

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARCOS DOUGLAS MORGADO

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA NO TRATAMENTO DE EFLUENTE INDUSTRIAL COM
CARACTERÍSTICA ORGÂNICA EM ESTAÇÃO DE GRANDE PORTE**

CURITIBA
2018

MARCOS DOUGLAS MORGADO

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA NO TRATAMENTO DE EFLUENTE INDUSTRIAL COM
CARACTERÍSTICA ORGÂNICA EM ESTAÇÃO DE GRANDE PORTE**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Especialista em Gestão Ambiental, no Curso de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, Setor de Agrárias, da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Professora. Dra. Ghislaine Bonduelle

CURITIBA
2018

TERMO DE APROVAÇÃO

MARCOS DOUGLAS MORGADO

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA NO TRATAMENTO DE EFLUENTE INDUSTRIAL COM CARACTERÍSTICA
ORGÂNICA EM ESTAÇÃO DE GRANDE PORTE**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Especialista no Curso de MBA em Gestão Ambiental, Setor Agrárias, da Universidade Federal do Paraná.

Orientadora: Prof^a. Ghislaine Bonduelle; Dra. em Engenharia de Produção, pela Universidade Federal de Santa Catarina.

Co-orientadora: Prof^a Isabele Sena; Msc. em Economia, Política e Administração Florestal pela Universidade Federal do Paraná.

Curitiba, 17 de março de 2018.

Este trabalho é dedicado à minha família, que sempre esteve ao meu lado na formação, desenvolvimento e apoio incondicional. Em especial dedico aos meus pais que são os verdadeiros responsáveis por minha presença aqui e à minha esposa que me aguenta nos momentos de mau humor e me engaja na batalha para atingir minhas metas pessoais e profissionais.

AGRADECIMENTOS

À minha esposa, Marina Morgado, pela orientação, dedicação e incentivo nessa fase de nossas vidas em Goiânia e paciência durante mais este curso de pós-graduação.

À minha mãe Eunice Morgado e ao meu pai João Francisco Morgado, que são os responsáveis pela minha existência e por fazerem parte do meu jeito de ser. Pessoas maravilhosas, professores de Português, Matemática e de como ser um cidadão de sucesso e um ser humano feliz através de suas realizações.

Aos meus irmãos Newton Morgado e Cláudia Morgado que são eternos companheiros e em especial à Cláudia pela super colaboração na correção e adequação do trabalho.

Agradeço à todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente, na elaboração e na construção deste trabalho.

"Faça o teu melhor, na condição que
você tem, enquanto você não tem
condições melhores, para fazer melhor
ainda!"

(MARIO SÉRGIO CORTELLA)

RESUMO

No mundo corporativo, um dos pilares da responsabilidade ambiental é a gestão de resíduos. Esta gestão, além de ser um requisito legal, está ligada diretamente aos custos operacionais e pode influenciar significativamente a competitividade da empresa no mercado atual. Neste trabalho, o objetivo foi buscar a melhoria na eficiência do tratamento de efluente com característica orgânica, utilizando-se de ferramentas de gestão, em uma estação de tratamento de descartes industriais, com vazão de aproximadamente quinhentos metros cúbicos por hora, em uma indústria de processamento de tomates, localizada no centro-oeste brasileiro, com implantação de gestão da rotina diária em sua operação. Foram utilizados como parâmetros de desempenho, os indicadores exigidos na legislação pertinente ao tema, como a DBO (demanda biológica de oxigênio), DQO (demanda química de oxigênio) e quantidade de sólidos totais. Foram consideradas as alterações de processos e padrões de operação. Não foi considerada alteração estrutural. Os resultados demonstraram que, o uso de ferramentas de gestão proporciona um aumento de até 10% na eficiência dos tratamentos, além de melhor engajamento da equipe.

Palavras-chave: Gestão. Eficácia. Resíduo.

ABSTRACT

In the business world, waste management is an important pillar of environmental system. This management, over than regulatory question, is totally connected with operation costs and it has a competitive advantage in the current market. This work has a objective to search efficiency upgrade on the organic wastewater treatment plant using management tool. The wastewater plant is working on a tomato process manufacture in the west center of Brazil. Were applied daily routine to follow the environmental performance parameters. These parameters are: BOD (biological oxygen demand), COD (chemical oxygen demand) and Brazilian environmental law. To compare the results was used only operation and process changes. The results show that the quality system management increased 10% the wastewater treatment efficiency, besides rise engajament of the team.

Key-words: Management. Efficiency. Residue.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – INDÚSTRIA – ETE – CORPO RECEPTOR	17
FIGURA 2 – PENEIRA ROTATIVA	25
FIGURA 3 – FLOTADOR.....	26
FIGURA 4 – LAGOA 01 - FACULTATIVA.....	26
FIGURA 5 – LAGOA 02 - POLIMENTO	27
FIGURA 6 – FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTE.....	28
QUADRO 1 – MATRIZ SWOT.....	27
QUADRO 2 – CADERNO DE ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA - ETE	29
GRÁFICO 1 – COMPARATIVO DE EFICIÊNCIA NO TRATAMENTO DE EFLUENTES.....	31

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES.....	20
TABELA 2 – EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO – ANO 15/16.....	30
TABELA 3 – EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO – ANO 16/17	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
DBO	- Demanda Biológica de Oxigênio
CEO	- <i>ChiefExecutive Officer</i>
CONAMA	- Conselho Nacional do Meio Ambiente
DQO	- Demanda Química de Oxigênio
ETE	- Estação de Tratamento de Efluentes
HP	- Hewlett Packard
IBAMA	- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
NBR	- Norma Brasileira Regulamentadora
PDCA	- Ciclo de Deming (do Inglês <i>Plan</i> -planejar, <i>Do</i> -fazer, <i>Check</i> -checar, <i>Act</i> -agir)
QFD	- <i>QualityFunction Deployment</i>
SISNAMA	- Sistema Nacional do Meio Ambiente

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	JUSTIFICATIVA	13
2	OBJETIVOS	15
3	REVISÃO DA LITERATURA	16
3.1	RESÍDUO E EFLUENTE INDUSTRIAL.....	16
3.2	LEGISLAÇÃO AMBIENTAL	18
3.3	GESTÃO DA QUALIDADE	21
3.3.1	Métodos específicos de gestão	21
4	MATERIAIS E MÉTODOS	23
4.1	ANÁLISE DO CENÁRIO ATUAL E EQUIPE DE TRABALHO	23
4.2	DEFINIÇÃO DE FERRAMENTA DE GESTÃO	23
4.3	ELABORAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS E CONTROLES.....	24
5	RESULTADOS	25
5.1	EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DE EFLUENTE	25
5.2	MODELO DE GESTÃO	27
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
6.1	RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	33
	REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com os impactos ao ambiente e a sua conservação vem crescendo dia após dia, fazendo com que empresas, governos e as pessoas tenham um pensamento mais ecológico, alterando suas atitudes. No mundo corporativo, um pilar deste pensamento, também conhecido como responsabilidade ambiental é a gestão de resíduos. Esta gestão, além de ser um requisito legal, está ligada diretamente aos custos operacionais e, conseqüentemente pode ser um vilão, ou um diferencial competitivo no mercado atual.

Para a conservação ambiental, o tratamento dos resíduos é um dos itens que deve ser considerada parte do negócio, um requisito de longevidade. O artigo 225 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 estabelece que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (BRASIL, 1988)

Aquelas corporações que se envolvem em acidentes ambientais, que não fazem manutenção adequada de seus equipamentos, que entregam produtos fora da especificação ou que submetem seus empregados a condições indignas de trabalho têm vida curta na sociedade atual (QUAL É A TUA OBRA, 2009, p. 84).

Efluentes industriais líquidos são resíduos que podem ser reaproveitados, ou lançados na natureza. Estes resíduos possuem características físico-químicas e biológicas que variam conforme o segmento ou atividade industrial. Este líquido é proveniente do processo produtivo e também da própria limpeza da fábrica. O tratamento de efluentes industriais exige técnicas para reduzir os poluentes, antes do lançamento de volta à natureza. A estação de tratamento utilizada neste estudo possui uma etapa físico-química e outra biológica. Todo o sistema utilizado neste estudo foi projetado e construído no início da década de oitenta, com o objetivo de reduzir a carga orgânica de uma fábrica de conserva de frutas. O processo fabril é composto pelo recebimento do tomate, produção da polpa e sua transformação. A fábrica possui capacidade nominal para receber 500 mil toneladas de tomate ao ano. Este tomate é concentrado e transformado em aproximadamente 100 mil toneladas de molho e extrato de tomate.

1.1 JUSTIFICATIVA

Durante a operação, na estação de tratamento de efluentes, constatou-se que diversas variáveis impactam na eficiência do seu tratamento. Embora existam na literatura opções técnicas para a redução de carga poluidora, poucas são as indicações de como operacionalizá-las. O processo de tratamento necessita de parâmetros de controle ou de indicadores operacionais, que devem ser verificados instantaneamente para possíveis ajustes capazes de evitar o comprometimento de todo o processo. Um dos parâmetros definidos na legislação para o final deste processo é o efluente tratado. Não se pode esquecer que, desde a geração do efluente até o tratamento final, é necessária uma série de intervenções que, quando empíricas, podem comprometer o resultado.

A falta de gestão na operação das estações de tratamento pode comprometer sua eficiência, mesmo que estas sejam modernas e bem equipadas. Assim sendo, ao longo deste trabalho, será mostrada a melhoria da eficiência no tratamento de efluentes, após a implantação de um novo sistema de gestão e sua operacionalização.

2 OBJETIVOS

O presente material de estudo tem como objetivo, buscar a melhoria da eficiência no tratamento de efluente com característica orgânica, por meio da implantação de gestão da rotinadiária em uma estação com vazão média de quinhentos metros cúbicos por hora.

- a) Apresentar o modelo de gestão aplicado na operação da estação de tratamento de efluente.
- b) Analisar a eficiência no tratamento de efluente industrial antes e depois da implantação do sistema de gestão.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 RESÍDUO E EFLUENTE INDUSTRIAL

Produzidos em todos os estágios das atividades humanas, os resíduos, em termos tanto de composição como de volume, variam em função das práticas de consumo e dos métodos de produção. As principais preocupações são voltadas para as repercussões que podem ter sobre a saúde humana e sobre o ambiente (solo, água, ar e paisagens) (CARRILHO, 2016).

Segundo Leripio (2004), as pessoas estão inseridas na sociedade do lixo, cercados totalmente por ele, mas só recentemente, acordaram para este aspecto da realidade. Ele diz ainda que, nos últimos 20 anos, a população mundial cresceu menos que o volume de lixo por ela produzido. No período de 1970 a 1990 a população do planeta aumentou em 18%, enquanto a quantidade de lixo sobre a Terra passou a ser 25% maior.

Os dicionários da língua portuguesa trazem o significado da palavra resíduo como: “o que resta, remanescente, restante” e seus sinônimos são: “despejo, detrito, lixo”. O desafio da comunidade e das empresas é transformar os resíduos em subprodutos, ou seja, reciclar, reaproveitar e transformar despesa em receita. Em se tratando de resíduo industrial líquido, o desafio é: tratar o resíduo até que recupere sua característica original.

Os resíduos são classificados de acordo com suas características físicas e químicas, e sua origem (AMBIENTE BRASIL, 2014).

Características físicas:

- Seco: papéis, plásticos, metais, couros tratados, tecidos, vidros, madeiras, guardanapos e tochas de papel, pontas de cigarro, isopor, lâmpadas, parafina, cerâmicas, porcelana, espumas, cortiças.
- Molhado: restos de comida, cascas e bagaços de frutas e verduras, ovos, legumes, alimentos estragados.

Composição química:

- Orgânico: é composto por pó de café e chá, cabelos, restos de alimentos, cascas e bagaços de frutas e verduras, ovos, legumes, alimentos estragados, ossos, aparas e podas de jardim.
- Inorgânico: composto por produtos manufaturados como plásticos, vidros, borrachas, tecidos, metais (alumínio, ferro, etc.), tecidos, isopor, lâmpadas, velas, parafina, cerâmicas, porcelana, espumas, cortiças.

Quanto à origem:

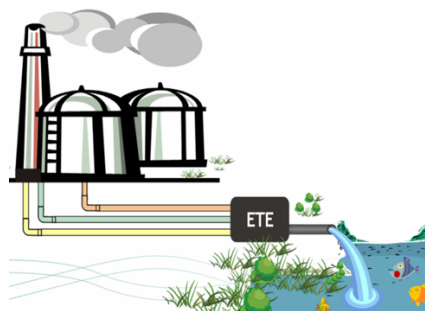
- Domiciliar: originado da vida diária das residências, constituído por restos de alimentos (tais como cascas de frutas, verduras, etc.), produtos deteriorados, jornais, revistas, garrafas, embalagens em geral, papel higiênico, fraldas descartáveis e uma grande diversidade de outros itens. Pode conter alguns resíduos tóxicos.
- Comercial: originado dos diversos estabelecimentos comerciais e de serviços, tais como supermercados, estabelecimentos bancários, lojas, bares, restaurantes.
- Serviços públicos: originados dos serviços de limpeza urbana, incluindo todos os resíduos de varrição das vias públicas, limpeza de praias, galerias, córregos, restos de podas de plantas, limpeza de feiras livres, etc, constituído por restos de vegetais diversos, embalagens.

- Hospitalar: descartados por hospitais, farmácias, clínicas veterinárias (algodão, seringas, agulhas, restos de remédios, luvas, curativos, sangue coagulado, órgãos e tecidos removidos, meios de cultura e animais utilizados em testes, resina sintética, filmes fotográficos de raios X). Em função de suas características, merece um cuidado especial em seu acondicionamento, manipulação e disposição final. Deve ser incinerado e os resíduos levados para aterro sanitário.
- Portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários: resíduos sépticos, ou seja, que contêm ou potencialmente podem conter germes patogênicos. Basicamente originam-se de material de higiene pessoal e restos de alimentos, que podem hospedar doenças provenientes de outras cidades, estados e países.
- Industrial: originado nas atividades dos diversos ramos da indústria, tais como: o metalúrgico, o químico, o petroquímico, o de papelaria, da indústria alimentícia, etc. O lixo industrial é bastante variado, podendo ser representado por cinzas, lodos, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papel, madeira, fibras, borracha, metal, escórias, vidros, cerâmicas. Nesta categoria, inclui-se grande quantidade de lixo tóxico. Esse tipo de lixo necessita de tratamento especial pelo seu potencial de envenenamento.
- Radioativo: resíduos provenientes da atividade nuclear (resíduos de atividades com urânio, cério, tório, radônio, cobalto), que devem ser manuseados apenas com equipamentos e técnicas adequados.
- Agrícola: resíduos sólidos das atividades agrícola e pecuária, como embalagens de adubos, defensivos agrícolas, ração, restos de colheita, etc. O lixo proveniente de pesticidas é considerado tóxico e necessita de tratamento especial.
- Entulho: resíduos da construção civil: demolições e restos de obras, solos de escavações. O entulho é geralmente um material inerte, passível de reaproveitamento.

Efluente Industrial é todo o líquido gerado nas etapas de um processo produtivo, isto é, toda a água utilizada na indústria e posteriormente descartada. Os efluentes industriais são despejos líquidos provenientes das áreas de processamento industrial, incluindo os originados nos processos de produção, as águas de lavagem de operação de limpeza e outras fontes, que comprovadamente apresentam poluição por produtos utilizados ou produzidos no estabelecimento industrial (ABNT – NBR 9800/1987).

A Figura 1 ilustra o posicionamento da estação de tratamento de efluente entre a indústria e o rio.

FIGURA 1 – INDÚSTRIA – ETE – CORPO RECEPTOR



Fonte: Fluxo consultoria e engenharia (2017).

O lançamento dos efluentes é regulamentado pelo CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, através de leis, decretos e resoluções. De acordo com o Ministro do Meio Ambiente Sarney Filho, “O CONAMA é estratégico e essencial para a implementação da Política Nacional do Meio Ambiente e do Sistema Nacional do Meio Ambiente, e tem o importante papel de promover a conciliação necessária entre os diferentes setores da sociedade, com seu caráter democrático e sua composição amplamente representativa” (CONAMA, 2011).

Desta forma e seguindo os preceitos legais, todas as organizações precisam tratar seus efluentes antes do lançamento nos corpos receptores.

3.2 LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

O CONAMA é o órgão consultivo e deliberativo do SISNAMA - Sistema Nacional do Meio Ambiente - foi instituído pela Lei 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, regulamentada pelo Decreto 99.274/90. O Conselho é um colegiado representado por cinco setores: órgãos federais, estaduais e municipais, setor empresarial e sociedade civil.

Mediante proposta do IBAMA dos demais órgãos integrantes dos SISNAMA e de Conselheiros do CONAMA. O CONAMA possui entre suas competências: estabelecer normas e critérios para o licenciamento de atividades poluidoras ou potencialmente poluidoras, a ser concedido pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal e Municípios. Também consta em suas atribuições, estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente, com vista ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos.

A Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005, dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece os padrões de lançamento de efluentes. Esta resolução classifica as águas doces, salobras e salinas, em todo o Território Nacional, em treze classes de qualidade e, no artigo 4º desta resolução, as águas doces possuem a seguinte classificação: classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4.

I - classe especial: águas destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
- b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;
- c) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.

II - classe 1: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;
- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;
- e) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

III - classe 2: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- b) à proteção das comunidades aquáticas;

- c) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA nº 274, de 2000;
- d) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto;
- e) à aquicultura e à atividade de pesca.

IV - classe 3: águas que podem ser destinadas:

- a) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado;
- b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- c) à pesca amadora;
- d) à recreação de contato secundário;
- e) à dessedentação de animais.

V - classe 4: águas que podem ser destinadas:

- a) à navegação;
- b) à harmonia paisagística.

A Resolução nº430, de 13 de maio de 2011 do CONAMA, foi escrita para definir padrões de lançamento de efluente, complementar e alterar a Resolução nº 357 de 2005.

Segue algumas definições para efeito desta resolução:

- Capacidade de suporte do corpo receptor: valor máximo de determinado poluente que o corpo hídrico pode receber, sem comprometer a qualidade da água e seus usos determinados pela classe de enquadramento;
- Efluente: é o termo usado para caracterizar os despejos líquidos provenientes de diversas atividades ou processos;
- Esgotos sanitários: denominação genérica para despejos líquidos residenciais, comerciais, águas de infiltração na rede coletora, os quais podem conter parcela de efluentes industriais e efluentes não domésticos.
- Lançamento direto: quando ocorre a condução direta do efluente ao corpo receptor.
- Parâmetro de qualidade do efluente: substâncias ou outros indicadores representativos dos contaminantes toxicologicamente e ambientalmente relevantes do efluente.

Ainda de acordo com a Resolução nº430 de 2011, os efluentes não podem conferir ao corpo receptor características de qualidade em desacordo com as metas obrigatórias e quando houver ausência destas metas, os padrões de qualidade a serem obedecidos no corpo receptor são os que constam na classe na qual o corpo receptor estiver enquadrado.

Na seção II desta resolução pode-se encontrar quais são os parâmetros que devem ser seguidos para lançamento de efluentes e serão listados abaixo:

- a) pH entre 5 e 9;
- b) temperatura: inferior a 40° C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3° C na zona de mistura;
- c) materiais sedimentáveis: até 1mL/l em teste de 1 hora em cone *Inmhoff*. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes;
- d) regime de lançamento com vazão máxima de uma vez e meia a razão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;

- e) óleos e graxas: óleos minerais até 20 mg/l, óleos vegetais e gorduras animais até 50 mg/l;
- f) ausência de materiais flutuantes;
- g) demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5 dias a 20°C): remoção mínima de 60% de DBO sendo que este limite só poderá ser reduzido no caso de existência de estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento à metas do enquadramento do corpo receptor.

A Tabela 1 indica quais são os parâmetros máximos para lançamento em corpo receptor dos demais elementos.

TABELA 1 – PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES

Parâmetros Inorgânicos	Valores Máximos
Arsênio total	0,5 mg/l As
Bário total	5,0 mg/l Ba
Boro total (não se aplica para o lançamento em águas salinas)	5,0 mg/l B
Cádmio total	0,2 mg/l Cd
Chumbo total	0,5 mg/l Pb
Cianeto total	1,0 mg/l CN
Cianeto livre (destilável por ácidos fracos)	0,2 mg/l CN
Cobre dissolvido	1,0 mg/l Cu
Cromo hexavalente	0,1 mg/l Cr+6
Cromo trivalente	1,0 mg/l Cr+3
Estanho total	4,0 mg/l Sn
Ferro dissolvido	15,0 mg/l Fe
Fluoreto total	10,0 mg/l F
Manganês dissolvido	1,0 mg/l Mn
Merúrio total	0,01 mg/l Hg
Níquel total	2,0 mg/l Ni
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/l N
Prata total	0,1 mg/l Ag
Selênio total	0,30 mg/l Se
Sulfeto	1,0 mg/l S
Zinco total	5,0 mg/l Zn
Parâmetros Orgânicos	Valores Máximos
Benzeno	1,2 mg/l
Clorofórmio	1,0 mg/l
Dicloroeteno (somatório de 1,1 + 1,2 cis + 1,2 trans)	1,0 mg/l
Estireno	0,07 mg/l
Etilbenzeno	0,84 mg/l
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina)	0,5 mg/l C ₆ H ₅ OH
Tetracloroeto de carbono	1,0 mg/l
Tricloroeteno	1,0 mg/l
Tolueno	1,2 mg/l
Xileno	1,6 mg/l

Fonte: CONAMA (2011)

A Resolução nº430 do CONAMA define que os responsáveis pelas fontes poluidoras dos recursos hídricos deverão realizar o automonitoramento para controle e acompanhamento periódico dos efluentes lançados nos corpos receptores com base em amostragem representativa dos mesmos.

3.3 GESTÃO DA QUALIDADE

Os processos e modelos que fazem parte do universo da gestão da qualidade possibilitam o incessante aprimoramento das empresas, que a todo instante são impelidas a alterar suas sistemáticas e procedimentos na tentativa de obter maiores níveis de competitividade. Atualmente, a gestão da qualidade abrange uma visão macro da existência humana, influenciando modos de pensar e de agir. Qualidade não significa apenas o controle da produção, a qualidade intrínseca de bens e serviços, o uso de ferramentas e métodos de gestão, ou a assistência técnica adequada. Num sentido mais amplo, o conceito de qualidade total ou de gestão da qualidade passou a significar modelo de gerenciamento que busca a eficiência e a eficácia organizacionais (MARSHALL, 2008).

3.3.1 Métodos específicos de gestão

Os métodos de gestão representam um conjunto de práticas disponíveis para uso no sistema de gestão das empresas. Durante o desenvolvimento de suas aplicações, utilizam ferramentas de gerenciamento e técnicas aplicadas na condução de grupos.

Seguem algumas técnicas de gestão mais conhecidas:

5S – Movimento 5S nasceu no Japão pós-guerra no final da década de 1960, como parte do esforço empreendido para reconstruir o país. No Brasil, o movimento chegou formalmente através dos trabalhos pioneiros da Fundação Christiano Ottoni, liderada pelo professor Vicente Falconi, em 1991.

O 5S é uma filosofia voltada para a mobilização dos funcionários, através da implementação de mudanças no ambiente de trabalho, incluindo a eliminação de desperdício, arrumação de salas e limpeza. O método é chamado de 5S porque, em japonês, as palavras que designam cada fase de implantação começam com o som da letra S e são:

- Seiri – organização/utilização/descarte;
- Seiton – arrumação/ordenação;
- Seisou – limpeza/higiene;
- Seiketsu – padronização;
- Shitsuke – disciplina.

Este método tem objetivo de unir funcionários, seu papel principal é mudar a maneira de pensar destes funcionários e melhorar seu comportamento dentro e fora da organização.

Seis Sigma – em 1981, Bob Galvin, presidente da Motorola, seguiu o exemplo do CEO (*chiefexecutiveofficer*) da HP (Hewlett-Packard), John Young, e instituiu o programa de melhoramento “10X”. Galvin pediu que a Motorola fizesse, em cinco anos, aquilo que a HP levaria uma década para realizar. A Motorola saiu em busca de metodologias para implementar melhorias, suprimindo gastos e melhorando os processos (Watson, 2000). Aplicando o método durante o processo de fabricação, o engenheiro Bill Smith concluiu que, se os defeitos fossem detectados nesta etapa, seria improvável que os erros surgissem nos testes finais. Depois que a Motorola recebeu o Prêmio Nacional de Qualidade Malcolm Baldrige em 1988, o Seis Sigma passou a ser conhecido como programa responsável pelo sucesso obtido pela empresa (Werkema, 2002).

O conceito do Seis Sigma combina algumas das melhores ferramentas de gestão aplicadas durante todo o processo fabril, tendo como objetivo traduzir esforços de melhoria

organizacional para a meta específica de reduzir defeitos para próximo de zero. A aplicação do PDCA - ciclo Shewhart modificado - funciona como estratégia de ruptura.

O sigma é uma letra do alfabeto grego que os estatísticos utilizam para representar o desvio padrão. Uma virtude do Seis Sigma é traduzir o desvio padrão em medida do sucesso: ou o bem, ou serviço, atende às expectativas do cliente, ou não.

DMAIC – A metodologia DMAIC é cíclica e segundo George (2003) ela é composta pelas seguintes fases:

D – define (definir) – definir o escopo do projeto;

M – measure (medir) – determinar indicadores apropriados para medir o projeto;

A – analyze (analisar) – determinar as causas de cada problema definido;

I – improve (melhorar) – propor, avaliar e implementar soluções para cada problema prioritário;

C – control (controlar) – garantir a perpetuação das mudanças.

Em cada uma destas fases são aplicadas ferramentas de gestão conhecidas como: brainstorm, matriz GUT, gráfico de Pareto, histograma, matriz de priorização, carta de controle, FMEA, diagrama de causa e efeito, análise SWOT, 5W2H e Poka-Yoke.

Basicamente, o objetivo é passar por todas as fases ciclicamente, em todo o processo, com a criação de um plano de controle bem delineado, para que todas as variações do processo sejam acompanhadas e possíveis desvios corrigidos.

Benchmarking – Este processo remonta aos primórdios da civilização, quando os exércitos da antiguidade buscavam o maior número possível de informações sobre o estágio de operação do exército inimigo, com o propósito de se aperfeiçoarem nos pontos identificados como frágeis. No método observa-se a experiência de líderes de mercado e da indústria bem-sucedida, com a finalidade de extrair dela algum aprendizado que venha melhorar os padrões de desempenho.

Esta prática foi sistematizada a partir da colaboração de Robert Camp (CAMP, 1993), então na Xerox, e se tornou tão importante que empresas passaram a treinar seus gerentes nessa atividade.

“Benchmarking” é um processo contínuo e sistemático para avaliar produtos, serviços e processos de trabalho de organizações que são reconhecidas como representantes das melhores práticas, cuja finalidade é a melhoria organizacional (CAMP, 1993).

Existem outros métodos que também podem ser aplicados para busca da qualidade total como: Reengenharia, Análise de Valor, HoshinKanri, FMEA, FMA, DOE e o Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia (FALCONI, 2009).

Dentro do Sistema de Gestão do INDG, Instituto de Desenvolvimento Gerencial, o Gerenciamento da Rotina do Dia-a-Dia ocupa uma posição de grande importância. É através dele que os processos são estabelecidos e se obtém previsibilidade da qualidade de produtos e serviços. Há alguns anos abordava-se a melhoria da rotina dos processos pela solução de problemas, padronização de pontos críticos e tratamento de anomalias (FALCONI, 2004).

Atualmente a gestão vai mais além, porque faz revisão e redesenho dos processos, padroniza as operações, treina todo o pessoal e coloca o processo de forma otimizada. Este é um método que tem o foco no trabalho em grupo e não somente na leitura, de acordo com o Professor Falconi (Falconi, 2004; Falconi, 2009).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo quantitativo e comparativo realizado em uma empresa de processamento de tomate, com aproximadamente 2000 funcionários, localizada no Estado de Goiás. Desta forma, faz-se necessário atender o Decreto nº 1.745, de 06 de dezembro de 1979. Este decreto aprova o Regulamento da Lei nº8544, de 17 de outubro de 1978, que dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente, sancionado pelo Estado de Goiás.

Ao comparar os parâmetros do Decreto Estadual com o CONAMA nº430 de 2011 verifica-se que, a legislação Estadual é mais restritiva e foi seguida neste estudo. O Decreto determina em seu artigo 22, que a DBO (demanda biológica de oxigênio) para lançamento de efluente, não deve ser superior a 60 mg/l, permitindo valor superior somente se a remoção da carga poluidora for superior a 80%.

4.1 ANÁLISE DO CENÁRIO ATUAL E EQUIPE DE TRABALHO

Elaborou-se uma tabela, composta pela média mensal da carga orgânica do lançamento, dividida pela média mensal da carga orgânica do efluente bruto, afim de verificar a eficiência do tratamento de efluente. A carga orgânica, é a multiplicação entre a vazão medida em metros cúbicos, pela DQO em mg/l. Os dados existentes foram obtidos através de planilhas de registros da empresa, referente ao período de junho de 2015 a maio de 2016, que por sua vez, será comparada com as informações de mesmoperíodo subsequente.

A equipe de funcionários da área de meio ambiente desta empresa é composta por um engenheiro ambiental, dois biólogos, cinco técnicos de laboratório e onze operadores que colaboraram com o plano de trabalho e posteriormente, com a implantação do sistema de gestão.

Esta equipe foi dividida em dois níveis de atuação: o tático e o operacional. O engenheiro e os biólogos formaram o grupo tático e, o operacional, ficou por conta dos operadores e técnicos de laboratório. Em março de 2017 realizou-se uma reunião de trabalho, para discutir os resultados do ano que ainda estava em curso. Para esta análise, além da planilha de eficiência do tratamento de efluente, realizou-se a análise SWOT como ponto de partida para a elaboração do sistema de gestão.

4.2 DEFINIÇÃO DE FERRAMENTA DE GESTÃO

Partiu-se da utilização da matriz SWOT para montar o plano de trabalho com foco no próximo ano fiscal. Nesta organização, para fins de planejamento e resultados, não se aplica o ano calendário, desta forma, o ano começa em junho e termina em maio do ano seguinte. A matriz listou, quais eram os pontos fortes, as fraquezas, as oportunidades e as ameaças do ano fiscal corrente. Através desta análise, foi possível observar que a falta do sistema de gestão e de metas faziam parte da lista de oportunidades.

O grupo identificou que, a implantação e execução do sistema de gestão, poderia ser o propulsor do desenvolvimento da área, mas que, para isso, o sistema deveria contemplar ferramentas de padronização de processos, capacitação da equipe, gestão à vista de indicadores e acompanhamento diário, através de uma rotina de trabalho pré-definida.

Logo de início, o grupo programou e implantou, uma reunião diária de acompanhamento dos indicadores não somente para avaliar o resultado final do tratamento

de efluente, mas também, para acompanhar os indicadores de algumas do processo. Estes indicadores por sua vez deveriam estabelecer relações com as análises realizadas pela equipe do laboratório ou, com os padrões definidos. Os meios adotados para que a rotina traga resultado, tem como requisito a execução do PDCA e sempre que possível a aplicação dos conceitos presentes na metodologia Seis Sigma. Esses conceitos auxiliam na definição do escopo de quais são os melhores indicadores e padrões (ECKES, 2003).

4.3 ELABORAÇÃO DOS PROCEDIMENTOS E CONTROLES

A equipe tática montou um calendário de reuniões semanais com duração de duas horas ao longo do mês de abril. Durante estas reuniões, foram analisados os resultados da matriz SWOT e definidos quais seriam os pontos de controle e procedimentos necessários na operação do tratamento de efluente, trabalhando com os conceitos do *define* e do *measure* existentes na metodologia DMAIC.

Uma vez definidos os indicadores e quais seriam os parâmetros ou etapas de controle, esta equipe ministrou treinamento ao time operacional, para capacitá-los na elaboração dos padrões. Além do desenvolvimento técnico da equipe de campo, um dos objetivos deste treinamento foi gerar valor e despertar a co-responsabilidade nesta equipe, para o desenvolvimento e execução do sistema de gestão.

A continuidade é condição necessária para a manutenção de um sistema. Visando esta continuidade foi programada uma reunião diária de acompanhamento de indicadores, nos dois níveis hierárquicos existentes no processo de tratamento de efluente. Além dessa reunião, durante a troca de turno, os operadores e os técnicos de laboratório, se reuniam para apontar os resultados das análises e as medições operacionais do turno trabalhado, em um quadro de gestão visível a todos.

Com base nesses dados foi criado um caderno de registro de anomalias, elaborado pela equipe tática durante a etapa de desenvolvimento dos parâmetros de controles.

O tratamento de efluente deve ser visto como parte do processo produtivo da empresa. É muito importante acompanhar o desempenho e a eficiência do trabalho de remoção da carga poluidora, com o mesmo olhar aplicado buscando verificar o rendimento das etapas produtivas das fábricas.

As análises de DBO custam em média 04 vezes mais do que as do DQO. Além do custo mais elevado, os resultados da primeira demandam 5 dias, enquanto que os resultados da segunda são obtidos em 2 horas. Como existe uma relação direta entre a DBO e a DQO, pode-se acompanhar, com mais frequência, o desempenho da eficiência do tratamento de efluentes, através da medição da DQO.

Conforme foi definido no item 3.2, os valores da DQO, multiplicados pela vazão do efluente compõe a carga orgânica. Assim sendo, o indicador de eficiência considerado na avaliação comparativa dos resultados será a relação entre a carga orgânica de saída do efluente (lançamento), dividida pela carga orgânica de entrada (efluente bruto).

5 RESULTADOS

5.1 EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO DE EFLUENTE

A ETE (estação de tratamento de efluentes) é a infraestrutura operacional responsável pelo tratamento de águas residuais de origem industrial e sanitária, através de processos físicos, químicos e biológicos. Seu objetivo é remover a carga poluidora, elevar o potencial de reuso das águas residuais e tornar os parâmetros dos efluentes brutos adequados para o lançamento no corpo receptor.

A estação de tratamento utilizada neste estudo de caso é dividida em duas etapas, primário e secundário. Na primeira etapa existe o processo físico-químico e na segunda o biológico para remoção da carga orgânica.

No processo físico químico é realizada a retirada do material sólido e parte da carga orgânica. Nesta etapa estão presentes os seguintes equipamentos:

- Peneiras Rotativas: são equipamentos responsáveis pela retirada de impurezas sólidas e pela proteção das bombas do tanque de equalização.
- Tanque de sedimentação de areia: estes tanques separam os sólidos pesados (areia e terra) com o processo de decantação e tempo de retenção do efluente.
- Tanque de equalização: equipamento para a retirada dos sólidos
- Flotador: equipamento responsável pela retirada dos sólidos suspensos totais e conseqüentemente, parte da carga orgânica.
- Centrífugas: são utilizadas para retirar ou reduzir a umidade do sólido separado no flotador antes do envio ao destino final.

As Figuras 2 e 3 são imagens das peneiras e do flotador.

FIGURA 2 – PENEIRA ROTATIVA



Fonte: Setor de Meio Ambiente da Empresa (2017).

FIGURA 3 – FLOTADOR



Fonte: Setor de Meio Ambiente da Empresa (2017).

Após a etapa de remoção de sólidos, o efluente segue para a parte do tratamento que pode ser considerada a parte principal do sistema. Isto não significa que a primeira etapa não seja importante, mas é na etapa biológica que a carga orgânica é reduzida em mais de 95%. O tratamento biológico é composto por duas lagoas de aproximadamente 150 metros de comprimento, 60 metros de largura e oito metros de profundidade.

A primeira lagoa tem característica facultativa, possui microorganismos aeróbicos na superfície, anaeróbicos no fundo e uma zona intermediária chamada de zona facultativa. A lagoa possui um conjunto de linhas de dispersão de ar. Essas linhas de dispersão produzem microbolhas de oxigênio que são injetadas em sua parte mais profunda. O oxigênio, assim injetado, é necessário para manter o equilíbrio biológico e, conseqüentemente, ativar os microorganismos presentes no sistema.

A segunda é uma lagoa de polimento, utilizada para retirar a carga orgânica residual do efluente e garantir os parâmetros de lançamento.

As Figuras 4 e 5 mostram as imagens das duas lagoas.

FIGURA 4 – LAGOA 01 – FACULTATIVA



Fonte: Setor de Meio Ambiente da Empresa (2017).

FIGURA 5 – LAGOA 02 – POLIMENTO



Fonte: Setor de Meio Ambiente da Empresa (2017).

5.2 MODELO DE GESTÃO

Em meados de janeiro de 2016, durante a avaliação do tratamento de efluentes realizada pela alta direção da empresa, constatou-se que, o tratamento de efluentes atendia a exigência legal, porém os números eram muito próximos do limite inferior.

No mês seguinte, a área de meio ambiente, então responsável por esta operação, foi desafiada a incrementar procedimentos para a melhoria do processo. Buscando compreender a situação real, a equipe valeu-se das informações obtidas através de uma análise SWOT, cujos resultados são mostrados no quadro 1.

QUADRO1 – MATRIZ SWOT

	POSITIVO	NEGATIVO
INTERNA	STRONG - FORÇAS	WEAKNESS - FRAQUEZAS
	Equipe comprometida Empresas parceiras Estabilidade do negócio Facilidade de recurso R\$ Medições dados do laboratório	Falha na comunicação Falta de indicadores Cumprimento de prazos Falta de padrões Operação Impirica - baseada em prática
EXTERNA	OPORTUNIT - OPORTUNIDADE	THREATS – AMEAÇAS
	Qualificação da equipe Gestão à vista Metas claras e objetivas Falta de sistema de gestão Falta de padrão de operação	Proximidade com vizinhança Fiscalização de órgãos ambientais Comunicação de descartes da produção Manutenção dos equipamentos

Fonte: Setor de Meio Ambiente da Empresa (2017)

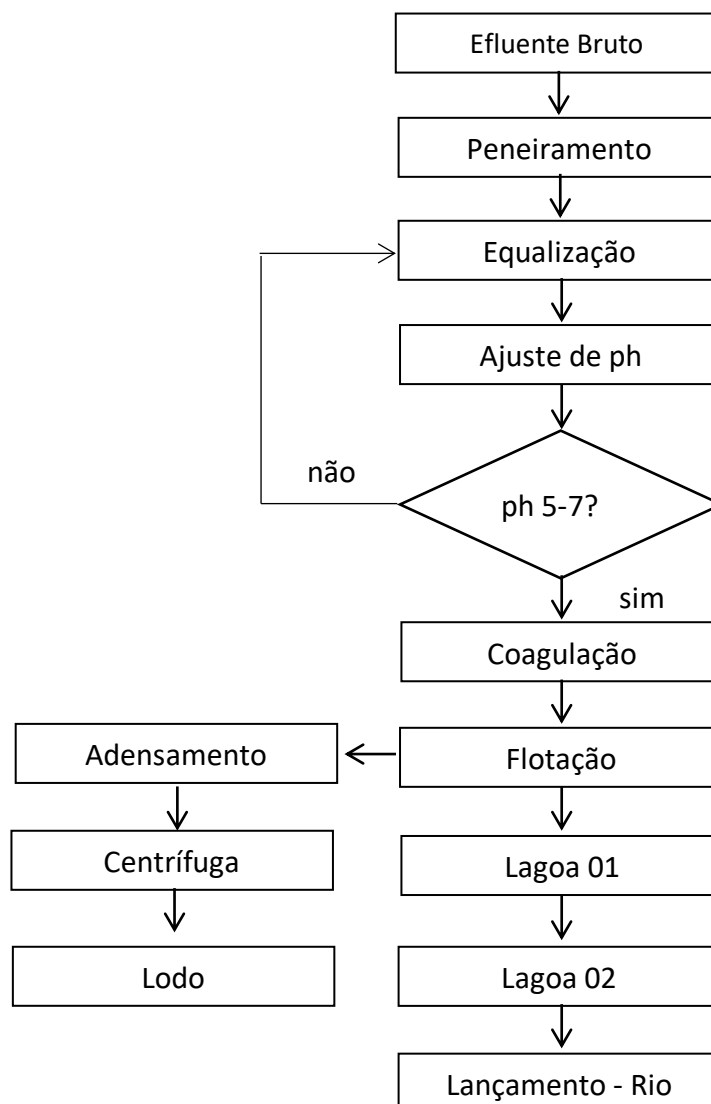
As oportunidades descritas pela equipe foram transformadas no combustível para melhorar a eficiência no tratamento do efluente, através da implantação do sistema de gestão. O próximo passo foi a descrição do negócio, com a finalidade de deixar claro qual é o produto e quem são as partes interessadas no processo.

Descrição do negócio:

- Sonho: ser referência em gestão de tratamento de efluentes, dentro da organização.
- Missão: gerir o sistema de tratamento de efluentes da fábrica, atendendo a legislação, com 100% de excelência.
- Stakeholders: acionistas, presidência e diretoria.
- Fornecedores: todas as áreas produtivas da fábrica.
- Insumos: efluente bruto.
- Recursos: Humanos (aprox.20 pessoas) e os equipamentos da ETE.
- Produto: efluente tratado;
- Clientes: fábrica, comunidade e órgãos externos (SECIMA, AMA, MPe IBAMA).

Para que a eficiência no tratamento de efluentes ou meta seja atingida é fundamental conhecer os meios através dos quais o processo se completa. Isto significa que o processo de tratamento deve ser segregado, para que haja controle rigoroso nas etapas intermediárias, gerando um novo ciclo PDCA dentro do macroprocesso. Assim, viu-se a necessidade de redesenhar o fluxograma da estação de tratamento para identificação de quais seriam as etapas que deveriam possuir parâmetros de controles operacionais conforme figura 6.

FIGURA 6 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE TRATAMENTO DE EFLUENTE.



Com a análise do fluxograma é possível visualizar os equipamentos que exigem a intervenção do operador constantemente e, por sua vez, necessitam de parâmetros de operação para garantir a eficiência no tratamento. Para orientar os profissionais que atuam no tratamento, foi escrito o caderno de especificações técnicas dividido em três itens:

- Atendimento Legal: são itens exigidos por legislação ambiental para o lançamento de efluentes em Rio Classe II;
- Parâmetro de controle: indicadores para medir o resultado esperado daquela etapa do tratamento;
- Item de monitoramento: são os itens que podem ter influência em uma ou mais etapas do tratamento.

Os pontos do processo e equipamentos selecionados foram: o efluente bruto, o tanque de equalização, o flotador, as lagoas e o efluente final. Como pode ser observado no quadro 2.

QUADRO 02 – CADERNO DE ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA - ETE

CADERNO DE ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA - ETE					
LOCAL / AMOSTRA	TIPO DE ITEM	PARÂMETROS ANALISADOS	UNIDADE	FREQUÊNCIA	VALOR ESPERADO
EFLUENTE BRUTO (ENTRADA)	IC	Carga Orgânica (1)	KgDQO/dia	Diária	Máx 40000
	PM	pH	-	Diária	4,0 - 10,0
		Sólidos Sedimentáveis	ml/l* h	Diária	Máx 300
		Óleos e graxas	mg/l	Semanal	Máx 50
TANQUE DE EQUALIZAÇÃO	IM	pH	-	Diária	4,0 - 10,0
		Sólidos Sedimentáveis	ml/l* h	Diária	Máx 300
		Sólidos Totais	mg/l	Diária	Máx 4.000
		Sólidos Suspensos Totais	mg/l	Diária	Máx 1.000
		Sólidos Dissolvidos Totais	mg/l	Diária	Máx 3.000
		Óleos e graxas	mg/l	Semanal	Máx 50
FLOTADOR	PC	Sólidos Suspensos	%	1 x / dia (Composta)	80% de remoção
		pH	-	1 x / turno (pontual)	4,0 - 7,0
	IM	Sólidos Sedimentáveis	ml/l* h	1 x / dia (Composta)	Máx 100
		Sólidos Totais	mg/l	1 x / dia (Composta)	Máx 3.500
		Sulfetos	mg/l	1 x / dia (Composta)	Máx 1,0
		Óleos e graxas	mg/l	Semanal	Máx 20
LAGOA 1	PC	Eficiência de remoção de DQO	%	Diária (Pontual)	80% de remoção
		Oxigênio Dissolvido	mg/l	1 x / dia (Pontual)	1,0 - 3,0
	IM	pH	-	1 x / dia (Pontual)	7,0 - 9,0
		Sólidos Totais	mg/l	1 x / dia (Pontual)	1500 - 3500
		Sulfetos	mg/l	1 x / dia (Pontual)	Máx 1,0
LAGOA 2	AL	Sólidos Totais	mg/l	Mensal (Pontual)	1500
	PC	Oxigênio Dissolvido	mg/l	1 x / dia	3,0 - 5,0
EFLUENTE FINAL	AL	DQO	mg/l	1 x / dia (Pontual)	< 100
		DBO	mg/l	1 x / sem	80% efic. Remoção
		pH	-	1 x / dia	5,0 - 9,0
		Sólidos Sedimentáveis	mg/l	1 x / dia	1
		Oxigênio Dissolvido	mg/l	1 x / dia	3,0 - 5,0
		Óleos e graxas	mg/l	1 x / sem	50
		Nitrogênio Amoniacal	mg/l	1 x / sem	< 20
		Sulfetos	mg/l	1 x / sem	< 1,0
Temperatura	°C	1 x / dia	< 40 °C		

Fonte: Setor de Meio Ambiente da Empresa (2017)

Com o objetivo de simplificar as operações e capacitar a equipe foram escritos procedimentos para as etapas de trabalho na estação. No desenvolvimento e elaboração

destes procedimentos, a participação da equipe operacional é fundamental. Observando o caderno de especificação técnica, conclui-se que a operação tem influência no resultado dos seguintes itens: correção de ph antes da entrada do flotor, ajuste e operação do flotor para garantir a redução de sólidos sedimentáveis do efluente bruto, o operação das centrífugas para reduzir a porcentagem de umidade do lodo e operação dos sopradores de ar responsáveis pela manutenção do oxigênio dissolvido nas lagoas.

Após a elaboração dos procedimentos realizada pelos operadores, revisão feita pelos técnicos e pelo engenheiro ambiental, organizou-se uma agenda de treinamento e disponibilização destas informações no local de trabalho.

É nesta etapa que a metodologia se confirma. A disciplina em executar diariamente a reunião que neste caso chamamos de “missa” permitiu a correção e ajustes operacionais “*on time*” – imediatos. As “missas” ocorrem todas as manhãs, o time analisa o resultado do dia anterior, define as ações do dia e planeja as ações do dia seguinte. Aqui pode-se observar na prática a gestão da rotina do dia-a-dia, que reflete o bom desempenho operacional da estação de tratamento de efluente.

A eficiência do tratamento do efluente é uma constante que representa a porcentagem de carga retirada do efluente, portanto não será lançada no corpo receptor.

Matematicamente a eficiência pode ser determinada através da fórmula:

$$\text{eficiência} = \frac{\text{carga do efluente bruto} - \text{carga de lançamento}}{\text{carga do efluente bruto}} \times 100\%$$

Na tabela 2 observar-se a eficiência da estação de tratamento antes do desenvolvimento e gestão da rotina do dia-a-dia, com média anual de 86,78%.

TABELA 2 – EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO – ANO 15/16

2015/2016	Efluente Bruto			Lançamento	
	Vazão (m ³ /h)	DQO (mg/L)	Carga (kgDQO/dia)	Carga (kgDQO/dia)	Eficiência (%)
Jun 15	4573	4040	18475	2964	83,96
Jul 15	9894	3347	33115	4365	86,82
Ago 15	10774	3721	40090	4679	88,33
Set 15	10480	3775	39562	4932	87,53
Out 15	9115	3667	33425	5296	84,16
Nov 15	2832	4944	14001	1983	85,84
Dez 15	2549	2344	5975	765	87,20
Jan 16	3523	4414	15551	1437	90,76
Fev 16	3163	4388	13879	1599	88,48
Mar 16	2544	4610	11728	1549	86,79
Abr 16	2827	3087	8727	1334	84,71
Mai 16	2985	3762	11230	1485	86,78
Média Total	5438	3842	20891	2699	86,78

Fonte: Setor de Meio Ambiente da Empresa (2017).

A tabela 3 mostra que, ao longo do período pós implantação do sistema de gestão, a eficiência ficou superior a 96%, fechando o ano com uma média de 99,45% de remoção de carga orgânica.

TABELA 3 – EFICIÊNCIA DO TRATAMENTO – ANO 16/17

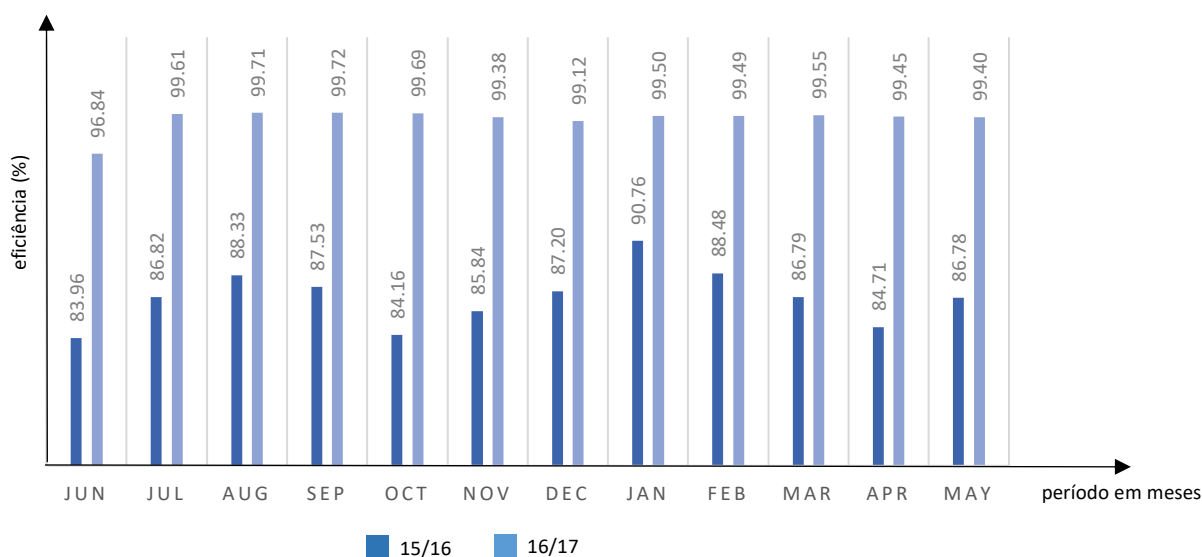
2016/2017	Efluente Bruto			Lançamento	
	Vazão (m ³ /h)	DQO (mg/L)	Carga (kgDQO/dia)	Carga (kgDQO/dia)	Eficiência (%)
Jun 16	1388	1164	1616	51	96,84
Jul 16	9093	2732	24842	97	99,61
Ago 16	8794	3675	32318	93	99,71
Set 16	8952	2836	25388	71	99,72
Out 16	7380	2597	19166	60	99,69
Nov 16	2197	3094	6798	42	99,38
Dez 16	1349	3374	4552	40	99,12
Jan 17	2456	2986	7334	37	99,50
Fev 17	2376	3209	7625	39	99,49
Mar 17	2543	3156	8026	36	99,55
Abr 17	2287	2994	6847	38	99,45
Mai 17	2103	2875	6046	36	99,40
Média Total	4243	2891	12267	624	99,29

Fonte: Setor de Meio Ambiente da Empresa (2017).

O tratamento de efluente industrial, além de ter a obrigação de respeitar todas as legislações ambientais, precisa ser incluído no processo de manufatura. Sabe-se que os desvios nos tratamentos ou, a não aderência à capacidade de tratamento de uma determinada empresa, pode resultar em multas milionárias e, até mesmo a interdição. Neste trabalho não só foram aplicadas as técnicas de qualidade na gestão do tratamento de efluentes, mas também se contou com o envolvimento de todos os líderes da organização. Após a inclusão dos indicadores de tratamento de efluente na rotina da fábrica, tornou-se notória a estabilidade e eficácia da estação de tratamento.

Observe no GRÁFICO 1, que a eficiência no tratamento de efluentes do ano de 2016/2017 foi mais estável e mais eficiente do que no mesmo período do ano anterior.

GRÁFICO 1 – COMPARATIVO DE EFICIÊNCIA NO TRATAMENTO DE EFLUENTES



Fonte: Setor de Meio Ambiente da Empresa (2017).

Importante ressaltar que não houve alteração física ou inclusão de novos equipamentos na estação de tratamento de efluente. A melhoria foi resultado exclusivamente a gestão da qualidade total.

Isto posto, ficou evidenciado que após implementar um sistema de gestão no processo de tratamento de efluente, obteve-se ganhos não só de conhecimento da metodologia durante a condução do processo, mas sobretudo na eficiência do tratamento que saltou de 86,78 para 99,45%, tendo um incremento médio de mais de 10%.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresentou a comparação de resultados operacionais de uma estação de tratamento, antes operada com pouca gestão e agora operada com a aplicação de novas metodologias de trabalho e gestão da rotina do dia-a-dia. Pode-se observar que mesmo sem investir em novos equipamentos ou alterar a estrutura conseguiu-se melhores resultados e mais eficiência, em média 10% maior. Esta eficiência foi obtida através da aplicação de métodos de gestão, hoje presentes na operação da estação de tratamento de efluente.

Importante ressaltar que no primeiro momento, todos os padrões ambientais exigidos por lei eram atendidos, porém a partir da implantação da rotina os níveis de tratamento foram superiores. A participação da equipe de operação em todas as etapas deste processo garante a sustentabilidade e longevidade do que fora proposto.

Além do estudo de caso e parametrização da estação, ficou constatado que o desenvolvimento da atividade trouxe forte engajamento em todos os participantes da equipe de trabalho.

6.1 RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

O estudo mostrou que a implantação da rotina do dia-a-dia produziu sensíveis ganhos de eficiência no tratamento dos efluentes, atingindo o objetivo proposto. Mas não trouxe somente o aumento da eficiência, houve também importante redução no custo do tratamento, que não foi objeto de estudo neste trabalho.

Para que as organizações sejam competitivas é necessário que sejam eficientes, em todas as etapas presentes no processo fabril. A aplicação da gestão de rotina reduz, consideravelmente, o custo da operação, uma vez que atua em vários componentes presentes no processo.

Desse modo, uma sugestão para trabalhos futuros é analisar e comparar a redução de custo operacional com a implantação da rotina do dia-a-dia no tratamento de efluentes, fazendo um estudo pormenorizado do retorno financeiro.

REFERÊNCIAS

- ADRIANI, Carlos S. Como implantar um sistema de qualidade para redução de custos e aumento das vendas. São Paulo: Tama, 1991.
- AMBIENTE BRASIL. Disponível em: www.ambientebrasil.com.br. Acesso em julho de 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT (1987). *NBR 9800: Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário*. Rio de Janeiro. 1987.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Diário Oficial da União, Brasília, 05 out. 1988.
- BRASIL. (2011) Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). *Resolução nº430 de 13 de maio de 2011: Dispõe sobre as condições e padrões de lançamentos de efluentes*, Brasília.
- CAMP, Robert. Benchmarking: o caminho da qualidade total. Pioneira. São Paulo, 1993.
- CARRILHO, S.M.A.V; CARVALHO, E.H. Avaliação da disposição de lodos de fossa e tanque sépticos em lagoas de estabilização que tratam lixiviados de aterro sanitário. Eng. Sanit. Ambient., Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, p. 183-196, Mar. 2016.
- CAVALCANTI, J. E. A década de 90 é dos resíduos sólidos. Revista Saneamento Ambiental – nº 54, p. 16-24, nov./dez. 1998. Acesso em 05 jan. 2005.
- ECKES, George. Six Sigmas Of Everyone. New Jersey. John Wiley & Sons, Inc. 2003.
- FALCONI, Vicente; Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia-a-Dia. Minas Gerais; 2004.
- FALCONI, Vicente; Gerenciamento pelas Diretrizes (HOSHIN KANRI). Minas Gerais ; 2004.
- FALCONI, Vicente; O Verdadeiro Poder. Minas Gerais; 2009.
- FLUXO CONSULTORIA E ENGENHARIA. Disponível em: <http://fluxoconsultoria.poli.ufjf.br/brentos> Acesso em: 01/03/2017.
- FNQ (Fundação Nacional da Qualidade). Critérios de Excelência 2005: o estado-da-arte da gestão para a excelência do desempenho e para o aumento da competitividade. São Paulo: FNQ, 2005.
- GIORDANO, Gandhi. Análise e formulação de processos para tratamento dos chorumes gerados em aterros de resíduos sólidos urbanos. Rio de Janeiro; 2003.
- IMHOFF, K.R. e Karls. Manual de tratamento de águas residuárias. São Paulo; 1986.
- LAPA, R.P.; BARROS FILHO, A.M.; ALVES, J.F. 5S: praticando os cinco sentidos. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998.

LERIPIO, A. A. Gerenciamento de resíduos. <http://www.eps.ufsc.br/~lgqa/Coferecidos.html> - Acesso em: 12 dez. 2004.

MARSHALL JUNIOR, Isnard ET AL. Gestão da qualidade. 8ed. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

METCALF & EDDY (1977). Tratamiento y depuración de las aguas residuales. Madrid, Editorial labor, S.A. SILVA, S. R.; AGUIAR, M. M.; MENDONÇA, A. S. F. (1997). Correlação entre DBO e DQO em esgotos domésticos para a região da Grande Vitória – ES. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 19., Foz do Iguaçu, 1997. Anais eletrônicos II-172. Rio de Janeiro, ABES. p. 981-990.

METCALF & EDDY – Wastewater Engineering: Treatment and Reuse. Boston; 2003.

NETTO, J.M.A. et. al. Sistemas de esgotos sanitários. 2 ed. São Paulo: CETESB, 1977. P. 468.

RAMALHO, R. S. Introduction to wastewater treatment processes. USA: Academic Press, 1977. P. 409.

RAMALHO, R.S. Tratamiento de aguas resudales. Barcelona; 1991.

VAN HAANDEL, A.; MARAIS, G. O comportamento do sistema de lodo ativado – Teoria e Aplicações para Projetos e Operações, Efggraf, 472p., Campina Grande, PB. 1999.

WERKEMA, M. C. C. Criando a cultura Seis Sigma. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.