



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS DE REALEZA

CURSO DE QUÍMICA - LICENCIATURA

VANESSA PAGNO

**LEVANTAMENTO DE RESÍDUOS DOS LABORATÓRIOS DA UFFS, *CAMPUS*
REALEZA – PR, E PROPOSTAS DE ATIVIDADES COM FOCO EM QUÍMICA VERDE**

REALEZA

2016

VANESSA PAGNO

**LEVANTAMENTO DE RESÍDUOS DOS LABORATÓRIOS DA UFFS, *CAMPUS*
REALEZA – PR, E PROPOSTAS DE ATIVIDADES COM FOCO EM QUÍMICA VERDE**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do
grau de Licenciada em Química da
Universidade Federal da Fronteira Sul

Orientadora: Prof^ª. Dra. Liziara da Costa
Cabrera

Coorientadora: Dra. Edinéia P. S. Schmitz

REALEZA

2016

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

Pagno, Vanessa

Levantamento de Resíduos dos Laboratórios da UFFS, Campus Realeza (PR), e Propostas de Atividades com Foco em Química Verde/ Vanessa Pagno. -- 2016.

35 f.:il.

Orientadora: Lizziara da Costa Cabrera.

Co-orientadora: Edinéia Paula Sartori Schmitz.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Química - Licenciatura, Realeza, PR, 2016.

1. Trabalho de Conclusão de Curso. I. Cabrera, Lizziara da Costa, orient. II. Schmitz, Edinéia Paula Sartori, co-orient. III. Universidade Federal da Fronteira Sul. IV. Título.

VANESSA PAGNO

**LEVANTAMENTO DE RESÍDUOS DOS LABORATÓRIOS DA UFFS, CAMPUS
REALEZA – PR, E PROPOSTAS DE ATIVIDADES COM FOCO EM QUÍMICA VERDE**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado para obtenção de grau de Licenciatura em Química da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientadora: Liziara da Costa Cabrera


Coorientadora: Edinéia P. S. Schmitz

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 06/07/2016.

BANCA EXAMINADORA



Prof^a Dra. Liziara da Costa Cabrera – UFFS (Orientadora)



Dra. Edinéia P. S. Schmitz - UFFS (Coorientadora)



Prof. Dr. Clóvis Piovezan - UFFS



Cássio Batista Marcon – UFFS

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo Dom da vida.

Agradeço a Universidade Federal da Fronteira Sul pela oportunidade de realizar este trabalho.

Agradeço a minha maravilhosa orientadora, Professora Dra. Liziara Cabrera, por sua paciência, incentivo e contribuições neste trabalho.

Agradeço a minha coorientadora, Edinéia P. S. Schimitz, por suas significativas contribuições e orientações para que este trabalho pudesse ser concluído.

Agradeço a minha família pelo apoio, em especial a minha irmã gêmea, Fabiana Pagno, pelos conselhos e incentivos.

Agradeço ao meu namorado e colega André Salapata pela grande contribuição na construção do fluxograma deste trabalho e pelos incentivos ao mesmo.

Agradeço também, aos meus colegas, amigos e professores da Universidade aos quais tive contato durante este percurso e que contribuíram para minha formação acadêmica.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Aulas experimentais ministradas em 2014 e 2015.....	14
Figura 2 - Reagentes mais utilizados, no curso de Química –Licenciatura, no ano de 2014, valores em kg.....	17
Figura 3 - Reagentes mais utilizados em 2015, no curso de Química –Licenciatura, valores em kg.....	17
Figura 4 - Comparação entre os reagentes mais utilizados no curso de Química –Licenciatura, nos anos de 2014 e de 2015, valores em kg.....	18
Figura 5 - Fluxograma de toxicidade de acordo com a DL50 de cada reagente.....	20
Figura 6 - Categoria 1, DL50 de 30 mg/kg a 350 mg/kg – Toxicidade Elevada.....	21
Figura 7 - Categoria 2, DL50 de 350 mg/kg a 2000 mg/kg – Toxicidade Regular.....	22
Figura 8 - Categoria 3, DL50 de 2000 mg/kg a 5000 mg/kg - Toxicidade Média.....	23
Figura 9 - Categoria 3, DL50 de 2000 mg/kg a 5000 mg/kg – Toxicidade Baixa.....	24

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados referentes aos resíduos entregues em 2014 e de 2015 para tratamento.....	12
Tabela 2 – Dados referentes aos reagentes utilizados nos anos de 2014 e de 2015.....	15

MATERIAIS SUPLEMENTARES

Material Suplementar I – Formulário de aulas práticas da UFFS, utilizado no <i>Campus Realeza</i>	29
Material Suplementar II – Reagentes com DL ₅₀ não identificada.....	30
Material Suplementar III – Ações sustentáveis para o componente curricular de química analítica.....	31
Material Suplementar IV – Reagentes utilizados nas aulas experimentais do curso de Química – Licenciatura nos anos de 2014.....	32

Levantamento de Resíduos dos Laboratórios da UFFS, Campus Realeza – PR, e Propostas de Atividades com Foco em Química Verde

PAGNO, V.; SCHMITZ, E. P. S.; CABRERA, L. da C.*

A Survey on Waste from the Laboratories of Realeza Campus, UFFS – PR and Proposal of Focusing on Green Chemistry

Abstract: Based on the need to discussing questions linked to Green Chemistry at Higher Education institutions, the objective of this work was to show the impacts of chemical waste generated from practical activities developed during a Chemistry Teaching degree program, at the Realeza campus of the Federal University of Fronteira Sul (UFFS), and propose actions to reduce these impacts. For this, qualitative and quantitative analyses of reagents used in chemistry experimental classes, were performed, having as basis, the identification of the most used and toxic reagents, described during experimental classes protocols, in the period from 2014 to 2015. With the obtained data, it was possible to present the panorama of waste generated during experimental classes and problematize the subject in academia. This discussion led to the proposal of actions focused on Green Chemistry which seek to reduce the quantity of reagents used in experimental classes as well as practice sustainable actions.

Keywords: Experimental classes; Waste; Green Chemistry

Resumo: Partindo da necessidade de discutir questões ligadas à Química Verde nas Instituições de Ensino Superior, este trabalho teve por objetivo mostrar o impacto dos resíduos químicos gerados no desenvolvimento das atividades práticas do curso de Química Licenciatura, da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Campus Realeza*, e propor ações para reduzir estes impactos. Para isso, foram realizadas análises qualitativas e quantitativas dos reagentes utilizados nas aulas experimentais do curso, tendo como base, a identificação dos reagentes mais tóxicos e mais utilizados, descritos nos protocolos de aulas experimentais, nos períodos de 2014 a 2015. Com os dados obtidos foi possível apresentar um panorama dos resíduos gerados nas aulas experimentais e problematizar o assunto no meio acadêmico. Esta discussão levou à propostas de ações voltadas à Química Verde que buscam minimizar a quantidade de reagentes utilizados nas aulas experimentais, bem como a prática de ações sustentáveis.

Palavras-Chave: Aulas práticas; Resíduos; Química Verde.

*Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Realeza – Realeza -PR.
liziara.cabrera@uffs.edu.br

Levantamento de Resíduos dos Laboratórios da UFFS, Campus Realeza – PR, e Propostas de Atividades com Foco em Química Verde

Vanessa Pagno^a, Edinéia Paula Sartori Schmitz^a, Liziara da Costa Cabrera*

^aUniversidade Federal da Fronteira Sul, Campus Realeza – Realeza -PR.

liziara.cabrera@uffs.edu.br

- 1. Introdução**
- 2. Método**
 - 2.1 Levantamento de resíduos
 - 2.2 Proposta de ações menos poluentes
- 3. Resultados e discussões**
 - 3.1 Análise dos resíduos químicos, entregues para tratamento
 - 3.2 Análise dos protocolos de aulas experimentais do curso de Química – Licenciatura
 - 3.3 Reagentes mais utilizados nas aulas experimentais
 - 3.4 Propostas de ações sustentáveis com foco na Química Verde
- 4. Conclusão**
- 5. Referências bibliográficas**

1. Introdução

A Química está presente em nosso dia-a-dia, nos diversos processos de produção, estando sujeita à liberação de resíduos, que podem ser, muitas vezes, tóxicos e poluidores do meio ambiente.^{1,2} Em vista disso, a preocupação com o meio ambiente está cada vez mais presente em importantes discussões sociais. Estas preocupações com o meio ambiente ganharam força a partir da Conferência de Estocolmo, pois nela houve o alerta ao mundo para os malefícios da degradação do meio ambiente.¹

Em decorrência disso, ocorreu um aumento na busca por ações que proporcionem a sustentabilidade, visando à manutenção da vida e dos recursos naturais, em todo o planeta. Estas ações surgem por parte de várias instituições governamentais, não governamentais e, até mesmo, nas Instituições de Ensino Superior (IES).³

Considerando que as preocupações com a gestão ambiental, atingiram também as IES, surge a importância de propor ações que visem qualificar e conscientizar os graduandos que estarão futuramente no mercado de trabalho, para que quando se deparem com situações de degradação do meio ambiente saibam como agir diante deste cenário. É importante que as Universidades passem a incorporar os princípios e práticas da sustentabilidade, dando início a processos de conscientização dentro da comunidade universitária o que é possível com decisões fundamentais como: planejar; treinar; e praticar atividades relacionadas à sustentabilidade.⁴

No entanto, são poucas as práticas observadas nas IES, muitas vezes existem ações sustentáveis na teoria, porém na prática elas pouco acontecem, sendo que há a necessidade de trabalhar com aquilo que é ensinado. Para isso, é importante que as universidades passem a incorporar os princípios e práticas da sustentabilidade, dando início a processos de conscientização dentro da comunidade universitária que é possível com decisões fundamentais como: planejar; treinar; e praticar atividades relacionadas à sustentabilidade.⁴

Desta maneira há a necessidade de discutir questões ligadas a essas práticas e também incentivar ações menos poluentes e voltadas para a Química Verde. Principalmente em um curso de Química, em que os alunos estão em constante contato com resíduos químicos gerados em aulas experimentais. Esta nova conduta, a ser adotada pela química, delimitada pela Química Verde, foi introduzida no Brasil, mais especificamente, no final dos anos 1990, e se preocupa com o desenvolvimento de novos processos químicos e tecnologias que não gerem poluição.^{2,5} Assim, a Química Verde defende a ideia de reduzir: resíduos, especialmente os tóxicos; recursos, optar por fontes renováveis; e o consumo de energia.⁶ Com estas medidas, busca-se pela diminuição da

produção de resíduos químicos tóxicos e, conseqüentemente, uma redução de gastos com estes resíduos.

Baseada em doze princípios, a Química Verde se propõe a trazer novas ações que minimizem os impactos ambientais, visto que ela tem o caráter de prevenir a poluição de atividades ligadas à química, buscando por processos e/ou metodologias que gerem o mínimo de materiais tóxicos ou inflamáveis possíveis, reduzindo os riscos e impactos ao meio ambiente, assim como os gastos com tratamentos de resíduos que, hoje, é o motivo de grandes investimentos por partes das indústrias e IES.¹

Em território Nacional, para auxiliar nas ações de proteção do meio ambiente, tem-se o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que é o órgão responsável pelas discussões a cerca da Química Verde, e que faz as mediações dessas ações sustentáveis propostas pela Química Verde, aqui no Brasil. Este órgão também regulamenta que qualquer atividade que cause modificações no meio precisa passar por um estudo do impacto ambiental (EIA), por um relatório deste impacto ambiental (RIMA) e, além disso, ambos devem passar pela aprovação dos órgãos estaduais competentes e pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).¹

Para além do exposto, nas IES também há uma geração de resíduos, embora os laboratórios sejam utilizados apenas para aulas experimentais e no desenvolvimento de projetos de pesquisas, trabalhos de conclusão de cursos e projetos de extensão. Portanto, tem-se a necessidade de trazer para discussão a importância de ações menos poluentes e que tragam aos estudantes, um aprendizado voltado para a preservação do ambiente, redução de resíduos e sustentabilidade. Já que os resíduos gerados em aulas práticas e atividades de pesquisa, em laboratório, podem causar danos ao meio ambiente se não tiverem o destino correto e, por isso, as IES, assim como as empresa, seguem algumas normas para classificar e identificar a toxicidade dos reagentes químicos.

Uma das normas que regulamenta como deve ser realizada a identificação e classificação dos resíduos é a NBR 10004, criada em 05 de maio de 2004, que categoriza os resíduos em: classe I, perigosos; e classe II, não perigosos.⁷ Os resíduos perigosos são aqueles que podem apresentar riscos à saúde pública (podendo causar doenças, mortalidade, ou mesmo riscos ao meio ambiente). Já na classificação de resíduos não perigosos, considera-se: classe II A, não inertes, que apresentam biodegradabilidade, combustibilidade ou que sejam solúveis em água e acabam deixando certa toxicidade ao meio ambiente; e classe II B, inertes, resíduos que não apresentam solubilidade em água e que não apresentam toxicidade ao meio ambiente.⁷

Outra norma que também foi criada para auxiliar na classificação para o tratamento de resíduos, é dada pela Resolução da Diretoria Colegiada – RDC 306, de 07 de dezembro de 2004, da

Agência Nacional de Vigilância Sanitária. ⁸ De acordo com esta norma, os resíduos podem ser classificados como: Grupo A1, que compreende resíduos de fabricação de produtos biológicos, microrganismos, com exceção dos hemoderivados; Grupos A2, A3, A4 e A5, compreendem material biológico como peças anatômicas, órgãos, tecidos, perfurocortantes, dentre outros; Grupo B, que compreende produtos farmacêuticos e cosméticos; Grupo C, que compreende os rejeitos radioativos ou contaminados com radionuclídeos; Grupo D, que compreende resíduos que não apresentam riscos biológicos ou químicos, que possam ser reciclados ou reutilizados; e Grupo E, que compreende rejeitos perfurocortantes como navalhas, agulhas, dentre outros. ⁸

Com base nestas normas, toda e qualquer empresa ou atividade que gere resíduos deve ter um gerenciamento correto dos mesmos. Diante disso, a Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Campus* Realeza, preocupada com os riscos apresentados pelos resíduos gerados nas aulas experimentais, assumindo um compromisso com o meio ambiente, elaborou, por meio da Coordenação Adjunta dos Laboratórios, um Plano de Gerenciamento de resíduos dos laboratórios. Este plano segue a Resolução 306 da ANVISA de 2004. ⁹

No plano de gerenciamento de resíduos dos laboratórios da UFFS também são apontados algumas medidas de minimização da produção de resíduos, como o princípio dos 5 R's, tais medidas promovem ações práticas facilmente aplicáveis no dia a dia contemplando medidas sustentáveis que busquem a sustentabilidade. Estas ações são: repensar (os padrões de consumo e os tipos de descarte); recusar (é realmente necessário?); reduzir (não utilizar nada em excesso); reutilizar (reaproveitar quando possível); e reciclar (transformar materiais em matérias-primas). ⁹

Como a UFFS não tem seu próprio sistema para tratar os resíduos gerados na Instituição, os resíduos gerados nos laboratórios são recolhidos a cada 15 dias, por uma empresa externa, mediante um contrato de prestação de serviços especializados em tratamento e destinação final de resíduos. Esta empresa externa recolhe os resíduos divididos em categorias (segundo a norma da ANVISA), alguns destes resíduos são incinerados, outros autoclavados e é emitido o laudo desses resíduos para a universidade, comprovando que os resíduos foram tratados. ⁹ O tratamento dos resíduos gerados no laboratório acarreta um custo elevado à Universidade, uma vez que cada quilograma de resíduo entregue para tratamento custa, atualmente, em torno de R\$ 11,00.

Em vista disso, no presente trabalho, é pretendido realizar um levantamento dos resíduos laboratoriais gerados na UFFS, *Campus* Realeza – Paraná, e mostrar o impacto desses resíduos. Por meio de análises qualitativas e quantitativas dos reagentes utilizados e dos resíduos gerados nos laboratórios da Universidade, realizando classificação dos reagentes quanto à sua toxicidade e propor ações e práticas voltadas para a Química Verde.

2. Método

Com o intuito de realizar um levantamento dos resíduos gerados nos laboratórios da instituição, foi realizada uma pesquisa quantitativa através do levantamento das quantidades e tipos de resíduos químicos gerados na Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Campus Realeza*. Além disso, foram analisados os protocolos de aulas experimentais, do curso de Química – Licenciatura, realizadas nos anos de 2014 e de 2015 a fim de identificar os reagentes mais tóxicos e os mais utilizados nestas aulas práticas. A partir desta análise, foram propostas ações sustentáveis voltadas para a prática da Química Verde, com intuito de reduzir a quantidade de reagentes utilizados e, conseqüentemente, a quantidade de resíduos gerados.

2.1 Levantamento de resíduos

Inicialmente realizou-se um levantamento da quantidade de resíduos gerados nos laboratórios da UFFS, *Campus Realeza* e que foram entregues para tratamento através da empresa contratada pela UFFS. Posteriormente realizaram-se as análises qualitativas e quantitativas dos protocolos das aulas experimentais (Anexo I) – entregues, pelos professores dos componentes curriculares do curso de Química – Licenciatura nos anos de 2014 e de 2015.

Com base nos reagentes utilizados identificaram-se os mais tóxicos e os mais utilizados nas aulas práticas do curso. A partir disso, iniciou-se a etapa de tabulação e construção de gráficos dos dados obtidos a fim de mostrar a geração de resíduos químicos, por ano e por componente curricular.

É importante salientar que as quantidades de reagentes utilizadas são uma estimativa, sendo que não se considerou a concentração dos reagentes devido à falta desta informação em alguns dos protocolos de aulas e pelo fato de a entrega de resíduos dos laboratórios ocorrerem numa proporção 1:1, em que 1L de resíduos equivale a 1 kg, conforme definido em contrato. Com base nos dados coletados pode-se obter uma estimativa do quantitativo dos resíduos gerados nas aulas experimentais, apenas analisando a quantidade dos reagentes utilizados.

2.2 Proposta de ações menos poluentes

Na segunda etapa do trabalho, realizou-se a classificação dos reagentes de acordo com sua toxicidade, a partir da montagem de um fluxograma que permitisse classificar determinado roteiro de aula prática de acordo com a toxicidade dos reagentes utilizados, propondo assim, discussões a

cerca das práticas realizadas no curso de Química – Licenciatura. Ainda foram elencadas ações menos poluentes, que enfatizam a importância da diminuição dos resíduos laboratoriais.

3. Resultados e Discussões

A seguir são apresentados os resultados obtidos nas análises qualitativas e quantitativas dos reagentes utilizados nas aulas práticas do curso de Química - Licenciatura da UFFS, *Campus Realeza*. Além disso, são apresentadas propostas de ações menos poluentes, através de um fluxograma com base na classificação toxicológica dos reagentes e redução desses.

3.1 Análise dos resíduos químicos, entregues para tratamento

De acordo com a ANVISA, os resíduos químicos gerados nos laboratórios podem ser classificados como: A1; A2; A3; A4; A5; B; C; D; e E. No *Campus Realeza*, os resíduos laboratoriais são enquadrados dentro de três categorias: grupo A1, A4, A5 e E; grupo B; grupo A3 e A5. No entanto, o grupo E, é próprio para rejeitos perfuro cortantes e, portanto, os resíduos gerados nas aulas experimentais do curso de Química – Licenciatura, não se enquadram nele. O grupo A, compreende alguns resíduos gerados nas aulas experimentais de Química, como luvas, papel filtro contaminado, dentre outros materiais orgânicos. Já o grupo B compreende os resíduos contendo substâncias químicas, que são os mais utilizados nas aulas experimentais do curso (UFFS, 2015).

Seguindo as normas definidas pelo Plano de Gerenciamento de resíduos dos laboratórios da UFFS, foram entregues resíduos gerados em todos os laboratórios do *campus*, para tratamento, por empresa externa, nos anos de 2014 e 2015. Como pode ser analisado na **Tabela 1**, ao todo foram entregues 435,5 kg de resíduos em 2014, e um peso total de 371,5 kg de resíduos em 2015.

Tabela 1 – Dados referentes aos resíduos entregues em 2014 e de 2015 para tratamento

Ano	Grupo A1, A4, A5 e E (Kg)	Grupo B (Kg)	Grupo A3 (Kg)
2014	153,5	275,4	6,40
2015	105,7	254,3	11,50

Desta maneira, pode-se analisar que no ano de 2014, houve uma maior geração de resíduos. Um dos fatores pelos quais houve esse maior volume de resíduos, pode-se considerar que foi o fato de terem sido armazenados resíduos do segundo semestre de 2013, no entanto foram quantidades pequenas, que não podemos calcular devido à falta de alguns protocolos. Além disso, em 2014

foram ministradas mais aulas experimentais no curso de Química que em 2015. Cabe ainda ressaltar que parte desses resíduos é gerada também pelos outros cursos ministrados na Universidade.

Assim, considerando os dados gerais e totais, dos resíduos destinados ao tratamento por empresa especializada, não foi possível obter dados exatos da quantidade de resíduos produzidos nas aulas experimentais apenas do curso de Química – Licenciatura, pois os resíduos de todos os cursos são entregues de forma conjunta. Portanto, foi discutido neste trabalho a quantidade de reagentes utilizados, levando em conta que a maior parte desses iria gerar resíduos.

3.2 Análise dos protocolos de aulas experimentais do curso de Química – Licenciatura

Como forma de quantificar os resíduos gerados nos laboratórios, foi realizada a identificação dos reagentes utilizados nas aulas práticas do curso de Química – Licenciatura, por meio da análise dos protocolos de aulas experimentais ministradas no período de 2014 e 2015. O comparativo dos protocolos de aulas experimentais, do período de análise pode ser observado na **Figura 1**, em que estão elencadas as 78 aulas experimentais ministradas em 2014 e as 68 aulas experimentais no ano de 2015, por componente curricular.

Todos os protocolos de aulas experimentais entregues à coordenação adjunta dos laboratórios foram analisados separadamente, por componente curricular, em que foram identificados os reagentes utilizados em cada aula ministrada e suas quantidades. No entanto, alguns protocolos de aulas experimentais não foram entregues como é o caso de Química Geral, que em 2014 foram identificadas apenas 05 aulas práticas e em 2015 foram identificadas 14 aulas práticas. Esta diferença se deve ao fato de os protocolos não terem sido entregues por serem utilizadas apostilas de aulas experimentais e os professores desta disciplina não estarem mais no *Campus*.

Uma diferença bem significativa foi observada no componente curricular de Inorgânica Experimental, com uma queda no número de aulas práticas relatadas nos protocolos. Em 2014, quando foram entregues 29 protocolos de aulas práticas e em 2015, foram entregues apenas 07 protocolos. Portanto, foram ministradas mais aulas experimentais deste componente curricular em 2014, em que também foi utilizado um maior número de reagentes e em maior quantidade. Um fator que pode ter influenciado neste resultado é o fato deste componente ter sido ofertado nos dois semestres de 2014 e apenas em um semestre de 2015.

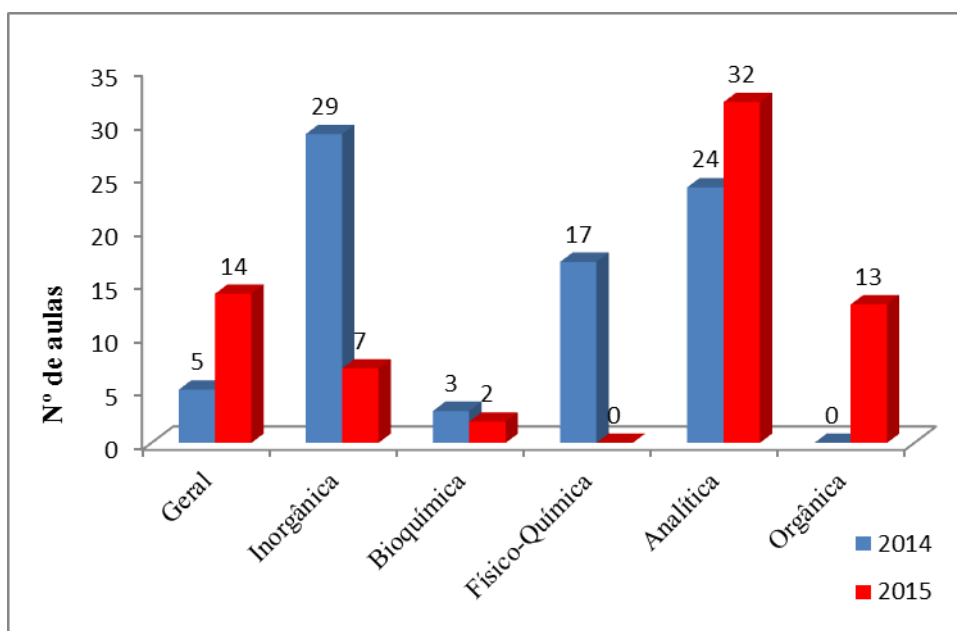


Figura 1 - Aulas experimentais ministradas em 2014 e 2015

Ainda com base na **Figura 1**, foi observado que no componente curricular de Bioquímica, houveram poucas práticas laboratoriais descritas, uma vez que, no curso de Química – Licenciatura, esta disciplina possui carga horária mais teórica. Foram entregues 03 protocolos em 2014 e, em 2015, foram analisados 02 protocolos. Além de ser um número pequeno de reagentes, ainda sua maioria é de material orgânico, que não gera tantos resíduos, em termos de toxicidade. Por isso, a maioria dos reagentes foi indicada por unidade e não em kg, faltando este dado para vários reagentes.

Ainda pode-se perceber que em 2014 foram entregues 17 protocolos de aulas práticas de Físico-química Experimental, sendo que este componente curricular não foi ofertado para o curso de Química – Licenciatura no ano de 2015. Com relação ao componente curricular de Analítica, no ano de 2014, foram entregues 24 protocolos de aulas experimentais de Analíticas (em que considerou-se os componentes de Química Analítica Qualitativa e Quantitativa e Análise Instrumental), já em 2015, foram 32 aulas experimentais ministradas.

O consumo de reagentes por componente curricular, bem como a variedade de reagentes utilizados, número de estudantes por turma, para os anos de 2014 e de 2015, são apresentados na **Tabela 2**. Também foram considerados que todos os reagentes utilizados nas atividades, transformaram-se em resíduos, podendo-se calcular a massa de reagentes consumidos por estudante e o custo de destinação destes reagentes por aluno, tendo como base o valor de destinação de R\$ 11,00 para cada kg de resíduo coletado.

Tabela 2 – Dados referentes aos reagentes utilizados nos anos de 2014 e de 2015

Componente curricular	Ano	Número de aulas/ protocolos	Número de reagentes	Quantidade de reagentes (kg)	Nº de alunos	Peso/ aluno (kg)	Custo/ aluno (R\$)**
Química Geral	2014	05	28	18,9	28	0,67	7,37
Experimental	2015	14	39	6,5 *	26	0,25	2,75
Inorgânica	2014	29	51	9,6	45	0,21	2,31
Experimental	2015	07	28	3,4*	18	0,19	2,09
Bioquímica	2014	03	24	0,6	4	0,15	1,65
	2015	02	09	2,0	21	0,09	0,99
Físico-química	2014	17	18	53,3	18	2,96	32,56
Experimental	2015	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Analíticas	2014	24	68	48,2	101	0,48	5,28
	2015	32	67	59,8	58	1,03	11,33
Orgânica	2014	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Experimental	2015	13	53	48,8	50	0,98	10,78

* Alguns reagentes utilizados não tiveram as quantidades utilizadas informadas nos protocolos.

** Considerando que toda a quantidade de reagente utilizada foi transformada em resíduo, foi estimado o custo por aluno para a destinação destes (R\$ 11,00 valor do kg).

Ainda analisando a **Tabela 2**, percebe-se com destaque um aumento significativo no número de aulas de Analíticas, sendo que, em 2014, foram entregues 24 protocolos, com um número 68 de reagentes utilizados, num total de 48,20 kg. Já em 2015, foram 32 protocolos entregues, com um número 67 de reagentes, num total de 59,79 kg. Além do componente curricular de Físico-Química Experimental, que teve uso de 53,3 kg de reagentes e, uma vez que foi ofertado para 18 alunos, então, teve um custo de aproximadamente 32,56 reais por aluno.

Com estes dados, percebe-se que houve uma variedade de reagentes utilizados num período de dois anos, no curso. Uma vez que, estes reagentes usados trazem um elevado custo, tanto de aquisição, quanto de destinação dos resíduos, para a Universidade, pois estes resíduos gerados são enviados para tratamento realizado pela empresa externa.

O custo de tratamento dos resíduos, conforme já mencionado, encontra-se em torno de 11 reais por kg de resíduo entregue. Portanto, considerando que os reagentes utilizados no ano de 2014 foram transformados em resíduos, tem-se um total de 129,07 kg de reagentes utilizados, assim, seu tratamento custou em torno de R\$ 1.420,00. Já em 2015, quando foi utilizada uma quantidade de 120,58 kg de reagentes, o custo de tratamento foi de, aproximadamente, R\$ 1.326,00.

Como demonstrado na **Tabela 2**, considerando a quantidade de reagentes por aluno que participou das aulas experimentais dos componentes curriculares ofertados ao curso de Química – Licenciatura pode-se obter o custo da destinação de resíduos referente a este consumo de reagentes por estudante, bem como do custo por componente curricular (já que alguns componentes foram ministrados mais que uma vez por semestre). Sendo assim, em 2014, ao todo, 196 alunos participaram das atividades práticas desenvolvidas em todas as componentes curriculares experimentais ofertados ao curso de Química – Licenciatura. Desta maneira, se o custo da destinação dos resíduos foi de R\$ 1.420,00, tem-se que, em média, o custo da destinação destes resíduos por aluno foi de R\$ 7,24. Já no ano de 2015, o custo para tratar os resíduos gerados nas práticas ministradas, para 173 alunos, foi de R\$ 1.326,00, logo cada aluno teve um custo estimado em R\$ 7,66.

Vale observar que os componentes curriculares ministrados em 2014 geraram uma quantidade maior de resíduos, 129,07 kg, comparado à 2015, onde foram gastos 120,58 kg de reagentes. No entanto, em 2014, as práticas ministradas contemplam um maior número de alunos, o que nos dá uma média menor de custo de tratamento por aluno. Desta maneira, foi possível verificar que, embora em 2014 foram utilizados mais reagentes, estes atenderam um maior número de estudantes, sendo que foram mais distribuídos nas aulas – considerando que as turmas foram maiores com uma menor quantidade de aulas.

Com base nos dados levantados observa-se que a variedade de reagentes utilizados para cada componente curricular é bastante elevada, chegando, em alguns casos, a mais de 60 tipos diferentes de produtos. Obviamente que este fator eleva o grau de risco e de contaminação dos resíduos gerados, isso porque, a mistura de reagentes na maioria das vezes, potencializa a contaminação em virtude do aumento da toxicidade da mistura. Este fator expõe uma fragilidade no planejamento das atividades práticas, sendo recomendada uma revisão dos procedimentos.

3.3 Reagentes mais utilizados nas aulas experimentais

Com base na análise dos protocolos das atividades práticas, também foram identificados os 10 reagentes mais utilizados nestas aulas experimentais do curso de Química – Licenciatura, este levantamento teve por objetivo obter dados sobre os reagentes mais usados, em termos de quantidades. Na **Figura 2**, podem-se observar os resultados desta análise, para o ano de 2014, onde estão elencados os 10 reagentes mais utilizados, sendo eles: o ácido clorídrico; o hidróxido de sódio; o etanol; o sulfato de cobre; o cloreto de amônio; o ácido acético; o bissulfato de sódio; e o ácido sulfúrico.

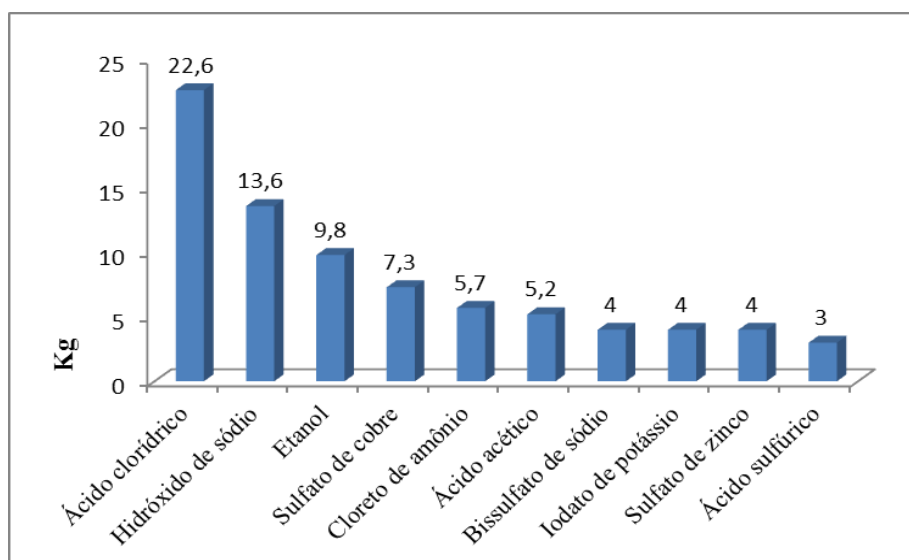


Figura 2 - Reagentes mais utilizados, no curso de Química –Licenciatura, no ano de 2014, valores em kg

Já em 2015, os 10 reagentes elencados como os mais utilizados nas aulas experimentais, estão indicados na **Figura 3**, sendo eles: o ácido clorídrico; o nitrato de prata; o hidróxido de sódio; o etanol; o metanol; o tiocianato de amônio; o carbonato de cálcio; o diclorometano; o tiosulfato de sódio; e o ácido sulfúrico.

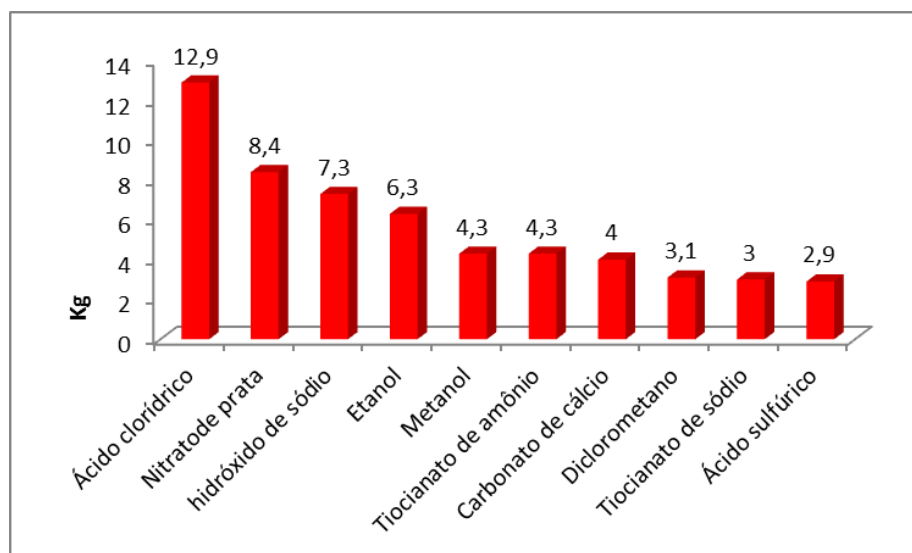


Figura 3- Reagentes mais utilizados em 2015, no curso de Química –Licenciatura, valores em kg

De maneira comparativa, foram encontrados alguns reagentes elencados como os mais usados em 2014, que se repetem em 2015, como se pode observar na **Figura 4**. Com base nestes dados foi percebido que o ácido clorídrico foi o reagente mais utilizado nas aulas experimentais do curso de Química – Licenciatura, no período de análise, sendo que em 2014, foram utilizados 22,6

kg deste reagente e em 2015 foram utilizados 12,9 kg, pode-se perceber também que no ano de 2014 ocorreu um maior consumo deste reagente em termos de quantidades.

Além disso, com base na **Figura 4**, pode-se perceber também em quais componentes curriculares ofertados no curso de Química – Licenciatura, estes reagentes foram mais utilizados e suas quantidades, nos anos de 2014 e 2015. Assim, foi observado que no ano de 2014, o ácido clorídrico, foi utilizado numa quantidade maior na disciplina de Físico-Química (11 kg). Já em 2015, foram utilizadas quantidades menores de ácido clorídrico, sendo os componentes de Química Orgânica e Analíticas utilizaram as maiores quantidades 5,1 e 6,0 kg, respectivamente.

Foi observado que o hidróxido de sódio foi utilizado em quase todos os componentes curriculares experimentais ofertados no ano de 2014, sendo utilizados em Físico – Química o maior valor de 7,20 kg. Já no ano de 2015, o hidróxido de sódio foi usado numa quantidade também menor, sendo o valor máximo em analítica (3,35 kg).

Para o etanol, foram encontrados dados de quantidades menores que para os reagentes já citados. No ano de 2014, no componente de Físico – Química utilizou a maior quantidade (4 kg). Em 2015, a maior quantidade desse reagente utilizada foi em Química Orgânica (3,5 kg).

Já o ácido sulfúrico, como indicado na **figura 4**, no ano de 2014 teve um total de 3 kg distribuídos em três componentes curriculares, Inorgânica, Analíticas e Físico-Química, em que em cada um destes componentes utilizou-se um total de 1 kg. Em 2015, também houve a utilização deste reagente em apenas três componentes, sendo a maior quantidade em Analíticas (1,9 kg).

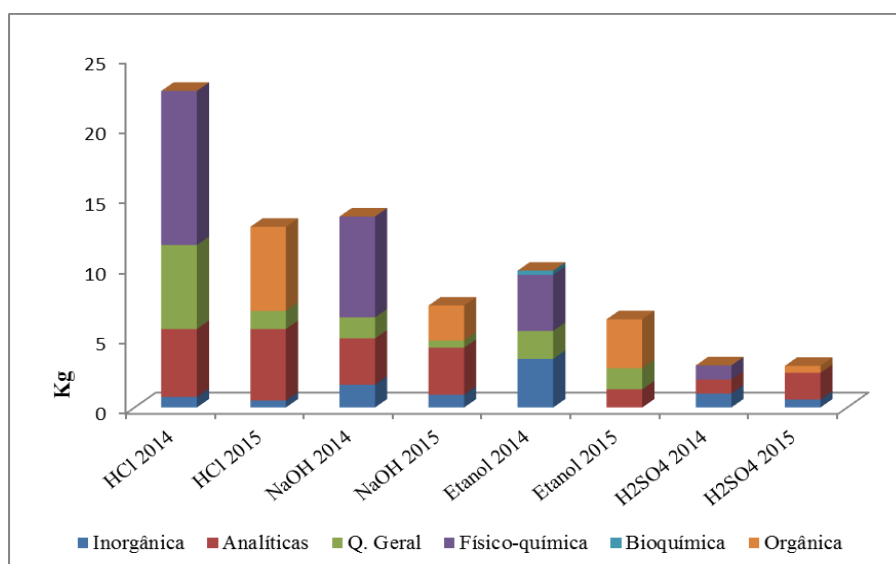


Figura 4 - Comparação entre os reagentes mais utilizados no curso de Química –Licenciatura, nos anos de 2014 e de 2015, valores em kg

Desta maneira, com base na análise dos reagentes mais utilizados, pode-se ter uma estimativa das quantidades de reagentes utilizadas em cada componente curricular e, com isto, estimar a quantidade de resíduos que foram gerados.

3.4 Propostas de ações sustentáveis com foco na Química Verde

Uma vez que se identificou um custo no tratamento dos resíduos gerados nas aulas experimentais do curso de Química- Licenciatura, também foram realizadas análises de toxicidade dos reagentes utilizados no período de 2014 a 2015, com base nas Fichas de Informações de Segurança dos Produtos Químicos (FISPQ's).

Uma vez que na literatura não tem um parâmetro de toxicidade comum aos reagentes químicos, utilizados na Universidade encontrou-se a Dose letal (DL_{50}), via oral, em ratos como um dado para a maioria dos reagentes. Desta maneira, foram construídas categorias de toxicidade para classificar uma lista extensa de reagentes, todos utilizados nas aulas práticas do curso de Química – licenciatura, demonstrando o risco ambiental envolvido nestas práticas e a necessidade de uma ação efetiva sobre as mesmas. Esta categorização se deu com base na identificação da DL_{50} dos reagentes utilizados na Universidade e posterior divisão em quatro classes, sendo que quanto menor a Dose Letal, mais tóxico o reagente se torna.

Os reagentes identificados como sendo de elevada toxicidade foram denominados como Classe I, de acordo com sua DL_{50} (via oral – ratos), estão elencados na **Figura 5**, e apresentam um valor entre 30 e 350 mg/kg.

Já as demais classes elencadas a partir dos reagentes utilizados nos laboratórios da UFFS, *Campus Realeza*, e de suas DL_{50} , foram categorizadas como: Classe II – DL_{50} de 350 a 2000 mg/kg – Toxicidade Regular, como pode-se analisar na **Figura 6**; Classe III – DL_{50} de 2000 a 5000 mg/kg – Toxicidade Média, como pode-se analisar na **Figura 7**; e Classe IV – DL_{50} acima de 5000 mg/kg – Toxicidade Baixa na **Figura 8**.

Observa-se que, para a categoria denominada no trabalho como “Classe I” – Toxicidade Elevada encontram-se 23 reagentes utilizados nas atividades práticas, fato que demonstra o risco a que estão expostos os estudantes e docentes, bem como o meio ambiente, visto que todos os reagentes transformam-se em resíduos, potencialmente poluidores e que necessitam de tratamento adequado. Práticas que visem à redução, ou mesmo eliminação do uso destes reagentes, são necessárias para uma visão mais voltada para a Química Verde.

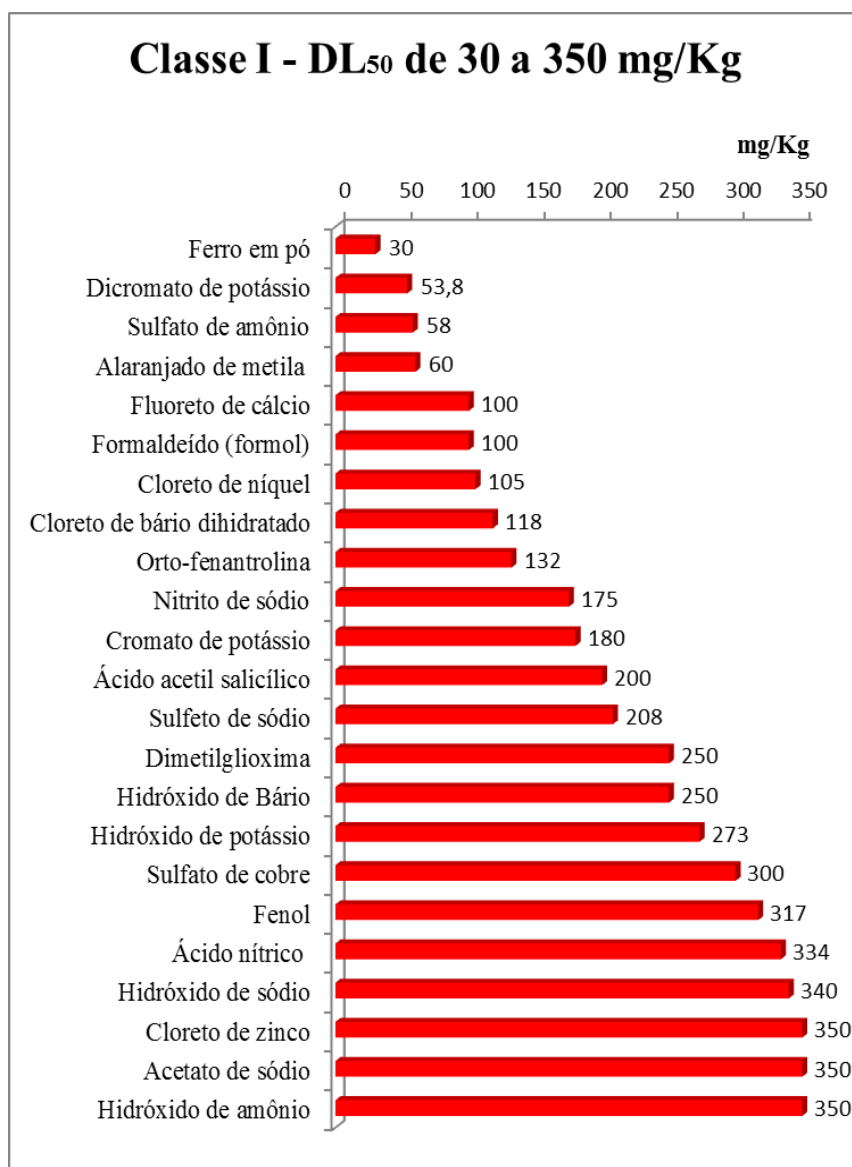


Figura 5 - Categoria 1, DL₅₀ de 30 mg/kg a 350 mg/kg – Toxicidade Elevada

Como pode-se analisar na **Figura 5**, um dos reagentes mais tóxicos utilizados na UFFS, *Campus Realeza*, é o ferro em pó, que possui uma DL₅₀ de 30 mg/kg via oral (em ratos) e, portanto, é tóxico ao meio ambiente. Embora o ferro seja um elemento importante – uma vez que em níveis adequados ele serve de micronutriente para a manutenção da vida dos microorganismos, participando em processos biológicos e estruturas de algumas proteínas, em excesso, ele acaba sendo um contaminante. Esse elemento em excesso no meio ambiente pode ser considerado um contaminante para o solo. Esta contaminação do solo se dá devido às suas propriedades, pois como o ferro é um metal pesado, este entra em contato com o substrato constantemente, e acaba degradando áreas e dificulta a revegetação dessas.¹⁰

Outro reagente tóxico considerado em nossa classificação toxicológica é o alaranjado de metila que chama atenção por ser um indicador bastante utilizado nas aulas experimentais do curso de

Química – Licenciatura, principalmente nas aulas de Analítica. Os dados desta classificação conferem com a literatura, pois de acordo com Cadorin, 2009, este reagente é tóxico por inalação, sendo que se resíduos contendo este composto forem despejados no meio ambiente causarão diversos danos ao ecossistema. ¹¹ Em meios aquáticos poderá causar poluição estética e de eutrofização – reduzindo a penetração da luz na água, o que diminui o oxigênio dessa água podendo colocar os microrganismos ali presentes em risco –, podendo também formar subprodutos perigosos por meio de reações como de oxidação, hidrólise, dentre outras.

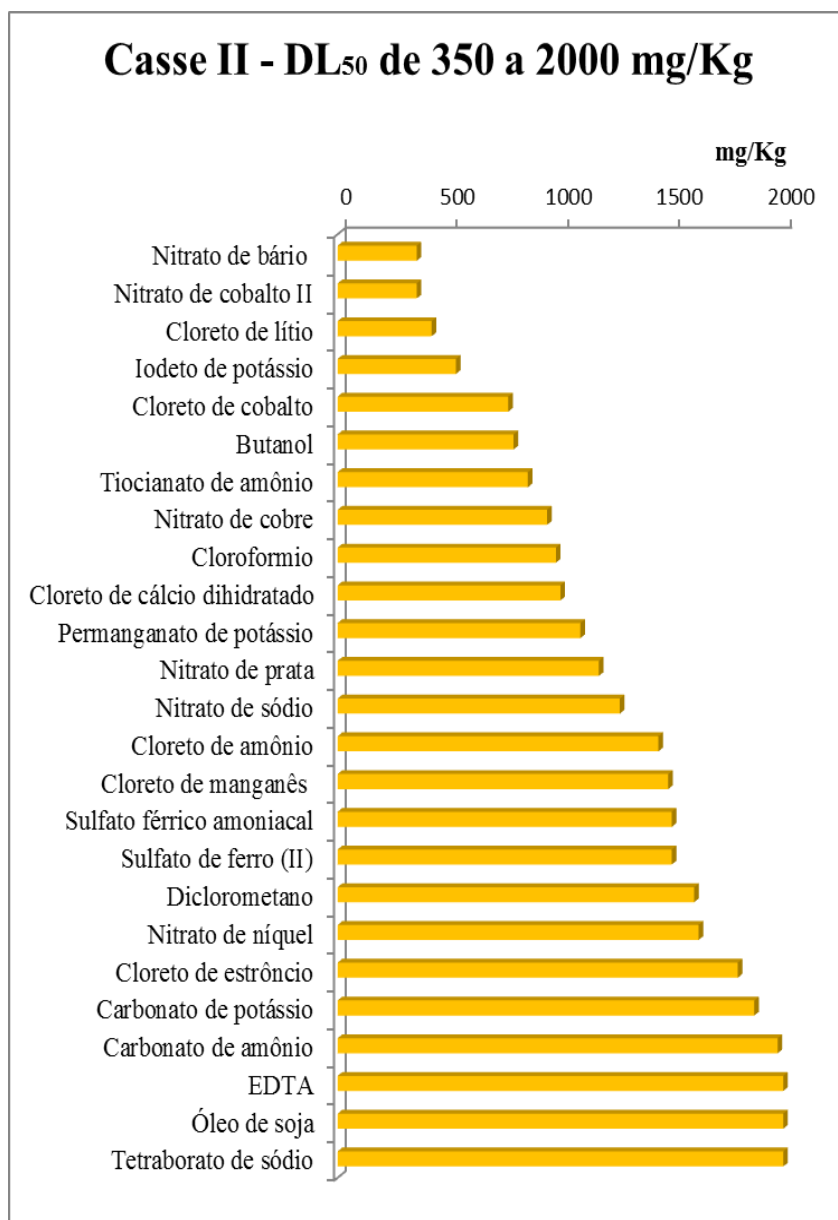


Figura 6 - Categoria 2, DL₅₀ de 350 mg/kg a 2000 mg/kg – Toxicidade Regular

Quanto a “Classe II”, ora denominada como Toxicidade Regular, **Figura 6**, encontram-se uma gama de reagentes que são muito comuns quanto ao uso em atividades de laboratório, por exemplo,

como o EDTA, reagente utilizado em diversas destas atividades e que possui uma DL_{50} considerada regular, que também apresenta risco de contaminação ao meio ambiente. Fato que nos leva a repensar nossas ações, métodos e materiais utilizados, bem como a nossa visão enquanto educadores e formadores de cidadãos. O estudo das FISPQ's de todos os reagentes propiciaram estes dados e conduziram a estes questionamentos.

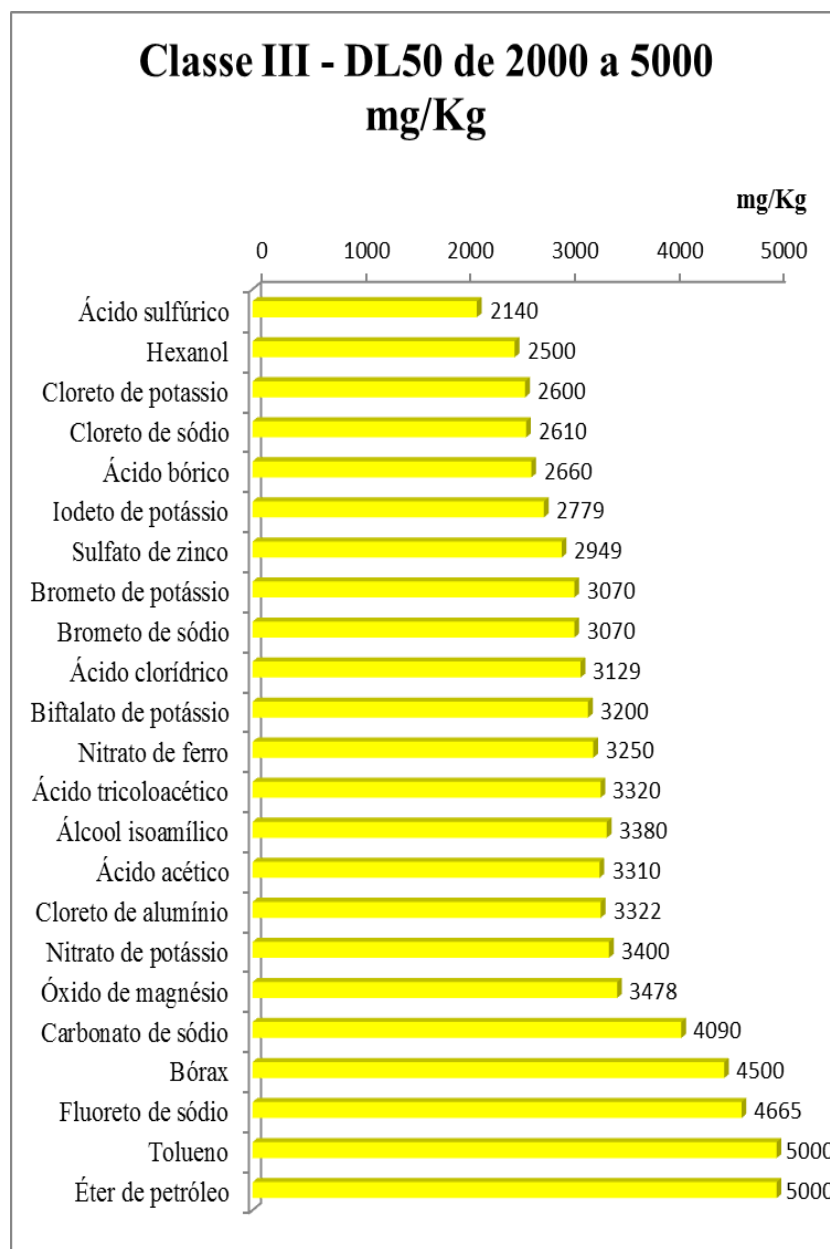


Figura 7 - Categoria 3, DL_{50} de 2000 mg/kg a 5000 mg/kg - Toxicidade Média

Quanto as “Classe III (**Figura 7**) e Classe IV (**Figura 8**)”, Toxicidade média e baixa, respectivamente, estão distribuídos os demais reagentes utilizados nas atividades. Vale destacar que, mesmo os reagentes listados na “Classe IV”, considerada aqui, baixa toxicidade, ainda assim existe

uma toxicidade, ou seja, a contaminação e o prejuízo ambiental podem ocorrer da mesma forma, se estes produtos não forem devidamente descartados e tratados.

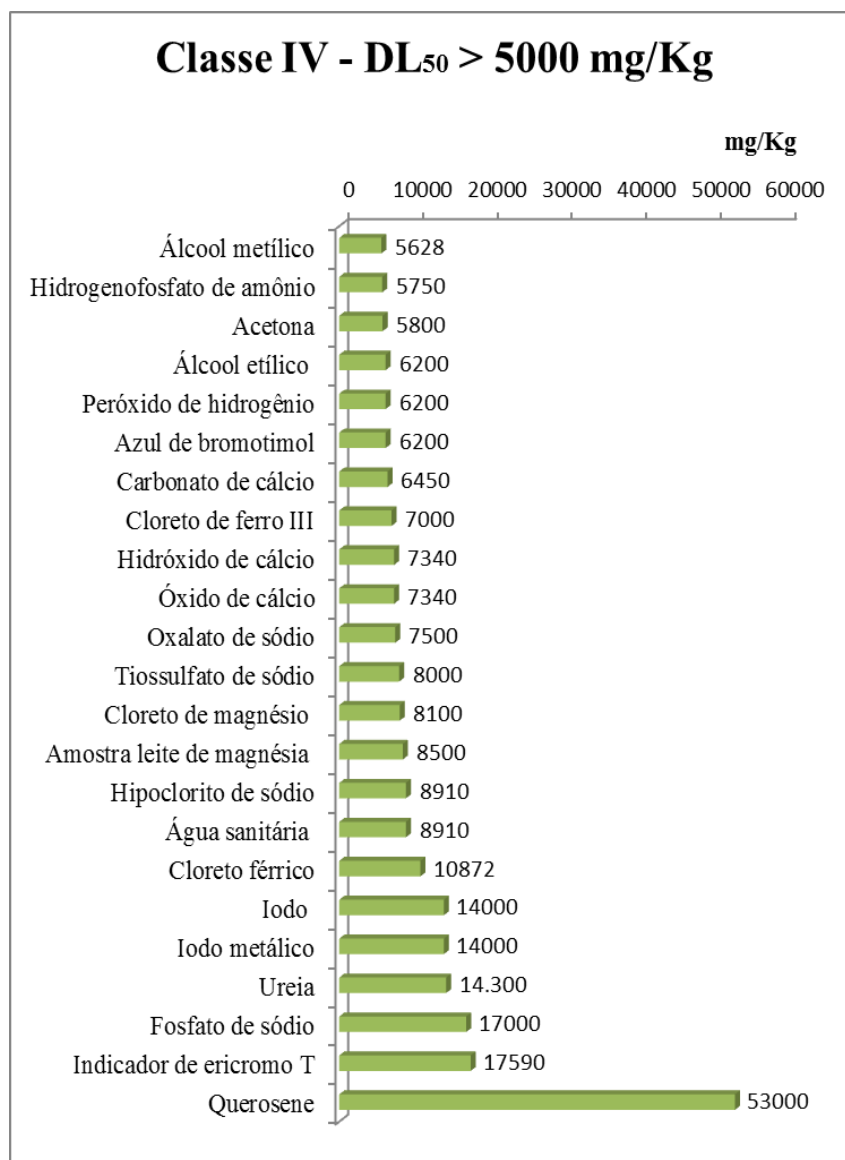


Figura 8 - Categoria 3, DL₅₀ de 2000 mg/kg a 5000 mg/kg – Toxicidade Baixa

Com base nestas categorias, foram levantadas algumas ações sustentáveis para minimizar a quantidade de resíduos obtidos após as aulas experimentais do curso de Química – Licenciatura, da UFFS, *Campus Realeza*. Uma destas propostas é indicada no fluxograma apresentado na **Figura 9** em que se propõe uma classificação dos reagentes por classes de toxicidade comparativa, com base nas DL₅₀ (via oral – em ratos) encontradas para os reagentes já utilizados nas aulas experimentais do curso.

Com base neste fluxograma, os professores dos componentes curriculares experimentais, do curso de Química, podem ter uma base de como suas aulas se tornam mais ou menos poluentes, em termos de toxicidade ao meio ambiente, caso estes resíduos não apresentem a destinação correta,

por exemplo. Neste ponto considerou-se apenas a toxicidade ao meio ambiente considera-se que o contato dos alunos com estes reagentes se dá de maneira segura – sendo que os alunos utilizam equipamentos de segurança (luva, óculos, jaleco, dentre outros) e que todos os reagentes voláteis sejam manipulados com o auxílio da capela.

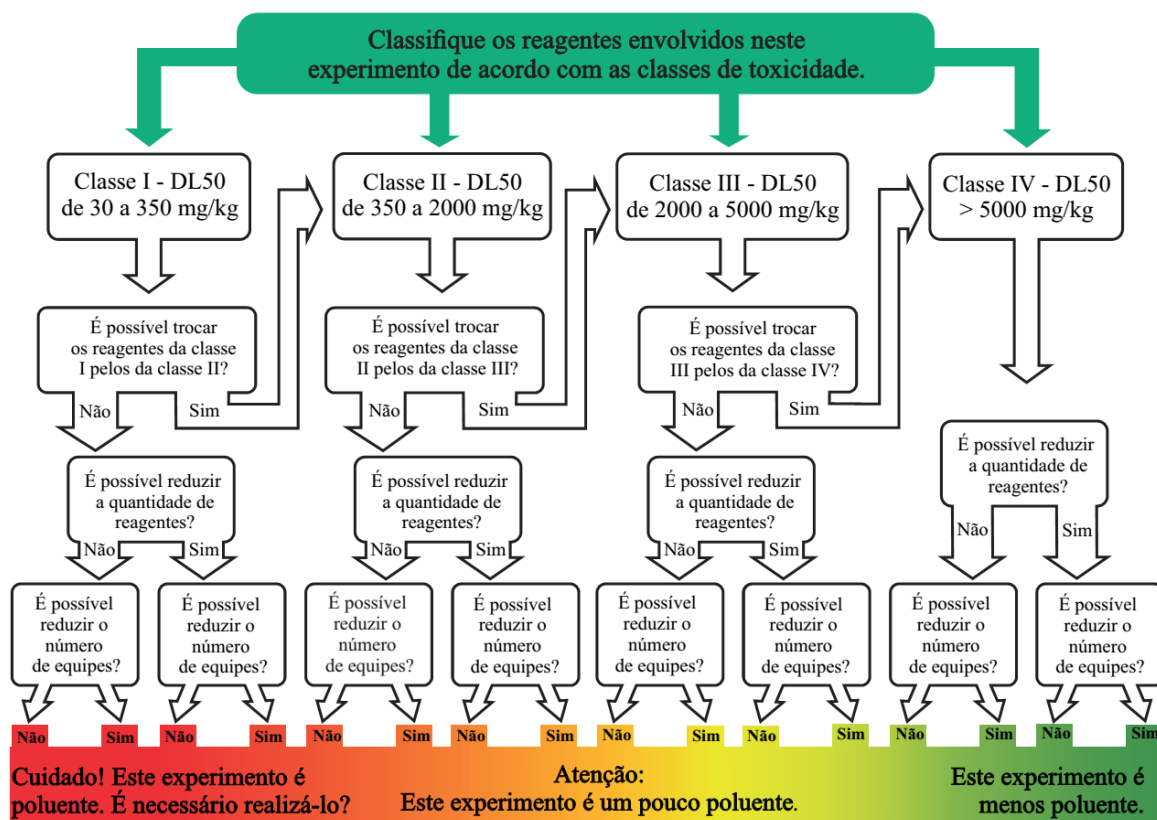


Figura 9 - Fluxograma de toxicidade de acordo com a DL₅₀ de cada reagente

Com este fluxograma, os professores podem ter uma noção da toxicidade de cada reagente utilizado em suas aulas experimentais, podendo também optar pela possibilidade de trocar, por exemplo, um reagente mais tóxico, por outro menos tóxico, ou de reduzir as quantidades utilizadas dos reagentes mais tóxicos.

Neste sentido, pensando em reduzir os resíduos gerados nas aulas práticas, realizou-se um exercício no sentido de elencar algumas atitudes que podem reduzir em muito os reagentes utilizados, um exemplo deste exercício é apresentado para o componente curricular de Química Analítica, onde se tem como opção a redução de reagentes utilizados, uma vez que nestas disciplinas, geralmente, utiliza-se uma grande quantidade de reagentes e realiza-se a prática em duplicatas e/ou triplicatas. Algumas destas ações estão indicadas no **Material Suplementar III**, onde por exemplo, no componente de Química Analítica, é sugerido fazer apenas a identificação dos grupos III, IV e V, pois o aluno pode obter o aprendizado sobre a identificação dos cátions com

estas práticas, evitando a identificação dos grupos I e II, que necessita de reagentes altamente tóxicos ao meio ambiente, como a prata, o mercúrio, o chumbo e o dicromato de potássio. Assim, propõem-se apenas a explicação teórica desta prática envolvendo os grupos I e II e a redução dos reagentes dos outros grupos, ou mesmo uma redução no número de grupos por turma a realizar a prática.

Outra ação menos poluente que pode ser pensada como propósito de redução e minimização dos resíduos entregues para tratamento na Universidade e, conseqüentemente, redução dos custos deste tratamento, é o tratamento dos resíduos aquosos. Este tratamento pode ser dado após as aulas experimentais – recomenda-se que seja realizado ao final do componente curricular – em que os alunos podem fazer a precipitação dos resíduos aquosos, com posterior filtração e neutralização dos resíduos aquosos, utilizando uma base. Com isto, os resíduos que serão entregues para tratamento serão minimizados, pois os aquosos podem ser descartados até mesmo na pia (conferindo o pH), reduzindo, então, o volume a ser tratado por empresa externa. Já que a maioria dos resíduos entregues para tratamento são soluções.

De acordo com a literatura, os resíduos contendo sais de cloreto de bário e cálcio podem ser tratados com a adição de 10% de sulfato de sódio, com aquecimento desta mistura e evaporação do sobrenadante. Com esta prática, tem-se ao final o cloreto de sódio que não é tóxico ao meio ambiente e o sulfato de bário que pode ser armazenado para posterior tratamento, mas que, no entanto, se encontra num volume menor.¹² Já para resíduos contendo sais de cloreto de magnésio o tratamento antecipado pode ser dado com a adição de hidróxido de sódio, formando um precipitado de hidróxido de magnésio. Deixando a solução em repouso, esta pode ser filtrada posteriormente e neutralizada com ácido clorídrico e pode ser descartada. Já o hidróxido de magnésio formado nessa reação pode ser reaproveitado em outras práticas.¹²

Com base nessas ações, os acadêmicos estarão também aprendendo sobre reações de neutralização, precipitação, dentre outras e, ao mesmo tempo, estarão sendo conscientizados e alertados para as toxicidades dos reagentes, uma vez que o professor do componente curricular pode abordar diversos conceitos ligados à redução de resíduos em aulas experimentais e ações voltadas para a Química Verde.

4. Conclusão

O levantamento dos dados sobre os usos de reagentes nas atividades práticas, desenvolvidas no curso de Química – Licenciatura, bem como dos resíduos gerados nestas atividades, durante os anos

de 2014 e de 2015, possibilitou aos pesquisadores, identificar uma variedade de reagentes e que possuem toxicidade, com base na análise dos limites de DL₅₀ (via oral em ratos) de cada produto. Confirmando que as práticas desenvolvidas, em sua maioria, não apresentam uma preocupação com os resíduos poluentes gerados.

Outro fato identificado foi a grande variedade de produtos utilizados, fato preocupante, visto os perigos envolvidos na mistura de substâncias, gerando resíduos de maior toxicidade. Além da variedade, identificou-se que, em termos de quantidades de resíduos gerados, mesmo sendo um curso de Química modalidade Licenciatura, a geração de resíduos é considerável, sendo perfeitamente possível projetar uma redução nestes volumes.

A redução dos volumes de resíduos gerados pode ser dada através da análise dos protocolos de aulas propostos pelos docentes, sendo que, através da proposta do Fluxograma criado durante o desenvolvimento da pesquisa, são apresentados caminhos para esta análise, todos eles levando sempre a práticas menos poluentes e que prezam pela Química Verde.

Sendo assim, considera-se o exercício da análise dos protocolos de aula o fator primordial na busca de ações voltadas para a Química Verde, fato que nos motiva a buscar novos meios para trabalhar a experimentação no ensino da Química, minimizando a produção de resíduos e, ao mesmo tempo, conscientizando os alunos sobre o tema através de ações menos poluentes.

5. Referências Bibliográficas

1. SILVA, F. M.; LACERDA, P. S. B.; JONES JUNIOR, J. **Desenvolvimento sustentável e química verde.** *Química Nova* 2005, vol.28, n.1, p.103-110.
2. PRADO, G. S. A. **Química verde, os desafios da química do novo milênio.** *Química Nova* 2003, vol.26, n.5, p. 738-744.
3. ZANDONAI, D. P.; SAQUETO, K. C.; ABREU, S. C. S. R.; LOPES, A. P.; ZUIN, V. G. **Química Verde e Formação de Profissionais do Campo da Química: Relato de uma Experiência Didática para Além do Laboratório de Ensino.** *Revista. Virtual de Química* 2014, Vol. 6, nº 1, p. 73-84.
4. TAUCHEN, J.; BRANDLI, L. L. **A Gestão Ambiental em Instituições de Ensino Superior: Modelo para Implantação em Campus Universitário.** *Gestão e produção* 2006, v.13, nº3, p. 503-515.

5. SOUZA, M. T. S.; RIBEIRO, H. C. M. **Sustentabilidade Ambiental: uma Meta-análise da Produção Brasileira em Periódicos de Administração**. *RAC*, Rio de Janeiro, v. 17, n° 3, art. 6, p. 368-396, 2013.
6. BAIRD, C.; CANN, M. **Química Ambiental**. 4. ed. Porto Alegre: Brookman, 2011. 844 p. Tradução: Marco Tadeu Grassi.
7. ABNT. NBR 10.004: (2004). **Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro: 77 p.
8. Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde / Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. – Brasília : Ministério da Saúde, 2006.
9. Plano de Gerenciamento de resíduos de laboratórios do *Campus Realeza* - PR. Universidade Federal da Fronteira Sul. 2015.
10. ALEXANDRE, J. R.; OLIVEIRA, M. L. F.; SANTOS, T. C.; CANTON, G. C.; CONCEIÇÃO, J. M.; EUTRÓPIO, F. J.; CRUZ, Z. M. A.; DOBBS, L. B.; RAMOS, A. C. **Zinco e ferro: de micronutrientes a contaminantes do solo**. *Natureza online* 2012, n° 10, p. 23-28.
11. CADORIN, B. M. **Degradação do corante Alaranjado de Metila por plasma frio de descarga corona**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Santa Catarina, Química. 2009.
12. SANTOS, V. M. L.; MEDRADO, L. S.; JÚNIOR, J. E. S.; SILVA, J. A. B. **Proposta para disposição final dos resíduos químicos identificados nos laboratórios do Campus da Fazenda Experimental / UNIVASF**. 2011.

MATERIAIS SUPLEMENTARES

Material Suplementar I – Formulário de aulas práticas da UFFS, utilizado no *Campus Realeza*

FORMULÁRIO PARA RESERVA DE LABORATÓRIO			
Docente:		Curso/Fase:	
Solicitante:		Fone e(ou) e-mail contato:	
Título da atividade:			
Atividade	Aula Prática ()	Projeto Extensão ()	Projeto Pesquisa ()
	TCC ()	Outros :	
	Visita escola ()	Nº visitantes:	Ligado a PIBID:
Caso o docente não esteja presente durante a atividade, o mesmo deverá preencher o “Termo de responsabilidade” indicando os estudantes autorizados.			
Data:		Horário início:	Horário fim:
Laboratório:		Nº de alunos e equipes:	
Equipamentos		Quantidade total	
Reagentes/Meios de Cultura/Alimentos	Concentração	Quant. total	
Materiais/Vidrarias	Quant. por equipe	Quant. total	

Não serão gerados resíduos líquidos

Resíduos

Resíduos	Volume	Resíduo	Volume
<input type="checkbox"/> Solvente org. Halogenado		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Solvente org. não halogenado		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Ácidos orgânicos		<input type="checkbox"/>	

<input type="checkbox"/> Ácidos e bases diluídos		<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/> Soluções aquosas com metais		<input type="checkbox"/> Outros, especifique	
<input type="checkbox"/> Oxidantes		
<input type="checkbox"/> Resíduo biológico		

Outras informações relevantes
Necessito da presença do técnico durante a atividade: <input type="checkbox"/> NÃO <input type="checkbox"/> SIM.
Se SIM, para qual finalidade e durante qual período: _____

Material Suplementar II – Reagentes com DL₅₀ não identificada

Reagente	DL50	Reagente	DL50
Amido	Não é tóxico	Sulfato sólido anidro	Dado não disponível
Bicarbonato de sódio	Dado não disponível	Chá preto	Dado não disponível
Carvão ativo	Dado não disponível	Acetato de amônio	Dado não disponível
Detergente incolor	Dado não disponível	Peróxido de amônio	Dado não disponível
Fenolftaleína	Dado não disponível	Giz branco	Dado não disponível
Fermento biológico	Dado não disponível	Vermelho de metila	Dado não disponível
Fio de cobre	Dado não disponível	Amostra vinho	Dado não disponível
Fitas pH universal	Dado não disponível	Amostra vinagre	Dado não disponível
Oxalato de amônio	Dado não disponível	Amostra suco cítrico	Dado não disponível
Frutose	Dado não disponível	Chumbo	Dado não disponível
Lugol	Dado não disponível	Cloreto de boro	Dado não disponível
Sulfato de alumínio	Dado não disponível	Tiras de alumínio	Dado não disponível
Sulfato de magnésio	Dado não disponível	Solução sulfocrômica	Dado não disponível
Sulfato de níquel	Dado não disponível	Extrato de tomate	Dado não disponível
Sulfato de sódio	Dado não disponível	Naftalina	Dado não disponível
Tiras de alumínio	Dado não disponível	Iodeto metálico	Dado não disponível
Vinagre	Dado não disponível	Sílica	Dado não disponível

Zinco metálico	Dado não disponível	Magnésio metálico	Dado não disponível
Café preto	Dado não disponível		

Material Suplementar III – Ações sustentáveis para o componente curricular de química analítica

Atividade prática	Sais utilizados (resíduo gerado)	Número de grupos e repetições	Proposta de alteração
Separação de cátions Grupo I	Mercúrio	8 grupos - triplicata	Não fazer esta prática – preferir apenas a explicação teórica.
	Prata		
	Dicromato de potássio		
Separação de cátions Grupo II	Sulfeto de mercúrio	8 grupos - triplicata	Fazer a reação apenas com o cobre, ou seja, preparar a aula com a presença do cobre e proceder as tentativas de identificação. Reduzir o número de grupos para 06 e reduzir para duplicata.
	Sulfeto de chumbo		
	Sulfeto de bismuto		
	Sulfeto de cobre		
	Sulfeto de cádmio		
	Sulfeto de arsênio		
	Sulfeto de antimônio		
Sulfeto de estanho			
Separação de cátions Grupo III	Nitrato de zircônio	8 grupos - triplicata	Utilizar apenas os íons ferro, alumínio e manganês – não utilizar cromo – eliminar o cianeto e cianato. Reduzir o número de grupos para 06 e reduzir para duplicata.
	Hidróxido de ferro		
	Hidróxido de alumínio		
	Hidróxido de cromo		
	Oxido de manganês		
	Fluoreto de cálcio		
	Fosfato de magnésio		
	Ferricianeto de potássio		
	Cianato de amônio		
Separação de	Carbonato de bário		Reduzir o número de grupos
	Carbonato de Estrôncio		
	Carbonato de Cálcio		

cátions Grupo IV	Dicromato de potássio	8 grupos - triplicata	para 06 e reduzir para duplicata.
	Trietanolamina		
	Sulfato de Estrôncio		
Separação de cátions Grupo V	Sais de Magnésio	8 grupos - triplicata	Reduzir o número de grupos para 06 e reduzir para duplicata.
	Sais de Sódio		
	Sais de Potássio		
	Sais de Amônio		

Material Suplementar IV – Reagentes utilizados nas aulas experimentais do curso de Química – Licenciatura nos anos de 2014 e 2015.

2014			
Reagente	Quantidade (kg)	Reagente	Quantidade (kg)
Etanol	9,770	Sulfeto de sódio	1,100
Sulfato de zinco	4,000	Nitrito de sódio	0,050
Sulfato de cobre	7,290	Fluoreto de sódio	0,050
Nitrato de prata	3,250	Papel filtro	Não informada
Iodeto de potássio	1,130	Iodo	Não informada
Iodato de potássio	4,000	Hipoclorito de sódio	0,200
Hidróxido de amônio	5,540	Suco de laranja	1,000
Ferro em pó	0,200	Vinagre	1,000
Fenolftaleína	0,780	Sacarose	1,100
Fenol	2,000	Glicose	1,100
Cloreto de potássio	0,500	Hexanol	1,000
Carvão ativo	1,500	Propanona	1,000
Bissulfato de sódio	4,000	Cloreto de níquel	0,100
Amido	1,400	Cloreto de manganês	0,100
Ácido sulfúrico	3,000	Gasolina	Não informada
Ácido acético	5,200	Butanol	0,030
Hidróxido de sódio	13,60	Batata	Não informada
Biftalato de potássio	1,200	Pão	Não informada
Carbonato de sódio	1,600	Farrinha de trigo	Não informada
Alaranjado de metila	0,100	Maisena	Não informada
Bicarbonato	1,000	Fermento biológico	Não informada
Leite de magnésio	Não informada	Adoçante	Não informada
Cromato de potássio	6,020	Solução de lugol	0,030
Tiocianato de amônio	3,080	Reagente de benedict	0,100
Cloreto de sódio	2,900	Frutose	Não informada
Sulfato férrico amoniacal	0,100	Maltose	Não informada
Ácido nítrico	0,900	Óleo de soja	Não informada
EDTA	1,000	Potassa alcoólica	0,100

Sulfato de magnésio	0,010	Detergente incolor	Não informada
Indicador de ericromo T	Não informada	Iodeto de sódio	0,500
Sulfato de níquel	2,000	Magnésio	Não informada
Oxalato de sódio	1,000	Fio de cobre	Não informada
Permanganato de potássio	1,050	Ureia	0,030
Tiosulfato de sódio	0,250	Zinco metálico	Não informada
Dicromato de potássio	1,100	Metanol	Não informada
Papel tornassol	Não informada	Tiras de lata de alumínio	Não informada
Cloreto de amônio	5,670	Palha de aço	Não informada
Cloreto de magnésio	0,380	Sódio metálico	Não informada
Cloreto de cálcio	Não informada	Carbonato de potássio	Não informada
Cloreto de ferro III	0,930	Nitrato de sódio	Não informada
Sulfato de alumínio	0,200	Acetato de sódio	Não informada
Cloreto de níquel II	0,450	Hidróxido de cálcio	0,150
Cloreto de zinco	0,200	Hidróxido de Bário	0,080
Cloreto de bário dihidratado	0,930	Ácido bórico	Não informada
Carbonato de amônio	0,950	Papel alumínio	Não informada
Peróxido de hidrogênio	2,000	Tetraborato de sódio	Não informada
Oxalato de amônio	0,400	Fluoreto de cálcio	Não informada
Hidrogenofosfato dissódico	0,100	Hidróxido de potássio	0,600
Cloreto de estrôncio	0,330	Álcool etílico	0,450
Hidrogenofosfato de amônio	Não informada	Fitas pH universal	Não informada
Sulfato de amônio	0,200	Ácido clorídrico	22,60
Nitrato de cobre	Não informada	Cloreto de alumínio	0,250
Nitrato de bário	Não informada	Dimetilglioxima	0,100
Nitrato de ferro	Não informada	Álcool amílico	Não informada
Nitrato de chumbo	0,600	Sulfato de sódio	0,050
Nitrato de níquel	Não informada	Nitrato de potássio	0,050
Fosfato de sódio	0,500	Brometo de potássio	0,070
Nitrato de cobalto II	0,250		
2015			
Reagente	Quantidade (kg)	Reagente	Quantidade (kg)
Brometo de potássio	0,500	Ácido tricolocético	0,100
Hipoclorito de sódio	1,050	Detergente líquido biodegradável	0,500
Ácido clorídrico	12,90	Sulfato de amônio	0,420
Canela	0,100	Banana prata	Não informada
Cravo	0,100	Ácido nítrico	1,600
Sulfato de Magnésio	1,500	Hidróxido de amônio	1,770
Diclorometano	3,100	Cloreto de alumínio	0,100
Carbonato de cálcio	4,060	Ácido bórico	0,025
Chá preto	0,060	Tetraborato de sódio	0,030

Tolueno	2,000	Fluoreto de sódio	0,030
Café preto	0,030	Zinco metálico	0,030
Papel filtro	Não informada	Iodo metálico	0,003
Sulfato sólido anidro	1,100	Bórax	Não informada
Éter de petróleo	Não informada	Palha de aço	Não informada
Permanganato de potássio	0,230	Sílica	0,018
Óleo de soja	2,500	Magnésio metálico	0,015
Água sanitária (Qboa)	0,500	Hidróxido de bário	0,200
Formaldeído (formol)	0,150	Alumínio metálico	Não informada
Álcool etílico	1,280	Cobre metálico	Não informada
Butanol	0,500	Óxido de magnésio	Não informada
Etanol	6,300	Óxido de cálcio	Não informada
Solução sulfocrômica	0,150	Solução de ferro (II)	0,100
Extrato de tomate	Não informada	Orto-fenantrolina	0,800
Clorofórmio	1,500	Acetato de amônio	0,450
Hexano	2,050	Cloreto de amônio	0,450
Cloreto de sódio	2,230	Sulfeto de sódio	0,300
Iodo	0,690	Álcool amílico	0,300
Bicarbonato de sódio	0,520	Dimetilglioxima	0,100
Cloreto férrico	0,020	Peróxido de hidrogênio	0,150
Metanol	4,300	Cloreto de cobalto	0,050
Fenolftaléina	0,440	Cloreto de níquel	0,050
Hidróxido de sódio	7,280	Cloreto de manganês	Não informada
Ácido sulfúrico	2,970	Cloreto de zinco	0,050
Cloreto de bário	1,500	Peróxido de amônio	0,050
Ácido acético	1,770	Cloreto de ferro III	0,100
Éter etílico	2,000	Hidrogenofosfato de amônio	0,700
Carbonato de sódio	2,720	Oxalato de amônio	1,100
Sulfato de sódio anidro	2,600	Cloreto de magnésio	0,100
Álcool iso-butílico	2,000	Sulfato de amônio	0,400
Hidróxido de potássio	1,710	Negro de eriocromo T	0,105
Sacarose	0,230	Carbonato de amônio	0,300
Ureia	0,200	Alaranjado de metila	0,080
Aspirina	0,001	Nitrato de Chumbo	0,600
Banho de óleo	Não informada	Iodeto de Potássio	1,600
Cromato de potássio	1,300	Brometo de sódio	0,100
Dicromato de potássio	0,300	Nitrito de sódio	0,100
Gasolina	Não informada	Fosfato de sódio	0,400
Chumbo	Não informada	Triossulfato de sódio	0,400
Sulfato de cobre	0,100	Sulfato de sódio	0,100
Cloreto de boro	Não informada	Acetato de sódio	0,100
Biftalato de potássio	não informada	Giz branco	Não informada

Iodeto de potássio	0,005	Vermelho de metila	0,200
Tiras de alumínio	Não informada	Sulfato férrico	0,200
Cloreto de ferro III	0,005	Vinho	3,000
Metilorange	Não informada	Soro fisiológico (NaCl)	3,000
Azul de bromotimol	Não informada	Vinagre	0,300
Fio de cobre	Não informada	Suco cítrico	0,240
Tiocianato de amônio	4,255	Leite de magnésia	Não informada
Nitrato de prata	8,405	EDTA	2,000
Querosene	0,500	Mg-EDTA	0,100
Naftalina	Não informada	Tiosulfato de sódio	3,000
Cloreto de lítio	Não informada	Tampão pH 10 (NH ₃ /nh ₄ CL)	2,000
Cloreto de potássio	Não informada	Iodato de potássio	0,024
Cloreto de cálcio	0,100	Suspensão de amido	0,750
Iodeto metálico	Não informada	Vitamina C	Não informada
Cloreto de estrôncio	0,100	Alvejante doméstico	2,000
Leite desnatado	0,600	Comprimido AAS	Não informada
Ovo	Não informada		