

---

**MÉTODO DIAGRAMA DE ISHIKAWA PARA A OTIMIZAÇÃO DO TRATAMENTO DE  
EFLUENTES POR LODO ATIVADO DE UMA EMPRESA METALÚRGICA**

Alex Robert de Jesus<sup>a</sup>, Raquel Finkler<sup>b\*</sup>

a) Curso de Engenharia Ambiental, Centro Universitário da Serra Gaúcha, Caxias do Sul, RS.

---

**\*Endereço orientador:**

\*Endereço: Rua Os Dezoito do Forte, 2366.  
Caxias do Sul – RS. CEP: 95020-472.  
E-mail: alexrobertj@outlook.com

**Palavras-chave:**

Diagrama de Ishikawa. Estação de  
tratamento de efluentes. Lodos Ativados.  
Cálculo de Reatores.

---

**INTRODUÇÃO/FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA:** O sistema de lodos ativados é uma tecnologia de alta eficiência utilizada mundialmente no tratamento de efluentes (VON SPERLING,1997). O método estimula física, química, mecânica e biologicamente a biota aeróbia dos efluentes brutos, gerando melhorias na assimilação da matéria orgânica (OLIVEIRA, 2017) (TCHOBANOGLIOUS, 1993). O efluente tratado pode ser liberado no solo ou corpos hídricos receptores e pode ser empregado para o tratamento de efluentes domésticos e industriais (SOBRINHO, 1983) (SODEL et al, 1995). O Diagrama de Ishikawa ou Diagrama Espinha de Peixe é uma ferramenta serve para analisar os processos, em diferentes perspectivas, relacionando causas potenciais para um determinado cenário, constituído de 6 tópicos que tendem a alocar a maior parte das causas de problemas de processos e organizações, sendo estes: Método (forma de trabalho), Máquina (ferramentas utilizadas), Medida (resultados com prazos), Meio Ambiente (ambiente em que o processo está), Material (insumos e fomentos), Mão de Obra (habilidades, quantidade e locação da equipe). O Diagrama deve ser utilizado para analisar um único efeito por vez, claro e bem definido, e que pode ter raízes em várias causas (LILIANA, 2016; WATSON, 2004; WONG et. al, 2016). O objetivo deste trabalho foi utilizar o método Diagrama de Ishikawa na otimização do tratamento biológico com lodos ativados por bateladas de uma empresa metalúrgica. **MATERIAL E MÉTODOS:** Para realização do presente trabalho realizou-se inicialmente uma revisão bibliográfica. Posteriormente, foi feita uma análise documental dos dados internos de monitoramento estação de

---

tratamento de efluentes no período de 2015 a 2023. A partir dos dados analisados, realizou-se a aplicação do Diagrama de Ishikawa com questionamentos em cada tópico. **RESULTADOS E DISCUSSÕES:** A aplicação do Diagrama apontou possibilidades de melhorias, sendo a que para cada tópico obteve-se as indicações descritas a seguir. Método: Planejamento de manutenção periódica com checagem diária e semanal realizada por operador da estação e revisada por analista do setor. s: Plano de orçamentário para a compra de: Aeradores mais eficientes, Atualização da casa de bombas, Atualização do sistema de tubulação. Medida: Meta de descarte volumétrico diário igual ao limite máximo da legislação, Ensaio semanais internos e por empresa terceirizada, Planejamento e programação mensal de serviços terceirizados, Revisão semanal do tratamento através do Diagrama de Ishikawa. Meio Ambiente: Proteção dos tanques SBR's contra chuva e granizos. Material: Inspeção de qualidade do efluente bruto, Exploração de novos insumos em épocas de pouco nutriente orgânico. Mão de Obra: Plano de treinamento progressivo da equipe envolvida, Atualização do sistema de supervisória da estação. **CONCLUSÃO:** A utilização do Diagrama de Ishikawa como estratégia comprovou que há possibilidade de melhorias nos 6 tópicos estudados, além de trazer um entendimento de todos os fatores que podem interferir no processo de tratamento. Além disso, o método trouxe informações que elencou as melhorias conforme o objetivo: menor tempo de resolução, maior redução de custo, redução do tempo de tratamento, maior retorno ao ambiente do processo, além de entender os limites de responsabilidade e ação do time de profissionais envolvidos neste processo. O resultado do Diagrama foi enviado à gestão da empresa que prevê um plano de ação a fim de efetivar a otimização do processo nos pontos apresentados, além das medidas imediatas que aprimoraram processos já existentes resultando em: avaliação do desempenho do sistema; ensaios físico-químicos semanais do sistema de lodos ativados; rotinas de visitaçao de manutenção preventiva semanal; verificação diária do sistema de bombas, equipamentos, válvulas, sistemas de segurança e controladores; reunião de atualização semanal. As seguintes recomendações são sugeridas para futuras pesquisas relacionadas a este trabalho: aplicação de ferramentas de qualidade e melhoria contínua em sistemas de tratamento de efluentes como a *Lean* e a Seis Sigma para identificar possíveis fatores que favorecem a desnitrificação em sistemas de lodos ativados, e caracterizar detalhadamente a composição de efluente de reator anaeróbio, verificando possíveis compostos tóxicos para a biomassa aeróbia.

**REFERÊNCIAS**

- LILIANA, Luca. **A new model of Ishikawa diagram for quality assessment**. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2016. p. 012099.
- OLIVEIRA, NATÁLIA MAIRA BRAGA **Fundamentos de cinética e introdução ao cálculo de reatores**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017. 208 p
- SOBRINHO, P. A. **Estudo dos fatores que influem no desempenho do processo de lodos ativados – determinação de parâmetros de projeto para esgotos predominantemente domésticos**. Revista DAE. n. 132. p. 49 – 85. 1983.
- SODELL, J. A., SEVIOUR, R. J. **Relationship Between Temperature and Growth of Organisms Causing Nocardia Foams in Ativated Sludge Plants**. Water Research, V.29, n.6, p. 1555-1558. 1995.
- TCHOBANOGLIOUS, G., BURTON, F. L., STENSEL, H. D. **Wastewater Engineering: Treatment and Reuse**. 3a Edição. McGraw-Hill. New York. 1.819 p. 2003.
- VON SPERLING, MARCOS. **Lodos ativados**. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais, 1997.
- WATSON, GREG. **The Legacy Of Ishikawa - Quality Progress**; Milwaukee Vol. 37, Ed. 4, (Apr 2004): 54-57.
- WONG, Kam Cheong; WOO, Kai Zhi; WOO, Kai Hui. **Ishikawa diagram. Quality Improvement in Behavioral Health**, p. 119-132, 2016.