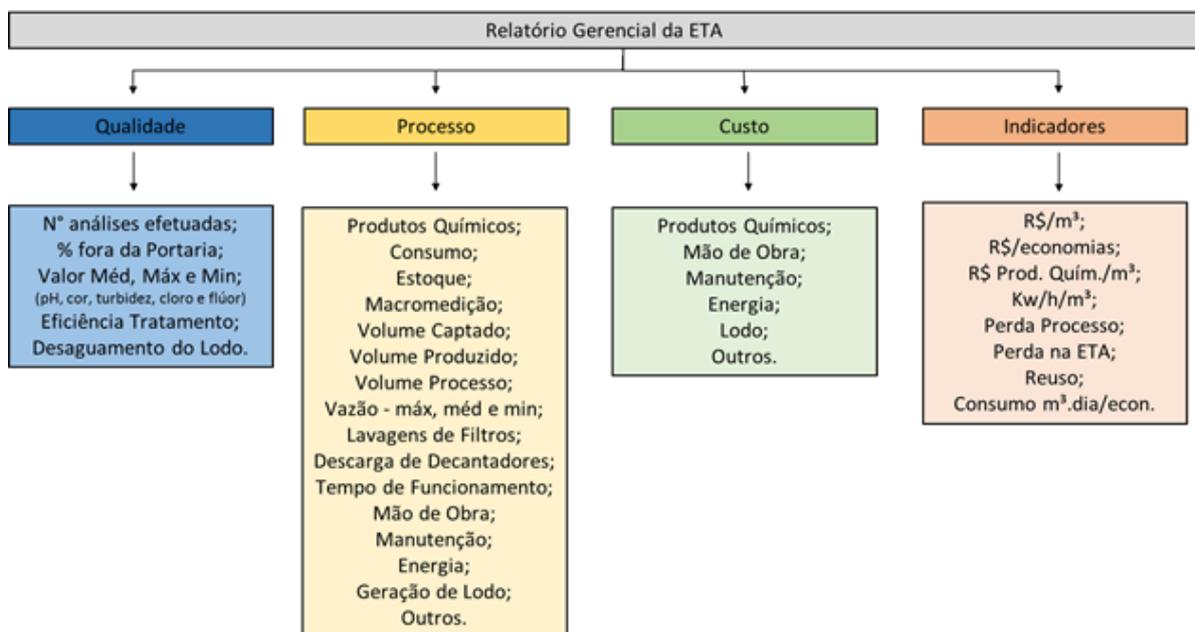


Figura 4: Composição das informações do Relatório Gerencial das unidades de tratamento.

## RESULTADOS

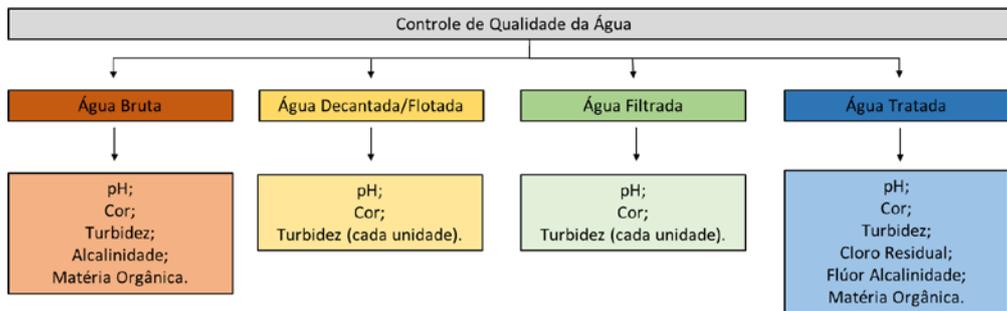
Serão apresentados a seguir os resultados das etapas do trabalho, demonstrando as planilhas utilizadas para o controle operacional das ETA até a configuração do Relatório Gerencial.

### 1. Padronização de todas as fichas de controle operacional das estações de tratamento de água

#### i. Controle de qualidade de água;

Foram determinados os parâmetros mais relevantes para o controle da qualidade da água produzida em uma ETA, tendo como base a Portaria MS nº 2.914/11. Os parâmetros de qualidade elencados são exclusivos para o controle operacional da ETA, sendo que o total de parâmetros exigidos pela Portaria são realizados a parte, por laboratório próprio da companhia. Desta forma, esta planilha com preenchimento a cada duas horas serve para verificar a correta operação da estação, para que ações de melhorias e ajustes no tratamento da água possam ser corrigidos com brevidade.

Desta forma, controlamos a qualidade da água em 4 (quatro) pontos específicos da ETA, como a água bruta, água decantada ou flotada, água filtrada e tratada, conforme demonstra a figura 5.



**Figura 5: Composição dos dados da planilha de Controle de Qualidade da Água.**

#### ii. Controle de filtros e decantadores;

Para o controle das lavagens de filtros e descarga dos decantadores foram elencados os dados mais importantes para que seja possível analisar o dia e horário do procedimento, o tempo gasto em cada unidade, quantificar o número de lavagens de filtros e descarga de decantadores efetuadas, assim como o volume utilizado nos processos.

DIA	DADOS DO PROCESSO	LAVAGEM DOS FILTROS								DESCARGA NOS DECANTADORES			
1	Nº Filtro/ Decantador												
	Início Do Processo (hs)												
	Tempo de Processo (min)												
	Volume de Água (m³)												
	Matrícula Responsável												
2	Nº Filtro/ Decantador												
	Início Do Processo (hs)												
	Tempo de Processo (min)												
	Volume de Água (m³)												
	Matrícula Responsável												

**Figura 6: Imagem parcial da planilha de Controle de Filtros e Decantadores.**

#### iii. Controle das vazões e macromedição;

Na planilha de Controle das Vazões, são registrados os dados de vazão de água bruta, vazão de água tratada e vazão de dosagens dos produtos químicos (coagulante, auxiliares de floculação, alcalinizante, desinfetante, flúor). O preenchimento desta planilha tem frequência de 2 em 2 horas.

Quanto ao controle da macromedição, são verificados diariamente e sempre no mesmo horário a coleta da leitura dos volumes totalizados dos macro medidores. Geralmente, as ETA são compreendidas por medidores de água bruta e água tratada, porém, podem existir medidores de volume em partes do processo do tratamento,

como volume de água de lavagem, reuso de água, entre outros. A partir das leituras totalizadas dos volumes anteriores e atuais, são possíveis quantificar o volume captado de água bruta e a produção de água tratada para o sistema de abastecimento.

- iv. Controle da análise de teste dos jarros;

Por ser uma análise com relevante importância dentro de uma unidade de tratamento, este controle também foi digitalizado para que os resultados possam ser avaliados pelos técnicos responsáveis pelas ETA com brevidade. Para isso, foram definidos os parâmetros mais importantes para o controle de dosagem de coagulantes no início do processo de tratamento.

Dados de Entrada		FRASCO Nº	Dosagem Coagulante (mg/L)	Volume Coagulante (mL)	Volume alcalinizante (mL)	Decantada ou filtrada			Responsável pelo Ensaio:		
Data: / /	Hora:					pH	Turbidez	Cor			
Turbidez da AB:		1							Obs:		
Cor da AB		2									
pH da AB		3									
Alcalinidade da AB		4									
Tipo Coagulante:		5									
Tipo Alcalinizante:		6									

**Figura 7: Imagem parcial da planilha de Controle de Jar Test.**

- v. Controle de estoque de produtos químicos.

O controle de produtos químicos é simplificado, possuindo os dados de entrada e saída, gerando automaticamente o saldo em estoque. Esse controle também é realizado diariamente e sempre no mesmo horário a leitura do quantitativos dos produtos utilizados em cada unidade de tratamento.

## 2. Treinamentos

O treinamento dos envolvidos na operação, os operadores e supervisores das ETA, teve um papel fundamental para a migração das antigas planilhas para o atual método de controle. Foram dadas mais de 100 horas de treinamento dos operadores de ETA da SRM quanto ao conhecimento básico sobre tratamento de água e a aplicação das novas planilhas de controle operacional.



**Figura 8: Treinamento realizado aos operadores de ETA sobre as novas planilhas de controle operacional.**

O treinamento foi separado em duas etapas, a primeira em caráter teórico sobre o tratamento da água e controle operacional. A segunda parte foi prática de laboratório, onde os envolvidos atualizaram seus conhecimentos nas análises de qualidade da água.

## 3. Relatório gerencial mensal

A partir da reunião de todos os dados das planilhas de controle operacional das ETA com as informações adquiridas nos setores administrativos e financeiros da empresa, foi possível a elaboração do Relatório Gerencial. Este relatório contempla aspectos importantes do funcionamento das unidades de tratamento, como qualidade, processo, custo e indicadores.

### 3.1 Qualidade

Neste item avaliamos a qualidade do processo existente na ETA, no tocante a qualidade da água, a eficiência do tratamento da água e do desaguamento do lodo produzido.

1. Análise da água: quantifica-se os resultados da qualidade da água tratada e filtrada de acordo com os padrões de potabilidade exigidos pela Portaria MS nº2.914/11 para certificar-se quantas amostras estão em não conformes.

	ANÁLISE DE ÁGUA					
	ÁGUA TRATADA					ÁGUA FILTRADA
	pH	Cor uC	Turbidez NTU	Flúor ppm	Cloro ppm	Turbidez AF NTU
Nº análises	359	359	358	359	359	359
Nº fora de padrão	0	0	1	27	0	23
% fora de padrão	0%	0%	0%	8%	0%	6%
média	6,70	2,9	1,0	0,9	3,5	0,5
máximo	7,30	15,0	6,2	1,0	4,5	3,2
mínimo	6,10	2,0	0,5	0,5	0,4	0,3

**Figura 9: Relatório mensal da qualidade da água tratada e filtrada na ETA José Pedro Horstmann – Palhoça/SC, novembro/2016.**

2. Eficiência do Tratamento: avalia-se a série mensal da cor e turbidez da água bruta, após os decantadores e após os filtros para avaliar a eficiência do tratamento destas unidades.
3. Desaguamento do lodo: avalia-se o teor de umidade do lodo adensado após os decantadores e a umidade após o desague para quantificar a eficiência do equipamento de desaguamento de lodo.

EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO			
Pós Decantador		Pós Filtro	
Cor	45%	Cor	92%
Turbidez	34%	Turbidez	94%

DESAGUAMENTO DE LODO	
Número de amostras	15
Teor sólidos adensado	7,0
Teor sólidos desaguado	30,5
Eficiência Desague (%)	77%

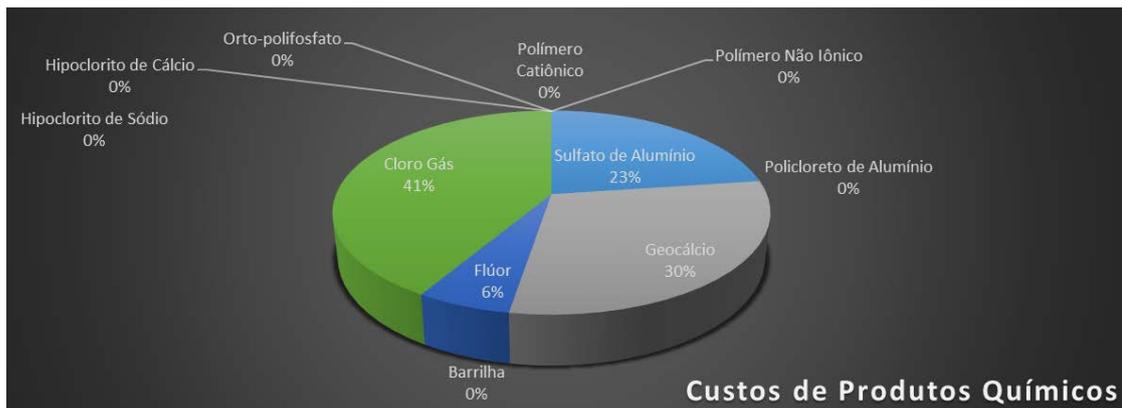
**Figura 10: Valores da eficiência do tratamento e do desaguamento do lodo na ETA José Pedro Horstmann – Palhoça/SC, novembro/2016.**

### 3.2 Processo

No item processo avaliamos o consumo e estoque de produtos químicos, os volumes operacionais do tratamento de água, quantificação da mão de obra, quantificação do número de autorização de serviços para manutenção, consumo de energia, geração do lodo e quantificação de vigilância e zeladoria existente nas unidades de tratamento.

OPERACIONAL		
Volume Captado	6.865.893	m <sup>3</sup>
Volume Processo	179.903	m <sup>3</sup>
Lavagem Filtros	175.200	m <sup>3</sup>
Descarga Decantadores	4.703	m <sup>3</sup>
Volume Reuso	45.300	m <sup>3</sup>
Volume Vazamento		m <sup>3</sup>
Volume Produzido	6.538.304	m <sup>3</sup>
Nº Lavagem de Filtros	219	
Nº Descarga Decantadores	151	
Q <sub>média</sub>	2.415	L/s
Q <sub>máxima</sub>	2.631	L/s
Q <sub>mínima</sub>	1.560	L/s
Tempo de Funcionamento	744	h/mês
Nº de Economias	250.768	

**Figura 11: Gráfico dos custos envolvidos na ETA José Pedro Horstmann – Palhoça/SC, novembro/2016.**



**Figura 12: Gráfico da proporção dos produtos químicos utilizados na ETA José Pedro Horstmann – Palhoça/SC, novembro/2016.**

### 3.3 Custos

Cada item listado no processo possui um custo financeiro. Desta forma, podemos quantificar os custos financeiros da mão de obra, manutenção, energia elétrica, disposição final do lodo, da vigilância e zeladoria das ETA, podendo gerar um gráfico com os custos proporcionais de cada processo elencado.



**Figura 13: Gráfico dos custos proporcionais de cada item na ETA José Pedro Horstmann – Palhoça/SC, novembro/2016.**

### 3.4 Indicadores

Os indicadores selecionados permitem avaliar ao longo do tempo os aspectos da qualidade, do processo e dos custos envolvidos na operação das ETA. Assim, pode-se comparar o desempenho das unidades de tratamento, a fim de verificar quase precisam de intervenção na redução de custos, melhorias operacionais, substituição de produtos químicos e equipamentos eletromecânicos, entre outros.

R\$/m <sup>3</sup>				R\$/economia				Consumo m <sup>3</sup> .dia/economia				Perda Processo			
<b>R\$ 0,18</b>				<b>R\$ 4,77</b>				<b>0,841</b>				<b>0,0%</b>			
Jul	Ago	Set		Jul	Ago	Set		Jul	Ago	Set		Jul	Ago	Set	
R\$ 0,19	0,19	R\$ 0,18		R\$ 4,82	R\$ 5,16	R\$ 4,48		0,843	0,872	0,850		2,5%	2,4%	2,2%	

R\$ Prod. Quím./m <sup>3</sup>				Kwh/m <sup>3</sup>				Perdas na ETA				Reuso			
<b>R\$ 0,07</b>				<b>0,14</b>				<b>4,8%</b>				<b>0,0%</b>			
Jul	Ago	Set		Jul	Ago	Set		Jul	Ago	Set		Jul	Ago	Set	
R\$ 0,06	R\$ 0,07	R\$ 0,06		0,16	0,16	0,14		7,7%	8,5%	2,3%		0,2%	0,1%	0,1%	

Figura 14: Indicadores da ETA José Pedro Horstmann – Palhoça/SC, novembro/2016.

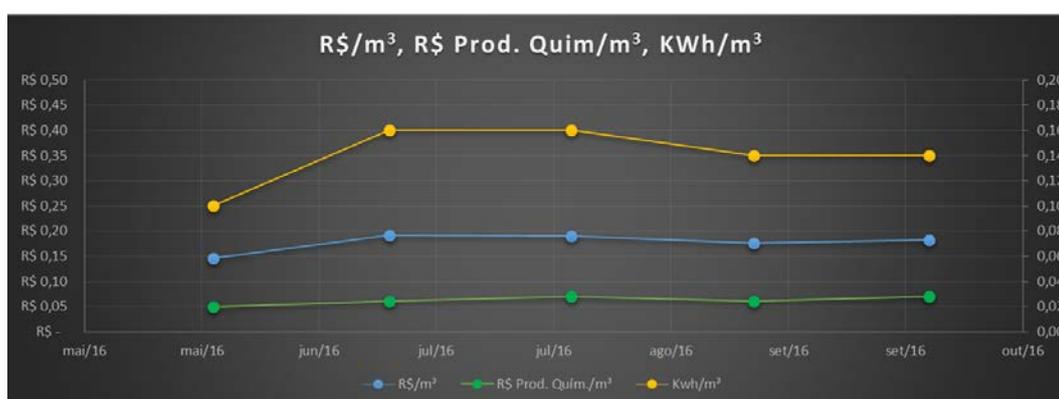


Figura 15: Indicadores da ETA José Pedro Horstmann – Palhoça/SC, novembro/2016.

## CONCLUSÕES

Todo o processo de melhoria do gerenciamento e padronização da rotina de trabalho das estações de tratamento de água resultou em diversos benefícios para o controle eficiente do sistema, permitindo a:

- Avaliação e comparação de desempenho de cada ETA;
- Criação e definição de metas de melhoria operacional;
- Divulgação das informações para as áreas gerenciais e operacionais;
- Auxiliar na tomada de decisões;
- Superação da fase de **operar** para **controlar** os sistemas de tratamento de água.

Para o aprimoramento do modelo gerencial adotado é necessário validá-lo a gestão estratégica e operacional da empresa, para que se possa criar e/ou consolidar os indicadores de desempenho com o objetivo de avaliar as unidades de tratamento de água.

O próximo passo é a elaboração de aplicativo no sistema de informática da empresa, onde teremos a migração da planilha em Excel para sistema via Web.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALEGRE, H.; BAPTISTA, J. M.; CABRERA, E.; CUBILLO, P. D.; HIRNER, W.; MERKEL, W. & PARENA, R. Performance Indicators for Water supply services. 2ª ed. London. IWA Publishing, 2006.
2. BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Brasília, 2007.

3. COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). Relatório Anual 2015. Florianópolis, 2015. Disponível em: < <http://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/relatorios-anuais#565>>. Acesso em 09/012/2016.
4. GALVÃO JUNIOR, A. C.; SILVA, A. C. Regulação: indicadores para a prestação de serviços de água e esgoto. 2ª ed. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora Ltda., 2006.
5. PERSEKIAN, M. P. S. Análise e Proposta de Forma de Gerenciamento de Estações de Tratamento de Águas de Abastecimento Completo em Cidades de Porte Médio do Estado de São Paulo. (Dissertação de Mestrado) – Universidade de São Paulo: Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 1998.
6. SILVA, C. D. P. Aplicação de Medidas de Avaliação de Desempenho a Estações de Tratamento de Água da Águas do Algarve. Faro, 2008. 170p. (Dissertação de Mestrado) – Universidade do Algarve: Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente, 2008. Disponível em: <[wext.lnec.pt/LNEC/bibliografia/DHA/21\\_Silva\\_2008\\_Tese\\_MSc.pdf](http://wext.lnec.pt/LNEC/bibliografia/DHA/21_Silva_2008_Tese_MSc.pdf)>. Acesso em 09/03/2016.
7. TRENNEPOHL, F. G. Levantamento dos Custos de Operação e Manutenção (O&M) de estações de tratamento de água e estações de tratamento de esgoto e o cálculo de indicadores de desempenho (ID) na Região Metropolitana de Florianópolis. (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade do Sul de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Civil. Palhoça, 2016.
8. VIEIRA, P.; ROSA, M. J.; ALEGRE, H. & LUCAS, H. Proposta de Indicadores de Desempenho de Estações de Tratamento de Água. Anais do 12º Encontro Nacional de Saneamento básico. Cascais, Portugal, 2006.