



ISSN: 2230-9926

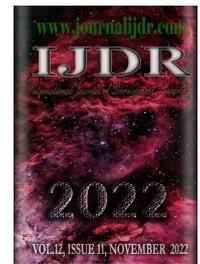
Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 12, Issue, 11, pp. 60649-60652, November, 2022

<https://doi.org/10.37118/ijdr.25852.11.2022>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

ESTUDO PARA AUTOMAÇÃO DE ANÁLISE DE EFLUENTE OLEOSO GERADO PELA OFICINA DE LOCOMOTIVA DA VLI

Tiago Lucas Ferreira^{1*}, Neimar de Freitas Duarte², Vivianne Denise Falcão² and Marcelo Robert Fonseca Gontijo³

¹Mestrando em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental – Instituto Federal de Minas Gerais, Campus Bambuí;

²Docente no Instituto Federal de Minas Gerais, Campus Bambuí; ³Docente da Universidade do Estado de Minas Gerais, Campus Divinópolis

ARTICLE INFO

Article History:

Received 11th September, 2022

Received in revised form

20th September, 2022

Accepted 19th October, 2022

Published online 30th November, 2022

KeyWords:

Tratamento de Efluente Oleoso;
Sustentabilidade; Arduino; Ensaio de pH e
Temperatura.

*Corresponding author:

Tiago Lucas Ferreira

ABSTRACT

A necessidade de controle da qualidade da água é essencial, uma vez que ela é usada ou consumida pelos seres vivos de várias maneiras diferentes. A água é crucial para a sustentabilidade. Por isso as empresas e indústrias passaram legalmente a serem responsáveis pelos seus resíduos gerados, tendo que realizar o tratamento ou terceirizar o mesmo. Neste sentido, o presente artigo tem como objetivo primário descrever um estudo sobre a automação da análise de efluente oleoso gerado pela oficina de locomotiva VLI com aplicação da plataforma Arduino. Além de abordar objetivos específicos tais como: evidenciar os materiais e métodos e relatar os resultados e discussões. Foram realizados testes comparativos, utilizando um pHmetro de bancada e sensores de pH e temperatura desenvolvidos por meio da plataforma Arduino. Foi possível demonstrar que a plataforma Arduino constitui uma alternativa confiável e de baixo custo para controle de pH e temperatura no tratamento de efluentes oleosos.

Copyright©2022, Tiago Lucas Ferreira et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Tiago Lucas Ferreira, Neimar de Freitas Duarte, Vivianne Denise Falcão e Marcelo Robert Fonseca Gontijo. 2022. "Estudo para automação de análise de efluente oleoso gerado pela oficina de locomotiva da VLI", *International Journal of Development Research*, 12, (11), 60649-60652.

INTRODUCTION

De fato, água desempenha papel fundamental para sobrevivência de todos os seres vivos, sendo o bem mais valioso do milênio. Somente quando houve a redução dos recursos hídricos em localidades onde a água era vista com abundância a problemática se tornou digna de atenção. Nos últimos anos, o meio ambiente tem protagonizado discussões não só por parte dos governantes, mas também por organizações e entidades não governamentais, onde, todos têm compartilhado uma única opinião que diz respeito ao fato de unirem-se forças com intuito de torná-lo sustentável para as gerações vindouras. Neste cenário, um fator que coloca em risco a qualidade das águas e a vida dos seres aquáticos é o descarte de efluentes oleosos nas fontes hídricas. Estes efluentes apresentam composição complexa, podendo conter óleo (sintético, vegetal ou mineral), emulsificantes, ácidos graxos, bactericidas, inibidores de corrosão, entre outros compostos químicos (GRYTA, 2001). Diante da evolução tecnológica, atualmente há ferramentas de automação, tais como a plataforma Arduino. O presente artigo mostra soluções simples para automatização de processos de análise de efluentes,

otimizando tempo do funcionário e custo de tratamento de efluente oleoso, podendo ser calibrada a adição de produtos químicos. Neste sentido, o presente artigo tem como objetivo primário descrever um estudo sobre a automação da análise do efluente oleoso gerado pela oficina de locomotiva VLI com aplicação da plataforma Arduino, além de abordar objetivos específicos tais como: evidenciar os materiais e métodos, relatar os resultados e discussões e evidenciar os resultados e discussões.

MATERIAL E METODO

Local de realização da pesquisa: O objeto da pesquisa foi o tratamento de efluente da VLI oficina mecânica de locomotivas localiza em Divinópolis na mesorregião do Centro Oeste de Minas Gerais. A empresa Valor da Logística Integrada (VLI), teve sua transição para gerenciar a oficina de manutenção em Divinópolis em 2010, sendo originalmente uma subsidiária integral da Vale S.A. entrando no lugar da antiga Ferrovia Centro-Atlântica (FCA). A oficina de manutenção de locomotivas em é considerada a maior da América latina, sua unidade é de aproximadamente 55 mil metros

quadrados. Nesta oficina é gerado efluente industrial da lavagem dos vagões, locomotivas e peças, produzindo um volume médio de 608 m³ por mês, que é tratado no próprio local da oficina da VLI. Deste valor tratado é reutilizado 155m³ mensais (SERVCARGO, 2017).

Análise de parâmetros físico-químicos da vli: Na realização dos ensaios de laboratório, foram levados em consideração normas e diretrizes para os testes de pH e temperatura, que são feitos diariamente na empresa VLI. São apresentados na tabela 1, os parâmetros que devem ser seguidos nos resultados laboratoriais.

Tabela 1. Parâmetros de ensaios físico-químico conforme as normas técnicas

Norma	CONAMA	COPAM	NBR
	430/12	01/08	9800/87
Parâmetro	Unid.	Varição	Varição
pH		5~9	6~9
Temperatura	°C	<40	<40

Fonte: CONAMA, COPAM E ABNT.

No equipamento de leitura de pH, a unidade de medida gerada pelo eletrodo submerso é dada em milivolts e assim é transformado no valor da escala de pH (0 a 14). A temperatura é medida a partir de uma característica física correspondente do dispositivo, como uma resistência elétrica ou campo eletromagnético, sendo os resultados convertidos em grau Celsius (°C) (PARRON, 2011).

Automação de análise com arduino: Conforme o site oficial Arduino.cc: "Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em hardware e software fáceis de usar". O código foi criado pelo professor Massimo Banzi na Itália, para ilustrar programação de computador e ser aplicado em projetos de automação e robótica. Na plataforma Arduino pode-se encontrar o software de programação, o ambiente de desenvolvimento integrado (IDE – Integrated Development Environment), e as placas que serão programadas para serem usadas nos projetos.

Sensor de pH e temperatura: No presente trabalho foi utilizado o Sensor de pH – 4502C e Sensor Temperatura 10k ntc 3435, programando nas placas Arduino, onde se pode observar a leitura das análises em tempo real, sem precisar de estar deslocando para o laboratório para realizar os ensaios de pH e temperatura. O Sensor de pH Arduino é um sensor simples e prático desenvolvido especialmente para trabalhar em conjunto com microcontroladores. De maneira simplificada o pH é potencial hidrogeniônico (qualidade de prótons H⁺), podendo apresentar uma solução líquida ácida, neutra ou básica.

Arduino no tratamento de efluente oleoso: As coletas realizadas nas elevatórias de cada setor, foram encaminhadas ao laboratório da VLI para que fossem realizadas as análises com o Arduino e o pHmetro da empresa. Assim foi realizado o mapeamento dos setores da oficina de locomotiva, observando as variações do pH no efluente gerado, podendo-se monitorar a maior divergência do resultado de pH, seguindo os parâmetros da Deliberação COPAM/CERH MG 1/2008 Art. 29 e da Resolução ARSAE-MG 015 01/2012 - NT 187/4, como referência do processo de tratamento de efluente oleoso. A automação das análises de temperatura e pH é aplicada no setor com maior variação no pH, podendo monitorar em tempo real a elevatória e realizar controle do pH antes de ir para a estação de tratamento de efluente. Com o controle do pH das elevatórias, pode ser realizado acionamento das bombas e abertura dos registros, podendo ser misturado um efluente com pH baixo e um pH alto, de modo a chegar à faixa média de pH 7, promovendo a maior eficácia no tratamento, atingindo um pH entre 6,0 e 8,0 que é o recomendável (SABESP, 1999). Desta forma, há uma economia com os produtos químicos utilizado para correção do pH. Com o mapeamento foi realizando um estudo de viabilidade, tendo objetivo de identificar pontos com maiores diferenças, que vão precisar de uma correção no pH, tendo como parâmetro também o volume de efluente gerado diariamente. A automação das análises de pH e

temperatura, são realizadas leituras 24 horas por dia. Qualquer que seja a alteração do pH e temperatura, podem ser tomadas medidas de correção imediatamente.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise do sistema de tratamento de efluente oleoso

A estação de tratamento de efluente oleoso da oficina manutenção de locomotiva de Divinópolis segue os normativos para atender o Conselho Estadual de Política Ambiental e tem um conjunto de condições e padrões de qualidade de água que devem ser cumpridas, preservando à integridade ecológica, atuais ou futuros dos mananciais (COPAM, 2008).

O tratamento do efluente oleoso, é subdividido nas seguintes etapas

- Separador de água e óleo: que é a primeira fase do tratamento;
- Neutralização: nele se neutraliza o efluente com a correção do pH, usando ácido clorídrico;
- Coagulação: nesta fase, é adicionado o hidróxido de sódio para controlar o pH e policloreto de alumínio para coagular. Assim, as partículas de sujeira ficam eletricamente desestabilizadas e mais fáceis de agregar;
- Floculação: após a coagulação, há uma mistura lenta da água, que serve para provocar a formação de flocos com as partículas;
- Decantação: neste ponto, a água passa pelas placas de decantação para separar os flocos de sujeira formados na etapa anterior;
- Filtração: a água atravessa uma câmara de filtração, responsável por reter a sujeira que restou da fase de decantação;
- Cloração: no final é adicionado o cloro para anular a atividade de microrganismos patogênicos e bactérias.

Análise de parâmetros físico-químicos da vli: Através do estudo das planilhas de análises diárias do efluente gerado na oficina de manutenção de locomotivas em Divinópolis – MG, pode-se observar que as medidas de pH e temperatura são realizadas em todo processo de tratamento do efluente e os ensaios de turbidez e oxigênio dissolvido são realizados em algumas fases do tratamento.

Tabela 2. Comparação dos resultados da análise de pH de pHmetro com o sensor Arduino, da mostra coletada no Separador de água e óleo (SAO)

	pHmetro	Sensor Arduino	% de aproximação
Solução pH 7	7,00	6,99	99,85
Efluente oleoso	8,50	8,53	99,64
Água com detergente	7,17	7,15	99,72

Fonte: Própria autoria.

Dados coletado com arduino e no laboratório: Na primeira etapa de coleta de dados, foi coletada amostra na VLI, no separador água e óleo - SAO. Os testes foram feitos no laboratório de química da UEMG campus Divinópolis-MG, utilizando o pHmetro e o sensor de pH controlado por Arduino, mostrado na figura 1, usando como material análise o efluente coletado na oficina de manutenção de locomotiva em Divinópolis-MG e reagente de calibração de pH. Foram realizados os testes preliminares no laboratório de química da UEMG Divinópolis - MG, em amostra coletada no SAO, obtendo-se resultado de variação nos testes com pHmetro e Arduino, menor que 0,5%. Diante deste resultado, foi coletado efluente industrial para análises de 6 elevatórias, das 18 elevatórias existentes na oficina de manutenção de locomotivas da VLI Divinópolis – MG. Os resultados encontrados tiveram um desvio menor que 0,5% do pHmetro com o sensor de pH controlado por Arduino como pode ser observado na tabela 2. Camilo (2017), publicou artigo demonstrando a calibração do Arduino e pHmetro obtendo um resultado de 1% de variação. Para realizar as análises do efluente na próxima etapa, foram coletadas amostras nos reservatórios R02, R03, R04, R05, R09, R11, usando béquer, os quais foram encaminhados para o laboratório da VLI.

Tabela 3. Resultados das análises de pH e Temperatura, realizados no laboratório da VLI – Divinópolis – MG

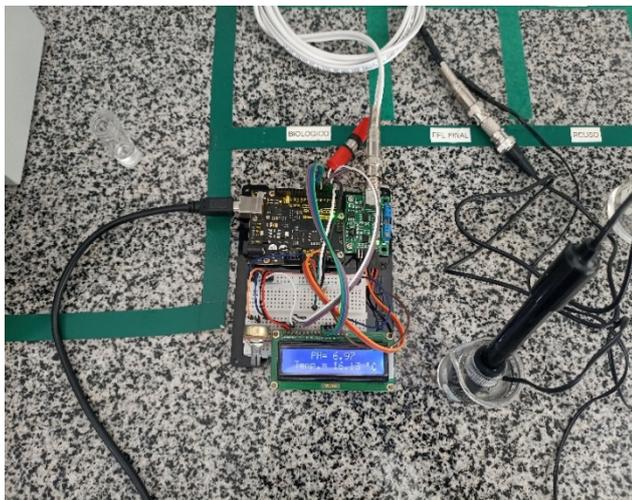
	Sensor Arduino		pHmetro		% de aproximação	
	pH	Temp. (°C)	pH	Temp. (°C)	pH (%)	Temp. (%)
Calib.	6,97	16,92	7,00	17,00	99,57	99,53
*R02	7,90	22,17	8,15	23,20	96,93	95,56
*R03	9,85	23,76	10,13	23,70	97,24	99,75
*R04	11,72	23,14	12,10	24,00	96,86	96,42
*R05	10,07	23,05	10,33	23,90	97,48	96,44
*R09	10,11	22,35	9,85	23,50	97,42	95,11
*R11	10,09	22,96	9,98	24,20	98,91	94,88

Fonte: Própria autoria.

Quadro 1. Planilha orçamentaria dos componentes da automação com Arduino

Item	Descrição	Figura	Valor médio
1	Placa Arduino Uno R3		124,26
2	Sensor de pH – PH-4502C		200,12
3	Sensor de temperatura 10k		15,94
4	Cabos jumper		0,29
5	Protoboard 400 pontos		14,62
6	Display LCD 16x2		24,61
7	Potenciômetro 10k		2,68
8	Resistor 10k		0,19
			382,71

Fonte: Própria autoria (2022).



Fonte: Própria autoria.

Figura 1. Placa Arduino com sensores de pH e temperado, análise realizada no laboratório da VLI

O efluente industrial, contém óleo, graxa e produtos químicos proveniente da lavagem dos vagões. Foram medidos o pH e a temperatura, por um pHmetro e com o sensor controlado por Arduino, estando os resultados descritos na tabela 3. Como pode ser observado na tabela 3, houve uma variação média nos testes com Arduino e pHmetro: 2,23% para o pH e 3,19% para a temperatura. O nível de confiança obtido foi maior do que 95%, valor usado em estudos estatísticos, uma vez que a leitura do sensor acoplado no Arduino faz a leitura a cada 5 segundos e detecta uma variação em tempo real do efluente. Com base nos resultados poderá ser automatizada a análise de pH e temperatura instalando-se placas Arduino com sensores nos pontos do tratamento de efluente, para que possam ser realizadas leitura de pH e temperatura diariamente, como já é feito manualmente pelos funcionários da VLI. Introduzindo o sensor com Arduino será possível, além de automatizar o processo, manter o histórico de cada ponto, bem como melhorar a eficiência com ensaios em tempo real (MCROBERTS, 2010).

Viabilização do Arduino: Automação utilizado o Arduino foi uma escolha, devido ao custo da placa de Arduino com sensor de pH com um valor em média R\$382,00, sendo mais viável financeiramente do que um pHmetro industrial que se encontra mercado, valor em média R\$1668,00. Segundo Camelo (2017), o Arduino ficou em torno de R\$272,00 e o pHmetro de bancada o simples de R\$2500,00. Para realizar a automação com Arduino, foram comprados os equipamentos separadamente para que pudesse ser montado conforme a necessidade da empresa. No quadro 1 é mostrada a lista de material e orçamento de cada componente, no dia 20 de outubro de 2022. Com os materiais citados, é possível montar um equipamento de baixo custo para realizar as análises de pH e temperatura. O valor encontrado no mercado do pHmetro de bancada é 70% maior que o Arduino e ambos têm o mesmo grau de confiabilidade e precisão dos testes em laboratório. Conforme é apresentado por Silva *et al.* (2018), automação com Arduino é 85% mais barato que o pHmetro de bancada.

CONCLUSÃO

Foram realizados testes comparativos, utilizando um pHmetro de bancada e sensores de pH e temperatura desenvolvidos por meio da plataforma Arduino, obtendo-se com os mesmos precisões maiores que 95% em comparação com o equipamento utilizado no laboratório da VLI em Divinópolis. A plataforma Arduino, mostra-se uma alternativa de baixo custo possuindo elevado índice de confiabilidade e viabilidade para realização do processo de automação da análise no tratamento de efluentes. Mediante aos fatos mencionados, o presente trabalho demonstra potencial alternativa de baixo custo para automação do controle de pH e temperatura, utilizando placa de Arduino, no tratamento de efluentes oleosos. Contribui-se assim para a melhoria do processo de tratamento de efluentes, possibilitando-se melhorar a eficiência das medidas, realizar medidas em tempo real, além de se manter um histórico confiável das mesmas.

REFERENCIAS

- ARDUINO. [S. l.], 2022. Disponível em: <https://www.arduino.cc/>. Acesso em: 20 set. 2022.
- ARSAE-MG. Agência Reguladora de Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário do Estado de Minas Gerais. Lançamento de Efluentes Líquidos não domésticos na Sistema de Esgotamento Sanitário da COPASA. ARSAE-MG 015, 01/2012 - NT 187/4.
- CAMELO, Lucas Fernandes. Desenvolvimento e calibração de sensor de medida de pH com plataforma Arduino para emprego em estação de tratamento de esgoto. VIII Congresso Brasileiro de Geowstão Ambiental Campo Grande – MS, 2017.
- COPAM. Conselho Estadual de Política Ambiental. www.siam.mg.gov.br, 20 maio 2008. ISSN COPAM/CERH nº1. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8151>>. Acesso em: 20 out. 2022.
- GRYTA, M., KARAKUSLKI, K., MORAWSKI, A. W., "Purification of oily wastewater by hibrid UF/MD", Water Research, v. 35, No. 15. 2001.
- MCROBERTS, Michael. *Begginging Arduino*. Apress. Nova Iorque: 2010.
- PARRON, Lucilia Maria. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. Colombo: Embrapa Florestas, 2011.
- SABESP. Saneamento Básico do Estado de São Paulo. <http://site.sabesp.com.br>, 1999. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=47>>.
- SERV-CARGO. Logística e Armazenagem, 2017. Disponível em: <www.servcarga.com.br>. Acesso em: 22 out 2022.
- SILVA, A. B., MELLO, V.S.A., LISBOA, F. A; M., SILVA, A.R. Pesquisa comparativa entre pHmetro alternativo e pHmetro de bancada convencional para análises laboratoriais envolvendo água para consumo humano. XIV Simpósio Ítalo brasileiro de engenharia sanitária e ambiental, Foz do Iguaçu - PR, 2018.
