



RBMA&S

Revista Brasileira de Meio Ambiente
& Sustentabilidade



Artigos

GERENCIAMENTO E CARACTERIZAÇÃO AMBIENTAL DE REAGENTES E AMOSTRAS LÍQUIDAS EM LABORATÓRIO QUÍMICO

Vanessa Costa Batalha¹
Núbia Natália de Brito²

RESUMO

Há algum tempo atrás muito pouco se falava dos cuidados com os resíduos gerados nos laboratórios químicos em aulas práticas e pesquisas; esta preocupação tornou-se mais evidente a partir dos anos 90. Hoje em dia, verificar o potencial poluidor de resíduos gerados nas práticas laboratoriais é extremamente importante para uma sustentabilidade ambiental. Este trabalho apresenta um inventário dos principais reagentes químicos e soluções utilizadas no laboratório de química e suas devidas quantidades. Foi avaliado também os teores de matéria orgânica, condutividade, pH e turbidez em algumas amostras líquidas utilizadas na rotina laboratorial de análises ambientais. Os resultados demonstraram que mesmo durante análises ambientais pode haver geração de resíduos com alto teor de matéria orgânica e valores de pH inadequados ao descarte na rede coletora de esgoto, necessitando monitoramento e tratamento antes do lançamento final.

Palavras-chave: Resíduos laboratoriais. Monitoramento. Disposição. Impacto ambiental.

¹ Bacharela em Química. Instituto de Química-Universidade Federal de Goiás- E-mail: vanessa.costa.131@hotmail.com

² Doutora em Engenharia Agrícola na área de água e solo- Profa. do Instituto de Química- IQ- Universidade Federal de Goiás- E-mail: nubiabrito@ufg.br

ENVIRONMENTAL MANAGEMENT AND CHARACTERIZATION OF REAGENTES AND LIQUID SAMPLES IN CHEMICAL LABORATORY

ABSTRACT

Some time ago, little was said about the care with the residues generated in chemical laboratories in practical classes and research; from the 90's this subject became more evidente. Nowadays verifying the polluting potential of waste generated in laboratory practices is extremely important for environmental sustainability. This paper presentes an inventory of the main chemical reagentes and solutions used in the chemistry laboratory and their appropriate amounts. It was also evaluted the contents of organic matter, conductivity, pH and turbidity in some liquid samples used in the laboratory routine of environmental analysis. The results showed that even during environmental analysis, residues with a high contente of organic matter and inadequate pH values can be generated. These values are inappropriate for disposal in the sewer network needing monitoring and treatment before final release.

Keywords: *Laboratory waste. Monitoring. Disposition. Environmental impact.*



1 INTRODUÇÃO

A participação da química na vida cotidiana contribuiu na produção e transformação dos materiais e em diversos produtos que melhoram a qualidade de vida, desde fármacos a combustíveis onde movimentam uma sociedade, mas a ausência de gerenciamento dessas atividades, muitas vezes podem trazer consequências ao meio ambiente e ao homem (SOUSA, et al.; 2021).

As instituições de ensino superior, enquanto geradoras e disseminadoras de conhecimento, precisam cada vez mais assumir seu papel no contexto regional, especialmente na criação de políticas sustentáveis e de preservação do meio ambiente (DE OLIVEIRA, et al.; 2019).

Nesse cenário, observa-se, nos últimos anos, que o gerenciamento de resíduos tem se tornado uma grande preocupação para as instituições de ensino superior (IES)

do Brasil, principalmente devido ao aumento do número de pesquisas e pela variedade de resíduos gerados nesses locais (DE OLIVEIRA, et al.; 2019).

A geração de resíduos e rejeitos é um fato inerente à experimentação no ensino e pesquisa de química, sendo relevante a preocupação com o gerenciamento dos materiais residuais gerados sendo fundamental um diagnóstico e plano de ação, para a gestão de resíduos de laboratório nas universidades (GAUZA, et al.; 2020).

Os resíduos químicos de laboratório gerados por atividades de pesquisa e/ou ensino nas universidades e centros de pesquisa passaram a ser uma preocupação no Brasil a partir do ano de 1990 em face da falta de um gerenciamento adequado para os mesmos, importante ressaltar também que só se pode gerenciar aquilo que se conhece e assim sendo, um inventário de todo o resíduo, reagentes químicos e soluções produzidos na rotina da unidade geradora é indispensável (MARINHO, et al.; 2011; MELO e MONTEIRO, 2018).

Um resíduo químico descartado na pia, independente da quantidade, pode trazer consequências graves, como risco à saúde da pessoa ao descartá-lo, risco da reação de produtos incompatíveis, destruição e entupimento de encanamentos e contaminação ambiental: ar, água e solo (AMORIM, 2018).

Em laboratórios químicos de análises ambientais há o uso de reagentes químicos que podem contribuir grandemente com impacto ambiental na rede de esgoto se não tratados adequadamente.

Dentro desse contexto, o resíduo líquido de laboratório deve ser límpido e incolor, ter pH em torno de 7, apresentar caráter redox indiferente e teores de determinados parâmetros conforme legislações: resolução CONAMA 430/2011, resolução CONAMA 357/2005 e resolução SANEAGO 068/2009 que tratam do descarte de resíduos líquidos na rede de esgoto e mananciais

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo o levantamento dos principais reagentes químicos e soluções preparadas utilizadas no laboratório de tratamento de águas residuárias (Labtar) do Instituto de Química-UFG, bem com verificar a contribuição para poluição ambiental, no que se refere a valores de matéria orgânica, pH, turbidez e condutividade de amostras líquidas, utilizados em análises ambientais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no laboratório de tratamento de águas residuárias (Labtar) localizado no instituto de Química IQ da Universidade Federal de Goiás (UFG). Foi realizado um levantamento dos principais reagentes químicos utilizados e as quantidades, bem como das soluções utilizadas nas principais análises. Foi avaliada também a contribuição do impacto ambiental de principais reagentes químicos utilizados em análises ambientais

Água destilada utilizada nos preparo de soluções também foi analisada, bem como água de torneira e água proveniente do resfriamento do destilador que são usadas para lavagem de vidrarias.

Análises do resíduo líquido gerado pelo próprio laboratório também foram realizadas. O resíduo líquido final gerado pelo Labtar refere-se a águas de lavagem das vidrarias, restos de amostras usadas nas análises, soluções usadas nos procedimentos experimentais e subprodutos líquidos provenientes das tecnologias de tratamento de águas residuárias aplicadas na pesquisa.

2.1 ANÁLISES

As análises realizadas foram: valores de pH (Equipamento Gehaka, modelo: PG 2000); condutividade (Equipamento Gehaka, modelo: CG 1800), turbidez (Equipamento Tecnopon, modelo: TB 1000) e Demanda Química de Oxigênio (DQO) (Equipamento Alfakit, modelo: AT 525/AT100P). Todas as análises foram realizadas em duplicatas, conforme Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23th Edition (APHA, 2017).

As legislações utilizadas para verificação dos valores máximos permitidos para descarte dos resíduos líquidos em mananciais e/ou rede coletora de esgoto foram: resolução CONAMA 430/2011, resolução CONAMA 357/2005 e resolução SANEAGO 068/2009.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Gerenciamento de resíduos é uma prática que consiste em controlar o potencial de impactos ambientais dos resíduos gerados de uma determinada atividade. A implementação e manutenção de um Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos requer o conhecimento e adoção de conceitos importantes que serão à base de todo o processo, tais como: Inventário, Medidas de minimização, segregação, rotulagem de resíduos, tratamento, armazenamento, transporte, disposição final dos resíduos e registro (MELO e MONTEIRO, 2018).

Antes de qualquer tomada de decisão é necessário conhecer o que o laboratório utiliza em suas atividades. No labtar os principais reagentes químicos, soluções preparadas, resíduos líquidos; e suas respectivas quantidades podem ser visualizadas na Tabela 1:

Tabela 1: Reagentes químicos, soluções e resíduos líquidos gerados pelo Labtar com respectivos números de frascos e quantidade total.

Reagente Químicos	n° frascos	Quantidade total
Acetato de sódio	2	1,25 Kg
Ácido acético glacial	2	2,00 L
Ácido sulfúrico	3	3,00 L
Álcool isopropílico	1	1,00 L
Álcool etílico	1	1,00 L
Azul de metileno	1	0,10 Kg
Biftalato de potássio	1	0,30 Kg
Carbonato de sódio	1	0,50 Kg
Cloreto férrico	1	0,25 Kg
Cloridrato de hidroxilamina	2	0,60 Kg
Clorofórmio	2	1,02 L
Dicromato de Potássio	2	1,50 Kg
Dodecil sulfato de sódio 96% puro	1	0,25 Kg
EDTA bisódico	1	0,10 Kg
Fenantrolina	1	0,02 Kg
Fenolftaleína	1	0,10 Kg
Ferrocianeto de potássio	1	0,05 Kg
Fosfato de amônio	1	0,10 Kg
Fosfato de sódio monobásico anidro	1	0,50 Kg
Fosfato de potássio monobásico	1	0,25 Kg
Fosfato de potássio dibásico	1	0,10 Kg
Hidróxido de amônio	1	0,50 Kg
Hidróxido de bário	1	0,50 Kg
Hidróxido sódio	1	1,00 Kg
Metavanadato de amônio	1	0,30 Kg

Molibdato de amônio	1	0,25 Kg
Oxalato de sódio P.A	1	1,00 Kg
Permanganato de potássio	3	1,25 Kg
Peróxido de hidrogênio 30% P.A	4	4,00 L
Peróxido de hidrogênio 35% P.A	3	3,00 L
Sacarose	1	0,30 Kg
Sulfato de amônio	1	0,10 Kg
Sulfato de ferro II	1	1,00 Kg
Sulfato de mercúrio II	1	0,10 Kg
Sulfato de prata	2	0,05 Kg
Tartarato de sódio	2	2,00 Kg
Tartarato de sódio e potássio P.A	2	2,00 Kg
Tiocianato de potássio	1	0,25 Kg
Soluções laboratoriais preparadas		
Acetato de sódio	1	0,10 L
Ácido Clorídrico 10%	1	0,02 L
Ácido Clorídrico P.A	1	0,02 L
Biftalato padrão COT	1	0,10 L
Biftalato padrão DQO	1	0,25 L
Carbonato padrão COT	1	0,10 L
Carbonato de sódio 2%	1	0,10 L
Cloreto férrico 10 g/L	1	0,02 L
Cloreto de potássio 0,1 mol/L	1	0,10 L
Estoque de fenol 1,49 g/L	1	0,10 L
Fenantrolina	1	0,05 L
Ferrocianeto de potássio 25 g/ 50 mL	1	0,10 L
Hidroxilamina	1	0,05 L
Metavanadato de amônio	1	0,05 L
Peróxido de hidrogênio 11,2%	1	0,10 L
Peróxido de hidrogênio 12%	1	0,10 L
Reagente ácido para DQO (420nm)	1	0,05 L
Reagente ácido para DQO (600nm)	1	0,10 L
Solução digestão para DQO (420nm)	1	0,05 L
Solução digestão para DQO (600nm)	1	0,10 L
Solução de lavagem 20% ácido sulfúrico	1	0,20 L
Sulfato de hidrazina 500 mg/ 50 mL	1	0,05 L
Resíduos		
Resíduo laboratorial	1	1,50 L

O Laboratório de Tratamento Águas Residuárias da Instituição de Ensino Superior pesquisada, possui uma listagem de reagentes químicos e soluções preparadas que chega a 61 itens, dentre a geração de resíduos, têm-se apenas

resíduos no estado líquido que corresponde a geração de 1,50 litros a cada seis meses. Posteriormente a realização do inventário, conforme Tabela 1, a caracterização é outra etapa dentro do gerenciamento de resíduos laboratoriais de extrema importância para registros finais.

Na Figura 1 pode ser visualizada a caracterização de algumas soluções quanto ao teor de matéria orgânica: Soluções de acetato de sódio utilizadas em análises ambientais contribuem em média com uma DQO de **878 mg O₂ L⁻¹**.

O acetato de sódio apresenta atividade antimicrobiana que está associada ao grupo carboxila COOH o que seria um problema em estações de tratamento que utilizam mecanismos biológicos, importante também ressaltar que estudos realizados por Abd-Elhakim e colaboradores (2018) indicam que alta concentração de acetato de sódio ingerida por ratos em água pode exercer efeitos hematóxicos e imunotóxicos em longo prazo (MOHAMMADZADEH-AGHDASH, et al.; 2018).

Estudos realizados por Podosynovickova e colaboradores (2010), observaram toxicidade com resultados letais após 24 horas para *Daphnia magna Straus* na presença de acetato de sódio em água de cultura degaseificada.

Para os compostos provenientes de ácido ftálico os mesmos são potencialmente tóxicos e encontrados em águas residuárias. Estudos realizados por Huang e colaboradores (2016) verificaram importantes implicações na avaliação de riscos ambientais de ftalatos na presença de metais tóxicos. A DQO das soluções de biftalato de potássio usadas no labtar apresentou-se na ordem de **805 mg O₂ L⁻¹**.

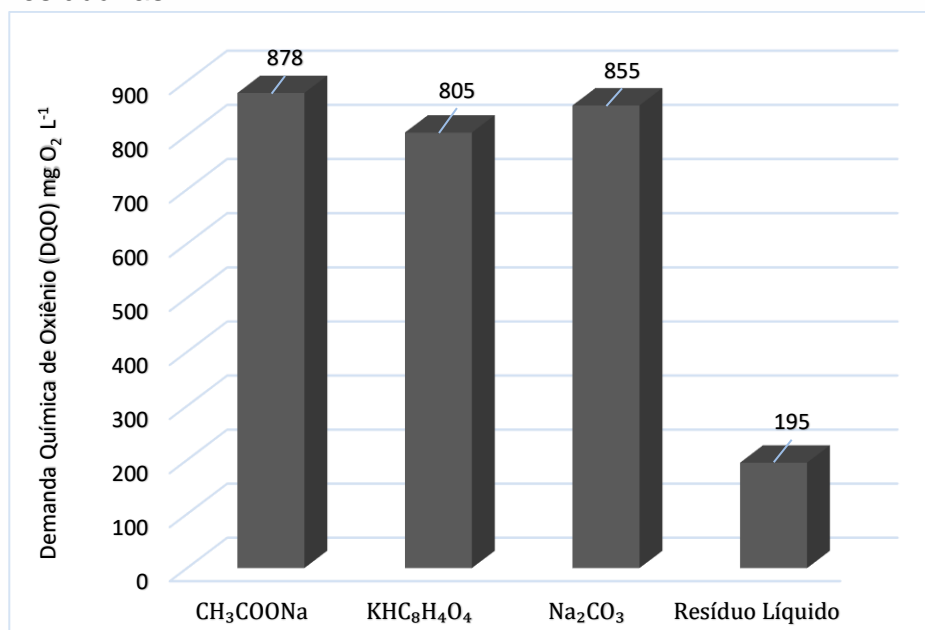
Estudos realizados por Vasanthavigar e colaboradores (2012), monitorando a qualidade da água subterrânea de Thirumanimuttar na Índia com ênfase no uso para irrigação observaram que residual de carbonato de sódio em água influenciado, por atividades naturais e antropogênicas, é inadequado para fins de irrigação. A DQO de soluções de carbonato de cálcio utilizadas no labtar foi de **855 mg O₂ L⁻¹**.

Foi analisado também a DQO do efluente líquido gerado pelo LabTar o valor foi de **195 mg O₂ L⁻¹**.

Para a análise de DQO as três soluções de reagentes químicos: acetato de sódio, biftalato de potássio e carbonato de sódio ultrapassaram o limite máximo exigido para descarte em rede coletora de esgoto conforme resolução da SANEAGO 068/2009 cujo valor máximo é de 450 mg O₂ L⁻¹. A DQO do efluente laboratório está dentro do valor máximo permitido para descarte em rede coletora de esgoto,

demonstrado a eficiência dos tratamentos químicos realizados no Labtar durante a pesquisa.

Figura 1- Comparação dos valores de Demanda Química de Oxigênio de soluções usadas e liberadas do Laboratório de tratamento de águas residuárias.



A amostra de águas: destilada, torneira e proveniente do sistema de destilação não contribuem com matéria orgânica pela análise de DQO.

As demais análises e amostras podem ser visualizadas na Tabela 2:

Tabela 2- Análises ambientais realizadas nas amostras.

Reagentes	Condutividade μS/cm	DQO mg O ₂ /L	pH	Turbidez-NTU
CH ₃ COONa	28,00	878	8,16	0,80
KHC ₈ H ₄ O ₄	158,93	805	4,25	0,80
Na ₂ CO ₃	6,71	855	11,36	0,76
Resíduo Líquido	1841,00	195	1,67	0,80
Água destilada	13,11	-	5,09	0,85
Água de torneira	140,30	-	6,01	0,80
Água de resfriamento do destilador	141,70	-	6,29	0,85

Para todas as soluções de reagentes químicos analisados, efluente líquido e águas: destilada, torneira e resfriamento do sistema de destilação os valores de turbidez ficaram abaixo de 1UNT o que não compromete aspectos ambientais, tendo em vista que, por exemplo, para consumo humano conforme PORTARIA DO MINISTÉRIO DA SAÚDE n. 888 de 2021 o valor máximo permitido para turbidez é de 5 UNT.

Os valores de pH influenciam na vida de organismos aquáticos que estão adaptados as condições de neutralidade. Os valores de pH da grande maioria dos corpos d'água varia entre 6 e 8; alterações bruscas do pH podem acarretar o desaparecimento de determinados organismos aquáticos que são mais sensíveis a tais mudanças (SILVA, *et al.*; 2015; ARANTES, 2013).

As soluções de bifitalato de potássio e do resíduo líquido gerados no labtar apresentaram-se ácidas com valores de pH 4,26 e pH 1,67, respectivamente. A solução de carbonato de sódio apresentou pH básico no valor de 11,36

O valor do pH da água destilada geralmente se encontra entre 5,5 e 7,2. Neste estudo o valor do pH de 5,09 da água destilada está abaixo do recomendado necessitando uma revisão no equipamento de destilação.

Os valores de pH recomendados pela resolução SANEAGO 068/2009 para descarte na rede coletora de esgoto se encontra entre 6-10. Apenas a soluções de acetado de sódio, amostras de água da torneira e do sistema de refrigeração do destilador apresentaram se aptas ao descarte na rede coletora de esgoto.

A condutividade refere-se à presença de compostos iônicos solúveis e na faixa de 1 a 10 mS correspondem às características de águas residuárias e podem influenciar na morte de determinados organismos em função do excesso de concentração de sais e do aumento da capacidade de troca iônica dos compostos (ARANTES, *et al.*; 2013).

Altos valores de condutividade interferem na comunidade de macroinvertebrados, testes de toxicidade em água doce com *Ceriodaphnia dubia* demonstraram menor reprodução das mesmas, quando a condutividade estava alta (na ordem de 500-3000 $\mu\text{S cm}^{-1}$) (ARMSTEAD, *et al.*; 2016). Para a condutividade nas amostras analisadas os valores estão baixos (menores que 1mS), exceto para o efluente gerado no laboratório que de fato se enquadra nas características de águas residuárias para o parâmetro condutividade.

De acordo com os dados obtidos as amostras provenientes do labtar devem passar por um processo de tratamento quando a escolha for o descarte na pia principalmente, no que se refere ao teor de matéria orgânica das soluções de acetato de sódio, biftalato de potássio e carbonato de sódio.

As amostras de água da torneira, do sistema de refrigeração do destilador e água destilada estão dentro das normas, exceto o valor de pH para água destilada. Importante ressaltar que o resíduo líquido gerado pelo labtar está dentro dos padrões de descarte para as análises realizadas, exceto para o parâmetro de pH necessitando de uma neutralização ácido-base antes do descarte. Análises de outras soluções utilizadas no Labtar também foram realizadas, conforme pode ser visualizado na Tabela 3:

Tabela 3: Análises de condutividade, pH e turbidez de soluções preparadas no Labtar.

Soluções preparadas	Condutividade $\mu\text{S cm}^{-1}$	pH	Turbidez UNT
Soluções de HCl 10%	29,5	0,66	0,80
Carbonato de sódio 2%	173,2	11,36	0,80
Cloreto férrico 10 g/L	30,3	0,91	0,80
Cloreto de potássio 0,1 mol/L	11,8	3,66	0,80
Solução Estoque de fenol 1,49 g/L	46,2	7,34	0,80
Fenantrolina	35,2	7,88	0,70
Ferrocianeto de potássio 0,5 g/L	14,5	6,90	0,59
Hidroxilamina clorídrica	30,1	2,67	0,80
Metavanadato de amônio	30,0	1,18	0,80
Peróxido de hidrogênio 11,2%	173,2	2,26	0,80
Peróxido de hidrogênio 12%	190,0	2,25	0,80
Solução de lavagem 20% ácido sulfúrico	29,1	0,74	0,80
Solução de digestão para análise de DQO	29,1	0,22	0,83

Sulfato de hidrazina 10 mg/L	4,1	1,74	0,80
Solução Tampão Padrão pH 4,00	4,9	4,00	0,74
Solução Tampão Padrão pH 7,00	7,9	6,97	0,80

As principais contribuições a impactos ambientais das soluções preparadas no Labtar refere-se a valores de pH inadequados (menores 5 ou maiores que 9), impossibilitando seu descarte na pia (rede coletora de esgoto) sem o devido tratamento (neutralização).

Os valores de pH são de extrema importância ambiental porque os ecossistemas sempre estão sujeitos aos impactos provocados a essas variações. Muitas bactérias não podem se proliferar em níveis de pH abaixo de 4,0 ou acima de 9,5 sendo que, geralmente, o pH ótimo para o crescimento bacteriano está entre 6,5 e 7,5. Neste sentido, um controle rigoroso dos valores de pH dos resíduos de laboratório químico faz-se necessário (MEDINA, *et al.*; 2010).

Diante dos resultados obtidos ficou evidente a importância do diagnóstico do gerenciamento de um laboratório químico que consequentemente despertou uma maior preocupação na estudante de iniciação científica se estendendo a demais futuros profissionais que utilizam a química como ferramenta; estimulando assim uma responsabilidade sócio-ambiental o que permitirá uma postura crítico-ambiental e ações de gestão.

3 CONCLUSÃO

Um Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos (PGRQ) é importante para praticar a Gestão Ambiental dentro da Instituição de Ensino, um PGRQ tem caráter fundamentalmente educativo conscientizando os usuários de laboratórios de ensino e pesquisa.

As instituições de ensino superior, enquanto mediadoras de conhecimento, precisam cada vez mais se apresentar como agentes de inovação e de articulação com a sociedade, na criação de políticas sustentáveis e de minimização de impactos

ambientais. Sendo assim, é imprescindível que as universidades tenham uma postura coerente, implantando programas de gestão de resíduos em consonância com outros setores da sociedade, na busca de novas soluções para a reciclagem, tratamento e reuso.

Importante ressaltar também que além de formar novos profissionais as universidades adquirem papel fundamental na construção de conhecimentos ambientais, que a partir deste aprendizado norteiam um papel relevante diante da sociedade colocando em prática conceitos de sustentabilidade ambiental.

Os resultados obtidos com esse trabalho podem permitir ações de gestão, tratamento e destinação adequada de alguns resíduos produzidos em práticas laboratoriais de química ambiental.

Importante ressaltar que mesmo durante análises ambientais e tratamento de resíduos há geração de poluentes que devem passar por varias etapas de tratamento com o intuito de devolver algo para natureza que ocasione menos impacto ambiental possível.



Abd-Elhakim, Y.M.; Hashem, M.M.; Anwar, A.; El-Metwally, A.; Abo-El-Sooud, K.; Moustafa, G.G.; Mouneir, S.M.; Ali, H.A. Effects of the food additives sodium acid pyrophosphate, sodium acetate, and citric acid on hemato-immunological pathological biomarkers in rats:Relation to PPAR- α , PPAR- γ and tnfa signaling pathway. **Environmental Toxicology and pharmacology**, v.62, p.98-106, 2018.

Agência Goiana de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos – AGR. **Resolução nº 68/2009**. Dispõe sobre o Regulamento dos Serviços de Abastecimento de Água e de Esgotamento Sanitário da empresa de Saneamento de Goiás S/A. Diário Oficial [de] Goiás, n. 20601, 24 abr. 2009.

American Public Health Association – APHA. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 23. ed. New York, 2017

Amorim, P.M.S. **Estratégias de tratamento de resíduos químicos gerados na FCF/USP**. Dissertação de Mestrado. 106 p. Faculdade Ciências Farmacêuticas- Universidade de São Paulo- USP, 2018.

Arantes, A.G.S.; Mendes, A.M.; Azeredo, W.A.; Brito, N.N. Environmental and statistical analysis on water quality of João Leite creek in Goiânia-GO, Brazil. **International Journal of Lakes and Rivers**, v. 6, n.1, p.69-83, 2013.

Armstead, M. Y.; Bitzer-Creathers, L.; Wilson, M. The Effects of Elevated Specific Conductivity on the Chronic Toxicity of Mining Influenced Streams Using *Ceriodaphnia dubia*. **PLoS ONE**, v. 11, n. 11, p. 1-16, 2016.

Conselho nacional do meio ambiente (CONAMA). Resolução 430 de 13/05/2011. Dispõe as condições e padrões de lançamento de efluentes completam e alteram a resolução n.357/2005 do conselho nacional do meio ambiente CONAMA.

De Oliveira, A.C.R.; Braga, A.M.C.B.; Villardi, J.R.W.; Kraus, T.M. Gerenciamento de resíduos em laboratórios de uma universidade pública brasileira: Um desafio para a saúde ambiental e a saúde do trabalhador. **Saúde e Debate**, v. 43, n. 3, p. 63-77, 2019.

Huang, B.; Li, D.; Yang, Y. Joint toxicity of two phthalates with waterborne copper to *Daphnia magna* and *Photobacterium phosphoreum*. **Bulletin Environmental Contamination Toxicology**, v.97, p.380-386, 2016.

Marinho, C.C.; Bozelli, R.L.; Esteves, F.A. Gerenciamento de resíduos químicos em um laboratório de ensino e pesquisa: A experiência do laboratório de limnologia da UFRJ. **Eclética Química**, v. 36, n.2, 2011.

Medina, A.F.; Dos Santos, D.F.; Brito, N.N. Gerenciamento de resíduos de aulas práticas de Química. **Revista Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v.7, n. 3, p.12-20, 2010.

Melo, F.A.O.; Monteiro, B.F. Diagnóstico do gerenciamento de resíduos de laboratório de química de instituição ensino superior. In: **Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia: XIV Seget- Ética e Gestão Juntas por um crescimento sustentável**. 26 e 27 de Outubro. <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos17/27725299.pdf>. Acessado em: 22 de março de 2021.

Mohammadzadeh-Aghdash, H.; Sohrabi, Y.; Mohammadi, Y.; Shanebandi, D.; Dehghan, P.; Dolatabadi, J.E.N. Safety assessment of sodium acetate, sodium diacetate and potassium sorbate food additives. **Food Chemistry**, v.257, p.211-215, 2018.

Gauza, O.R.; Basilio, M.; Magalli, A.; Barbosa, V.M. Educação Ambiental como instrumento para minimização de resíduos químicos em uma instituição de ensino superior. I, v. 41, n. 2, p. 17-23, 2020.

Podosynovickova, N.P.; Schäfer, T.V.; Schäfer, V.L.; Ivnitsky, J.J. Effect of Hypoxia on Sodium and Ammonium Acetate Toxicity for *Daphnia*. **Bulletin of Experimental Biology and Medicine**, v. 149, n.. 6 p.712-713, 2010.

Portaria GM/MS Nº 888, DE 4 DE Maio DE 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade

Silva, A.P.T.; Pereira, J.S.; Luzini, J.C.; Andrade, K.S.; Guerra, P.C.S.; Brito, N.N. Monitoramento da qualidade da água de lençóis freáticos no residencial Sangri-Lá-Região Norte de Goiânia. **Periódico Tchê Química**, v.12, n.3, p.54-65, 2015.

Sousa, D.S.; Mendes, F.R.S.; Marinho, M.M.; Marinho, E.S. Descarte e gerenciamento de resíduos no laboratório didático de Química: Um estudo de caso. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 24, n.4, p. 9-16, 2021.

Vasanthavigar, M.; Srinivasamoorthy, K.; Rajiv Ganthi, R.; Vijayaraghavan K.; Sarma, V. S. Characterisation and quality assessment of groundwater with a special emphasis on irrigation utility: Thirumanimuttar sub-basin, Tamil Nadu, India. **Arabian Journal Geosciences**, v. 5, p. 245-258, 2012.

