

**Sustentabilidade e educação ambiental na geração e tratamento de resíduos químicos**

Projeto de Extensão: N. 201704678

Registro: 06/06/2017

Ligia Cleia Casas Rosenbrock

RESUMO

Este projeto apresenta uma proposta de compartilhamento de conhecimentos e tecnologias de gerenciamento e tratamento de resíduos químicos, promovendo ações de educação ambiental no desenvolvimento de métodos que podem ser utilizados na própria unidade geradora. Destacando a importância de uma instituição de ensino superior ter uma equipe preocupada com os próprios resíduos gerados nos seus laboratórios de ensino e pesquisa.

Palavras-Chave: Gerenciamento e tratamento de resíduos químicos, processos oxidativos avançados.

ABSTRACT

This project presents a proposal for sharing knowledge and technologies for the management and treatment of chemical waste, promoting environmental education actions in the development of methods that can be used in the generating unit itself. Highlighting the importance of a higher education institution having a team concerned with the waste generated in its teaching and research laboratories.

Keywords: Chemical waste management and treatment, advanced oxidative processes.

1. INTRODUÇÃO

As instituições de ensino superior (IES), por muito tempo, foram consideradas pequenos geradores de resíduos, raramente fiscalizados quanto ao descarte de seus rejeitos químicos. O gerenciamento de resíduos químicos nas chamadas unidades geradoras das IES esbarra em algumas peculiaridades no tocante aos aspectos de legislação e da responsabilidade educacional, que merecem uma atenção mais criteriosa no programa de gestão de resíduos. Considera-se que, para uma IES, o problema dos resíduos pode ser visualizado como um sistema que pode ser constantemente melhorado, estudado e avaliado; utilizando-se de métodos mais limpos e seguros, através do compartilhamento de seus próprios conhecimentos e tecnologias.

Além da promoção de conhecimento, o uso adequado de métodos de tratamento de efluentes líquidos residuais, pode ser considerado um suporte técnico para um Programa de Gestão de resíduos, facilitando a redução da quantidade de resíduo gerado. Outro ponto importante sobre a questão dos resíduos de laboratório refere-se ao aspecto jurídico da responsabilidade ambiental objetiva: "QUEM GEROU O RESÍDUO É RESPONSÁVEL PELO MESMO" (Jardim, 1998). A maior função social da universidade é a educação; e, dentro de seu exercício de difusão de conhecimentos, está a função de conscientização de seus alunos sobre o meio ambiente, visando educá-los para que levem suas experiências nessa área para suas vidas profissionais e mesmo para suas casas (HEMAIS, 2003).

O Departamento de Química da UFSC desenvolve programas de tratamento de resíduos em seus laboratórios de ensino, promovendo o uso de métodos adequados para laboratório e atividades de educação ambiental; através deste projeto procura divulgar esta atividade esperando que este trabalho coletivo possa ser promovido continuamente, formando assim uma rede de colaboração para promover o tratamento de resíduos.

Considerando que a preocupação com a geração de resíduos perigosos deve estar presente desde o planejamento do projeto de pesquisa ou do plano de ensino, torna-se necessário que antes de iniciar um projeto ocorra uma vasta investigação para verificar a possibilidade de substituição de um procedimento que utilize um produto químico perigoso, por outro procedimento que utilize produtos não perigosos, ou em quantidades menores; também para esta investigação o departamento de química pode compartilhar sua experiência com produtos químicos.

2. OBJETIVOS**2.1. Objetivo Geral**

Promover o compartilhamento de conhecimentos e tecnologias de gerenciamento e tratamento de resíduos químicos, através de ações de educação ambiental no desenvolvimento de métodos que podem ser utilizados na própria unidade geradora.

Disponibilizar oportunidade para que outros técnicos e professores, possam fazer tratamentos de resíduos químicos em seus próprios laboratórios; utilizando-se a estrutura já disponibilizada no Departamento de Química, incentivando a sustentabilidade ambiental na UFSC.

2.2. Objetivos Específicos

- Divulgar informações técnicas publicadas por laboratórios de tratamento de resíduos químicos.
- Adaptar procedimentos simples de tratamento de resíduos que podem ser realizados no próprio laboratório, compartilhando experiência através de consultoria técnica.
- Auxiliar alunos e professores no tratamento de seus efluentes como parte do seu projeto de pesquisa para graduação e pós graduação.
- Auxiliar alunos e professores na revisão de procedimentos que utilizam produtos químicos perigosos, nos projetos de pesquisa ou planos de ensino verificando as alternativas possíveis para utilizar produtos não perigosos, ou em quantidades menores.
- Conscientizar a comunidade acadêmica sobre a importância de tratar e descartar adequadamente os resíduos de laboratório, praticando a responsabilidade ambiental objetiva.
- Conquistar adesão de professores e técnicos de outros departamentos da UFSC para formar uma equipe multidisciplinar em conjunto com o grupo técnico pedagógico de departamento de Química. Reforçando a importância de uma instituição de ensino superior ter uma equipe preocupada com os próprios resíduos gerados nos seus laboratórios de ensino e pesquisa.

3. METODOLOGIA

O tratamento de resíduos fundamenta-se no estudo de fenômenos físico-químicos de interface: tensão superficial, capilaridade, adsorção sobre superfícies sólidas, estabilidade de colóides, dispersões, interações moleculares; e fenômenos de equilíbrio químico: solubilidade, solvatação, hidrólise, redução, oxidação e complexação de íons e moléculas em solventes aquosos. Formulando um conjunto de técnicas que são aplicadas e combinadas entre si em uma sequência de etapas, que favorecem a separação das diferentes substâncias componentes do resíduo, permitindo assim a decomposição de substâncias nocivas ou a sua transferência para uma fase sólida.

Estrutura Funcional

O grupo técnico-pedagógico é formado por técnicos e professores do departamento de química.

A atividade técnica deverá estar vinculada com atividades pedagógicas de educação ambiental, envolvendo atuação direta de professores.

Todas as atividades e serviços prestados serão por adesão voluntária.

A divulgação será veiculada através de um site próprio do grupo, e promoção de cursos de capacitação, aulas e palestras.

Estrutura Técnica

Reagentes, materiais, vidrarias e equipamentos

Os reagentes, materiais e vidrarias são de uso prático, preferencialmente de baixo custo.

As Listas 1, 2 e 3 (Ver anexo) relacionam os reagentes, materiais e equipamentos necessários para fazer os procedimentos mais utilizados.

Atualmente são disponibilizados pelo departamento de química, que procura fazer um estoque para colaborar com outros laboratórios, mas o objetivo é que cada departamento utilize seus próprios recursos.

Espaço Físico

O Departamento de Química desenvolve as atividades de tratamento em conjunto com as aulas nos laboratórios de graduação no primeiro andar do prédio de laboratórios, principalmente no laboratório 102, neste local são realizados os experimentos de teste e otimização, então escreve-se o procedimento e o tratamento será feito sempre no próprio laboratório gerador que deverá reservar um espaço em bancada com prateleiras para organização dos reagentes, vidrarias e materiais necessários.

Dimensionamento

Estão planejadas três escalas de trabalho, sendo que uma delas consiste no tratamento de resíduos em volumes pequenos de até 3 litros, feitos logo após a geração do mesmo, e na própria bancada do laboratório.

Uma outra escala de trabalho, consiste em desenvolvimento de tanques (ou reatores) para operar em tratamentos Processos Oxidativos Avançados (POA), e por sistema em fluxo utilizando-se luz solar. Esta escala já é utilizada para volumes de 3 a 100 litros e estamos planejando um protótipo para volume de resíduo de 100 a 500 litros.

Organograma Funcional (2020)

Comissão Docente	Ligia Cleia Casas Rosenbrock	Administrativo
Nito Angelo Debacher Vera Lúcia Bascuñan Cristiane Luisa Jost Eduardo Sidinei Chaves Iolanda Da Cruz Vieira Luciano Vitali Tatiane De Andrade Maranhão	(Coord. do Projeto) Lab. 102 - Dep. de Química	Gestão de Resíduos: Chirle Ferreira
	Local onde são realizados experimentos, aulas, treinamentos, cursos; e disponibilizados equipamentos.	Dep. de Química: Valdir Rosa Correia Nito Angelo Debacher
Estrutura Física	Equipe	Objetivos
Outros laboratórios, equipamentos e salas do Departamento de Química também são disponibilizados para uso e armazenamento de reagentes, materiais e vidrarias.	Integrantes do projeto: Paulo Alexandre Durant Moraes Simone Farias Mayer Outros técnicos do Departamento de Química, também participam das atividades do projeto, gerenciando tratamentos nos seus laboratórios.	Promover o compartilhamento de conhecimentos e tecnologias sobre tratamento de resíduos químicos. Conquistar adesão de professores e técnicos de outros departamentos da UFSC para formar uma equipe multidisciplinar.
Atividades técnicas		Atividades educativas
Testar experimentos de tratamento e técnicas de análise. Fazer os tratamentos nos laboratórios de ensino do Dep. de Química.	Prestar suporte técnico de treinamento e acompanhamento para outros laboratórios da UFSC.	Oferecer oficinas de treinamento técnico para alunos (bolsistas ou voluntários). colaborar na revisão de procedimentos para substituição de resíduos químicos perigosos.
Escrever e divulgar métodos de tratamento; promover cursos de capacitação, aulas e palestras. Auxiliar alunos e professores no tratamento de seus efluentes como parte do seu projeto de pesquisa para graduação e pós graduação.		

Organograma das atividades técnicas

Metodologias de tratamento		Metodologias de análise		
Processos Físicos e Físico-químicos	NEUTRALIZAÇÃO DE CARGAS, COAGULAÇÃO, FLOCULAÇÃO, FLOTAÇÃO, SEDIMENTAÇÃO, ADSORÇÃO, DESTILAÇÃO, EVAPORAÇÃO. (Tensão superficial, capilaridade, fenômenos de superfície, estabilidade de colóides, dispersões, interações moleculares).	Testes qualitativos, titulação, espectrometria, condutimetria, DQO, potenciometria.		
	PRECIPITAÇÃO QUÍMICA DE METAIS, COMPOSTOS DE COORDENAÇÃO (OU COMPLEXOS), OXIDAÇÃO QUÍMICA, PROCESSO FENTON, PROCESSOS OXIDATIVOS AVANÇADOS (POA). (Reações químicas de equilíbrio ácido-base, solubilidade, solvatação, hidrólise, redução, oxidação e complexação).			
Processos Químicos		Dimensionamento		Atividades em planejamento
Processos Biológicos	BIORREATORES AERÓBIOS E ANAERÓBIOS, SISTEMAS WETLANDS, SISTEMAS ENZIMÁTICOS.	Volume de resíduos 0 a 3 litros	Volume de resíduos 3 a 100 litros	Volume de resíduos 100 a 500 litros
		Nas bancadas ou capela do laboratório	Local reservado dentro do laboratório	Local reservado externo e próximo do laboratório
		Em batelada	Em fluxo	Em fluxo
			Luz UV e solar	Luz solar

O Tratamento de resíduos está previsto no Art.7º da PNRS, consiste em uma das etapas de gerenciamento.

TRATAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS ...
São processos físicos, químicos ou biológicos que deverão ser aplicados aos resíduos potencialmente perigosos para a saúde ou de alguma forma prejudiciais para o meio ambiente, com objetivo de:

Anular ou minimizar toxicidade e perigo

Reduzir massa e volume

Após o tratamento é desejável que o resíduo deixe de ser perigoso e possa retornar para os ciclos biológicos da natureza, restando o mínimo possível em massa de **rejeito sólido**.

Fluxograma do tratamento

Caracterização / descrição do resíduo

Consultas de metodologias de tratamento e análise

Planejamento do método e das etapas experimentais de tratamento

Exp. escala Teste (20 a 50 mL de resíduo)

Técnicas e procedimentos gerais

Reações Químicas específicas

Técnicas de análise

Descarte do Resíduo

Parte Experimental

Divulgação do Método de tratamento

Reavaliar e Reduzir (a geração de Resíduos Perigosos)

A preocupação com a geração de resíduos perigosos deve estar presente desde o planejamento do projeto de pesquisa ou do plano de ensino, portanto, torna-se necessário que antes de iniciar um projeto ocorra uma vasta investigação para verificar a possibilidade de substituição de um procedimento que utilize um produto químico perigoso, por outro procedimento que utilize produtos não perigosos, ou em quantidades menores; também para esta investigação o departamento de química pode compartilhar sua experiência com produtos químicos.

Conheça uma técnica que pode ser uma alternativa para reduzir a geração de resíduos: **Planejamento experimental Estatístico**

As listas, manuais e cartilhas que mais utilizamos para consulta de reações :
Manual de regras básicas de segurança para laboratórios de química, UFSC, Florianópolis, 2008.

Lista de protocolos de tratamentos , Laboratório de Resíduos Químicos, USP-Ribeirão Preto, e USP- São Carlos, SP.

Normas de Gerenciamento de Resíduos Químicos do Instituto de Química da UNICAMP.

Normas de procedimentos para resíduos químicos – LAQUATEC.

Normas de Procedimentos para Segregação, Identificação, Acondicionamento e Coleta de Resíduos Químicos - UFSCar.

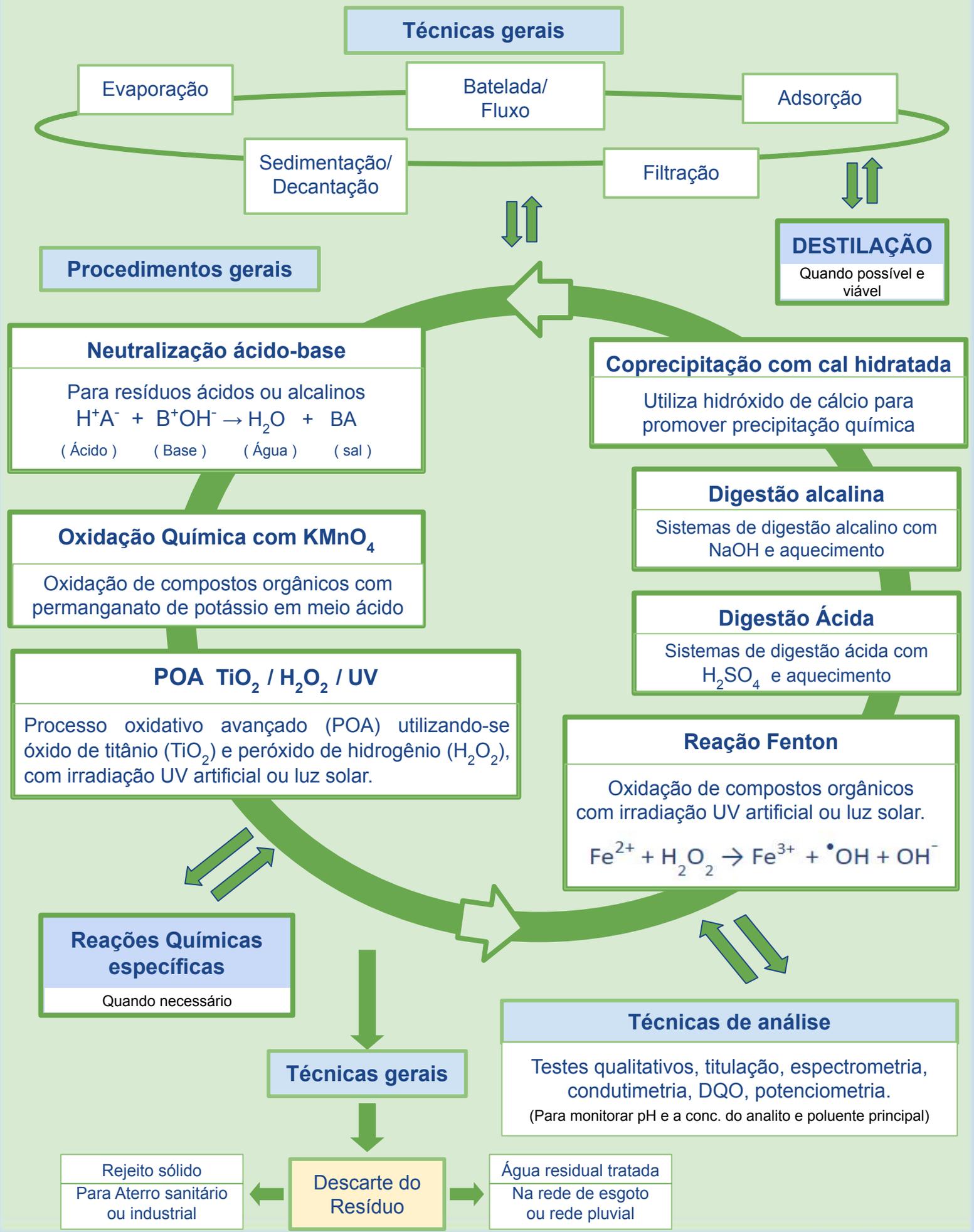
Normas De Procedimentos Para Resíduos Químicos – INPE.

Água Residual	Resíduo líquido depois de tratado, Observar $C_{(Final)}$ Concentração residual final do poluente
Se a pia do laboratório tem:	
Rede Coletora com tratamento de Esgoto	Tubulação de água pluvial (Segue para corpos de água)
$C_{(Final)}$ Deve atender aos limites permitidos para descarte nas redes de tratamento de esgoto	$C_{(Final)}$ Utilizar técnicas de adsorção ou tratamento biológico para atender aos limites das Tabelas de padrões de lançamentos de efluentes CONAMA: N. 430

Rejeitos sólidos (materiais adsorventes, filtros, plásticos de filtração, buchas de meio filtrante, precipitados, seco).

Rejeitos não são de Classe I Descarte na coleta convencional segue para Aterro Sanitário	Rejeitos de Classe I Encaminhar para Aterro industrial
---	---

Fluxogramas da Parte Experimental



Listas de reagentes, frascos, vidrarias, materiais e equipamentos, necessários para a parte experimental dos tratamentos de resíduos químicos.

Lista 1. Reagentes para procedimentos gerais de tratamento

Cal hidratada (pode ser de construção ou pintura)	Ca(OH) ₂
Carbonato de sódio (ou barrilha leve)	Na ₂ CO ₃
Carbonato de Cálcio	CaCO ₃
Cloreto de sódio (ou sal de cozinha)	NaCl
Cloreto de Cálcio	CaCl ₂
Hidróxido de sódio	NaOH
Peróxido de hidrogênio	H ₂ O ₂
Permanganato de potássio	KMnO ₄
Ácido sulfúrico	H ₂ SO ₄
Ácido clorídrico	HCl
Sulfato ferroso	FeSO ₄
Carvão Ativado	CA
Quitosana	
Exofre ressublimado	S
Ácido ascórbico	C ₆ H ₈ O ₆
Iodeto de sódio ou potássio	NaI
Iodo	I ₂
Óxido de Titânio	TiO ₂

Lista 2. Equipamentos para procedimentos e análises.

Agitador com barra magnética
Chapa de aquecimento
Aerador de aquário
Bomba de aquário

pHmetro
Condutivímetro
Espectrofotômetros UV - VIS

Lista 3. Frascos, vidrarias e materiais.

Materiais de consumo:

Papel de filtro (Folha 40x40) / Filtro de Café 103 / Tecido de poliéster / saco plástico / Algodão / espuma / barbante.

Vidrarias ou frascos plásticos:

Béquer de 50, 100 e 500 (mL), 1 e 2 L.
Vidro de relógio, Tubos de ensaio, Funil 50, 200 e 500 mL.
Espátulas ou colheres,
Bastão de vidro (palitos de churrasco)
Frascos de água 2, 5, 10 e 20 L, baldes 18 L.

Autores:

Ligia Cleia Casas Rosenbrock,
Mauro Henrique Dartora Dutra,
Renata Martins Pacheco,
Sara Meireles,
Prof. Nito Angelo Debacher,
Prof. Vera Lúcia Azzolin F. Bascuñan,
Prof. Cristiane Luisa Jost,
Prof. Dilson Roque Zanette.
Florianópolis,
CGA - Dep. de Química

Colaboradores não oficialmente inscritos:

Gelso Francisco Panho,
Gabriel Luiz Kreft,
Natália Bruzamarello Caon,
Otávio Rovere Bittencourt,
José Paulo Pereira Cândido.

4 - REFERÊNCIAS

- VOGEL, Arthur Israel. Química analítica qualitativa. 5. ed. rev. São Paulo: Mestre Jou, 1981. 665 p.
- SKOOG, WEST, HOLLER, CROUCH, Fundamentos de Química Analítica, São Paulo-SP, 2006.
- MORITA, Tokio; ASSUMPÇÃO, Rosely Maria Viegas. Manual de soluções, reagentes e solventes, Edgard Blucher, 2007.
- BACCAN, Nivaldo. Introdução a semimicroanálise qualitativa. 5. ed. rev. ampl. Campinas: Editora da UNICAMP, 1994.
- JARDIM, W. F. Gerenciamento de Resíduos Químicos em Laboratórios de Ensino e Pesquisa. Rev. Quím. Nova, 1998.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 10.004: Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. RESOLUÇÃO nº 430, 2011.
- Plano Nacional de Resíduos Sólidos, 2012.
- CETESB, Guia Técnico, Manual de Produtos Químicos.
- Rosenbrock, L. C. C., Recuperação de prata e cromo dos resíduos gerados nos experimentos de titulações argentimétricas, TCC (graduação), - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Curso de Química. [TCC-LigiaCCR.pdf](#)
- Rosenbrock, L. C. C., Estudo da degradação de formaldeído por processo fenton, Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Programa de Pós-Graduação em Química, 2016 [Dissert-Mestrado-LigiaCCR.pdf](#)

Divulgação do projeto: <https://trqmc.paginas.ufsc.br/>