

## V-015 – IMPLEMENTAÇÃO E GERENCIAMENTO DE INDICADORES DE DESEMPENHO PARA AVALIAÇÃO DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA

### **Alan Carlos Brito de Oliveira** <sup>(1)</sup>

Químico Bacharel pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Analista de Saneamento com especialidade em química da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA).

### **Edmilson M. de Vasconcelos Junior** <sup>(2)</sup>

Químico Industrial pela Universidade Católica de Pernambuco. Especialista em Engenharia de Saneamento Básico e Ambiental pela Universidade Cidade de São Paulo. Mestrando Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos pelo PROFÁGUA (UFPE). Coordenador de Tratamento da Compesa-PE.

### **Antonio José de Oliveira Fontes** <sup>(3)</sup>

Engenheiro químico pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Analista de Saneamento com especialidade em Engenharia Química da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA).

### **Francisco Vital da Silva Neto** <sup>(4)</sup>

Matemático licenciado pela Universidade de Pernambuco (UPE). Técnico Operacional pela Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA).

### **Pérlia Zairine de Castro Heráclio Lira** <sup>(5)</sup>

Graduanda em Engenharia Química pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua Dois Irmãos, 1012 – Dois Irmãos - Recife - PE - CEP: 52071-440 - Brasil - Tel: (81) 3412-9976 - e-mail: [alanoliveira@compesa.com.br](mailto:alanoliveira@compesa.com.br)

## RESUMO

Este Trabalho trata-se de um estudo relativo à incorporação de indicadores de desempenho na avaliação operacional das estações de tratamento de água sob responsabilidade da Companhia Pernambucana de Saneamento, COMPESA-PE. Estes indicadores fazem parte do programa de certificação interna, desenvolvido pela Coordenação de Tratamento, e vem sendo usado como ferramenta de gestão nas estações de tratamento de água e de controle da qualidade. A implementação de um sistema tão robusto vem sendo realizado de forma gradual, visto que sob a concessão da concessionária de água existem 225 ETAs. Este sistema de avaliação está fundamentado em um ciclo PDCA, possibilitando o planejamento de melhorias de forma mais eficaz. Já foram incorporadas ao sistema 10 estações de tratamento. São elas: Tapacurá, Tamararé Nova, Suape, Pirapama, Murupé, Matapagipe, Gurjaú, Botafogo, Alto do Céu e Sirinhaém, responsáveis pelo abastecimento das populações das cidades da Região Metropolitana do Recife, Sirinhaém, Tamandaré e Vicência, com uma vazão média total de produção de 11,3 m<sup>3</sup>/s. Vale ressaltar que a implementação do sistema de avaliação e cálculo dos indicadores é um processo contínuo, e que as avaliações devem ser feitas de modo recorrente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema de Avaliação, Gerenciamento, Ciclo PDCA, indicadores de desempenho.

## INTRODUÇÃO

É indiscutível a importância da água para manutenção e sobrevivência dos seres humanos. O aumento populacional das últimas décadas e o desenvolvimento das cidades aumentaram a demanda por recursos naturais, sendo a água um dos principais requisitados. Comumente, os recursos hídricos dispõem de água em condições não apropriadas para uso, devido à degradação e poluição dos mananciais. Sendo assim, faz-se necessário a adoção de procedimentos a fim de torná-la potável (DIAS et al., 2016).

Em paralelo ao crescimento do consumo desse recurso natural, os avanços tecnológicos, advento de novas técnicas de tratamento e as exigências dos órgãos regulamentadores vem tornando mais rigoroso o controle de qualidade da água (BRASIL, M.S., 2006).

É sob essa perspectiva que as estações de tratamento de água (ETAs) ganham sua importância. Nestas unidades industriais, a água bruta coletada em mananciais é submetida a processos físico-químicos, no intuito de purificá-la e obter água tratada que atenda à legislação e em quantidade suficiente para suprir a demanda populacional (VIEIRA, 2009). É importante enfatizar que a operação de uma estação de tratamento não pode estar desassociada do desenvolvimento sustentável. Além de garantir a potabilidade da água, é necessário assegurar a integridade dos mananciais, tanto no sentido de evitar a sua superexploração, como o de reduzir a degradação gerada pela disposição inadequada dos efluentes e resíduos sólidos gerados, como apontado pela Resolução CONAMA Nº 430/2011.

Existe uma íntima relação de dependência entre qualidade da água tratada e o processo de tratamento da mesma. Além da vigilância aos padrões de qualidade, é importante avaliar o modo como o tratamento da água é desempenhado. Assim, definir projetos e adotar técnicas de melhoria contínua baseadas no desenvolvimento sustentável, que envolvam a adoção de boas práticas em todas as etapas do processo de produção, torna-se tão importante quanto monitorar os parâmetros regidos por lei. No mais, as tomadas de decisão em relação à operação de uma ETA e a reabilitação de suas instalações devem ser embasadas em um sistema de avaliação de desempenho (ALMEIDA et al., 2017).

No presente trabalho, será mostrado um estudo relativo à implementação de indicadores de desempenho através da introdução do Sistema de Avaliação de Boas Práticas Operacionais, programa de certificação interna desenvolvido como ferramenta de gestão de estações de tratamento de água e de controle de qualidade.

## **OBJETIVO GERAL**

Certificar estações de tratamento através de um sistema de acompanhamento e gerenciamento contínuos baseado em critérios preestabelecidos e, atribuir um selo cuja cor reflete os resultados da avaliação realizada na ETA, a fim de promover a sustentabilidade e qualidade dos serviços prestados.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Otimizar o processo de produção;
- Garantir a manutenção preventiva;
- Planejar ações corretivas imediatas, médio e longo prazo;
- Intervir de forma mais rápida;
- Auxiliar na redução do consumo de produtos químicos e energia e conseqüentemente, dos custos;
- Prevenir eventuais acidentes;
- Tratar e dispor corretamente os resíduos sólidos e efluentes.

## **METODOLOGIA**

O Sistema de Avaliação de Boas Práticas operacionais está fundamentado em um ciclo PDCA, com atividades planejadas e recorrentes, para melhorar resultados. A Figura 1 representa um fluxograma das atividades desenvolvidas na execução do programa.

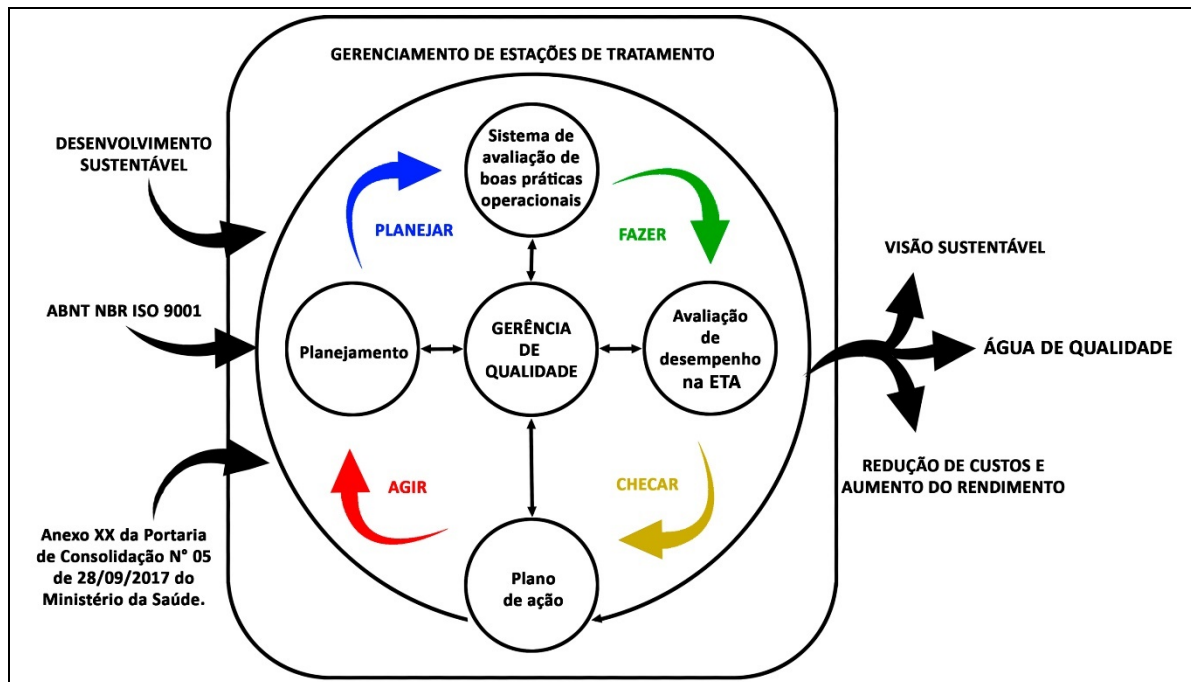


Figura 1: Ciclo de avaliação da ETA baseado em um ciclo PDCA. Fonte: ISO 9001/2015, ADAPTADO.

Foram definidos dez indicadores de desempenho englobando diferentes áreas do processo de produção, com distintos graus de importância, indicado por seus respectivos pesos ( $p_i$ ). Cada indicador conta com um conjunto de “n” parâmetros de avaliação, aos quais foram atribuídas notas de 0 a 100% dependendo do grau de conformidade entre as condições atuais da ETA e as desejadas (Tabela 1).

Tabela 1: Indicadores de desempenho com seus respectivos pesos ( $p_i$ ) e número de parâmetros (n).

	Indicador de Desempenho	O que avalia?	$p_i$	n
I <sub>1</sub>	Atendimento aos Padrões de Potabilidade (APP)	Desempenho da ETA quanto à produção de água de acordo com os padrões de potabilidade;	100	4
I <sub>2</sub>	Padrões Operacionais (PO)	Existência de atividades documentadas; Padronização de procedimentos;	30	5
I <sub>3</sub>	Conservação de Unidade Operacional (CO)	Condições estruturais, limpeza e ordenação das ETAs;	20	4
II <sub>4</sub>	Gestão Ambiental (GA)	Sustentabilidade ambiental com ênfase em reúso da água de lavagem, tratamento de efluente, disposição final de resíduos sólidos e aplicação da prática de P+L;	20	4
II <sub>5</sub>	Segurança (SE)	Existência de mapas de risco, de EPIs e EPCs e de Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA); Condições de trabalho (transporte, manuseio de produtos);	20	5
II <sub>6</sub>	Equipamentos (EQ)	condições operacionais, existência de equipamentos reservas, de telecomunicação e equipamentos de laboratórios;	20	5
II <sub>7</sub>	Gestão de Pessoas (GP)	Conhecimento e domínio dos operadores; Dimensionamento da equipe, necessidade de treinamento;	40	5
II <sub>8</sub>	Controle de Produtos Químicos (CPQ)	Controle do estoque e consumo, frequência de amostragem, condições de armazenamento;	30	4
II <sub>9</sub>	Bancos de Dados (BD)	existência de cadastro técnico, formulários de controle, dados históricos de indicadores/análises;	15	4
II <sub>10</sub>	Controle das Perdas Físicas (CPF)	Consumo de água de processo e perdas físicas aparentes;	5	1

Fonte: Autor.

## CRITÉRIOS DE CÁLCULO DOS INDICADORES

O Sistema de Avaliação de Boas Práticas operacionais está fundamentado em um ciclo PDCA, com atividades planejadas e recorrentes, para melhorar resultados. A Figura 1 representa um fluxograma das atividades desenvolvidas na execução do programa.

Para obter o valor de um indicador de desempenho da ETA, leva-se em consideração as notas ( $C_n$ ) e os pesos ( $p_n$ ) atribuídos a cada parâmetro (Eq. 1) (TALARICO et al., 2017)

$$I_i = \frac{\sum (p_n C_n)}{\sum p_n} \quad (1)$$

Com os indicadores pontuados, pode-se então obter a nota geral da ETA ( $N_G$ ) (Eq. 2), que é usada para atribuir um selo e enquadrá-la em uma escala de desempenho operacional segundo o esquema da Figura 2.

$$N_G = \frac{\sum_{i=1}^{10} (p_i I_i)}{\sum_{i=1}^{10} p_i} \quad (2)$$



**Figura 2: Selo do Sistema de Avaliação de Boas Práticas. Fonte: Autor.**

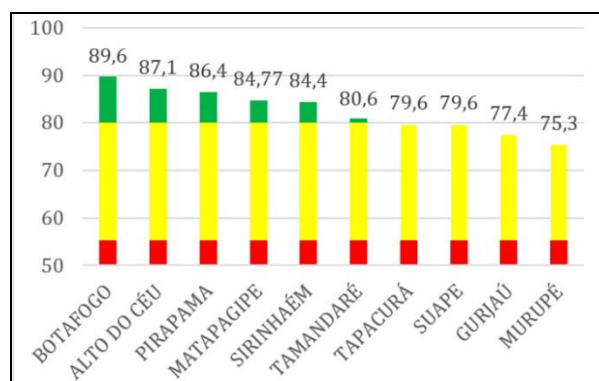
A coleta dos dados requeridos no cálculo dos indicadores de desempenho conta com técnicas, desde pesquisa documental e inspeção de campo a estudo do banco de dados da ETA (TALARICO et al., 2017).

## OBJETO DE ESTUDO

A área de estudo é composta por 225 ETAs que fazem parte do sistema de abastecimento de água no estado de Pernambuco. Por se tratar de um número grande de estações de tratamento a serem avaliadas, a implementação do Sistema de Avaliação de Boas Práticas Operacionais tem sido feita de forma gradual, já tendo acontecido em 10 ETAs. São elas: Tapacurá, Tamararé Nova, Suape, Pirapama, Murupé, Matapagipe, Gurjaú, Botafogo, Alto do Céu e Sirinhaém, responsáveis pelo abastecimento das populações das cidades da Região Metropolitana do Recife, Sirinhaém, Tamandaré e Vicência, com uma vazão média total de produção de 11,3 m<sup>3</sup>/s.

## RESULTADOS

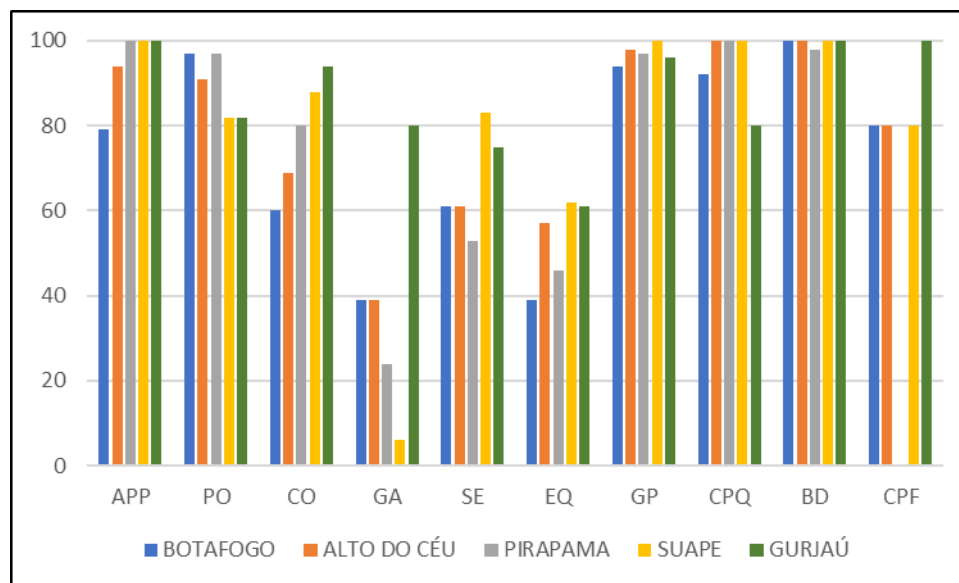
O gráfico da Figura 3 mostra as notas gerais obtidas na avaliação de desempenho das estações de tratamento nas quais foi implementado o Sistema de Avaliação de Boas Práticas Operacionais. As respectivas cores no gráfico refletem o selo obtido no exame.



**Figura 3: Gráfico das notas obtidas pelas ETAs na avaliação de desempenho. Fonte: Autor.**

Uma análise do gráfico acima permite observar que 60% das ETAs avaliadas foram certificadas com um selo verde, o que indica que o desempenho dessas estações é considerado satisfatório no atendimento a maioria dos critérios da avaliação. Já as classificadas com um selo amarelo têm um desempenho regular, indicando que existem alguns pontos problemáticos que, embora não afetam severamente o processo de produção de água tratada, necessitam de atenção especial. Essa classificação também é base para priorizar as ETAs no processo de tomada de decisão. Sendo assim, as ETAs SUAPE, GURJAÚ e MURUPÉ tem preferência na obtenção de recursos para execução de seus planos de ação definidos a partir da avaliação.

A análise dos indicadores de desempenho evidencia uma tendência de comportamento, demonstrada no gráfico da Figura 4. Essa tendência foi observada para todas as estações, porém, a fim de um melhor entendimento do gráfico, foram evidenciadas apenas cinco das ETAs em questão.



**Figura 4: Indicadores de Desempenho. Fonte: Autor.**

É notório que em relação aos indicadores Atendimento aos Padrões de Potabilidade (APP), Padrões Operacionais (PO), Gestão de Pessoas (GP), Controle de Produtos Químicos (CPQ), Banco de Dados (BD) e Controle de Perdas Físicas (CPF), a maioria das ETAs obtiveram níveis de desempenho elevados. Já Controle Operacional (CO), Gestão Ambiental (GA), Segurança (SE) e Equipamentos (EQ) atingiram níveis baixos, sendo os parâmetros desses indicadores identificados como pontos passíveis de melhorias e investimentos.

No âmbito da gestão ambiental em uma ETA, é importante estar atento ao reaproveitamento e tratamento de efluentes e à disposição correta de resíduos sólidos. Atualmente, a área de estudo dispõe de poucas técnicas para esse fim. Assim, fica evidente a necessidade de investimentos em ETEFs (Estações de Tratamento de Efluentes), em sistemas de reuso da água e em soluções adequadas à disposição final de lodos desidratados.

O desempenho do indicador SE alerta sobre a necessidade da utilização de equipamentos de proteção individual e coletiva (EPIs e EPCs) na operação de uma ETA, cuidados básicos a fim de evitar problemas que atinjam a equipe de trabalho e de garantir a segurança dos funcionários. Treinar os operadores quanto à importância da correta utilização é tão relevante quanto disponibilizar os EPIs e EPCs.

Nas inspeções em campo, observou-se que, em geral, não existe uma preocupação permanente com questões como mapeamentos, identificação e ordenação das unidades. Além disso, foram identificadas estruturas internas e externas à ETA as quais necessitam de revitalização. O índice de conservação operacional surge como forma de pôr em evidência essas questões. Já os valores de EQ obtidos pelas ETAs inferiores a 70% alertam sobre a essencialidade de haver manutenção preventiva e corretiva de equipamentos, aliada à operação apropriada dos mesmos.

Os problemas identificados através dos indicadores de desempenho seguiram uma regra geral, tornando necessário estar atento a eles e tomar decisões que visam minimizá-los.

## **CONCLUSÃO**

Para o equilíbrio sustentável do recurso água, é imprescindível o desenvolvimento de instrumentos gerenciais de proteção, planejamento e utilização, adequando as estações de tratamento para um melhor atendimento à população.

A implementação de indicadores de desempenho no Sistema de Avaliação de Boas Práticas permitiu identificar pontos de melhorias nas ETAs. Além disso, a classificação por cores é ferramenta para discernir a ordem de prioridade em tomadas de decisão.

Os indicadores de desempenho (ID) constituem um instrumento de uso comum em muitos setores da indústria em todo o mundo, sendo as suas potencialidades inquestionáveis na indústria da água. O objetivo do sistema é a equiparação de desempenho, visando o melhor desempenho possível das estações de tratamento na empresa em questão fazendo com que sejam comparadas e realizadas condições de melhoria.

Vale ressaltar que a implementação do sistema de avaliação e cálculo dos indicadores é um processo contínuo, e que as avaliações devem ser feitas de modo recorrente. Dessa forma, espera-se que o apontamento das não-conformidades incentive a elaboração de um plano de ação e, conseqüentemente, uma performance cada vez mais eficiente, o que deverá ser visível nos cálculos posteriores dos indicadores de desempenho.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Boas práticas no abastecimento de água: procedimentos para a minimização de riscos à saúde. Brasília; 2006. 252 p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos).
2. DIAS, E.C., SILVA, A.M., SANTOS, A.B. SILVA, G.P.C., RIBEIRO, R.P. Crescimento populacional e recursos naturais: Uma relação ainda insustentável. In: Congresso amazônico de meio ambiente & energias renováveis, 2., 2016, Universidade Federal Rural da Amazônia, 2016.
3. ALEGRE, H., HIRNER, W., BAPTISTA, J.M., PARENA, R. Performance indicators for water supply services: International Water Association Alliance House. London, UK. 2000.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9001: Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
5. VIEIRA, P.A.R. Avaliação de desempenho de estações de tratamento de água para o consumo humano. Faro, 2009. Tese de doutorado – Faculdade de ciências e tecnologia - Universidade do Algarve, 2009.
6. ALMEIDA, M.C., SILVA, M.M., PAULA, M. Avaliação do desempenho de uma estação de tratamento de água em relação à turbidez, cor e ph da água. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais, GESTA. v. 5, n 1. p. 25- 40, 2017.
7. TALARICO, D.C., QUEIROZ, L.M., BERETTA, M. Avaliação do desempenho das estações de tratamento de ciclo completo na região metropolitana de salvador. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. FENASAN 2017.