

CARACTERIZAÇÃO E TRATAMENTO FÍSICO-QUÍMICO DE EFLUENTE DE INDÚSTRIA METAL-MECÂNICA¹

CHARACTERIZATION AND PHYSICOCHEMICAL TREATMENT OF AN EFFLUENT

Manuela da Silva Guterres², Joana Bratz Lourenço³ e Cristiano Rodrigo Bohn Rhoden⁴

RESUMO

Entre os setores que movimentam o agronegócio brasileiro encontram-se as indústrias de fabricação de máquinas e implementos agrícolas, as quais geram efluentes que podem trazer riscos ao meio ambiente e à saúde humana, pois alguns têm componentes recalcitrantes, sólidos dissolvidos e produtos químicos. Nesse contexto, no presente estudo, apresenta-se uma análise do efluente da cabine de pintura de uma indústria metalúrgica, o qual foi caracterizado e posteriormente tratado a fim de atender alguns dos parâmetros impostos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente, sendo eles pH (5-9), teores de ferro (15 mg/L), níquel (2 mg/L) e zinco (5 mg/L). Adicionalmente, a turbidez e a cor foram medidas de forma a se obter uma análise quantitativa da eficiência do tratamento do efluente em termos visuais. Verificou-se que o pH do efluente bruto era de 6,20, já atendendo aos valores permitidos na legislação. Por meio do método de precipitação química, trataram-se 500 mL de efluentes, utilizando 0,06 g de sulfato de alumínio em meio básico (pH previamente ajustado para 8,53, pela adição de 0,04 g de hidróxido de sódio). Com isso, houve uma diminuição da cor, de 134,33 Pt-Co para 54,60 Pt-Co, bem como da turbidez, de 39,53 UNT para 11,76 UNT. Pela detecção dos elementos metálicos tóxicos, utilizando absorção atômica, o efluente bruto apresentou valores compatíveis aos permitidos e uma diminuição após o tratamento. Dessa forma, o método de precipitação química pode ser utilizado de forma a melhorar as características do efluente, diminuindo sua nocividade.

Palavras-chave: agroindústria, descarte, efluente industrial, precipitação química.

ABSTRACT

Among the sectors that belong to the Brazilian agribusiness are the manufacture industries such as agricultural machinery and implements, which generate effluents that can cause risks to the environment and human health, and may contain recalcitrant components, dissolved solids and chemicals. In this context, the present study shows an analysis of the paint booth effluent from a metallurgical industry which was characterized and subsequently treated to attend to some parameters imposed by the National Council for the Environment, as pH (5 -9), iron (15 mg/L), nickel (2 mg/L) and zinc (5 mg/L). In addition, turbidity and color were measured in order to obtain a quantitative efficiency analyses of the effluent treatment in visual terms. It was verified that the pH of the gross effluent was 6.20, already meeting the value allowed in the legislation. Through the chemical precipitation method, 500 ml of effluents were subjected to 0.06 g of aluminum sulphate in a basic medium (pH previously adjusted to 8.53, through the addition of 0.04 g of sodium hydroxide). With this, there was a decrease in color, from 134.33 Pt-Co to 54.60 Pt-Co, as well as turbidity, from 39.53 NTU to 11.76 NTU. Through the detection of toxic metallic elements, with the use of atomic absorption, the gross effluent presented

¹ Trabalho oriundo de Estágio Supervisionado.

² Acadêmica do curso de Engenharia Química - Universidade Franciscana. E-mail: manuelagtrrs@gmail.com

³ Orientadora. Docente do curso de Engenharia Química - Universidade Franciscana. E-mail: lourenco.joanab@gmail.com

⁴ Coorientador. Docente do curso de Engenharia Química - Universidade Franciscana. E-mail: cristianorbr@gmail.com

compatible values to that allowed a diminution after the treatment. In this way, the chemical precipitation method can be used to improve the effluent characteristics, reducing its harmfulness.

Keywords: *agribusiness, waste, industrial effluent, chemical precipitation.*

INTRODUÇÃO

A indústria de máquinas agrícolas e implementos tem suma importância no Brasil, principalmente para o estado do Rio Grande do Sul. No estado, em termos de distribuição geográfica, destaca-se o destino das empresas para a Região Noroeste, na qual se formou o principal centro produtor de máquinas e implementos agrícolas devido à atribuição de ambiente econômico propício para a atividade (CASTILHOS, 2008).

Entre os principais problemas globais atuais destaca-se a poluição do meio ambiente, contexto em que o efluente industrial é identificado como um contribuinte relevante (LAXMESHWAR et al., 2018). Nesse cenário, nota-se que, ao longo das etapas realizadas na indústria de máquinas e implementos agrícolas, geram-se resíduos perigosos (FAZENDA, 2009) e dispõem de águas residuais ou efluentes com características que impedem seu reaproveitamento (CAVALCANTI, 2012). Muitos despejos industriais com agentes causadores de mutações gênicas e alterações cromossômicas são lançados ao ambiente sem tratamento prévio (STELUTE, 2012) e, quando despejados em corpos d'água, são posteriormente utilizados para irrigação de culturas (SARANRAJ; STELLA, 2014). Esses despejos industriais também podem conter contaminantes não biodegradáveis, como os elementos metálicos tóxicos, conhecidos pelo poder deletério ao meio ambiente e à saúde pública (FU; WANG, 2011). Cavalcanti (2012) e Laxmeshwar et al. (2018) denotam que tais efeitos tóxicos podem afetar tanto a deterioração do solo quanto a saúde humana. Um estudo realizado por Pollo et al. (2010) descreve a importância sobre a questão ambiental que afeta economicamente a gestão de uma indústria de máquina agrícola.

Por isso, é fundamental monitorar a qualidade do efluente de modo a verificar parâmetros físicos, químicos e biológicos que podem causar efeitos danosos ao meio ambiente e à saúde humana. A adequação dos rejeitos para a agricultura e o reaproveitamento devem seguir normativas que estabelecem os requisitos mínimos necessários para seu reuso ou descarte adequado. Dessa forma, são utilizados diferentes métodos físico-químicos que permitem determinar, entre inúmeros parâmetros, o pH, a cor, a turbidez (LAXMESHWAR et al., 2018) e a concentração de íons de zinco, cobre e níquel no efluente em diferentes etapas, que vão desde a geração até o tratamento final (FU; WANG, 2011). No Brasil, o órgão federal responsável pela definição dos parâmetros limitantes de efluentes é o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), vinculado ao Ministério do Meio Ambiente.

Logo, é necessário utilizar métodos de tratamento que reduzem ou eliminam os contaminantes de efluentes industriais, tais como os contaminantes inorgânicos e elementos metálicos (BARROS; MELO; NETO, 2018). A remoção de contaminantes presentes em despejos industriais

ocorre por meio de operações unitárias, por métodos físicos, químicos e biológicos, aplicadas isoladamente ou em combinações (CAVALCANTI, 2012). Nesse contexto, no presente estudo, tem-se como objetivo realizar o tratamento do despejo industrial de uma empresa de máquinas e implementos agrícolas localizada no noroeste do estado do Rio Grande do Sul e verificar as condições e os padrões para o lançamento de efluente antes e após o tratamento, conforme a Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011, do CONAMA.

MATERIAL E MÉTODOS

Para este trabalho, amostras do efluente da cabine de pintura foram escolhidas para serem tratadas. Foram coletados 500 mL do efluente, diretamente no seu local de geração, armazenados em frascos de polietileno e guardados em geladeira para conservação. Utilizou-se tratamento químico, conforme Cavalcanti (2012), para a remoção dos sólidos em suspensão e coloidais, bem como metais tóxicos, por meio da modificação por reação das estruturas de compostos orgânicos presentes. Para isso, foi realizada a adição de hidróxido de sódio para ajustar o pH para básico (entre 5 e 9) e, posteriormente, adicionou-se sulfato de alumínio para a promoção do processo de coagulação.

Foram escolhidos como parâmetros de análise o pH (Peagâmetro PHH07011 - OMEGA®/Brasil), a turbidez (Turbidímetro TUR - Digimed®/Brasil) e a cor (Colorímetro COR - Digimed®/Brasil). Para isso, os testes foram realizados no Laboratório de Microbiologia da Universidade Franciscana (UFN).

A determinação da concentração de metais foi realizada em um Espectrofotômetro de Absorção Atômica (Agilent Technologies, 240 FS AA), na Central Analítica do Curso de Engenharia Química da Universidade Federal de Santa Maria, utilizando lâmpadas específicas para os íons ferro (Fe), níquel (Ni) e zinco (Zn), conforme a disponibilidade do equipamento. Foram utilizadas lâmpadas de cátodo oco (HCl) e mistura de gases (C₂H₂/ar atmosférico).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

CORREÇÃO DO pH PARA O PROCESSO DE COAGULAÇÃO

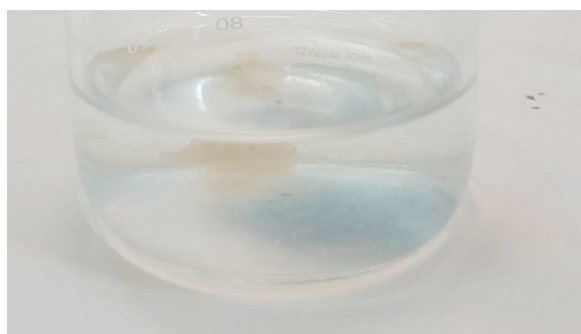
Por meio de um peagâmetro, pôde-se verificar o valor de pH do efluente bruto, sendo de caráter ácido, a 6,20. Utilizou-se hidróxido de sódio (NaOH - *Synth*; Pureza 97,0%) como agente neutralizante. Segundo Cavalcanti (2012), a soda cáustica quando empregada como agente tem como principais vantagens a alta capacidade de reação, a uniformidade como reagente, além de possibilitar melhor sensibilidade na adoção de equipamentos automáticos de dosagem e controle. Visando ao próximo método para coagulação da amostra, o pH para referência a ser atingido encontra-se na faixa de 5 a 8, sendo que a maioria dos metais são solúveis a pH abaixo de 10 e irão precipitar se o meio estiver

alcalino (ALVEZ, 2017; DA SILVA; LOURENÇO; CORTES, 2017). Logo, para o ajuste de pH, foi adicionada a dosagem de 0,04 gramas de NaOH, alcançando-se um pH de 8,53.

PROCESSO DE COAGULAÇÃO DA BORRA

O sulfato de alumínio ($\text{Al}_2\text{SO}_4 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$ ou $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, Synth, Pureza 97,0%) é utilizado como coagulante primário para formação de precipitação química a qual irá remover o material em suspensão contido no resíduo (CAVALCANTI, 2012). Posteriormente ao ajuste do pH com NaOH, adicionou-se 0,06 g de sulfato de alumínio na amostra. Na figura 1, observa-se a geração de precipitado após cinco dias da dosagem. Após a formação do precipitado, a amostra foi filtrada, separando a parte sólida da líquida. A amostra líquida então foi submetida a testes de padrão de lançamento de despejo industriais para identificar a qualidade do efluente após o tratamento em conformidade com a Resolução 430/11 (BRASIL, 2011).

Figura 1 - Amostra após cinco dias da dosagem de sulfato de alumínio.



Fonte: construção do autor.

CONDIÇÃO E PADRÕES PARA LANÇAMENTO DE EFLUENTE

A fim de atender à Legislação para as condições de lançamento em corpos hídricos, foram selecionados alguns parâmetros para análise, sendo estes a cor, a turbidez e o pH. Apenas o pH é definido na resolução do CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011 (BRASIL, 2011). A cor e a turbidez eram consideradas parâmetros a serem atendidos no Capítulo IV da Resolução nº 357 de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005), revogada pela Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011. De qualquer forma, sua análise foi realizada de forma a apresentar valores da eficiência do tratamento do efluente para efeitos visuais na amostra. A unidade de cor é relativa a uma escala de Platina e Cobalto (Pt-Co). O turbidímetro é por Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT). A leitura desses parâmetros foi realizada para o efluente bruto e após o tratamento, com ajuste de pH utilizando hidróxido de sódio e precipitação química com sulfato de alumínio. Os resultados são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Padrões de lançamentos e efluente estudado.

Parâmetros	Legislação (valores permitidos)	Efluente sem tratamento (bruto)	Efluente após tratamento
Turbidímetro (UNT)	-	39,53 ± 0,40	11,76 ± 0,25
Colorímetro (Pt-Co)	-	134,33 ± 1,15	54,60 ± 0,53
pH ¹	5 - 9	6,20	7,79

¹BRASIL (2011).

Fonte: construção do autor.

Observa-se que o método de precipitação química, além de remover o material em suspensão contido na amostra, foi eficiente em melhorar o aspecto visual do efluente, principalmente em relação à cor. O ajuste do pH com hidróxido de sódio permitiu o alcance do parâmetro estipulado na legislação. Os resultados obtidos na quantificação dos metais propostos para este estudo são comparados aos valores da legislação, conforme tabela 2. Nota-se que os limites de detecção ao efluente bruto já estava abaixo dos valores permitidos pela legislação e, após o tratamento, pode-se identificar a vantagem do método utilizado, diminuindo as quantidades de metais tóxicos na amostra.

Tabela 2 - Padrões para lançamento de efluente e resultados obtidos.

Metais	Legislação ¹	Efluente sem tratamento (bruto)	Efluente após tratamento
Fe dissolvido (mg/L)	15,0	1,56	0,33 ± 0,03
Ni total (mg/L)	2,0	0,01	0,06
Zn total (mg/L)	5,0	0,23	0,20 ± 0,00

¹BRASIL (2011).

Fonte: construção do autor.

CONCLUSÃO

Neste estudo, demonstrou-se, por meio de métodos químicos, uma alternativa prática para o gerenciamento de um efluente industrial oriundo de atividades para produção de máquinas e implementos agrícolas. A combinação do processo de adequação do pH e, subsequentemente, o processo de coagulação para formação de um precipitado, foram eficazes na melhoria dos parâmetros analisados neste estudo para a amostra da cabine de pintura recolhida da empresa. A técnica de precipitação por agentes químicos pode ser amplificada a outros parâmetros para adequar o efluente na gestão das águas residuais. Em suma, as atividades desenvolvidas mostraram-se vantajosas pela simplicidade e, diante da atual preocupação ambiental, pode cooperar para a caracterização e adequação dos efluentes industriais.

REFERÊNCIAS

ALVES, L. C. S. et al. Desenvolvimento e aplicação de um sistema de aproveitamento de águas residuais industriais. *Disciplinarum Scientia: Série Ciências Naturais e Tecnológicas*, v. 18, n. 2, p. 369-375, 2017.

BARROS, G. K. G. C.; MELO, R. P. F.; NETO, E. L. B. Removal of copper ions using sodium hexadecanoate by ionic flocculation. *Separation and Purification Technology*, v. 200, p. 294-299, 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 18 de março de 2005. 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. **D.O.U.**, Brasília, n. 053, 18 mar. 2005, p. 58-63. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em: fev. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 430, de 13 de março de 2011. Dispõe sobre condições e padrões de lançamentos de efluentes. Complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **D.O.U.**, Brasília, n. 92, 16 maio 2011, p. 89. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/>>. Acesso em: fev. 2018.

CASTILHOS, C. C. et al. A indústria de máquinas e implementos agrícolas no RS: notas sobre a configuração recente. *Ensaio FEE*, v. 29, n. 2, p. 467-502, jun. 2008.

CAVALCANTI, J. E. W. A. **Manual de tratamento de efluentes industriais**. 2. ed. São Paulo: Engenho, 2012.

DA SILVA, R. L.; LOURENÇO, J. B.; CORTES, C. R. Tratamento de efluentes galvânicos através do uso da precipitação química. In: XXI SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 10, 2017, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Centro Universitário Franciscano, 2017.

FAZENDA, J. M. R. **Tintas: ciência e tecnologia**. 4. ed. São Paulo: Blucher, 2009.

FU, F.; WANG, Q. Removal of heavy metal ions from wastewaters: a review. **Environmental Management**, v. 92, 3. ed., p. 407-418, 2011.

LAXMESHWAR, L. S. et al. Elemental analysis of wastewater effluent using highly sensitive fiber Bragg grating sensor. **Optics and Laser Technology**, v. 105, p. 45-51, 2018.

POLLO, A. R. et al. Gestão Ambiental nas Empresas Produtoras e Máquinas Agrícolas. In: I JORNADA DE PESQUISAS ECONÔMICAS, 11, 2006, Horizontina. **Anais...** Horizontina: FAHOR, 2010.

SARANRAJ, P.; STELLA, D. Impact of sugar mill effluent to environment and bioremediation: a review. **World Applied Sciences Journal**, v. 30, n. 3, p. 299-316, 2014.

STELUTE, L. B. **Gestão Ambiental na Indústria Jonhson Controls**: analisar substâncias presentes nos efluentes industriais e seus efeitos no meio ambiente e na saúde humana. 2012. 42p. Dissertação (Especialização em Economia do Meio Ambiente) - Programa de Educação Continuada em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012. 2012.

