

Universidade Federal de Viçosa
Cap. COLUNI



TRATAMENTO DE RESÍDUOS GERADOS EM AULAS PRÁTICAS DE QUÍMICA DO COLÉGIO DE APLICAÇÃO DA UFV: UMA OPORTUNIDADE DE APRENDIZAGEM

Bolsista PIBIC-EM/CNPq: Larissa Valdier Cerqueira
Orientadora: Odilaine I. Carvalho Damasceno

Resíduos químicos: o que se pode aprender?

Sensibilização e conscientização ambiental

Química Verde

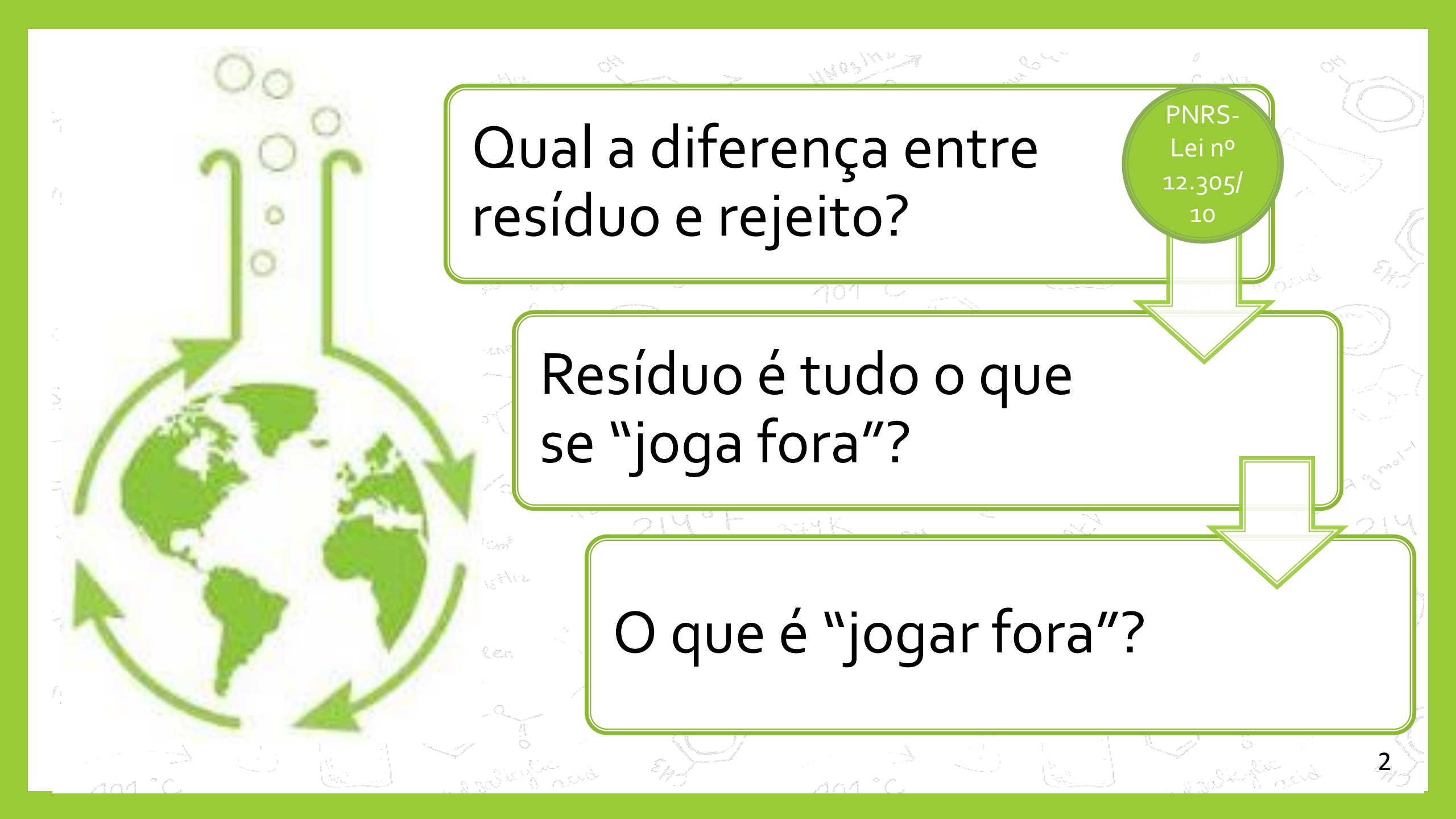
Concentração de soluções/ Legislação

Reações químicas / cálculo estequiométrico

Análise química quantitativa e qualitativa

Adsorção

Equilíbrios químicos homogêneos e heterogêneos



Qual a diferença entre
resíduo e rejeito?

PNRS-
Lei nº
12.305/
10

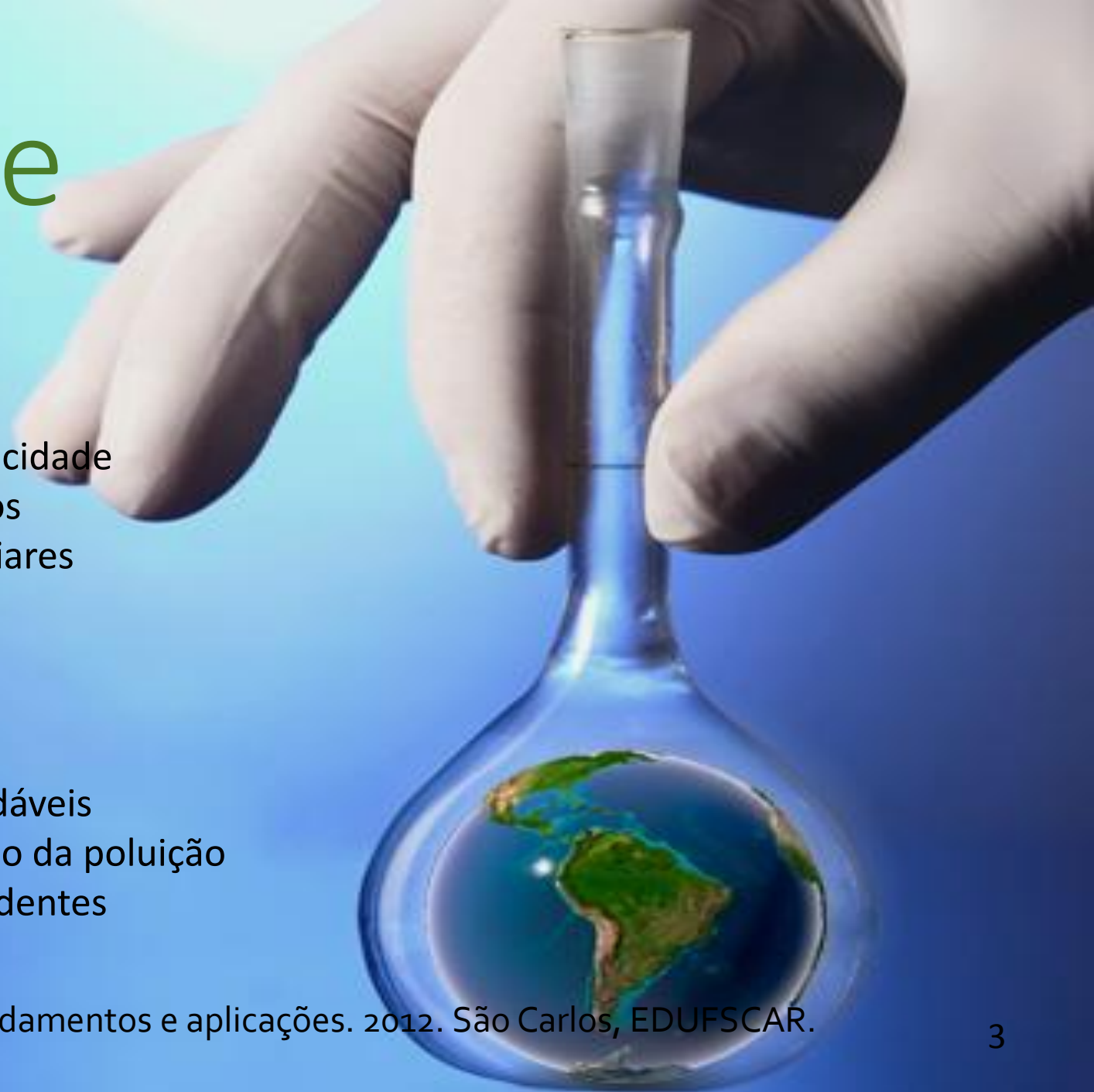
Resíduo é tudo o que
se “joga fora”?

O que é “jogar fora”?

Química Verde

Princípios:

1. Prevenção
2. Economia de átomos
3. Reações com compostos de menor toxicidade
4. Desenvolvimento de compostos seguros
5. Diminuição do uso de solventes e auxiliares
6. Eficiência de energética
7. Uso de substâncias renováveis
8. Evitar a formação de derivados
9. Catálise
10. Desenvolvimento de compostos degradáveis
11. Análise em tempo real para a prevenção da poluição
12. Química segura para a prevenção de acidentes



CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE

RESOLUÇÃO No 430, DE 13 DE MAIO DE 2011

Seção II - Art. 16.

Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente no corpo receptor desde que obedecem as condições e padrões previstos neste artigo, resguardadas outras exigências cabíveis:

I - condições de lançamento de efluentes:

- a) pH entre 5 a 9;
- b) temperatura: inferior a 40°C



PADRÕES DE LANÇAMENTO DE EFLUENTES

Parâmetros inorgânicos

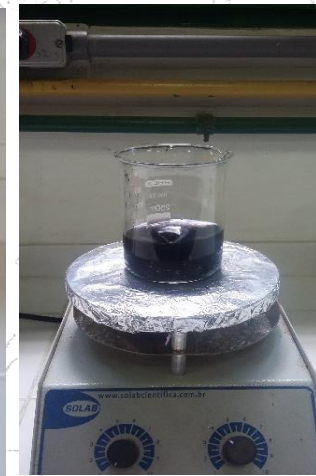
Valores máximos permitidos

Bário total	5 mg/L
Cromo hexavalente	0,1 mg/L
Cromo trivalente	1,0 mg/L
Ferro dissolvido	15 mg/L
Manganês dissolvido	1,0 mg/L
Nitrogênio amoniacal total	20 mg/L
Sulfatos	1.000 mg/L
Sulfetos	1,0 mg/L

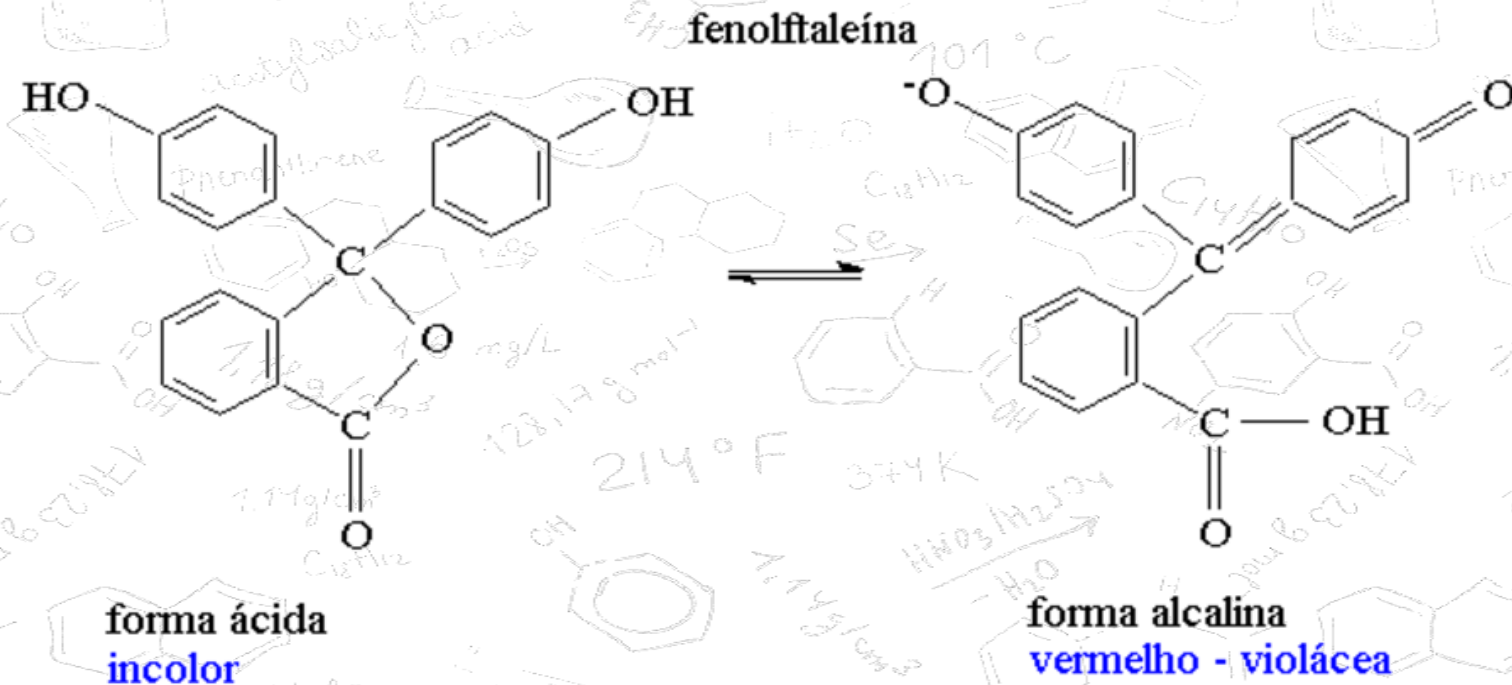
ADSORÇÃO/NEUTRALIZAÇÃO

Adsorção de fenolftaleína em carvão ativado

- fenolftaleína
- $\text{pH}_i = 12$
- $V = 5,3 \text{ L}$
- Teste: 0,200 g de carvão ativado a cada 100 mL de resíduo, agitação durante 30 minutos
- Filtração Simples
- Sólido calcinado em forno mufla 600 °C por 2 h
- $M = 1,227 \text{ g} \Rightarrow M = 0,012 \text{ g}$
- Neutralização do sobrenadante
- $\text{pH}_f = 8,20$
- Descarte sob água corrente



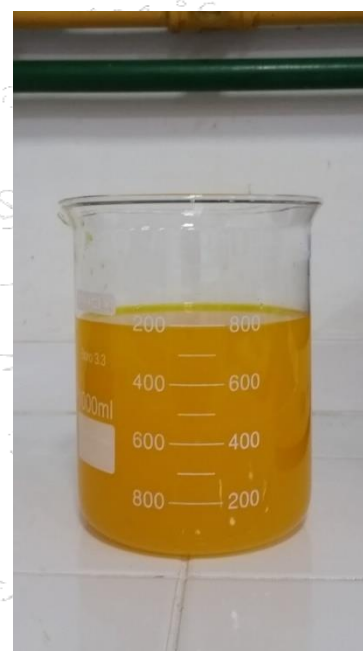
Adsorção de fenolftaleína em carvão ativado



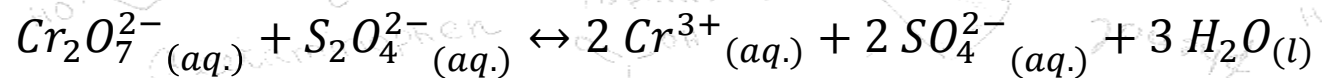
EQUILÍBRIO QUÍMICO / REAÇÕES

Gerenciamento do resíduo de dicromato contendo bário

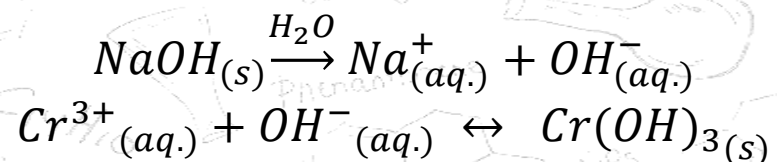
- $2 CrO_4^{2-} (aq.) + 2 H^+ (aq.) \leftrightarrow Cr_2O_7^{2-} (aq.) + H_2O (l)$
- Ba^{2+}
- $V = 1,1 L$
- $pHi = 5,77$
- Adição de H_2SO_4 , 5 mol/L ➡ deslocamento do equilíbrio
➡ precipitação $BaSO_4$
(Kps a $25^\circ C = 1 \times 10^{-10}$,
aproximadamente
1,373 mg/L de Ba^{2+})
- Filtração simples do sistema
- Coleta do Sulfato de Bário



- Adição de 2,7 g de Ditionito de Sódio ($Na_2S_2O_4$)
- Redução do cromo hexavalente

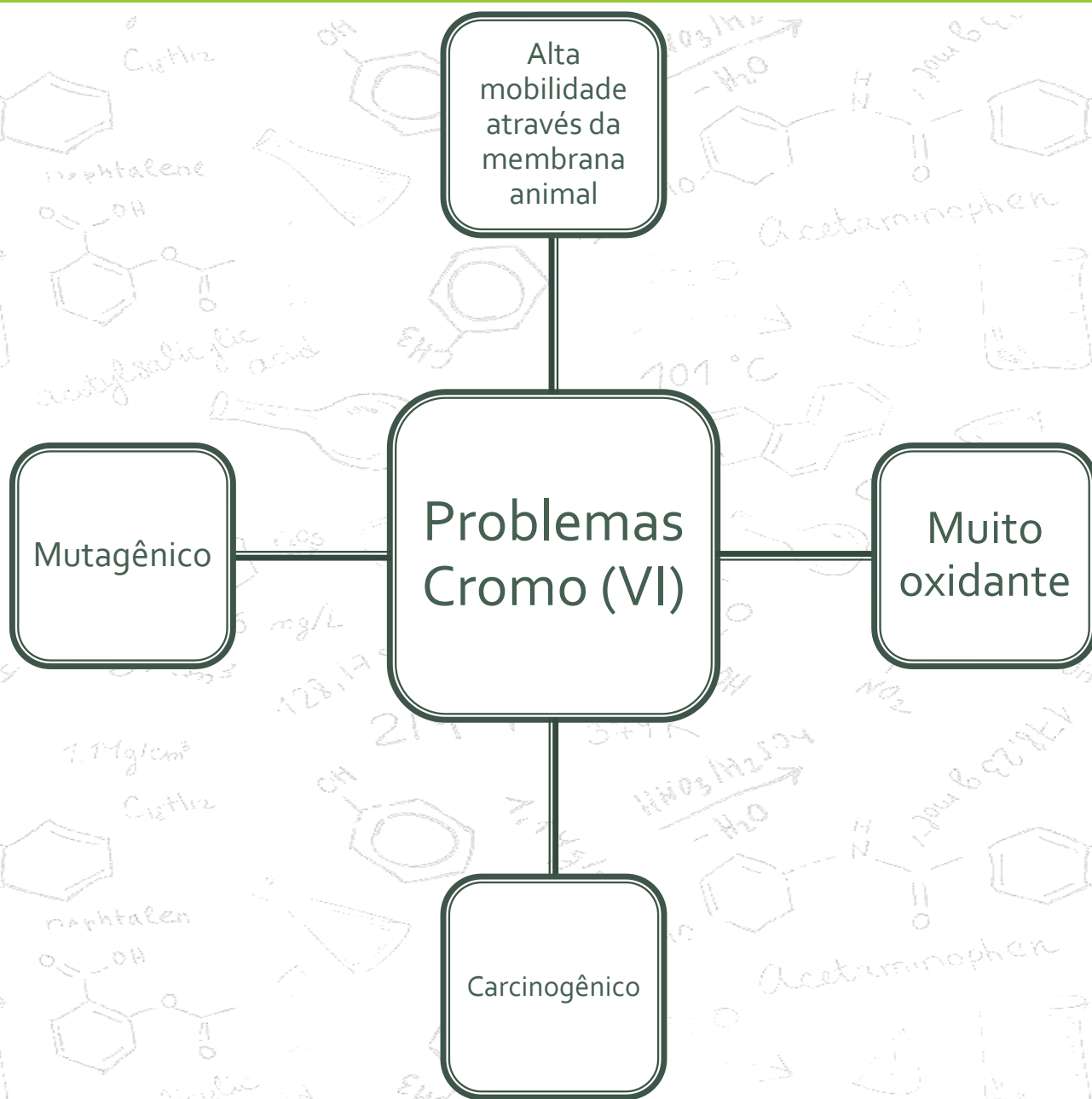


- Adição de NaOH, 6 mol/L:



- Precipitação do Cromo (III) em Hidróxido de Cromo ($Cr(OH)_3$)
- pH = 12,0
- Filtração e calcinação $Cr(OH)_3 \Rightarrow Cr_2O_3$
- $K_{ps} = 3 \times 10^{-29}$
- Armazenamento
- Neutralização do sobrenadante com Ácido Sulfúrico
- Encaminhamento para Gestão de Resíduos e Rejeitos da UFV

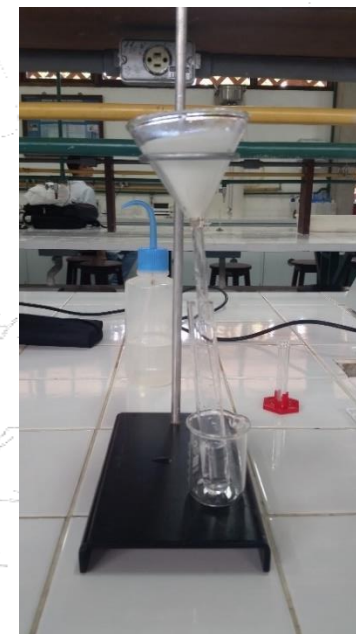




QUÍMICA VERDE

Intervenção aula prática de solubilidade

- Uso inicial de Dicromato de Potássio ($K_2Cr_2O_7$)
- Solução insaturada, saturada e saturada com corpo de chão
- Temperatura de precipitação e máxima dissolução
- Substituição do Dicromato por Cloreto de Amônio (NH_4Cl)
- Coeficiente de solubilidade = 39,6 g/ 100 mL H_2O a 25°C
- Repetição dos experimentos
- 10 mL ➡ 5 mL
- $M_1 = 0,5 \text{ g}$ / $M_2 = 2,2 \text{ g}$
- Gerenciamento por Filtração Simples, 50 % de recuperação





Vantagens da intervenção

Econômicas

Custo-benefício favorável (55,15 %)

Tratamento do resíduo final mais prático e com menor custo

Ecológicas

Redução da quantidade de resíduos cancerígenos

Didáticas

Resultados observados com maior facilidade



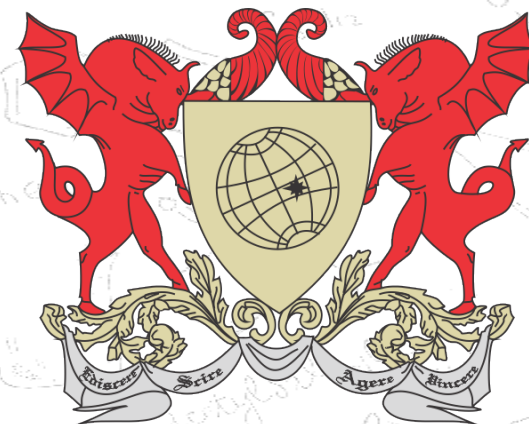
CONCLUSÕES

- Resíduos após os tratamentos apresentavam toxicidade mínima, sendo atendidos os parâmetros estabelecidos pela Resolução 430 de 2011 da CONAMA para o descarte de efluentes
- Substituição vantajosa de composto de elevada toxicidade (intervenção na aula prática)
- Aprendizagem dos conceitos abordados: concentração de soluções, oxirredução, adsorção, pH, neutralização e equilíbrios químicos





AGRADECIMENTOS



Odilaine Damasceno
Luana Freitas
Márcia Valdier
Ulisses Oliveira
Vanessa Neves



Cap-COLUNI/UFV



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT, NBR. 9800: Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 1987.
- BRASIL. Ministério do meio ambiente. Conselho nacional do meio ambiente. Resolução nº 357, de de 2005.
- CONAMA, Resolução. 430, de 13 de maio de 2011. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente, 2011.
- COPASA. T.187/5: Lançamento de efluentes não domésticos no sistema de esgotamento sanitário da COPASA. Companhia de Saneamento de Minas Gerais, 2014.
- FIGUERÊDO, D. V. Manual para Gestão de Resíduos Químicos Perigosos de Instituições de Ensino e Pesquisa. Conselho Regional de Química de Minas Gerais, 2006.
- JARDIM, W. DE F. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. Química Nova, v. 21, n. 5, p. 671, 1998.
- OLIVEIRA, E. S. Tratamento de resíduos gerados em aulas práticas de química do COLUNI-UFV: uma oportunidade de aprendizagem. Universidade Federal de Viçosa, Colégio de Aplicação – COLUNI, 2015.
- PNRS, lei nº 12.305, 2 de agosto de 2010. Política Nacional de Resíduos Sólidos. 2010.
- BOHNENBERGER, E. B.; FREITAS, M. G. Experimentos de Química. Apostila de Técnicas Gerais de Laboratório – Química. 2015.
- FELTRE, R. Química, Volume 2, 6ª edição. São Paulo, 2004.
- CORRÊA, A. G.; ZUIN, V. G.; Química Verde: fundamentos e aplicações. 2012. São Carlos, EDUFSCAR.

INFORMAÇÕES ADICIONAIS...

Relação custo-benefício intervenção

Dicromato de Potássio (500 g) → R\$ 32,99

- Total utilizado nas aulas = 3,25 g/grupo
= 104 g ao todo
- Custo de R\$ 6,86



Cloreto de Amônio (500 g) → R\$ 22,00

- Total utilizado nas aulas = 2,2 g/grupo
= 70,4 g ao todo
- Custo de R\$ 3,09

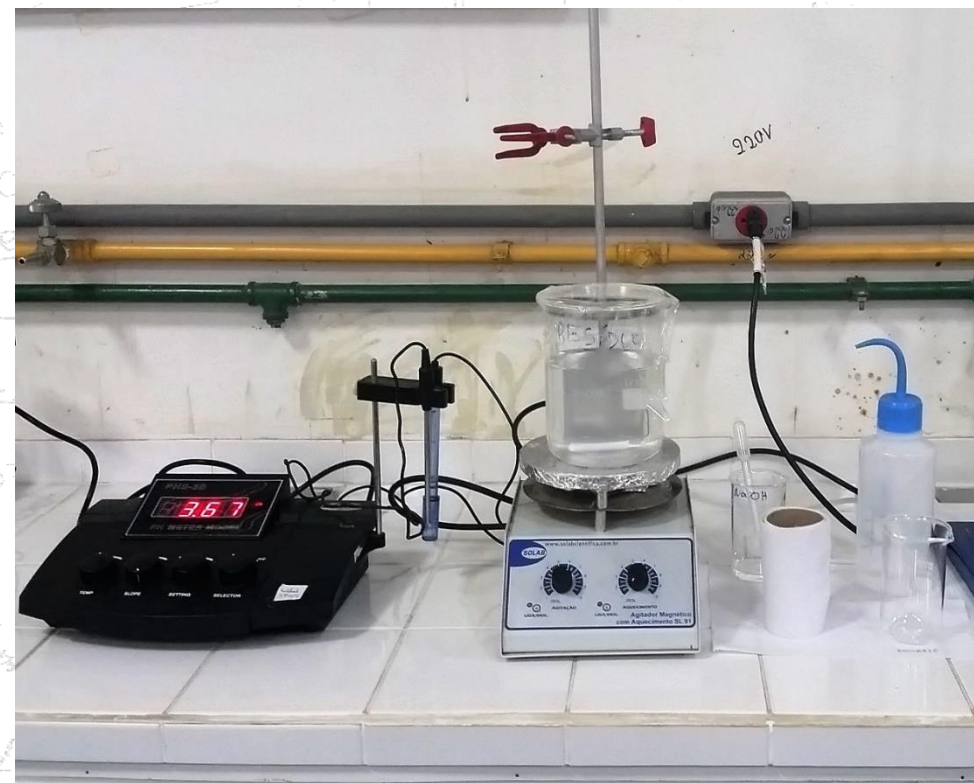


Vantagem final → 55,15 %

DESCARTE SEGURO

Neutralização de compostos que possuem pH fora da faixa permitida

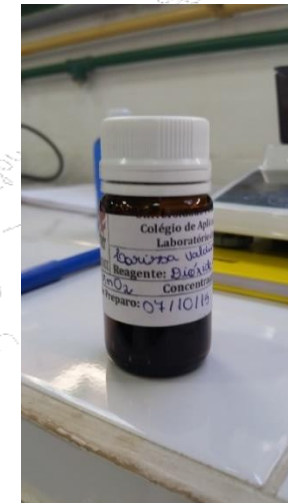
- Total de resíduos neutralizados separadamente: 4,7 L, advindos de 4 aulas práticas distintas
- Exemplo: $\text{HCl} + \text{NaOH}$
- $\text{pH}_i = 1,16$
- $\text{pH}_{\text{metro}} \Rightarrow$ adição de micropérolas de NaOH
- $\text{pH}_f = 8,4$
- Descarte sob água corrente



REAPROVEITAMENTO DE COMPOSTOS

Recuperação de catalisador da catálise heterogênea

- $2 H_2O_2 (aq.) \xrightarrow{MnO_2} 2 H_2O_{(l)} + O_{2(g)}$
- Catalisador: MnO_2
- Filtração
- Volume= 900 mL
- pH=8
- $MMnO_2 = 11,049 \text{ g}$
- Teste de verificação da eficácia do coletado
- Armazenamento do MnO_2 recuperado
- Descarte em água corrente



RECUPERAÇÃO DE SOLUÇÕES

Iodeto de Potássio

- Irregularidade: presença de I_2
 - Volume: 240 mL
 - Adsorção em carvão ativo
 - 0,240 g de carvão, agitação durante 30 minutos
 - Filtração
 - Teste para verificação da eficiência da solução recuperada:
- $$Pb(NO_3)_2(aq.) + 2 KI(aq.) \rightarrow PbI_{2(s)} + 2 KNO_3(aq.)$$

amarelo

