

AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE MUDANÇA DE PH NO EVAPORADO DE RESÍDUOS QUÍMICOS DE LABORATÓRIO POR EVAPORAÇÃO SOLAR

GLADIMIR DA SILVA¹;
PABLO MACHADO MENDES²

¹*Instituto Federal Sul-rio-grandense campus Pelotas – natuglas@gmail.com*

²*Instituto Federal Sul-rio-grandense campus Pelotas - pablomachadomendes@gmail.com*

1. INTRODUÇÃO

O gerenciamento de resíduos químicos líquidos consiste em um programa de manejo que busca a identificação de procedimentos a fim de garantir a correta segregação, descarte, armazenamento, transporte e destinação final desses resíduos, minimizando o impacto ambiental causado pelo descarte incorreto dos rejeitos tóxicos.

Nesta linha, o descarte de resíduos químicos de laboratórios apresenta-se variado, tanto com relação a sua origem quanto à característica química do próprio resíduo, constatado no local a ser estudado. O mínimo de atuação requerida à administração é a de tentar desenvolver procedimentos simples, baratos e sustentáveis frente a esse ativo e passivo químico que assola as organizações.

Empresas especializadas cobram por litro de efluente recebido e uma alternativa para redução de custo seria um pré-tratamento do efluente, visando uma redução de volume (SOUZA, 2016).

A evaporação solar é um processo físico comumente usado quando se utiliza equipamentos, muitas vezes de construção caseira, para a evaporação da água, reproduzindo, sinteticamente, o ciclo hidrológico natural.

Este trabalho buscou uma avaliação, considerada como teste preliminar de verificação de pH de fração condensada, como estudo inicial de um futuro trabalho de destilação solar de resíduos químicos de laboratório, na qual se utilizará um evaporador solar de efeito simples do tamanho de um gabinete de computador inservível.

O procedimento é de baixíssimo custo, de fácil execução e baseou-se na simples disposição ao sol de placas de petri dispostas ao ar livre contendo o resíduo líquido. Após a condensação parcial na parte superior interna da tampa da placa de petri fechada houve a medição do pH que apresentou melhoria em relação ao pH inicial do resíduo bruto, demonstrando um potencial uso dessa tecnologia para purificação.

O presente trabalho alinha-se com a necessidade de redução de volume dos resíduos químicos gerados em instituições de ensino técnico e superior, públicas ou privadas, as quais devem ser conexas aos planos governamentais, pois estes exigem uma conduta sustentável ambiental e coerente aos objetivos educacionais modernos.

O ideal seria que todas as instituições buscassem uma atuação rigorosamente adequada às novas tendências mundiais de ESG (environmental, social and governance).

A inserção de programas de experimentação didática de reaproveitamento dos resíduos químicos, associados a processos de neutralização e evaporação dos efluentes trará uma série de benefícios para as instituições e para o meio

ambiente, pois minimiza custos organizacionais, melhora a qualidade de vida da comunidade e preserva o ecossistema natural, conforme FILHO et al, (2019).

Dessa forma, esse trabalho propôs uma simples verificação de pH, em mínima escala, através da disposição de resíduos químicos em placa de petri ao sol a fim de ter-se uma reflexão preliminar sobre os condensados de alguns resíduos químicos de laboratório. Foram também observadas, de início, as umidades médias das cidades do Estado do Rio Grande do Sul, segundo (VAGHETTI, 2025).

2. METODOLOGIA

Partiu-se da disposição dos 4 tipos de resíduos de laboratórios de ensino de química em placa de petri com tampa, sem serem vedadas hermeticamente (diâmetro tampa externa: 9,5 cm; diâmetro interno: 9,0 cm e altura: 2,0 cm), disposta ao ar livre com o resíduo líquido.

Nas placas foram colocados os resíduos de ferro, básico inorgânico, $KMnO_4$ e inorgânico ácido. Verificou-se a temperatura externa de 20°C, às 10h e 10 min. de manhã ensolarada, mês de abril, na estação do outono na cidade de Pelotas-RS. Umidade relativa: 73% e pressão atmosférica de 1016 mb.

Posteriormente, o recipiente foi exposto à luz solar por período de 2 horas, das 9 às 11 horas da manhã, com o intuito de que o fenômeno físico de evaporação ocorresse naturalmente sobre o resíduo.

Sabe-se por estudos anteriores (VASCONCELOS, 2015) que tal evaporação pode chegar a 95% do volume total de efluente em um evaporador de efeito simples comum.

Foram vertidos na placa de petri os resíduos no volume de 10 mL. De início, foram medidos os pHs dos resíduos químicos líquidos das bombonas, para efeito comparativo posterior com as medidas de pH do condensado nas placas de petri. No líquido condensado na parte superior interna da placa mediu-se o pH com fita de pH marca Macherey-Nagel (Ref. 92110).

Ademais, a opção pela evaporação solar deveu-se ao emprego de energia natural gratuita, já que as fontes de calor artificial demandam alto gasto com energia elétrica ou gás.

Há de se considerar que a evaporação solar não é rápida e depende de dias ensolarados para termos um processo contínuo e fluido, ressaltando que dias muitos quentes prejudicam a evaporação pela temperatura que pode subir na superfície do vidro.

Também o efeito coligativo (DAVID, 2014), ou seja, efeito devido ao gradual aumento da concentração do soluto no decorrer da evaporação solar, à medida que o condensado vai sendo produzido.

Na sequência, transferiu-se o resíduo mais concentrado da placa de petri de volta a bombona de origem e descartou-se os evaporados de pH neutro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo a tabela 1, dois resíduos atingiram o pH neutro e bem próximo (Básico inorgânico e $KMnO_4$), enquanto que os outros dois atingiram pH 4 e 5 (Ferro em solução e Inorgânico ácido) em relação ao baixo pH de origem.

Na amostra da água destilada do “branco”, o pH 6 manteve-se. Assinala-se, dessa forma, uma oportunidade de partir-se ao estudo de redução dos resíduos de laboratório por evaporação solar.

Observou-se que o condensado das soluções do resíduo de ferro de pH 1,0 passou a pH 4, ainda ácidos, por possível contaminante ou refluxo pelo condensado gotejar novamente no soluto pela baixíssima altura da tampa da placa de petri em ângulo raso, ou pela precária evaporação.

O resíduo básico inorgânico diminuiu o pH de 12 para 7, o de KMnO_4 aumentou de 1 para 6 e o de inorgânico ácido de 1 para 5, do resíduo para o condensado. Quanto à massa de resíduo seco no fundo do recipiente (placa), essa pode variar de forma substancial, pois as concentrações de bombona para bombona também podem diferenciar, possivelmente, pela diversidade de procedimentos resultando em diluições diferentes de resíduos descartados.

No que se refere a custos é importante relatar que no recolhimento do último lote de resíduos na instituição gastou-se em torno de R\$30.000,00 para encaminhamento de 1.200 litros de resíduos líquidos perigosos de laboratório.

Analizando a bibliografia existente (VASCONCELOS, 2015) pode-se atingir redução de até 95% no volume de resíduos com a tecnologia de evaporação solar. Aplicando-se o simples cálculo ($0,95 \times 1200 \text{ litros} = 1.140 \text{ litros evaporados}$), restando 60 litros de resíduos a se dispor (preço aproximado para dispor 60 litros = R\$ 1.500,00), nas devidas proporções e logística, uma economia mais do que sensível, viável e necessária.

O resultado final foi a obtenção de um condensado limpo de pH neutro ou amenizado como demonstrado pela tabela 1. Mais importante ainda é saber, preliminarmente, o comportamento e valores dos pH do condensado, pois este será descartado caso demonstre ausência de contaminação e tenha pH próximo do neutro. O resultado final foi a obtenção de um condensado limpo de pH amenizado.

Tabela 1 – Soluções de resíduos de laboratório, pH do resíduo e pH do seu condensado:

Resíduo em solução	pH inicial do resíduo	pH do condensado na tampa da placa de petri
“Branco”	6	6
Ferro (solução)	1	4
Básico inorgânico	12	7
KMnO_4	1	6
Inorgânico ácido	1	5

4. CONCLUSÕES

E finalmente, foi possível antever com esse estudo preliminar a equalização e a melhoria de pH dos evaporados condensados, demonstrando como promissora a evaporação de resíduos químicos líquidos.

Pelos testes iniciais, sugere-se prosseguir com o desenvolvimento do estudo da evaporação para a redução de volume dos resíduos químicos gerados nos laboratórios de química.

Também se aconselha que, a estratégia de evaporação de resíduos químicos deva ser realizada de forma a complementar a outras metodologias de minimização, tratamento e eliminação desses efluentes.

Como trabalho futuro, indica-se analisar as concentrações dos referidos condensados dos resíduos, as quais deverão estar abaixo dos parâmetros fiscalizados pelos órgãos ambientais. Parte-se assim, para uma estratégia mais sustentável e econômica na gestão desse tipo de passivo ambiental oriundo de instituições públicas e privadas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VASCONCELOS A. B. **Utilização de um destilador solar convencional para o tratamento de efluente de uma agroindústria.** 2015. 57f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

FILHO, J.C.O; C. C. S. Oliveira; K. K. B. Rocha; A. B. Santos; V. S. C; S. C. S. O. Gerenciamento de resíduos: modelo experimental de reuso de substâncias químicas e evaporação de efluentes, 1. 2019, João Pessoa. **Anais: 10º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos.** João Pessoa: IFPE, 2019. p. 1-8.

SOUZA, T.R. **Utilização de um evaporador solar na redução do volume de um efluente laboratorial.** Revista Brasileira de Energias Renováveis, v.5, n.4, p.490-503, 2016.

DAVID, G. R.; SILVA2, J. P. S.; VIEIRA, L.G.M. Estudo e desenvolvimento de adimensional para análise de dados. 1. 2014, Rio de Janeiro. **X Congresso Brasileiro de Engenharia Química Iniciação Científica.** Rio de Janeiro: Blucher Chemical Engineering Proceedings, 2014. p. 1.

VAGHETTI, N.N; DINIZ, G.B; SILVA, J.B; **Climatologia da umidade relativa média mensal em regiões homogêneas do estado do Rio Grande do Sul.** Revista Científica Revista Multidisciplinar. V. 2, N. 9, 2019. Disponível em: <https://show.scientificsociety.net/2019/10/climatologia-da-umidade-relativa-media-mensal-em-regioes-homogeneas-do-estado-do-rio-grande-do-sul/>. Acesso em: 7 de abr, 2025.