



## **AVALIAÇÃO COMPARATIVA DAS EFICIÊNCIAS ENTRE OS PROCESSOS DE TRATAMENTOS DE EFLUENTES SANITÁRIOS PROVENIENTES DE INSTALAÇÕES INDUSTRIAIS: Estudo de caso realizado nas empresas Fertilizantes Heringer e White Martins – unidades de Iguatama – MG**

Douglas Thiago de Almeida Barcelos<sup>1</sup>

Geovani Paim Soares<sup>1</sup>

Ronilson Geraldo da Silva<sup>1</sup>

Hygor Aristides Victor Rossoni<sup>2</sup>

1 – Discente do Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental – IFMG Campus Bambuí, 2 – Professor orientador da Universidade Federal de Viçosa – Campus Florestal e do IFMG – Campus Bambuí.

### **RESUMO**

O presente trabalho possui o objetivo de realizar um levantamento de dados em duas empresas localizadas em Iguatama, visando comparar os resultados de alguns parâmetros do efluente sanitário gerado pelas mesmas. Foram realizadas amostragens antes e após cada tratamento, com laboratórios credenciados na rede metrológica, assegurando a confiabilidade nos resultados obtidos e procurando atender as condicionantes das respectivas Licenças Ambientais e também dos padrões de lançamento estabelecidos pelo Conselho de Política Ambiental de Minas Gerais e do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (COPAM/CERH nº 01/2008). A Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da White Martins possui uma Lagoa de Aeração e uma Lagoa Facultativa com área total de 3.000,00 m<sup>2</sup> (o que equivale a 12,55 m<sup>2</sup> por colaborador); sendo que após o tratamento, o lançamento é realizado no Rio São Francisco. Por outro lado, a área da ETE da empresa Fertilizantes Heringer é menor, pois se utiliza um sistema compacto, através de equipamentos unitários verticais, obtendo uma construção com 136,76 m<sup>2</sup> (o que equivale a 1,10 m<sup>2</sup> por colaborador). Após o esgoto sofrer o tratamento nas bateladas pelos lodos ativados dos três tanques, o efluente é descartado em uma caixa de equalização que recebe o efluente, finalizando na irrigação dos taludes e pátios internos da empresa. Com um tempo de detenção hidráulica maior do que o da Fertilizantes Heringer, o sistema de tratamento da White Martins é mais eficiente, porém ambas as empresas possuem resultados satisfatórios e dentro dos padrões de lançamento, conforme DN COPAM/CERH-MG nº 1 de maio de 2008. Enquanto a Fertilizantes Heringer possui um consumo per capita de 202 l de água por funcionário, a White Martins possui um consumo de 251 l. A geração diária de efluentes por funcionário da Heringer é de 161,29 l, contra 90,29 l da White.

**Palavras-chave:** Tratamento de Esgotos. Águas Residuárias. Lançamento de Efluentes. Estação de Tratamento de Esgotos. Padrões de Lançamento.

### **1 INTRODUÇÃO**

O lançamento de despejos contendo elevadas concentrações de compostos nitrogenados nos corpos d'água causa diversos efeitos adversos, como eutrofização, toxicidade à biota e consumo de oxigênio dissolvido das águas naturais na etapa de oxidação biológica, desse modo alternativas de tratamento eficientes na remoção de nutrientes têm recebido crescente atenção (METCALF e EDDY, 2014).

Localizadas na região Centro Oeste do estado de Minas Gerais, na cidade de Iguatama, estão instaladas as indústrias White Martins e Fertilizantes Heringer.

O processo produtivo da Heringer resume-se basicamente na mistura de diferentes tipos de matérias primas, chamadas de Nitrogênio, Fosforo e Potássio (N.P.K), para atender as



necessidades dos diferentes tipos de solos de cada produtor e também de sua lavoura. Na White Martins, para a produção do Carbureto de Cálcio usa-se cal virgem e um redutor. A cal virgem é produzida após processamento do calcário (calcinação), que também se gera o Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) nesta etapa. Esta cal virgem é então colocada no forno de redução juntamente com o redutor (carvão vegetal ou coque de petróleo). Desta forma, chega-se ao produto final.

Todas as fases de produção baseiam-se em etapas químicas e físicas e que não produzem efluente industrial que demandem tratamento. Dessa forma, os tratamentos propostos são apenas para efluentes sanitários, que devido a sua natureza de geração devem possuir características similares de carga orgânica. Os lançamentos dos efluentes devem estar dentro dos limites estabelecidos pela DN COPAM/CERH-MG nº 1 de maio de 2008 (MINAS GERAIS, 2008) e para isso precisam ser monitorados de acordo com a orientação das Condicionantes Ambientais de cada empresa (Fertilizantes Heringer – semestral e White Martins – bimestral), atendendo as metodologias do APHA (2012).

O objetivo do presente trabalho é realizar um levantamento de dados em duas empresas de Iguatama, comparando os resultados de alguns parâmetros do efluente sanitário gerado pelas mesmas.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

De acordo com a DN 217/2017, a Fertilizantes Heringer possui porte “G” e potencial poluidor/degradador “P”; já a White Martins, possui porte “G” e potencial poluidor/degradador “G”. O volume de produção em maio de 2018 foi de 3.880 toneladas na Fertilizantes Heringer e 4.500 toneladas na White Martins.

Na tabela 1, são apresentadas informações da população total de cada indústria (baseado em dados de maio de 2018), turnos de trabalho, limite de outorga para uso de águas públicas (captadas através de poços semi artesianos) e geração de efluentes.

**Tabela 1: Consumo de água potável e geração de efluentes por colaborador**

Características	White Martins	Fertilizantes Heringer
Quadro funcional atual	239	124
Turnos de operação	3	1
Dias por semana	7	5
Limites diário de outorga de água (l)	253.000*	40.200
Consumo diário de outorga (l)	60.000	25.000
Consumo diário de água por funcionário (l / pessoa dia)	251	202
Geração diária de efluentes (l)	21.580	20.000
Geração diária de efluentes por funcionário (l / pessoa dia)	90,29	161,29

*\*Obs.: parte da captação destina-se a Projeto Social e limpeza de piso / áreas que não passam pelo sistema*

Foram analisados os seguintes parâmetros com base nas metodologias por APHA (2012): pH, Sólidos Sedimentáveis, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Eficiência de



Redução da DBO, Demanda Química de Oxigênio (DQO), Eficiência de Redução da DQO, Óleos e Graxas Vegetais e Animais e Surfactante.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

#### **3.1 Caracterização da Estação de Tratamento de Efluentes – Fertilizantes Heringer (preliminar e biológico)**

Os efluentes da empresa são originários dos sanitários, refeitório, vestiários e escritórios, com vazões máxima, média e mínima de 1,875 m<sup>3</sup>/h, 1,250 m<sup>3</sup>/h e 0,625 m<sup>3</sup>/h, respectivamente. A Heringer utiliza um sistema de tratamento de águas residuárias com as seguintes etapas: preliminar e secundário ou biológico. Constituídas pelos equipamentos: caixa de gordura, gradeamento, caixa de areia ou desarenador, calha parshall, estação elevatória, cone dosador de produtos químicos, reator *Upflow Anaerobic Sludge Blanket – (UASB)*, onde possui o tempo de detenção hidráulica de 5:10 h (2 h de enchimento/aeração e 3:10 h de sedimentação), três reatores aeróbios compondo o sistema de lodos ativados.

#### **3.2 Caracterização da Estação de Tratamento de Efluentes – White Martins (preliminar e lagoas de estabilização)**

Os efluentes sanitários desta unidade constituem-se basicamente das águas residuárias provenientes das atividades de higiene e limpeza nos vestiários e do refeitório.

Inicialmente tem-se uma unidade de tratamento preliminar, composto por gradeamento na saída do efluente das instalações do restaurante da unidade, para separação do particulado e também uma caixa separadora de óleos e graxas. No caso do projeto em questão, optou-se pela implantação de um aerador na primeira Lagoa Aerada (LA), seguido de um Tanque de Sedimentação do Lodo (TS), posteriormente é realizado o tratamento complementar na segunda Lagoa, que foi projetada para ser uma Lagoa Facultativa (LF).

A lagoa aerada possui um aerador dimensionado para atender uma demanda de 30m<sup>3</sup> por dia, sendo o volume útil de 327,2m<sup>3</sup> e o tempo de residência hidráulica de 10,9 dias, porém a empresa adota 8 dias.

#### **3.3 Avaliações Comparativas de Eficiências entre os Sistemas de Tratamentos de Águas Residuárias (Fertilizantes Heringer e White Martins)**

Foi discutido a eficiência de cada processo, haja visto que, ambos são efluentes de origem sanitária, porém com unidades de tratamentos diferentes, com lagoas de estabilizações e reatores biológicos. Foram escolhidos os meses de março e setembro de 2017 e março de 2018, pois coincidem com os meses de amostragem de ambas as empresas, para que sejam atendidas as condicionantes ambientais. Na tabela 2, são apresentados os resultados das análises dos efluentes (entrada e saída do sistema), realizadas em março de 2017, das empresas White Martins e Heringer, respectivamente.



**Tabela 2: Resultados dos ensaios físico-químicos realizados em maio 2017**

White Martins					Fertilizantes Heringer						
Data	Parâmetro	Unidade	ENTRADA SAIDA		Limites Estabelecidos	Data	Parâmetro	Unidade	ENTRADA SAIDA		Limites Estabelecidos
			Resultado						Resultado		
29/03/2017	pH	-	6,51	7,80	Entre 6,00 a 9,00	22/03/2017	pH	-	7,64	8,39	Entre 6,00 a 9,00
	Sólidos Sedimentáveis	ml/L	5,00	<0,3	Inferior a 1,0		Sólidos Sedimentáveis	ml/L	1,00	<LQ	Inferior a 1,0
	DBO	mg/L O2	89,80	<0,3	Inferior a 60,0		DBO	mg/L O2	519,12	37,06	Inferior a 60,0
	Eficiência de Redução DBO	%	-	96,70	Mínimo de 60%		Eficiência de Redução DBO	%	-	92,86	Mínimo de 60%
	DQO	mg/L O2	867,00	38,00	Inferior a 180,00		DQO	mg/L O2	909,87	199,87	Inferior a 180,00
	Eficiência de Redução DQO	%	-	95,60	Mínimo de 55%		Eficiência de Redução DQO	%	-	78,03	Mínimo de 55%
	Óleos e Graxas Vegetais e Animais	mg/L	22,00	<5	Inferior a 50,00		Óleos e Graxas Vegetais e Animais	mg/L	39,80	18,50	Inferior a 50,00
	Surfactante	mg/L MBAS	6,18	<0,2	Inferior a 2,00		Surfactante	mg/L MBAS	3,08	1,98	Inferior a 2,00

O parâmetro surfactante que é oriundo de detergentes, está com maior concentração na entrada do afluyente na empresa White Martins, porém a eficiência está menor na Heringer, pois, o sistema de tratamento recebeu a descarga de algum agente alcalino, haja visto que, os valores o pH na saída do efluente aponta 8,39. Nota-se também na empresa Heringer que apresentou um resultado de DQO acima de 180,00, porém com eficiência de redução de 78,03%, atendendo o padrão de lançamento estabelecido pela tabela 2.

Na tabela 3, constam os resultados das análises dos efluentes (entrada e saída do sistema), realizadas em setembro de 2017, das empresas White Martins e Heringer, respectivamente.

**Tabela 3: Resultados dos ensaios físico-químicos realizados em setembro 2017**

White Martins					Fertilizantes Heringer						
Data	Parâmetro	Unidade	ENTRADA SAIDA		Limites Estabelecidos	Data	Parâmetro	Unidade	ENTRADA SAIDA		Limites Estabelecidos
			Resultado						Resultado		
13/09/2017	pH	-	7,24	7,72	Entre 6,00 a 9,00	21/09/2017	pH	-	6,81	7,12	Entre 6,00 a 9,00
	Sólidos Sedimentáveis	ml/L	<0,3	<0,3	Inferior a 1,0		Sólidos Sedimentáveis	ml/L	0,50	<LQ	Inferior a 1,0
	DBO	mg/L O2	204,00	17,20	Inferior a 60,0		DBO	mg/L O2	631,88	33,85	Inferior a 60,0
	Eficiência de Redução DBO	%	-	91,60	Mínimo de 60%		Eficiência de Redução DBO	%	-	94,64	Mínimo de 60%
	DQO	mg/L O2	539,00	124,00	Inferior a 180,00		DQO	mg/L O2	901,27	185,53	Inferior a 180,00
	Eficiência de Redução DQO	%	-	77,00	Mínimo de 55%		Eficiência de Redução DQO	%	-	79,41	Mínimo de 55%
	Óleos e Graxas Vegetais e Animais	mg/L	<5	<5	Inferior a 50,00		Óleos e Graxas Vegetais e Animais	mg/L	33,40	9,60	Inferior a 50,00
	Surfactante	mg/L MBAS	11,00	0,34	Inferior a 2,00		Surfactante	mg/L MBAS	0,52	1,26	Inferior a 2,00

Nota-se na empresa Heringer que apresentou um resultado de DQO acima de 180,00, porém com eficiência de redução de 79,41%, atendendo o padrão de lançamento estabelecido pela legislação. Os resultados de mg/l acima do limite no parâmetro DQO, se devem também a instabilidade dos reatores. Na tabela 4, são apresentados os resultados das análises dos efluentes (entrada e saída do sistema), realizadas em março de 2018, das empresas White Martins e Heringer, respectivamente.

**Tabela 4: Resultados dos ensaios físico-químicos realizados em março 2018**

White Martins					Fertilizantes Heringer						
Data	Parâmetro	Unidade	ENTRADA SAIDA		Limites Estabelecidos	Data	Parâmetro	Unidade	ENTRADA SAIDA		Limites Estabelecidos
			Resultado						Resultado		
08/03/2018	pH	-	7,39	7,93	Entre 6,00 a 9,00	20/03/2018	pH	-	7,68	8,87	Entre 6,00 a 9,00
	Sólidos Sedimentáveis	ml/L	0,30	<0,3	Inferior a 1,0		Sólidos Sedimentáveis	ml/L	2,00	<LQ	Inferior a 1,0
	DBO	mg/L O2	72,70	13,00	Inferior a 60,0		DBO	mg/L O2	286,59	108,23	Inferior a 60,0
	Eficiência de Redução DBO	%	-	82,10	Mínimo de 60%		Eficiência de Redução DBO	%	-	62,23	Mínimo de 60%
	DQO	mg/L O2	119,00	34,50	Inferior a 180,00		DQO	mg/L O2	865,59	361,48	Inferior a 180,00
	Eficiência de Redução DQO	%	-	71,00	Mínimo de 55%		Eficiência de Redução DQO	%	-	58,23	Mínimo de 55%
	Óleos e Graxas Vegetais e Animais	mg/L	<5	<5	Inferior a 50,00		Óleos e Graxas Vegetais e Animais	mg/L	327,70	49,10	Inferior a 50,00
	Surfactante	mg/L MBAS		0,31	Inferior a 2,00		Surfactante	mg/L MBAS	1,47	1,51	Inferior a 2,00



Na empresa Fertilizantes Heringer obteve resultado de  $DBO_5$  286,59 mg/l, com eficiência de 62,23% e no parâmetro da DQO resultou 865,59 mg/l, com eficiência de 58,23%. Os dois parâmetros acima citados, excederam os valores no quesito concentração, porém em relação ao percentual de eficiência atende a legislação, que é de 60% e 55% de eficiência de redução, respectivamente.

O sistema de tratamento – lagoas de estabilização - da White Martins é mais estável, pois não depende de energia elétrica para funcionamento em sua totalidade, porém demanda uma área em  $m^2$  maior do que o sistema da Fertilizantes Heringer – reatores biológicos.

Com área total utilizada de 3.000  $m^2$ , o sistema de tratamento da White Martins representa 12,55  $m^2$  por colaborador, ou seja: 11,40 vezes a mais, em comparação com a Fertilizantes Heringer (136,76  $m^2$  / 1,10 $m^2$  por colaborador).

#### 4 CONCLUSÃO

Pode-se concluir que os resultados dos efluentes lançados obtidos através de análises laboratoriais podem ser entendidos como satisfatórios, pois, atenderam a legislação. Porém em relação à empresa Fertilizantes Heringer, o sistema de reatores apresentaram eficiências menores devido ao pouco tempo que o sistema tem para recuperar de qualquer “carga choque” (VIANNA, 1992 e VON SPERLING, 1996) que o esgoto recebe, tais como: instabilidade dos reatores ao receberem uma carga poluidora oriunda de agentes químicos e também falta de energia elétrica, já que a empresa não possui geradores.

#### 5 AGRADECIMENTO

Os autores agradecem as empresas White Martins Gases Industriais e Fertilizantes Heringer, pelo fornecimento de dados das análises laboratoriais, dados técnicos dos sistemas e aos colaboradores envolvidos no processo de tratamento de efluentes de ambas as empresas.

#### 7 REFERÊNCIAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22 ed. Washington: APHA, 2012, 937p.
- METCALF, E.; EDDY, M. **Wastewater engineering: treatment and Resource recovery**. 5. ed. New York: McGraw Hill, 2014.
- MINAS GERAIS (Estado). **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 01, de 05 de maio de 2008**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Executivo Minas Gerais, 13 maio, 2008.
- VIANNA, Marcos Rocha. **Hidráulica Aplicada às Estações de Tratamento de Água**. Belo Horizonte: Instituto de Engenharia Aplicada, 1992 pag. 230-231.
- VON SPERLING, Marcos. **Lagoas de Estabilização, princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias**, 3. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.