

ANÁLISE QUANTITATIVA DA BIODEGRADABILIDADE DE RESÍDUOS ORGÂNICOS DESCARTADOS NO PROCESSO DE PRODUÇÃO DE CERVEJA PARA PRODUÇÃO DE BIOGÁS

Maria Laiz de Fátima Cabral Pontes (*), Keliana Dantas Santos, Thiago Roque dos Santos Sousa

* Instituto Federal da Paraíba. E-mail: marialaizcp@hotmail.com

RESUMO

Os efluentes gerados na indústria de bebidas apresentam elevadas cargas orgânicas, fazendo-se necessário um alto grau de tratamento da água de processo, antes de retorná-la à natureza. Esse efluente provém de diversas etapas da indústria, dentre elas: Lavagem (garrafas, equipamentos, pisos e tubulações), esgotos sanitários dos funcionários, das águas de sistemas de resfriamento e dos descartes de produtos químicos como soda cáustica, ácidos, entre outros. Pela preocupação com a contaminação do meio ambiente e para o atendimento à legislação, as indústrias de bebidas implementam medidas para minimizarem os efeitos contaminantes dos resíduos e seu processo produtivo. O objetivo deste estudo foi determinar o grau de biodegradabilidade do efluente gerado por uma indústria de bebidas de cerveja. A coleta do efluente se deu mensalmente em uma indústria de cerveja localizada no Distrito Industrial de João Pessoa, em seus respectivos setores de produção por um período de doze meses. As amostras foram analisadas de acordo com as metodologias do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. A avaliação dessa tecnologia, utilizadas comumente em indústrias de bebidas mostrou-se bastante positiva e apresentou um efetivo tratamento com elevadas eficiências de remoção de matéria orgânica.

PALAVRAS-CHAVE: Biodegradabilidade, Meio Ambiente, Efluente.

INTRODUÇÃO

A água captada para abastecimento de uma cidade é armazenada em reservatórios de distribuição, posteriormente é enviada para tanques e caixas d'água da empresa fornecedora de água e conseqüentemente para casas, edifícios e indústrias. Antes de voltar à natureza, após o consumo humano ela é convenientemente tratada para evitar ou reduzir os danos ao homem e ao ambiente, assim como possibilitar o reuso do efluente tratado.

Toda Estação de Tratamento de Efluente, seja ela de esgoto doméstico ou industrial, necessita devolver ao meio ambiente o seu efluente tratado e dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente. No que diz respeito ao segmento industrial de bebidas, a origem dos efluentes provém das etapas de lavagem (vasilhames, das tubulações, equipamentos ou da instalação em sie pisos), das águas de sistemas de resfriamento, das águas utilizadas diretamente no processo industrial ou incorporadas ao produto, do descarte de produtos defeituosos ou retornados do mercado e dos esgotos sanitários dos funcionários (SANTOS e RIBEIRO, 2005).

Tendo em vista esta problemática, este trabalho tem como objetivo a determinação do teor de biodegradabilidade de compostos orgânicos do efluente de uma indústria de cerveja, testando sua eficiência e se os parâmetros estão dentro do que determina o CONAMA nas resoluções nº 357/05 e nº 430/11.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os efluentes industriais variam de acordo com a função, setor, processos adotados, custos das matérias primas e outros insumos, do regime de trabalho da mão de obra empregada, na própria indústria devem ser feitas análises físico químicas e microbiológica com intuito de ter mais representatividade de informações sobre seus efluentes. (TELLES; GÔIS, 2013)

De acordo com (SANTOS e RIBEIRO, 2005) uma indústria de cerveja deve seguir normas específicas para o tratamento do efluente e lança-los em corpo receptor. Para seguir normas e garantir uma qualidade do efluente desejável a indústria deve-se realizar análises físico-químicas a fim de verificar as conformidades do efluente de acordo com legislação vigente.

Esse efluente provém de diversas etapas da indústria, dentre elas: Lavagem (garrafas, equipamentos, pisos e tubulações), esgotos sanitários dos funcionários, das águas de sistemas de resfriamento e dos descartes de produtos químicos como soda cáustica, ácidos, entre outros. Pela preocupação com a contaminação do meio ambiente e para o atendimento à legislação, as indústrias de bebidas implementam medidas para minimizarem os efeitos contaminantes dos resíduos e seu processo produtivo. O tratamento biológico é bastante utilizado, visto que seus efluentes são essencialmente orgânicos. O tratamento anaeróbio tornou-se economicamente atrativo com o desenvolvimento de processos de altas cargas orgânicas.

No processo de tratamento anaeróbio ocorre a fermentação que tem por finalidade a remoção de matéria orgânica, a formação de biogás e a produção de lodos mais ricos em nutrientes, tornando-se uma atraente alternativa para alguns tipos de efluentes industriais. (SPANJERS, 2005 *apud* SANTOS, 2006).

A digestão anaeróbia é uma reação bioquímica realizada basicamente em três estágios, por diversos tipos de bactérias, na ausência de oxigênio. O grupo de bactérias fundamentais nesse processo é o grupo de bactérias metanogênicas, que atuam na última etapa, formando o metano. Primeira Etapa – a matéria orgânica é convertida em moléculas menores pela ação de bactérias hidrolíticas e fermentativas. As hidrolíticas transformam proteínas em peptídeos e aminoácidos, polissacarídeos em monossacarídeos, gorduras em ácidos graxos, pela ação de enzimas extracelulares, como a protease, a amilase e a lipase. Depois as bactérias fermentativas transformam esses produtos em ácidos solúveis (Ex. ácido propiônico e butírico), álcoois e outros compostos. Nessa etapa, também se forma dióxido de carbono (CO₂), gás hidrogênio (H₂) e ácido acético (CH₃COOH). Segunda Etapa – as bactérias acetogênicas transformam os produtos obtidos na primeira etapa em ácido acético (CH₃COOH), hidrogênio (H₂) e dióxido de carbono (CO₂). Essas bactérias são facultativas, ou seja, elas podem atuar tanto em meio aeróbio como anaeróbio. O oxigênio necessário para efetuar essas transformações é retirado dos compostos que constituem o material orgânico. Terceira Etapa – a última, na produção de biogás: formação de metano. As bactérias metanogênicas, as que formam o metano, transformam o hidrogênio (H₂), o dióxido de carbono (CO₂) e o ácido acético (CH₃COOH) em metano (CH₄) e (CO₂). Essas bactérias são obrigatoriamente anaeróbias e extremamente sensíveis a mudanças no meio, como temperatura e pH. As bactérias envolvidas na formação do biogás atuam de modo simbiótico. As bactérias que produzem ácidos geram os produtos que serão consumidos pelas bactérias metanogênicas. Sem esse consumo, o acúmulo excessivo de substâncias tóxicas afetaria as bactérias produtoras de ácidos (SANTOS, 2006).

O reator anaeróbio de circulação interna ou Reator IC, tem a função de promover a transformação da matéria orgânica presente no despejo em biogás e lodo excedente, diminuindo consideravelmente o poder de poluição.

Sua principal qualidade é a separação do biogás do efluente, onde no topo do reator o efluente retorna internamente, procedimento este que lhe confere o nome. O Reator IC é formado por um tanque cilíndrico, na posição vertical, altura variando de 16 a 25 metros e diâmetro variando de 1 a 11,5 metros. O reator tem cinco características próprias: Zona de mistura, que ocorre no primeiro contato do efluente com o reator, iniciando assim o processo de digestão anaeróbia; zona de leito expandido que é o processo de onde o efluente irá fluir ascendente; zona de polimento que são zonas de separação a fim de evitar que ocorra a perda do lodo anaeróbio e auxiliando na separação do sólido e líquido; e o sistema de recirculação que é interna e controlada pela vazão de biogás produzida no reator e não é necessária utilizar uma bomba, isso indica que a vazão de recirculação depende da DQO do efluente de entrada, um dos parâmetros físico-químicos de monitoramento do efluente descartado (CHERNICHARO, 1997).

A Biodegradabilidade é a degradação molecular das cargas orgânicas, resultante de uma ação complexa dos organismos vivos do meio ambiente, e é um parâmetro que define se o efluente gerado pode ser degradado por seres vivos e convertidos em compostos simples, não nocivos ao meio ambiente como água e CO₂. A biodegradabilidade avalia todo o trabalho de controle de descarte gerado e o valor mínimo exigido na indústria de cerveja é de 75%, caso não atinja o valor exigido implicará que não há um trabalho consistente implementado no local e que poderá afetar o funcionamento do Reator IC (VON SPERLING, 1996).

METODOLOGIA

A coleta do efluente se deu mensalmente em uma indústria de cerveja localizada no Distrito Industrial de João Pessoa, em seus respectivos setores de produção. As amostras foram analisadas de acordo com as metodologias do Standard *Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA et al., 1995).

A proposta do sistema de ensaio de biodegradabilidade (Figura 1) funcionará da seguinte forma: Um banho-maria de 35cm x 40cm, no qual ficará imerso em água a uma temperatura de 33°C à 35°C um franco fermentador de 2L contendo lodo anaeróbio e efluente (que será colocado no sistema). O gás irá percorrer por uma mangueira saindo do balão volumétrico de fundo chato para o kitassato de 1L que irá conter uma solução de hidróxido de potássio a 50% com a função de filtrar alguns gases não necessários no teste. Depois o gás irá passar para a proveta de 2L na posição invertida contendo água e empurrará a água onde anotaremos o valor gasto a cada hora. Junto com o efluente serão introduzidos reagentes para tamponar a amostra, serão: Bicarbonato de sódio NaHCO₃; fosfato de potássio monobásico KH₂PO₄; fosfato de potássio dibásico K₂HPO₄ e cloreto de amônia NH₄Cl.

Será inserido uma vez por semana 1,6 L do efluente coletado onde no final será analisado através do seguinte cálculo: Produção total de gás gerada no teste (mL CH₄) / Produção teórica de gás (mL CH₄) x 100. O valor da produção teórica dá-se pela DQO do efluente x 0,38 (valor de conversão do teste, que considera para cada 1 grama de DQO a carga orgânica produz 0,38L de CH₄) x volume útil do balão volumétrico de fundo chato.

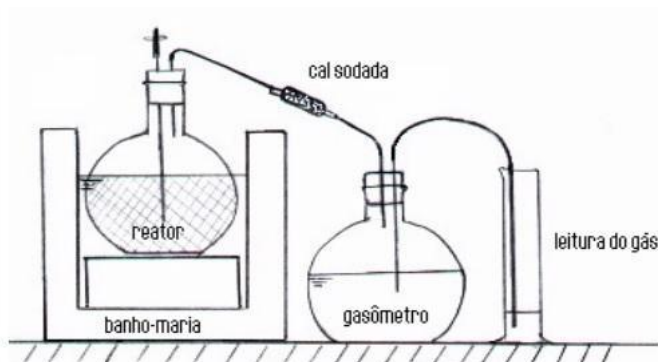


Figura 1: Sistema de Ensaio de Biodegradabilidade do Efluente. Fonte: Autora do Trabalho

Foram coletadas amostras de quatro diferentes pontos relacionados à etapas distintas da fabricação da cerveja, dentre esses pontos serão: Brassagem - tem como característica o descarte de produtos alcalinos como soda cáustica; Adegas - em seu processo irá gerar um descarte mais ácido com produtos químicos como ácido nítrico e fosfórico e divosan forte; Filtração - descarta produtos também ácidos e também resíduos de cervejas (alta carga orgânica) e Packaging - é a parte de produção da fábrica onde ocorre o envase da cerveja gerando descarte de rejeitos ou produtos com má formação.

RESULTADOS

As coletas foram realizadas mensalmente no período de janeiro a dezembro de 2015, abrangendo amostras do período de produção anual da indústria. As análises foram monitoradas por um período de cinco dias e com medições a cada 8h. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Análises de Água do Instituto Federal da Paraíba, *campus* João Pessoa, baseadas em metodologias analíticas preconizadas pelo *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

No primeiro momento foi montado do sistema de ensaio de biodegradabilidade (Figura 2) para a realização das análises em laboratório, este por sua vez, foi diferenciado da ideia inicial, uma vez que foi inserido tubo que liga o balão volumétrico de fundo chato e o kitassato, onde foi filtrado os gases que não seriam necessários para análise e produção de CH_4 .



Figura 2: Sistema de Ensaio de Biodegradabilidade do Efluente. Fonte: Autora do Trabalho

Alguns parâmetros possuem uma significância maior no monitoramento de reatores anaeróbios por ser um indicativo da eficiência do estágio operacional e de alterações externas ou internas dos processos que ocorrem no seio do reator. Pode-se destacar a alcalinidade, o pH, os ácidos graxos voláteis (AGV's) e a temperatura como os fatores mais preponderantes. (SERENO FILHO *et al*, 2013).

Portanto, para manter a qualidade da pesquisa, a temperatura ambiente do laboratório se deu torno de 23°C, uma vez que a pesquisa foi desenvolvida na região do nordeste brasileiro, onde as temperaturas ultrapassam 30°C, comprometendo

assim, o controle de qualidade das análises. No entanto, para maior controle e eficácia da pesquisa, as temperaturas do reator foram monitoradas três vezes ao dia. No interior do reator a temperatura ideal para é de 33°C a 35°C. O gráfico abaixo mostra os resultados obtidos na análise do teor de biodegradação do efluente da indústria de cerveja.

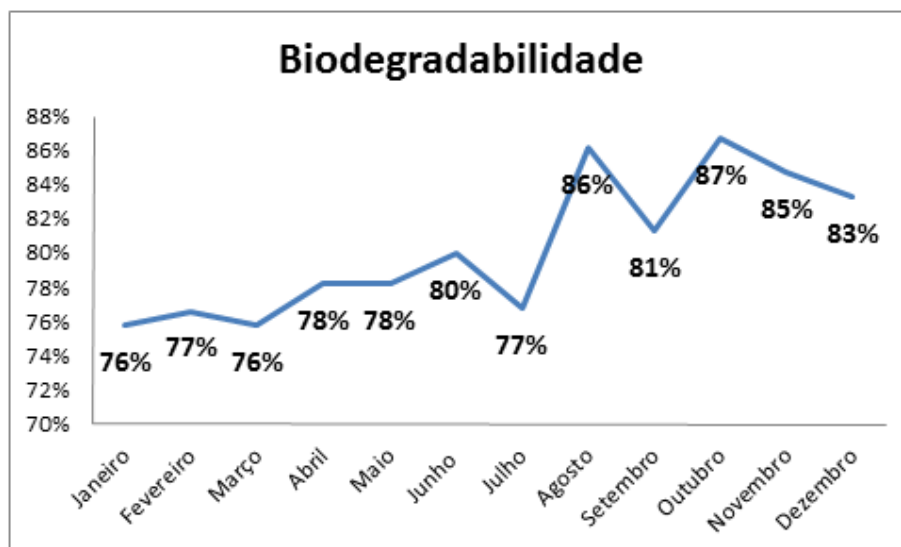


Figura 3: Gráfico do teor da biodegradabilidade do efluente

As análises possuem uma margem de erro de 2% para mais ou para menos. Portanto, analisando o gráfico o teor de biodegradabilidade entre os meses de janeiro a junho, permanecem em escala crescente de 76% a 80%, onde sofre uma pequena queda e aumenta para 86%. Nos meses de agosto a dezembro obtiveram-se mais de 80% de biodegradação, chegando ao pico de 87% no mês de outubro.

Os efluentes gerados na indústria de cerveja são ricos em carga orgânica, com isso, de acordo com a legislação vigente, o teor de biodegradabilidade deste tipo de amostra, necessita-se mínimo de 75%. Analisando os resultados observa-se elevadas eficiências médias de do teor de biodegradabilidade oscilando entre 76% e 87%, atendendo por sua vez aos padrões ambientais do órgão ambiental local, entretanto, oscilações no sistema são causadas também pelas variações da qualidade do efluente ou problemas ligados ao processo de análise.

CONCLUSÃO

A avaliação dessa tecnologia, é geralmente empregada em indústrias de bebidas de grande porte mostrou-se bastante positiva e apresentou um efetivo tratamento com elevadas eficiências de remoção de matéria orgânica, com teor de biodegradabilidade compatíveis com as exigências ambientais legais atuais. O tratamento anaeróbico no vem como uma alternativa viável ao tratamento de efluente de indústrias de bebidas. Para que haja sucesso no processo, há necessidade do comprometimento de todos os setores industriais para viabilizar o lançamento de resíduos na rede de esgotos interna, como garantia de sua gestão, minimizando assim impactos e aumentando a eficiência no tratamento deste efluente. O mau gerenciamento de estações de tratamento podem tornar-se uma fonte potencialmente poluidora, comprometendo a qualidade ambiental do efluente final para o corpo receptor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA (American Public Health Association). Standard Methods for Examination of Water And Wastewater. 20.ed. Washington: American Public Health Association, p.1268, 1998.
2. CHERNICHARO, CARLOS AUGUSTO DE LEMOS. Reatores anaeróbios. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 1997.
3. NUVOLARI, A. Esgoto sanitário: coleta, transporte, tratamento e reuso agrícola. São Paulo: editora Blucher,2003
4. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430/11. Das Condições e Padrões para Efluentes de Sistemas de Tratamento de Esgotos Sanitários, art. 5. SEMA 2011.

5. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357/05. Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional. Brasília, SEMA, 2005.
6. SANTOS, M.S.; RIBEIRO, F.M. Cervejas e refrigerantes. São Paulo: CETESB, 2005.58p. Disponível em:<<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em 10/12/2015.
7. SERENO, J. A.; SANTOS, A. F. M. S.; BAHE, J. M. C. F.; GOBBI, C. N.; LINS, G. A.; ALMEIDA, J. R. Tratamento de Efluentes da Indústria de Bebidas em Reator Anaeróbio de Circulação Interna (IC). Rio de Janeiro: UERJ. 2013
8. TELLES, DIRCEU A.; GÔIS, SOUZA J. Uso da água e Suas Características in: TELLES(Org.). D.A. Ciclo ambiental da água: da chuva a gestão. São Paulo: Blucher, 2013.P.185
9. VON SPERLING, M. Lagoas de estabilização. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 1996