



## II-178 - CARATERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICAS DO EFLUENTE DE UMA CERVEJARIA

**Alexandra Natalina de Oliveira Silvino** <sup>(1)</sup>

Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT. Mestre em Física e Meio Ambiente pela Universidade Federal de Mato Grosso.

**Aldecy de Almeida Santos**

Engenheiro Sanitarista, Mestre em Física e Meio Ambiente, Doutorando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.

**Luiz Airton Gomes**

Engenheiro Civil pela Universidade Federal de Mato Grosso. Mestre em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo. Doutorado em Environmental Engineering pela University of Newcastle upon Tyne, Inglaterra. Professor Associado do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia da Universidade Federal de Mato Grosso.

**Welitom Ttatom Pereira da Silva**

Engenheiro sanitaria pela Universidade Federal de Mato Grosso. Mestre em Ciências Florestais e Ambientais pela Universidade Federal de Mato Grosso. Doutorando da Universidade de Brasília.

**Ana Rubia de Carvalho Bonilha Silva**

Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Rua A, Quadra 20, casa 407, bairro Jardim Fortaleza, Cuiabá=MT, CEP 78093-480 e-mail: [ale.silvino@gmail.com](mailto:ale.silvino@gmail.com)

### RESUMO

O presente trabalho avaliou a qualidade do efluente produzido por uma cervejaria de porte médio objetivando conhecer o efluente que posteriormente é tratado. Os dados foram levantados em quatro coletas entre os meses de agosto a outubro de 2005. As análises foram realizadas no Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Mato Grosso. Os métodos utilizados para as análises seguiram as recomendações do *Standard Methods for the Examinations of Water and Wastewater APHA-AWWA-WPCF (1995)* 19ª edição. Observou-se que o despejo bruto variou muito para todos os parâmetros analisados, variações estas decorrentes dos procedimentos operacionais da indústria.

**PALAVRAS-CHAVE:** esgotos industriais, cervejeira.

### INTRODUÇÃO

A cerveja é uma bebida não destilada, resultante da fermentação, mediante levedura cervejeira, do mosto de cevada malteada ou do extrato de malte, submetido previamente a um processo de cocção, adicionado de lúpulo (OLIVEIRA, 2003).

Nas cervejarias, os resíduos líquidos e sólidos aparecem em quase todas as fases de produção. Os resíduos líquidos em sua maioria têm como origem as máquinas de lavar garrafas, das dornas de fermentação, do bolo das centrífugas, da lavagem dos panos dos filtros-prensa e das descargas das máquinas de pasteurização (BRAILE, 1979).

Dois tipos de despejos são caracterizados em cervejarias que possuem fábrica de malte em anexo: grãos de cevada em suspensão, além de sólidos sedimentáveis oriundos de impurezas da matéria-prima. Possuem cor e turbidez não muito alta, e pH entre 7 a 8, podendo chegar a 10 ou 11 durante a lavagem de molhamento com soda cáustica (BRAILE, 1979).

Esse efluente pode conter também restos de papéis, amido, fermento decantado ou centrifugado, terra de diatomáceas e uma pequena quantidade de cerveja. As cervejarias apresentam consumo específico de água de 5 a 20 m<sup>3</sup>/ m<sup>3</sup> de cerveja produzida; DBO entre 1000 e 2000mg/L; equivalente populacional entre 150 e 350 hab / m<sup>3</sup> de cerveja; DQO/DBO aproximadamente igual a 2 indicando boa degradabilidade; sólidos suspensos; nutrientes insuficientes para o tratamento biológico (NUNES, 2004).



O conhecimento das características físicas e químicas dos efluentes industriais é de suma importância no dimensionamento de estações de tratamento de efluentes, assim como a mais correta operação da mesma. Neste sentido, este estudo teve como objetivo avaliar a variação da quantidade e qualidade do efluente de uma indústria cervejeira de médio porte em um dia típico, em quatro coletas realizadas em um período de quatro meses.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A vazão do afluente bruto foi medida por meio de calha parshall no momento das coletas. Para a avaliação da evolução das características físico - química durante um dia típico foram coletadas efluente de hora em hora, enquanto a avaliação das características em função do tempo foram coletadas amostras compostas de 3 alíquotas.

Os procedimentos de coleta e os métodos de análise seguiram as recomendações do "Standard methods for the examination of water and wastewater" (AWWA/APHA/WEF, 1995). As amostras foram preservadas em gelo, onde uma parte foi determinada em campo e outra em laboratório. As determinações laboratoriais e seus respectivos métodos encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1: Métodos das análises realizadas

Análise	Método
PH	Potenciométrico
Temperatura	Potenciométrico
DQO	Refluxo fechado
DBO	DBO 5 dias
Fósforo Total	Digestão com Persulfato e colorimetria pelo método de ácido ascórbico
NTK	Kjeldhal macro
Sólidos	Gravimétrico
Alcalinidade	Titulação até pH igual a 4,5

## ORIGEM E CARACTERÍSTICAS DOS DESPEJOS

Nesta cervejeira são vários os locais onde o efluente é produzido, dentre eles pode-se destacar os seguintes:

**Produção do mosto:** nesta etapa do processo o efluente origina-se na lavagem dos equipamentos (com hidróxido de sódio) e resíduos de bagaço que não são retidos nas peneiras estáticas. O volume consumido de água varia de 5 a 7m<sup>3</sup>.

**Maturação:** o efluente produzido é oriundo da lavagem de equipamentos com solução de NaOH variando de 1,0 a 2,5% e lavagem ácida, tendo como resultado um efluente próximo da neutralidade. Outro efluente produzido é proveniente do descarte gelager (composto por células de fermento (levedura) e mosto em suspensão) que possui uma grande carga orgânica.

**Filtração:** o efluente produzido é oriundo da lavagem de tubulações e dos filtros (com lançamento de resíduos de terras de diatomáceas utilizados na filtração). A água utilizada possui NaOH a 1% e é descartado com 0,7 – 0,8 %, e ocorre 4 vezes na semana.

**Envase:** é o maior produtor de efluente, decorrente da utilização de água para a lavagem das garrafas e na pasteurização da cerveja. O efluente pode conter também restos de papeis dos rótulos das garrafas, cerveja com prazo de validade vencida, óleos e graxas em pequenas quantidades proveniente da manutenção dos equipamentos.

Ressalta-se que os dados que constam no presente item, foram obtidos com os responsáveis técnicos dos referidos setores da indústria.



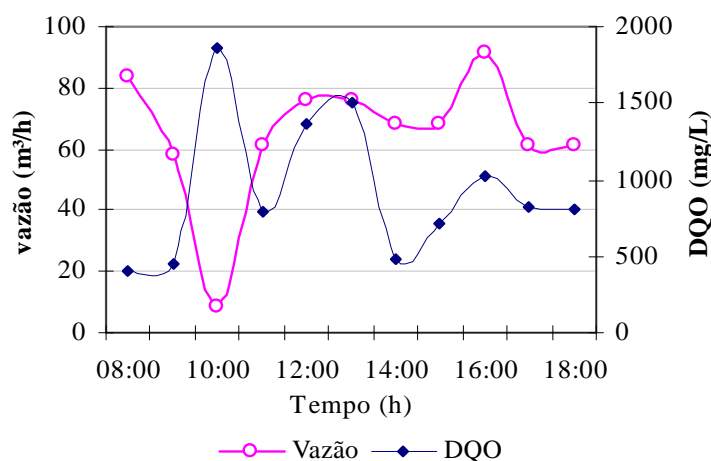
## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE BRUTO DURANTE UM DIA TÍPICO

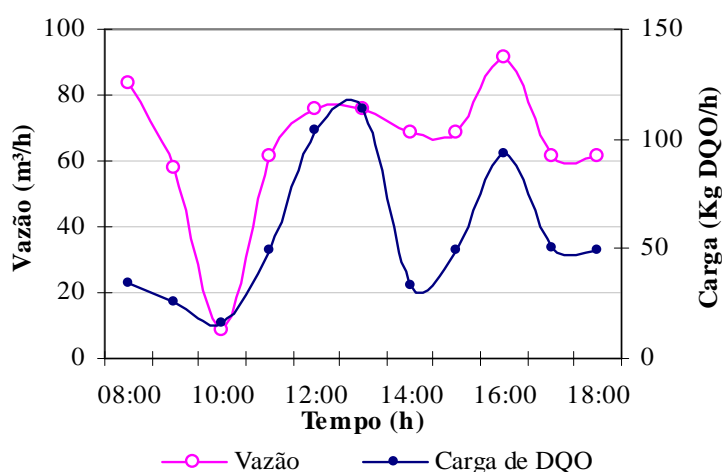
Com o propósito de conhecer o perfil típico do despejo da indústria, realizou-se no início da pesquisa coletas de amostras com intervalo de tempo de uma hora, determinando temperatura do efluente, pH, vazão e DQO. O período de funcionamento da fábrica é de 24 horas, porém à noite, a geração de efluentes é mínima, motivo pelo qual não houve o monitoramento dessas variáveis neste horário.

Os dados apresentados na Figura 1 demonstram a variação da vazão em função do tempo, onde a vazão mínima foi de 3,5 m<sup>3</sup>/h e a máxima de 91,3 m<sup>3</sup>/h. A queda brusca na vazão foi consequência de problemas técnicos que resultou na parada do envase. Pode-se verificar ainda na Figura 1 que no momento de menor vazão, às 10:00, o teor de DQO foi máxima uma vez que o despejo encontrava-se mais concentrado recebendo descargas apenas da fabricação. A DQO máxima e mínima foi de 1858 mg/l e 407 mg/l, respectivamente.

É possível verificar na Figura 2, como a carga de DQO variou em função do tempo e da vazão, e se percebe relação entre a carga orgânica e a vazão afluente.



**Figura 1:** Perfil da vazão e DQO em função do tempo.



**Figura 2:** Perfil da carga de DQO e vazão em função do tempo.



As variações da temperatura ao longo do tempo são apresentadas na Figura 3, na qual é possível verificar a variação de 26,6 a 32,4°C. Os picos são provenientes de efluente da lavadora de garrafas que trabalha com temperaturas elevadas. Pode ser observado também na Figura 3, que às 10:00 ocorreu a menor temperatura (26,6°C), neste momento houve interrupção do envase (parada na lavadora de garrafas), motivo pelo qual provavelmente a temperatura diminuiu.

Os dados apresentados na Figura 4 revelam a grande flutuação do pH durante o dia, com valores variando de 7 a 10,8. Isto se deve a descargas de água de lavagem de equipamentos contendo hidróxido de sódio, despejos de cerveja, etc.

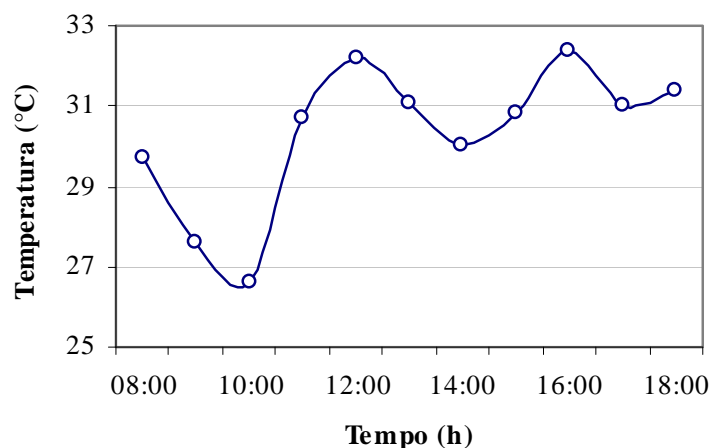


Figura 3: Perfil da temperatura em função do tempo

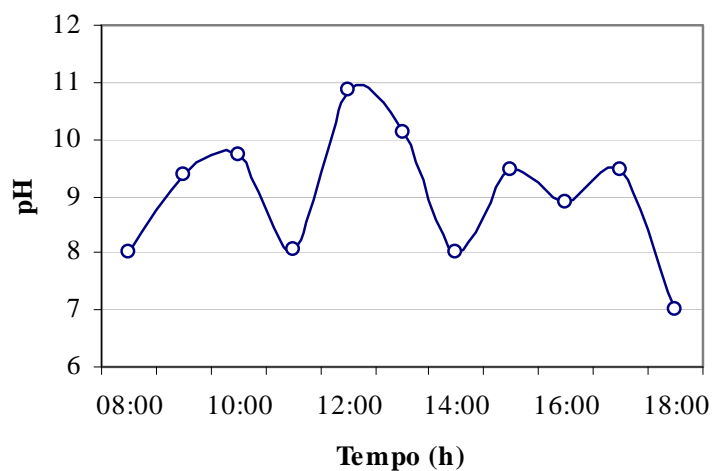


Figura 4: Perfil do pH em função do tempo.

## CARACTERIZAÇÃO DO AFLUENTE BRUTO DA INDÚSTRIA DURANTE O PERÍODO DE ESTUDO

Na Tabela 2 são apresentados os valores máximos, mínimos, médios e desvios padrões dos parâmetros observados para o efluente bruto.



Tabela 2 – Variação da qualidade do efluente bruto

Parâmetro	Unidade	Faixa de variação	média	Desvio Padrão
Temperatura °C		26,6 – 33,4	30,8	2,6
Ph		6,4 – 10,8	.....	....
Alcalinidade	mgCaCO <sub>3</sub> /L	38 – 177	91	60
Vazão	m <sup>3</sup> /h	8,5 – 133	91,1	45,1
DQO Total	mg/L	396 – 1858	1060	599,8
DQO Solúvel	mg/L	350 – 1276	748	386
DBO Total	mg/L	354 – 1177	626	380
DBO Solúvel	mg/L	302 – 1025	533	332
NTK	mg N /L	5 – 18	11	5,7
Fósforo total	mg P /L	0,00 – 1,53	0,93	0,82
ST	mg/L	396 – 840	650	188
SVT	mg/L	229 – 586	410	165
SST	mg/L	6 – 120	44	53
SSV	mg/L	4 – 58	21	25
SDT	mg/L	384 – 720	606	157
SDV	mg/L	225 – 581	389	159

A matéria orgânica expressa como DQO e DBO<sub>5</sub>, total e solúvel no esgoto bruto, apresentou-se muito variável durante o período de análise decorrente da rotina operacional da indústria, como descarte da fabricação de mosto, maturação e filtração.

Os valores de DQO e DBO<sub>5</sub> solúvel demonstram que a maior parte da matéria orgânica do afluente bruto está na forma solúvel. Os valores médios de DQO e DBO<sub>5</sub>, quando comparado ao esgoto doméstico, permite-nos classificá-lo como esgoto de concentração forte, de acordo com JORDÃO (2005).

Observa-se nas concentrações de sólidos que a maior parte deste no efluente bruto está em solução, sendo que 93 % dos ST e 95 % dos SV, respectivamente estão na forma dissolvida. Esses valores confirmam o que já fora dita no item anterior, onde a maior parte da matéria orgânica encontra-se na forma solúvel.

Os baixos teores de nutrientes já eram esperados, uma vez que os efluentes de cervejaria de forma geral são carentes em nutrientes, e as concentrações obtidas podem ser provenientes do esgoto dos sanitários e do refeitório.

As medidas de temperatura variaram de 31 a 33°C, que pode ser decorrente da adição da água da lavadora de garrafas.

Houve grande variação das concentrações de pH e alcalinidade, que podem ter sido decorrente de descargas de água de lavagem de equipamentos contendo hidróxido de sódio, ou despejos de cerveja.

## CONCLUSÕES

Com o presente estudo verificou-se que a vazão na indústria apresenta grande variação e que no período em que ocorriam menores valores de vazão a concentração de matéria orgânica era elevada, uma vez que o efluente não estava sendo diluído pela água residuária proveniente do pasteurizador e da lavadora de garrafas.

Observou-se também que os picos de temperatura ocorrem, no entanto sempre inferiores as temperaturas nocivas ao tratamento anaeróbio.



A matéria orgânica expressa como DQO e DBO<sub>5</sub>, total e solúvel no esgoto bruto, apresentou-se muito variável durante o período de análise decorrente da rotina operacional da indústria, como descarte da fabricação de mosto, maturação e filtração. Os valores de DQO e DBO<sub>5</sub> solúvel demonstram que a maior parte da matéria orgânica do afluente bruto está na forma solúvel.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. BRAILE, P. M., CAVALCANTI, J.E.W.A., Manual de tratamento de águas industriais. Local: CETESB, 1979, 763 p.
2. CLESCERI, L. S; GREENBERG, A. E; EATON, A. D. (Eds.). Standard methods for the examination of water and wastewater. 20. ed., Washington, APHA, -WEF, 1998.
3. NUNES, J.A. Tratamento físico-químico de águas residuárias industriais. 4 ed. revista e ampliada. Aracajú: Gráfica Editora J. Andrade, 2004.
4. OLIVEIRA, C. S, Parâmetros de controle no processamento da cerveja para obtenção de um produto de boa qualidade. 57f. Monografia (graduação) Faculdade de Engenharia dos Alimentos, Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2003.