



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA

PRIMEIRO RELATÓRIO DE RESÍDUOS DO LABORATÓRIO DE ENSINO DE
QUÍMICA ANALÍTICA EXPERIMENTAL DO DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA.

FLORIANÓPOLIS
2007

Este relatório descreve situação da gestão dos resíduos dos laboratórios de química analítica experimental (Lab. 101, e Lab. 103), do Departamento de Química da UFSC, em 2007. Nestes laboratórios são ministradas as disciplinas de Química Analítica Qualitativa e Quantitativa, para os cursos de Química, Farmácia, Agronomia e Oceanografia. Cada laboratório comporta uma turma de 24 alunos, sendo que nos dois laboratórios são atendidas, 12 turmas por semana.

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentadas uma seqüência de todas os experimentos realizados nos laboratórios, sendo que a Tabela 1 descreve os experimentos de Química Analítica qualitativa, e a Tabela 2 os experimentos de Química Analítica quantitativa.

O procedimento adotado na implantação do Programa/CGA(1997), usado até hoje, consiste em coletar os resíduos gerados nos laboratórios, separados em 6 tipos distintos, que aqui vamos denominar: 1) Resíduos quali grupo I, 2) Resíduos quali cátions, 3) Resíduos quali complexos, 4) Resíduos quanti prata, 5) Resíduos quanti minérios, e 6) Resíduos quanti níquel.

1) Resíduos quali grupo I, são os resíduos das práticas das reações de identificação e separação dos cátions do grupo I: prata, chumbo e mercúrio. Durante as práticas são colocados 4 recipientes para coletar os resíduos: prata, chumbo e mercúrio, separadamente e um para a mistura destes. Os alunos são instruídos a utilizar os recipientes seletivos quando tiverem certeza que o resíduo tem apenas um dos cátions, e utilizar o recipiente da mistura, em caso de dúvida ou quando tiver 2 ou 3

cátions. Os volumes de resíduos gerados são de 100mL para cada cátion e de 300mL para a mistura, por turma, considerando que todas as turmas fazem este experimento, são gerados aproximadamente 5 litros deste resíduo, por semestre, até 2007-1, este resíduo era misturado e encaminhado para o Programa/CGA de coleta. Os resíduos dos cátions (coletados separadamente) dos semestres de 2007-2, 2008-1 e 2008-2, foram armazenados no laboratório, constituindo o Sistema de estudo II. Obs: A mistura dos cátions ainda está sendo misturado nos resíduos quali cátions e encaminhado para o Programa/CGA de coleta.

2) Resíduos quali cátions são os resíduos das práticas de identificação e separação dos cátions de todos os grupos, do grupo I (prata, mercúrio I, chumbo; grupo II (mercúrio II, bismuto, cobre, cádmio), grupo III (ferro, alumínio, cromo, manganês, níquel, cobalto, zinco; grupo IV (cálcio, estrôncio, bário); e grupo V (lítio, sódio, potássio, e magnésio). Atualmente são todos misturados no mesmo recipiente gerando um volume entre 7 e 10 litros por semestre, e encaminhado para o Programa/CGA de coleta. O desafio para este resíduo é inicialmente encontrar uma estratégia para separar resíduos poluentes e não poluentes, as condições operacionais são dificultadas pela grande quantidade de frascos necessários para as coletas seletivas, e pela falta de espaço físico.

3) Resíduos quali complexos, são os resíduos coletados nas práticas: 1.3) Equilíbrio envolvendo complexos, 1.4) Equilíbrio de precipitação e dissolução de compostos pouco solúveis e 1.5) Equilíbrio de oxido-redução, complexação e precipitação (tabela 1). Neste resíduo estão presentes os cátions ferro, chumbo, prata, cálcio, cobre, estrôncio, nestas práticas utiliza-se também álcool amílico e clorofórmio. Procura-se colocar recipientes separados para coletar as reações com clorofórmio (organoclorados), mas pode-se constatar que a separação parece ser difícil, para os alunos, ao final da aula os resíduos estão geralmente misturados. São gerados entre 7 e 10 litros por semestre, estes resíduos são encaminhados para o Programa/CGA de coleta. O desafio para este resíduo seria encontrar uma forma prática, viável e segura de separar a fase orgânica.

4) Resíduos quanti prata são os resíduos coletados nas práticas de analítica quantitativa, titulações argentimétricas: 2.4) Determinação de Cloreto em soro fisiológico, 2.5) Determinação de Iodeto em xarope, 2.6) Determinação de

brometo em sais de brometo. Estes resíduos são coletados e geram um volume de 30 a 40 litros, por semestre, que eram encaminhados para o Programa/CGA de coleta até 2007-2, em 2008-1 e neste semestre foram armazenados no laboratório e constituem o Sistema de estudo I.

5) Resíduos quanti minérios são os resíduos coletados nas práticas de análise quantitativa de minérios (práticas do curso de química), apresentam os cátions de mercúrio, estanho e arsênio. Geram um volume de 2 litros, por semestre. Atualmente são encaminhados para o Programa/CGA de coleta.

6) Resíduos quanti níquel são os resíduos coletados nas práticas de determinação de níquel com dimetil-glioxima, geram um volume líquido de 2 litros por turma, sendo que neste semestre de 2008-2, gerou 8 litros. Produz também um resíduo sólido do complexo dimetil-glioxima seco, de aproximadamente: 1 grama por turma, estas práticas também geram resíduos de lavagem dos cadinhos filtrantes, de ácido nítrico 1:1 contaminado com níquel e dimetil-glioxima (de aproximadamente 500 mL). Atualmente são encaminhados para o Programa/CGA de coleta.

Tabela 1 . Resíduos gerados no laboratório 103 - Química Analítica Qualitativa. As práticas são realizadas em tubos de ensaio.

Descrição	Reagentes Utilizados		Destino do resíduo
1.1) Equilíbrio envolvendo ácidos e bases fracas	Ácido acético glacial, Amônia conc. Ácido clorídrico 0,1M Hidróxido de sódio 0,1M Acetato de sódio sat. Cloreto de amônio sat. Dihidrogenofosfato de sódio sat.		Neutralizado diluído, e descartado na pia
1.2) Equilíbrio envolvendo hidrólise de sais	Monohidrogenofosfato de sódio sat. Hidrogenocarbonato de sódio sat. Carbonato de sódio sat. Soluções Tampão (HCl, NaOH, ftalato ac. de potássio) Indicador universal	Azul de bromotimol (0,1% em etanol) Vermelho de metila (0,1% em etanol) Alaranjado de metila (0,1% em etanol) Fenolftaleína (0,1% em etanol)	
1.3) Equilíbrio envolvendo complexos	Cloreto férrico (1 e 0,1M), Tiocianato de amônio (1 e 0,1M), Cloreto de sódio sat., Cloreto de amônio sat., Éter etílico ou álcool amílico, Sulfato de cobre 0,1M, Amônia 1M, Ácido sulfúrico 1M		<u>Resíduos quali complexos</u> Coletado e encaminhado para Programa/CGA
1.4) Equilíbrio de precipitação e dissolução de compostos pouco solúveis	Nitrato de chumbo 0,1M, Cromato de potássio 0,1M, Amônia 1M, Cloreto de cálcio 0,1M, Carbonato de sódio 0,1M, Cloreto de sódio 0,1M, Nitrato de prata 0,1M, Sulfato de cobre 0,1M, Oxalato de amônio 0,1M, Hidróxido de sódio 0,1M, Cloreto de magnésio 0,1M, Ácido clorídrico 0,1M, Nitrato de estrôncio 0,1M		
1.5) Equilíbrio de oxido-redução, complexação e precipitação	Nitrato de chumbo 0,1M, Amônia , Brometo de potássio, Cloreto férrico, Iodeto de potássio, Hidróxido de sódio, Tiocianato de amônio, Ácido clorídrico, Água de cloro, Clorofórmio		
1.6) Separação analítica dos cátions do grupo I	Nitrato de Prata, Nitrato de Mercúrio I, Nitrato de Chumbo, HCl 6M, HNO ₃ 6M e conc., NH ₃ 6M, NaOH 6M, K ₂ CrO ₄ 1M, KI 0,1M, H ₂ SO ₄ 3,0, lâminas de cobre.		<u>Resíduos quali grupo I</u> <u>Sistema de estudo II</u>
1.7) Separação analítica dos cátions do grupo II	Nitrato de Mercúrio II, Nitrato de Bismuto, Nitrato de Cobre, Nitrato de Cádmio, HCl 1 e 3 M, Tioacetamida, HNO ₃ 6M, água-régia (HCl:HNO ₃ 3:1, conc.), KI 0,1M , NH ₃ conc., glicerina 1:1, NaOH 6M, ferrocianeto de potássio 0,2M, Na ₂ HPO ₄ sat.		<u>Resíduos quali cátions</u> Coletado e encaminhado para Programa/CGA
1.8) Separação analítica dos cátions do grupo III	Nitrato de Fe ³⁺ , Al ³⁺ , Cr ³⁺ , Mn ²⁺ , Ni ²⁺ , Co ²⁺ , Zn ²⁺ , NH ₄ Cl 3M, NH ₃ conc., H ₂ O ₂ conc. e 3%, HNO ₃ 6M e conc., KSCN 1M, bismutato de sódio sólido, Fenolftaleína (0,1% em etanol), , HCl 3M, NH ₄ SCN sólido, KSCN, NaOH 6M, ferrocianeto de potássio 0,2M, Tioacetamida.		
1.9) Separação analítica dos cátions do grupo IV	Nitrato de Ca ²⁺ , Sr ²⁺ , Ba ²⁺ , (NH ₄) ₂ CO ₃ sat. e 1M, HOAc 6 e 3M, NH ₄ Cl 6 e 3M, oxalato de amônio 1M, HCl 3M, sulfato de amônio saturado, K ₂ CrO ₄ 0,1M, K ₄ [Fe(CN) ₆], NH ₃ conc. E 6M, (NH ₄) ₂ SO ₄ sat..		
1.10) Separação analítica dos cátions do grupo V	LiCl, nitrato de Na ⁺ , K ⁺ , NH ₄ ⁺ , Mg ²⁺ . NaOH 6,0 mol/L, Papel indicador fica azul, reagente de Nessler (solução básica de tetraiodomercurato (II) de potássio), NH ₄ Cl 6 e 3M, Na ₂ CO ₃ 1M, Na ₂ HPO ₄ sat. e 0,2M, tampão NH ₄ ⁺ / NH ₃ , tampão OAc ⁻ / HOAc, Reagente de Carnott, ácido pícrico, Reagente de Weimback, álcool 95°, NaF 1M.		
1.11) Teste na chama	Cloreto de sódio, bário, potássio, lítio, Cálcio, Nitrato de estrôncio e cobre. HCl 6M		

Tabela 2 . Resíduos gerados no laboratório 101 - Química Analítica Quantitativa. As práticas realizadas são de titulação e análise gravimétrica.

Descrição da prática	Reagentes Utilizados		Destino do resíduo
2.1) Calibração de aparelhos volumétricos	Água		Neutralizado diluído, e descartado na pia
Curvas de titulação ácido-base	HCl , NaOH , CH ₃ COOH , Na ₂ CO ₃ , H ₃ PO ₄ , NH ₃		
2.2) Preparação, padronização de solução e determinação de acidez em produto comercial	Amostras de Vinagre e vinho, NaOH , Fenolftaleína, Ftalato ácido de potássio (KHC ₈ H ₄ O ₄)		
2.3) Preparação, padronização de solução e determinação da capacidade antiácida de produto farmacêutico	Amostra de Leite de Magnésia Amostra de Comprimido antiácido NaOH, HCl concentrado, Fenolftaleína, Na ₂ CO ₃ , Vermelho de metila.		
2.4) Determinação de Cloreto em soro fisiológico	Solução padrão de AgNO ₃ 0,05 Mol/L	Soro fisiológico, K ₂ CrO ₄ , NaCl, Amostra de xarope. Diclorofluoresceína	<u>Resíduos quanti prata</u> <u>Sistema de estudo I</u>
2.5) Determinação de Iodeto em xarope		HNO ₃ , Eosina.	
2.6) Determinação de brometo em sais de brometo		KBr, HNO ₃ , NH ₄ Fe(SO ₄) ₂	
2.7) Determinação de cálcio em leite	EDTA Amostra de leite, Tampão de amônio, ErioT, CaCO ₃ , HCl 6, MgCl ₂ Calcon		Neutralizado diluído, e descartado na pia
2.8) Determinação de cálcio em suplemento alimentar		NaOH 1mol/L	
2.9) Determinação da dureza da água			
2.10) DETERMINAÇÃO DE CÁLCIO EM CALCÁRIO		Amostra de calcário HCl conc., cloridrato de hidroxilamina; Trietanolamina, NaOH.	
2.11) Determinação de peróxido de hidrogênio em água oxigenada	KMnO ₄ 0,02 M H ₂ SO ₄ 1 M Na ₂ C ₂ O ₄ 0,05 M Água oxigenada 10 volumes		Neutralizado diluído, e descartado na pia
2.12) Determinação de cloro ativo em alvejante	Na ₂ S ₂ O ₃ 0,1 M	HCl 1 M	
2.12) Determinação de ácido ascórbico	KIO ₃ sólido KI sólido Amido	CH ₃ COOH (1:4) Comprimidos de vitamina C Sucos cítricos	
2.13) ANALISE GRAVIMETRICA DETERMINAÇÃO DE FERRO EM SULFATO DE AMÔNIO E FERRO (II)	Amostra de sulfato de amônio e ferro (II) sólido, HCl conc.; H ₂ O ₂ 3% (m/v); nitrato de amônio sólido, amônia conc., nitrato de prata (algumas gotas).		
2.14) DETERMINAÇÃO DO RESÍDUO INSOLÚVEL EM SÍLICA	HCl conc.; nitrato de prata (gotas); ácido sulfúrico; amostra de minério em análise.		
2.15) DETERMINAÇÃO DO TEOR DE FERRO em minério	Permanganato de potássio, oxalato de sódio, SnCl ₂ , HCl, HgCl ₂ , MnSO ₄ , H ₂ SO ₄ conc., H ₃ PO ₄ a85%.		<u>Resíduos quanti minérios</u> Coletado e encaminhado para Programa/CGA
2.16) DETERMINAÇÃO DO TEOR DE manganês 2.17 Det de Níquel em minério	Minério de manganês, ácido sulfúrico concentrado; solução de arsenito de sódio 0,0250 mol/L, NaOH 1 mol/L, HCl, iodato de potássio, e KMnO ₄ .		
2.18) DETERMINAÇÃO DE Níquel com dimetilglioxima	Amônia conc. Níquel, dimetilglioxima, ác. Nítrico.		<u>Resíduos quanti níquel</u> Coletado e encaminhado para Programa/CGA