

## Reagents and chemicals in chemistry laboratory (Program of Scientific Initiation Voluntary)

## Reagentes e resíduos químicos em laboratório de química (Programa de Iniciação Científica Voluntária)

Article Info:

Article history: Received 2019-01-15 / Accepted 2022-01-25/ Available online 2022-01-26

doi: 10.18540/jcecv18iss1pp13800-01e



**Antonio Marcos de Oliveira Siqueira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9334-0394>

Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil

E-mail: [antonio.siqueira@ufv.br](mailto:antonio.siqueira@ufv.br)

**Rafaela Moreira da Silva Cordeiro**

Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil

E-mail: [rafaelamscordeiro@gmail.com](mailto:rafaelamscordeiro@gmail.com)

**Gustavo Carvalho Menezes**

Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil

E-mail: [gustavocarvalhomenezes@gmail.com](mailto:gustavocarvalhomenezes@gmail.com)

### Resumo

Com a intenção de prevenir a exposição indevida a agentes considerados de risco e evitar acidentes, o presente trabalho teve como objetivo principal a avaliação dos riscos em que a comunidade acadêmica está exposta nos laboratórios de químico de um Departamento de Química, em uma universidade pública federal, localizada no interior do país. Considerando que o desenvolvimento do trabalho nos laboratórios deve ser executado de forma adequada e bem planejada, buscando proteção aos seus operadores, à comunidade local e ainda, a proteção do local de trabalho, dos instrumentos de manipulação e do meio ambiente, o trabalho ora apresentado busca despertar a atenção para os problemas de saúde coletiva, saúde ocupacional e possíveis problemas ambientais associados às práticas laboratoriais, tendo como perspectiva a identificação, caracterização, divulgação dos riscos no ambiente de trabalho laboratorial de modo a proteger e/ ou minimizar os riscos e os danos a comunidade universitária diretamente afetada, bem como para a comunidade em geral, tendo em vista que o risco químico não tem ação apenas local. Dentro desta ótica, foi realizado o levantamento dos reagentes e demais agentes químicos, armazenados nos espaços físicos de dois laboratórios, onde são realizados experimentos envolvendo práticas relacionadas as disciplinas de Laboratório de Química Geral e Laboratório de Engenharia Química. Foi investigada, ainda, a percepção dos docentes a respeito de diversos itens relacionados a segurança laboratorial, normas técnicas e procedimentos de segurança. Os resultados encontrados mostram que os docentes de um modo geral, não estão devidamente preparados (capacitados) para o gerenciamento dos resíduos gerados e apresentam desconhecimento do risco laboral a que estão sujeitos.

**Palavras-chave:** Riscos químicos. Laboratório de química. Normas técnicas.

## 1. Introdução

Infelizmente, quando tratamos do assunto geração de resíduos, é necessário dividir a realidade em dois parâmetros. O primeiro trata-se do fato de que, nos dias de hoje, em laboratórios de pesquisa e ensino, a manipulação de produtos químicos é constante e extremamente ampla, principalmente no que diz respeito à variedade de reagentes. Por outro lado, há ainda uma tendência social de dispensar atenção apenas a atividades cuja geração de resíduos é quantitativamente impactante. São os grandes geradores que estão sempre sob a fiscalização das agências estaduais de proteção ambiental, e sendo constantemente cobrados, fiscalizados e, inclusive, punidos pelos órgãos competentes. Por outro lado, pequenos geradores de resíduos, como as instituições de ensino e de pesquisa, vêm sendo tradicionalmente considerados como atividades não impactantes e, conseqüentemente, raramente fiscalizados quanto ao descarte de seus rejeitos químicos.

Realmente, talvez um simples laboratório não consiga gerar uma quantidade expressiva e relevante de resíduos, entretanto, é fundamental nos atentarmos ao fato de que, por outro lado, o montante produzido pelos vários pequenos geradores que existem na sociedade é considerável e engloba resíduos das mais variadas naturezas, como metais pesados, solventes orgânicos, entre outros. Logo, torna-se evidente que tais atividades necessitam de um programa eficiente de gestão desses resíduos, a fim de que, ao final dos processos realizados, não seja reutilizada a menor quantidade possível de rejeitos e, ainda, que o material que tiver de ser descartado seja previamente tratado, uma vez que é de extrema relevância a possibilidade de geração de problemas ambientais, o que coloca em risco a saúde da população.

Muito embora não haja uma legislação específica que trate do destino final de resíduos químicos oriundos das atividades de ensino e de pesquisa, isto não deve ser usado como um pretexto para a falta de gerenciamento destes rejeitos. Neste caso, adota-se a legislação existente para as indústrias, sob a premissa de que a legislação é válida tendo como base a natureza da atividade, e não as quantidades de resíduos que a mesma gera.

Dessa forma, o controle de descarte de produtos considerados agressores ao ambiente deve ser avaliado e monitorado cuidadosamente, visando uma diminuição de riscos ao ambiente e à população evitando o descarte inadequado e em larga escala dos materiais laboratoriais. Assim a realização de estudos, tendo como base os resíduos químicos gerados nos laboratórios de ensino do Departamento de Química de uma universidade pública federal, localizada no interior do país, de modo a permitir uma maior organização no tratamento prévio e descarte de resíduos e minimizar a produção destes será de grande valia. Além de proporcionar uma maior segurança aos funcionários e alunos, poderá gerar uma diminuição dos gastos à universidade, já que hoje, segundo professores do departamento, o descarte desses materiais é realizado por meio de empresa terceirizada, o que vem gerando custos desnecessários.

## 2. Revisão de literatura

Com a ideia da implantação de um sistema de tratamento de resíduos busca-se a melhor forma de tratamento a ser concedido aos materiais determinados como perigosos a serem descartados e assim reduzir ao mínimo possível seus potenciais de agressividade à natureza. Essa ideia pode trazer grandes benefícios à comunidade, principalmente acadêmica da região de abrangência da universidade, visto que a implantação desse tipo de projeto tem gerado respostas positivas em outras instituições de ensino, onde houve uma mudança radical e positiva, dentro das limitações técnicas e financeiras, com relação ao gerenciamento adequado dos seus resíduos (Hirata e Filho, 2012).

Considerando a quantidade de resíduos gerada no setor industrial, os resíduos perigosos gerados por uma instituição de ensino e pesquisa parecem ser insignificantes. No entanto, diante da grande variedade de materiais utilizados por essas instituições é gerada também uma enorme diversidade de resíduos, assim, mais importante que analisar a quantidade é analisar a natureza das

substâncias, fazendo um estudo cauteloso sobre a periculosidade e toxicidade das mesmas para, posteriormente, lhes oferecer uma destinação adequada, buscando prejudicar ao mínimo a natureza.

Muito embora não haja uma legislação específica que trate do destino final de resíduos químicos oriundos das atividades de ensino e de pesquisa, isto não deve ser usado como um pretexto para a falta de gerenciamento destes rejeitos. Neste caso, adota-se a legislação existente para as indústrias, sob a premissa de que a legislação é válida tendo como base a natureza da atividade, e não as quantidades de resíduos que a mesma gera.

Atualmente há uma tendência de as pessoas considerarem apenas como impactante ao meio ambiente atividades geradoras de grande quantidade de resíduos. Dessa forma, são sempre estes grandes geradores que recebem fiscalização das agências estaduais de proteção ambiental, enquanto que pequenos geradores de resíduos, dentre eles, instituições de pesquisas e ensino, normalmente são considerados como não impactantes sendo raramente fiscalizados o que não deveria ocorrer, pois se percebe que estes pequenos geradores existem em grande quantidade na sociedade. O problema torna-se, ainda, extremamente delicado e preocupante quando se considera o aumento das pesquisas e o uso de equipamentos geradores de resíduos químicos perigosos, ultimamente. Por exemplo, cresce a utilização de cromatógrafos de alta potência que utilizam solventes perigosos e geram misturas de resíduos também perigosos, cuja eliminação é cara e complicada.

Levando em conta que entre os principais objetivos do ensino e da pesquisa estão a promoção da saúde pública e a preservação da natureza, se os devidos cuidados não forem tomados, os rejeitos dessas mesmas entidades poderão estar contribuindo para contrariar aqueles objetivos fundamentais, estabelecendo uma relação custo/benefício muito desfavorável e inadequada.

Tendo em vista o grande número de pequenos geradores de resíduos existentes na nossa sociedade (laboratórios, indústrias químicas de pequeno porte dentre outros), e que os resíduos por eles gerados são de natureza variada, tais como metais pesados, solventes orgânicos, materiais infectantes dentre outros, não é correto afirmar que estas atividades dispensam um programa eficiente de gerenciamento de resíduos.

Atualmente a conscientização e a mobilização da sociedade têm exigido uma maior preocupação ambiental, requerendo para estas pequenas unidades geradoras de resíduos o mesmo grau de exigências que o Estado determina para os grandes geradores.

Nesse contexto as universidades e instituições de ensino e pesquisa, baseadas na NBR 10004 da ABNT (MTE, 2004) e na resolução nº 5 do CONAMA (Brasil, 2004), precisam resolver de forma exemplar seus próprios problemas buscando soluções adequadas e eficientes dentro de seus limites financeiros e técnicos. A partir daí elaborar métodos para a minimização da geração de descartes, utilizando produtos com a mínima periculosidade possível e desenvolver protocolos práticos e facilmente utilizáveis para eliminação segura dos resíduos gerados.

Segundo Hirata e Filho (2012), hoje são conhecidos mais de quatro milhões de substâncias químicas sendo que aproximadamente 130 mil possuem algum tipo de periculosidade e pouco mais de duzentas apresentam método de descarte adequado. Dessa forma fica evidente a necessidade de um maior envolvimento do meio acadêmico para ajudar a aperfeiçoar normas, definições e classificações, introduzindo novos conhecimentos, conceitos e técnicas, visando um tratamento mais adequado e possível dos descartes químicos.

Especificamente, a grande motivação para tratar resíduos deve vir do interesse por parte dos professores do Departamento de Química de uma universidade pública federal, localizada no interior do país, que geralmente armazenam os resíduos gerados em seus laboratórios de pesquisa à espera de tratamento adequado, que é realizado por empresa terceirizada, o que gera um grande gasto econômico, muitas vezes desnecessário, para a universidade. O material armazenado constitui-se em perigoso passivo ambiental, devido ao grande volume e às precárias condições de armazenamento. Assim seria de extrema importância que o próprio departamento desenvolvesse técnicas de tratamento desses rejeitos, uma vez que diminuiria os gastos e abriria oportunidades para os alunos testarem e aprimorarem seus conhecimentos na busca de identificar novas formas de tratamento dos resíduos.

O tratamento de resíduos químicos envolve grandes desafios. Dentre eles podemos citar três: (1) como um Departamento de Química deve agir para que os resíduos químicos gerados não agridam o ambiente ou, melhor ainda, como recuperar resíduos químicos transformando-os em matéria-prima; (2) como desenvolver no aluno uma consciência ética com relação ao uso e descarte de produtos químicos e (3) como o professor deve proceder para tratar e recuperar os resíduos químicos gerados em seu laboratório? Como instruir tais usuários a manusear, tratar e recuperar resíduos químicos?

Conforme Jardim (1998) diante desse “cenário onde a omissão é o agente comum, cabe às universidades a iniciativa de desenvolver e implementar um programa de gestão de resíduos regional ou mesmo nacional, revertendo este quadro de tamanha incoerência dentro da vida acadêmica.”

Tendo como base esses desafios levantados, seguindo a mesma orientação do trabalho desenvolvido por Imbroisi et al. (2006), a ideia principal deste projeto foi de tentar buscar respostas para os mesmos e identificar, primeiramente, em alguns laboratórios quais os resíduos gerados e a partir daí tentar estabelecer procedimentos viáveis com relação ao tratamento desses rejeitos. Após o tratamento, o que era resíduo químico deveria se transformar em produto químico recuperado, ficando disponível para reutilização. Assim, a tomada de uma consciência ética com relação ao uso e descarte de produtos químicos no Departamento de Química da referida universidade, visa atingir os denominados 4 R: reduzir, reutilizar, recuperar e reaproveitar. Reduzir a quantidade de produtos químicos utilizados, reutilizando-os após recuperá-los, reaproveitá-los e quando isso não for possível, deve-se buscar formas de tratamento que façam com que o descarte seja o mais adequado possível.

O projeto teve como fim, do ponto de vista da questão ambiental a redução ao máximo dos resíduos gerados pelos laboratórios analisado, com a proposição de medidas eficazes para essa redução, formas de tratamento eficiente desses resíduos (conforme destacam Giloni et al., 2008; Nolasco et al., 2006; Tavares et al, 2005; Abreu e Yamamoto, 2003; Alberguini et al., 2003) sobre a implantação de Programas de Gerenciamento de Resíduos Químicos Laboratoriais), bem como a implantação de programas de conscientização à comunidade. O treinamento e conscientização dos manipuladores de produtos químicos (estudantes, pesquisadores, técnicos de laboratórios) quanto ao manejo das substâncias e o risco em que estão sujeitos e quanto ao manejo e descarte de resíduos químicos, também foram focos da proposta.

### 3. Objetivos

O trabalho teve como objetivo geral a identificação e quantificação dos resíduos gerados nos laboratórios de ensino do departamento de Química de uma universidade pública federal, a fim de estabelecer rotas futuras para seu o tratamento com o intuito de reutilizar, reciclar ou estabelecer formas de descartes seguras. Os objetivos específicos envolveram: A) Criar um banco de dados com os produtos químicos utilizados em dois laboratórios de ensino, informando sua ficha técnica e dados como fabricação, validade e modo de acondicionamento, além de estabelecer os possíveis resíduos que estes produtos podem gerar. b) Estabelecer para os resíduos gerados nos laboratórios um procedimento operacional para tratamento prévio e descarte dos mesmos. C) Avaliar os riscos em que a comunidade acadêmica está sujeita dentro dos laboratórios de química da universidade.

### 3. Metodologia

A metodologia utilizada foi baseada em pesquisa de campo, por meio de coleta de dados e entrevistas, com os professores do Departamento de Química de uma universidade pública federal, localizada no interior do país. Realizou-se também o levantamento de dados dos principais tipos de resíduos gerados nos laboratórios de ensino desta mesma universidade, a fim de determinar seus agentes causadores, classificá-los, determinar o melhor método de descarte destes resíduos.

#### 4. Resultados e considerações

Neste trabalho, focaremos, inicialmente, nos resultados observados partir das entrevistas realizadas com os docentes desse departamento, E na sequência, abordaremos sobre a realização do inventário do ativo e passivo de dois laboratórios (denominados aqui como LAB1 e LAB2), e também do acompanhamento de aulas práticas nestes mesmos laboratórios.

Levando-se em conta o pressuposto de que acidentes de laboratórios com substâncias químicas são muito comuns e perigosos, e que a obediência às normas de segurança é de fundamental importância para evitar riscos, realizamos alguns questionamentos aos professores no que diz respeito a uso de equipamentos de proteção individuais em seus laboratórios de pesquisa, conservação desses, etc.

No que diz respeito aos EP's; Figuras 1, 2 e 3; os dados revelam que praticamente todos os laboratórios exigem e sabem utilizá-los, e que a maioria está em bom funcionamento (conforme indicado pelos docentes). É importante ressaltar que, ao serem indagados sobre quais deles eram especificamente exigidos em seus laboratórios, a maioria dos docentes (83%) respondeu que não abre mão da vestimenta apropriada (jaleco, sapato fechado) e dos cuidados básicos (porém, essenciais) de não comer no laboratório, não usar o jaleco fora daquele ambiente e manter os cabelos presos, entre outros. O mesmo índice de 83% refere-se ao conhecimento adequado do uso de EP's.

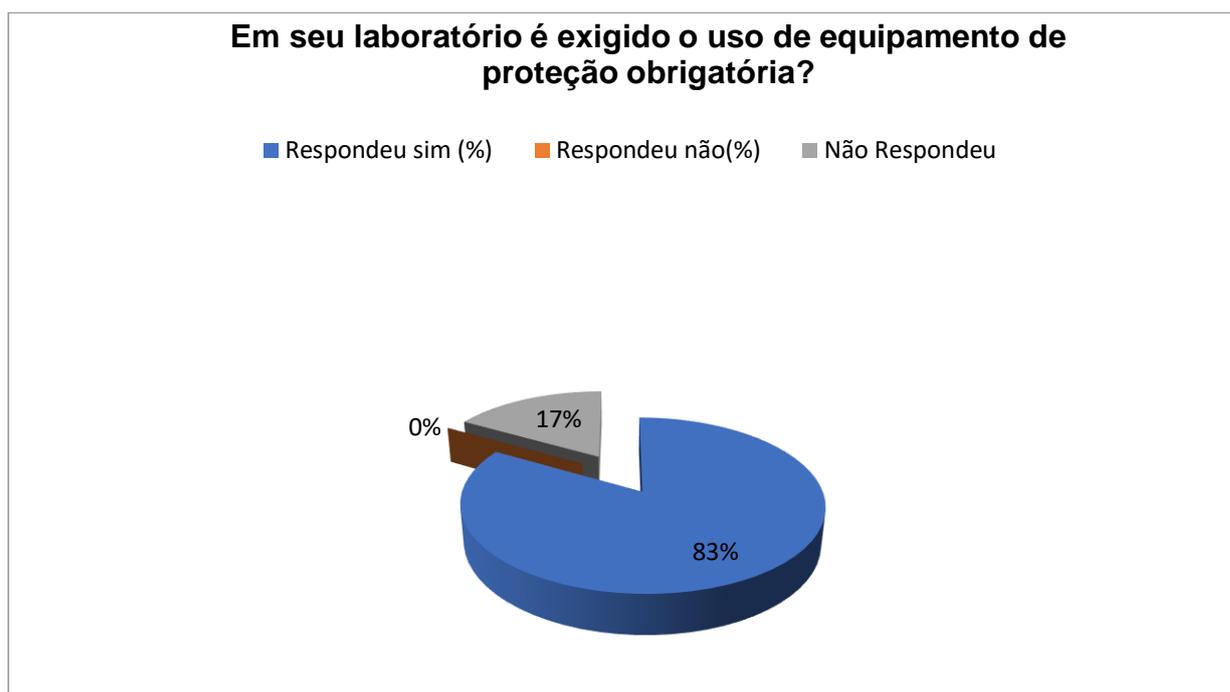


Figura 1

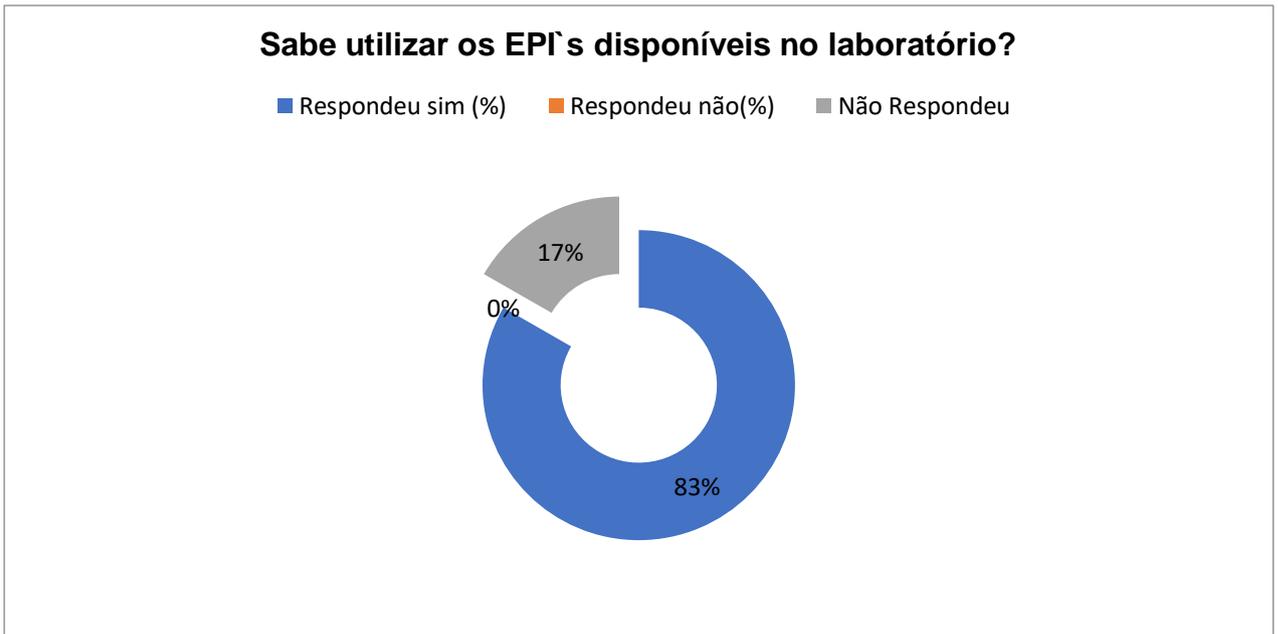


Figura 1

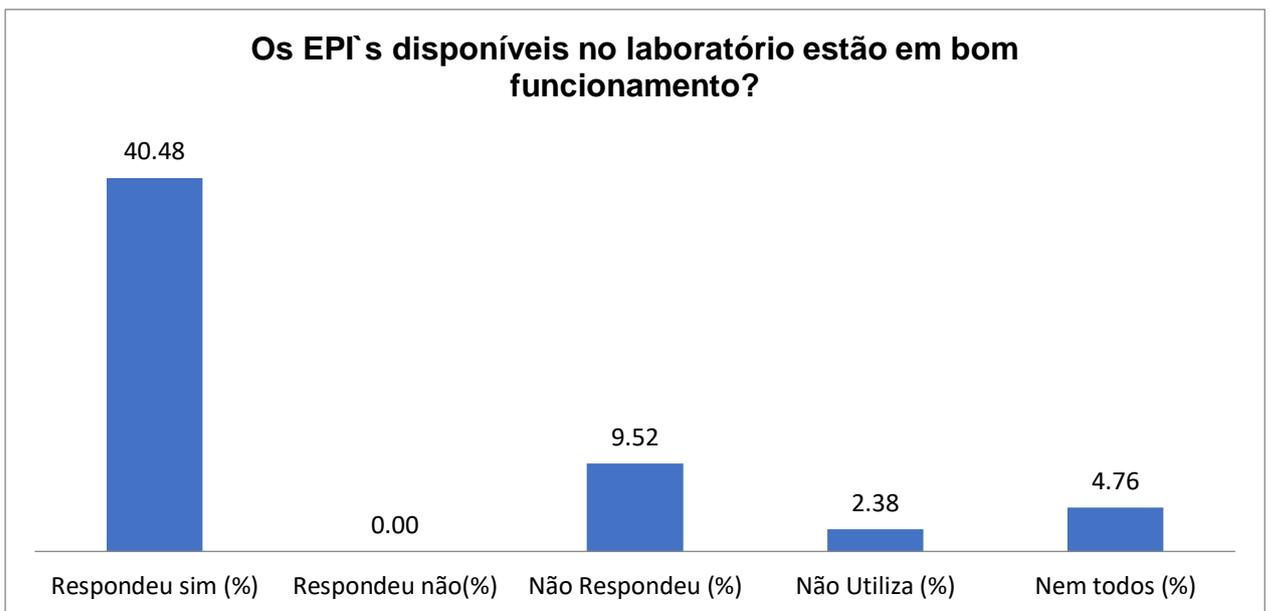


Figura 2

Como pode-se observar nas Figuras 4, 5 e 6; novamente o resultado foi positivo, porém bem menos do que o esperado. O que pode-se notar em questionamentos mais abertos e específicos foi que boa parte dos professores apenas recebeu uma formação superficial ou mesmo genérica durante a sua formação enquanto docente/pesquisador. Discutindo tal resultado, chegamos à conclusão de que talvez a Universidade devesse oferecer, periodicamente ou pelo menos quando o docente ingressasse na instituição, cursos de treinamento em segurança laboratorial/biossegurança como uma alternativa bem eficiente de prevenir acidentes tanto dentro do ambiente de trabalho como aqueles que possam, direta ou indiretamente, acabar expondo a população em geral a riscos consideráveis.

### Você conhece as normas de segurança dos laboratórios da universidade?

■ Respondeu sim (%)   ■ Respondeu não (%)   ■ Não Respondeu (%)

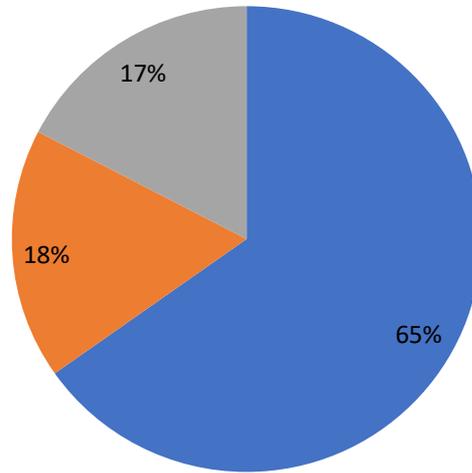


Figura 3

### Costuma verificar as informações nos rótulos dos produtos?

■ Respondeu sim (%)   ■ Respondeu não (%)   ■ Não Respondeu (%)

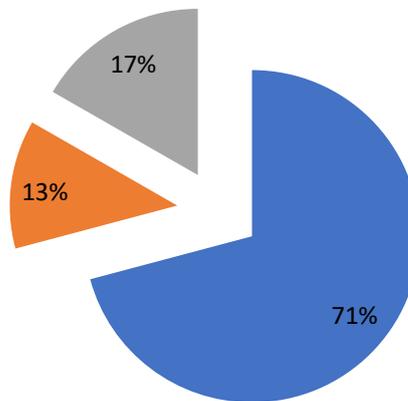


Figura 4

## Teve algum treinamento sobre segurança em laboratório?

■ Respondeu sim (%)   ■ Respondeu não (%)   ■ Não Respondeu (%)

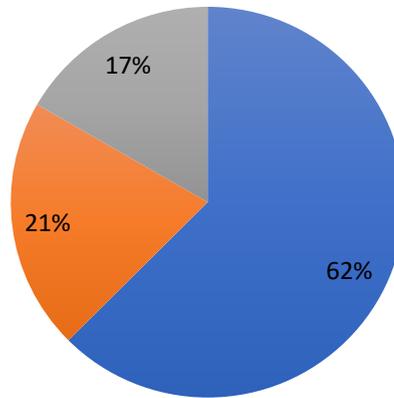


Figura 5

Observando as Figuras 7 e 8, verificamos que os resultados encontrados reafirmam a necessidade de uma formação contínua sobre segurança laboratorial. Primeiro porque há uma constante descoberta de novas substâncias e técnicas, segundo por se tratar de um conhecimento primordial em qualquer situação, ainda que os acidentes propriamente ditos tenham acontecido poucas vezes. Alguns entrevistados detalharam ainda que muitas vezes esquecem como proceder e, portanto, têm sempre por perto algum manual para consulta – o que até ameniza a situação, porém em situações de emergência, onde o procedimento precisa ser imediato, não resolve o problema.

## Em caso de acidentes, conhece os procedimentos de atendimento?

■ Respondeu sim (%)   ■ Respondeu não (%)   ■ Não Respondeu (%)

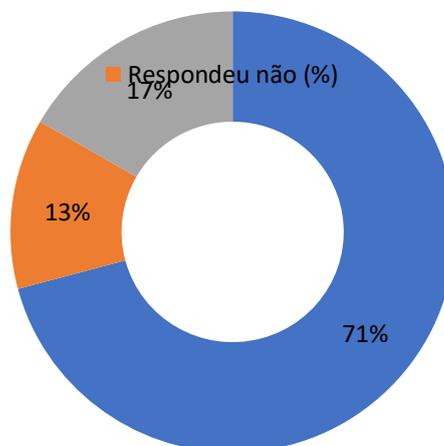


Figura 6

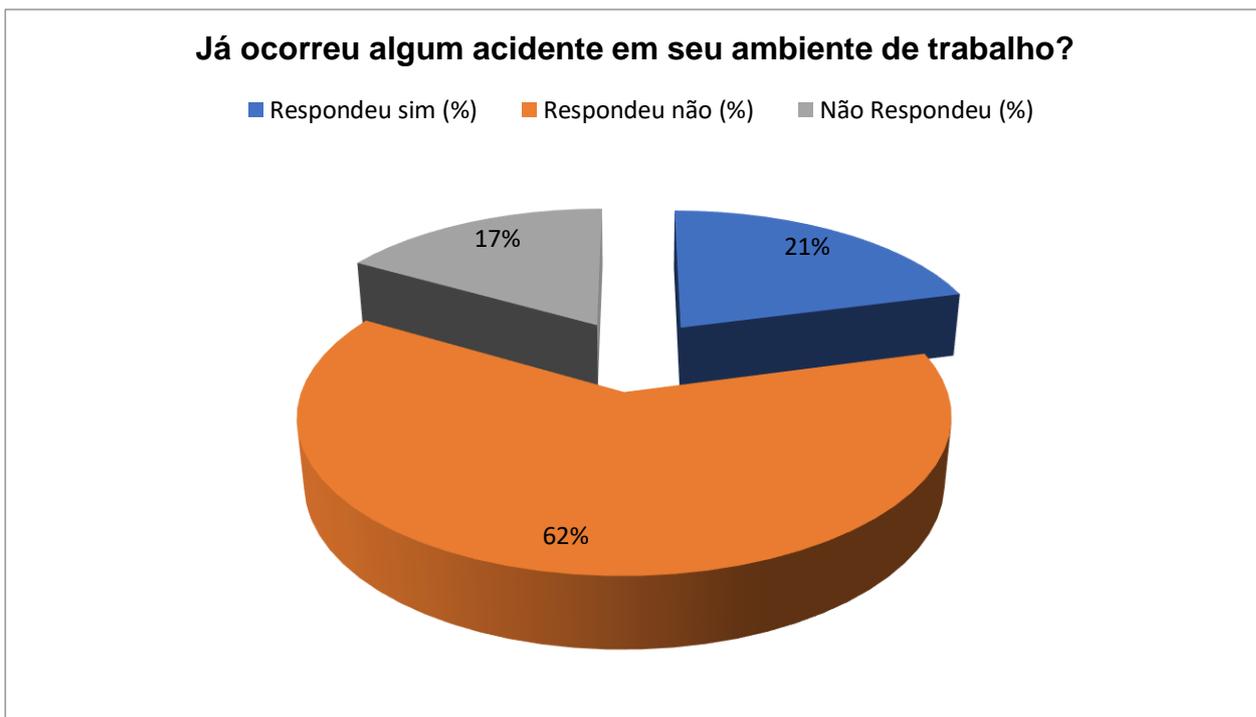


Figura 7

Sabe-se que existe uma tendência de considerar impactantes apenas grandes quantidades de resíduos, porém pequenos geradores estão em grande número em nossa sociedade. Levando em conta a variedade de produtos químicos descartados, um programa de gerenciamento desses resíduos se torna indispensável. Foi realizado o levantamento de todos os agentes químicos disponíveis nos laboratórios avaliados (LAB1 e LAB2) e, então, criou-se uma tabela (banco de dados – Apêndices A1 e A2, respectivamente), onde constam as seguintes informações: nome do agente químico, marca, quantidade, unidade de medida. Também foi listado, para cada reagente, os valores máximos toleráveis de acordo com a legislação brasileira (norma NR 15 - atividades e operações insalubres do MTE). Estes itens estavam estocados dentro do respectivo laboratório e disponíveis para utilização nas aulas práticas ministradas nos mesmos. Muitos destes materiais não eram utilizados em aulas práticas, mas sim, para a realização de experimentos relacionados a projetos autônomos dos professores que trabalham naquele espaço físico.

Essa atividade de levantamento dos materiais, embora de caráter praticamente mecânico, requisitou muita atenção e cuidado, pois foi necessário manipular os recipientes em locais nem sempre tão seguros, como o depósito de reagentes do LAB2, que era uma sala pequena, de aproximadamente 4 m<sup>2</sup>, com armários de madeira até o teto, ocupados por vidrarias, reagentes e outros itens.

O Levantamento de Ativos e Passivos do LAB1 contou com a ajuda do técnico. Tais dados também podem ser encontrados no Apêndice A1. No LAB1 só uma disciplina é oferecida (Processos Inorgânicos Industriais), dirigida especificamente aos estudantes do curso de Engenharia Química e, portanto, o laboratório é utilizado na maior parte do tempo para pesquisas internas. Acompanhamos as aulas dessa disciplina, e anotamos todos os reagentes utilizados e os resíduos gerados. A partir desses construiu-se uma tabela, onde colocamos as quantidades, concentrações, nível de periculosidade pela NR15, entre outros das de todos os reagentes utilizados nas práticas. Também construímos uma tabela com os Resíduos gerados em cada prática, com a quantidade gerada, toxicidade/periculosidade, destinação atual, e um tratamento sugerido por nós para esse resíduo (Apêndices B1 e B2). A coleta mostrou que foram encontrados 9 reagentes no LAB1, com classificação/grau máximo de insalubridade. Com grau de insalubridade Médio e Mínimo foram identificados, respectivamente 7 e 4 reagentes armazenados no LAB1. Por outro lado, nos

experimentos realizados neste laboratório foi identificada a utilização de apenas 1 reagente, com classificação NR 15, correspondente a grau de insalubridade máximo (Apêndice B1). Tais resultados indicam que apesar de tal fato, os professores, técnicos, pesquisadores e estudantes estão em um ambiente em que se encontram muitos reagentes potencialmente perigosos, e até mesmo, com grau de insalubridade máximo,

Durante o levantamento neste laboratório foi observado um armazenamento inadequado, onde alguns reagentes incompatíveis foram alocados lado a lado, catalogados por marca e quantidade. Tal constatação foi informada a equipe do laboratório que imediatamente tomou as devidas providências e corrigiu os problemas. Dando continuidade às entrevistas, na oportunidade, já realizados os levantamentos nos laboratórios, foram realizadas mais algumas perguntas, de maneira informal, aos docentes.

No LAB2 são realizadas as aulas da disciplina de Laboratório de Química Geral. Acompanhou-se as aulas dessa disciplina, e foram registrados todos os reagentes utilizados e os resíduos gerados. A partir desses construiu-se uma tabela, onde colocamos as quantidades, concentrações, nível de periculosidade pela NR15, entre outros das de todos os reagentes utilizados nas práticas. Também se construiu uma tabela com os Resíduos gerados em cada prática, com a quantidade gerada, toxicidade/periculosidade, destinação atual, e um tratamento sugerido por nós para esse resíduo. Esses dados podem ser encontrados nos Apêndices C1 e C2. A coleta mostrou que foram encontrados 9 reagentes no LAB2, com classificação/grau máximo de insalubridade. Com grau de insalubridade Médio e Mínimo foram identificados, respectivamente 2 e 0 reagentes armazenados no LAB2.

Paralelamente à pesquisa sobre segurança, foi realizado ainda um breve levantamento sobre gestão de resíduos. Como pode-se observar nas Figuras 9 e 10, infelizmente, a maioria dos docentes ainda não recebeu nenhum tipo de treinamento e nem demonstrou grande preocupação com a reciclagem, e dos que receberam, a maioria recebeu fora da referida universidade. Ressalta-se, entretanto, que não se trata apenas de uma questão de sustentabilidade: não tratar os resíduos de maneira apropriada ou descartá-los inadequadamente pode acarretar sérios riscos à população em geral.



Figura 8

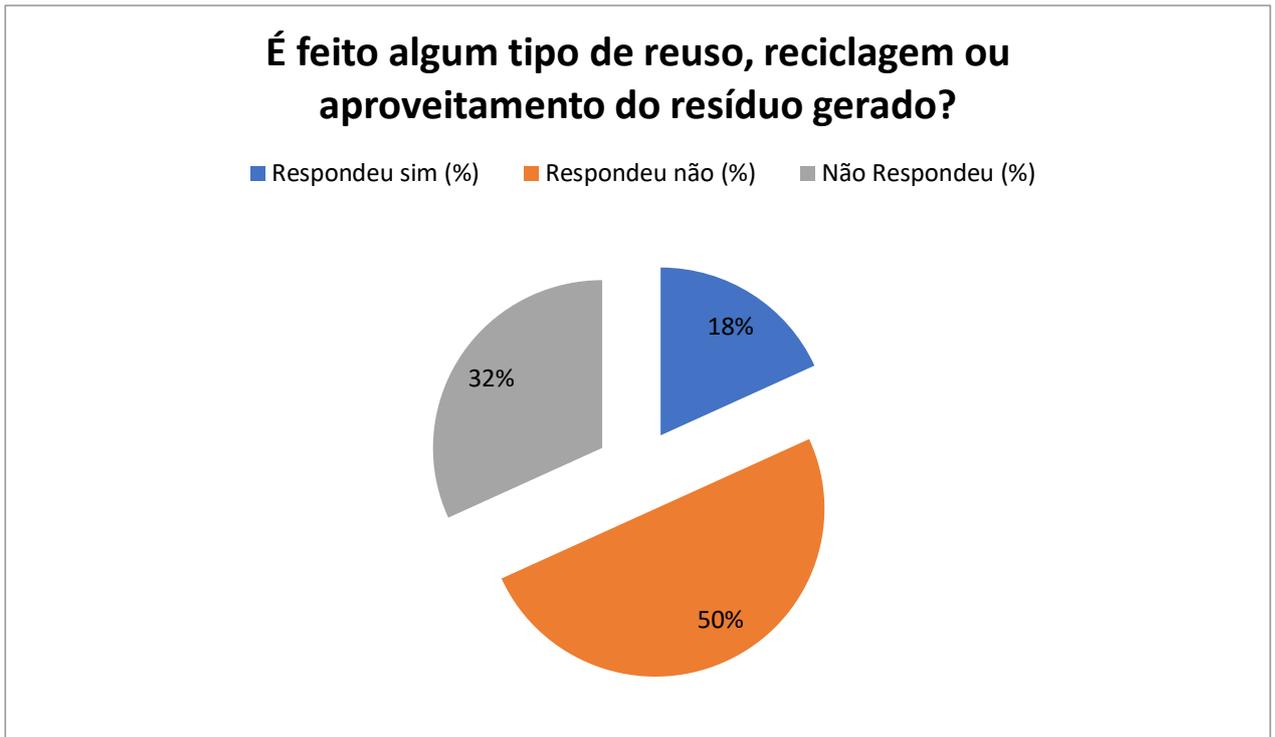


Figura 9

Sobre a questão da realização dos processos visando à redução do quantitativo de resíduos gerados e desperdícios, Figura 11, pode-se observar que os professores que responderam estão bem divididos entre realizar ou não a otimização. A maioria dos docentes que a realizam têm, como medida principal, apenas a realização de experimentos reduzidos a micro escala, o que evita o desperdício. É importante destacar que, embora tal alternativa seja mínima perto dos resíduos gerados, é de extrema relevância num contexto em que, como pudemos perceber, a maioria dos professores não recebeu algum tipo de treinamento sobre coleta de resíduos.

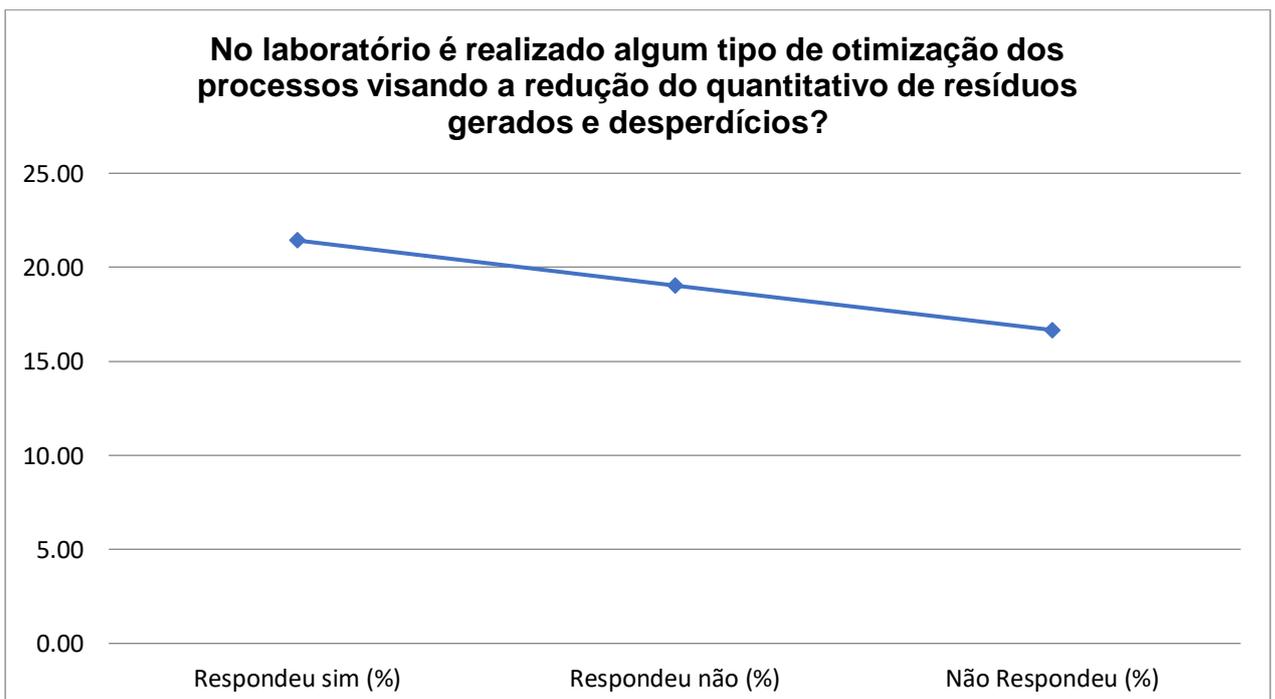


Figura 10

Quanto aos projetos desenvolvidos pelos entrevistados, são dos mais variados tipos e envolvem diversas reações químicas. Dos reagentes utilizados e classificados na NR 15 com grau de insalubridade máximo, foi verificado o uso de uma grande quantidade de clorofórmio (sendo utilizados em alguns laboratórios até 1L, em cada, durante um mês), ácido clorídrico, acetonitrila, além de outros. Dos reagentes classificados como grau médio, foi verificado o uso de grande quantidade de éter etílico, tolueno, álcool isopropílico, ácido acético, etc.

Ao que diz respeito aos resíduos gerados por esses projetos, constatou-se que, ao final de um mês, são gerados, mais de 100g de resíduos químicos sólidos e aproximadamente 120 L de resíduos líquidos, destacando-se, entre esses, a acetonitrila, classificada de grau de insalubridade máximo pela NR15 (Brasil, 1978).

O armazenamento da maioria dos resíduos é em frascos de reagentes, com rótulo novo. Um fato alarmante é que a maioria dos professores ou não sabe o destino dos resíduos (ficando a cargo do técnico do laboratório), ou sabem apenas que eles são recolhidos por uma empresa terceirizada pela universidade, que realizam o tratamento destes.

Quando questionados a respeito da classificação dos materiais utilizados no laboratório, a resposta também foi alarmante, como podemos verificar na Figura 12. Conforme constatado anteriormente, entre os resíduos gerados encontram-se até mesmo aqueles classificados como grau de insalubridade máxima. O desconhecimento da norma ou dessa classificação sugere que tanto professores como funcionários têm contato e se encontram continuamente expostos a grandes riscos inclusive desconhecidos por eles mesmos.

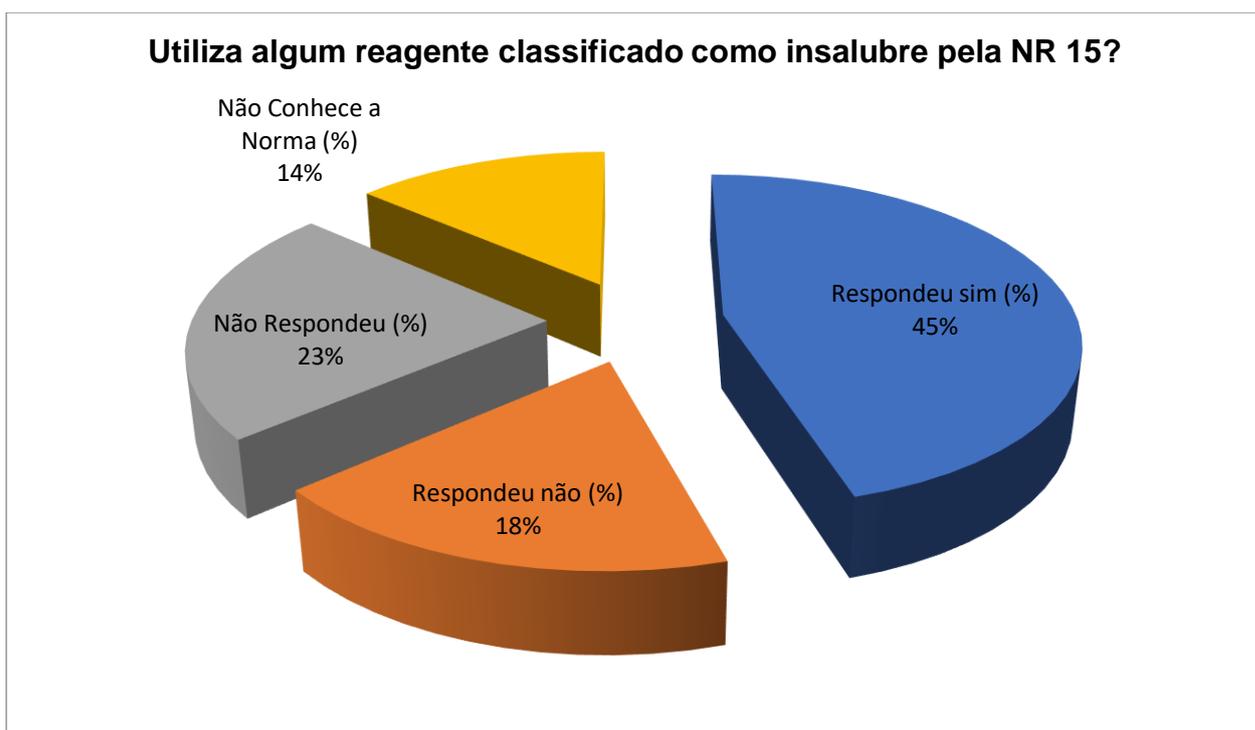


Figura 11

O Mapa de Riscos é uma representação gráfica de um conjunto de fatores presentes nos locais de trabalho, capazes de acarretar prejuízos à saúde dos trabalhadores: acidentes e doenças de trabalho. Tais fatores têm origem nos diversos elementos do processo de trabalho (materiais, equipamentos, instalações, suprimentos e espaços de trabalho) e a forma de organização do trabalho (arranjo físico, ritmo de trabalho, método de trabalho, postura de trabalho, jornada de trabalho, turnos de trabalho, treinamento, etc.). O mapa é um levantamento dos pontos de riscos nos diferentes setores de uma organização. Trata-se de identificar situações e locais potencialmente perigosos.

Observando a Figura 13, concluiu-se que o desconhecimento desse conceito por boa parte dos entrevistados só reafirma o que vínhamos concluindo até aqui: é urgente e necessário que se tome alguma providência em relação à segurança laboratorial. É fundamental que todos os envolvidos nesse ambiente, direta ou indiretamente, dominem ao menos os conceitos/procedimentos básicos para assegurar não só a sua própria segurança, mas também a de toda a população direta ou indiretamente afetada pelos experimentos desenvolvidos.

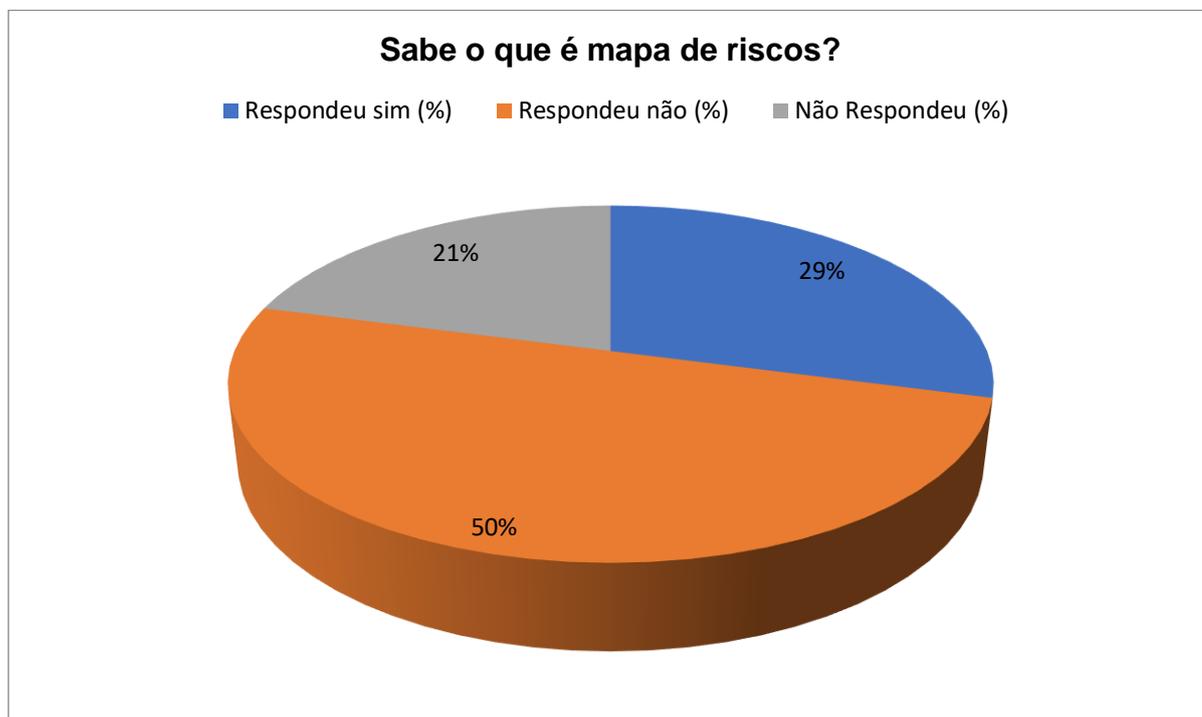


Figura 12

Além disso, pouco mais de 70% dos professores do Departamento da referida unidade da universidade responderam ao questionário; destes muitos professores não realizavam práticas laboratoriais ou preferiram não responder ao instrumento de coleta de dados da pesquisa, ficando assim a pesquisa relevantemente prejudicada. Vale ressaltar que todos os valores estimados na pesquisa são aproximados, uma vez que os professores participantes não conheciam ao certo dados como, por exemplo, a quantidade de resíduos gerados.

Quanto ao levantamento dos reagentes e resíduos, no LAB1, onde são realizados experimentos para 3 turmas, foram gerados, ao longo de um semestre letivo, 2.061 mL de resíduos (acetona; material celulósico contendo ácido sulfúrico; e hidróxido de sódio, conforme Apêndice B2), sendo que foram utilizados 545 ml de reagentes por turma, totalizando 1.635 mL de reagentes, sem contar a diluição (Apêndice B1).

Por sua vez, no LAB2, são realizados experimentos envolvendo 26 turmas, sendo cada turma constituída por 20 alunos/cada. Os alunos são agrupados em dupla, de modo que para cada prática planejada são realizadas, no mínimo, 260 experimentos (no total, ao longo do semestre, sem contar com as repetições (muitas vezes necessárias e as perdas ocasionais). Assim, ao longo de um semestre letivo, foram utilizados 20.763 g de reagentes sólidos e 153.608 mL de reagentes líquidos (Apêndice C1). Foram gerados 5.537 g de resíduos sólidos e 250.458 mL de resíduos líquidos, conforme Apêndice C2). Observe que estes números finais foram estimados a partir da média observada em cada turma investigada, ao longo de um semestre letivo.

## Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio por parte da Universidade Federal de Viçosa (UFV). O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

## Referências

Abreu, Daniela Gonçalves de e Iamamoto, Yassuko. Relato de uma experiência pedagógica no ensino de química: formação profissional com responsabilidade ambiental. *Química Nova* [online]. 2003, v. 26, n. 4 [Acessado 06 Janeiro 2022], pp. 582-584. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422003000400024>>. Epub 04 Ago 2003. ISSN 1678-7064. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422003000400024>.

Alberguini, Leny Borghesan A., Silva, Luis Carlos e Rezende, Maria Olímpia Oliveira. Laboratório de resíduos químicos do campus USP-São Carlos: resultados da experiência pioneira em gestão e gerenciamento de resíduos químicos em um campus universitário. *Química Nova* [online]. 2003, v. 26, n. 2 [Acessado 03 Janeiro 2022], pp. 291-295. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422003000200026>>. Epub 16 Abr 2003. ISSN 1678-7064. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422003000200026>.

Brasil Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). *Resolução nº 5*, de 5 de agosto de 1993.

Brasil, ABNT, NBR. 10004. Resíduos Sólidos – Classificação. Norma Brasileira. Disponível em: <https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2021.

Giloni-Lima, Patricia Carla e Lima, Vanderlei Aparecido de. Gestão integrada de resíduos químicos em instituições de ensino superior. *Química Nova* [online]. 2008, v. 31, n. 6 [Acessado 05 Janeiro 2022], pp. 1595-1598. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000600053>>. Epub 10 Out 2008. ISSN 1678-7064. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000600053>.

HIRATA, Mário Hiroyuki; MANCINI FILHO, Jorge. Manual de biossegurança. São Paulo: Manole, 2012.

Imbroisi, Denise et al. Gestão de resíduos químicos em universidades: Universidade de Brasília em foco. *Química Nova* [online]. 2006, v. 29, n. 2 [Acessado 03 Janeiro 2022], pp. 404-409. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422006000200037>>. Epub 03 Abr 2006. ISSN 1678-7064. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422006000200037>.

Jardim, Wilson de Figueiredo. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa. *Química Nova* [online]. 1998, v. 21, n. 5 [Acessado 02 Janeiro 2022], pp. 671-673. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40421998000500024>>. Epub 08 Maio 2001. ISSN 1678-7064. <https://doi.org/10.1590/S0100-40421998000500024>.

Ministério do Trabalho e Emprego – MTE. Norma Regulamentadora Nº 15 - Atividades e operações insalubres. DOU (Diário Oficial da União), 2004.

Nolasco, Felipe Rufine, Tavares, Glauco Arnold e Bendassolli, José Albertino. Implantação de Programas de Gerenciamento de Resíduos Químicos Laboratoriais em universidades: análise crítica e recomendações. *Engenharia Sanitaria e Ambiental* [online]. 2006, v. 11, n. 2 [Acessado 05 Janeiro 2022], pp. 118-124. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-41522006000200004>>. Epub 03 Ago 2006. ISSN 1809-4457. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522006000200004>.

Tavares, Glauco Arnold e Bendassolli, José Albertino. Implantação de um programa de gerenciamento de resíduos químicos e águas servidas nos laboratórios de ensino e pesquisa no CENA/USP. *Química Nova* [online]. 2005, v. 28, n. 4 [Acessado 25 Janeiro 2022], pp. 732-738. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000400031>>. Epub 11 Ago 2005. ISSN 1678-7064. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422005000400031>.

## Apêndice A1 - Levantamento de reagentes disponíveis no LAB1 (em estoque)

Reagente	Marca	Quant.	Med	Unid	ppm	mg/m <sup>3</sup>	Insalubridade
Acetato de Etila	Fmaia	1	L	1	310	1090	mínimo
Acetato de Sódio	Impex	500	g	2			
Acetona	Impex	1	L	3	780	1870	mínimo
Acetona (Reutilizada)	Impex	1	L	1	780	1870	mínimo
Ácido Acético Glacial	Isofar	1	L	1	8	20	médio
Ácido Acético Glacial	Impex	1	L	2	8	20	médio
Ácido Cítrico	Merck	1000	g	1			
Ácido Clorídrico 32%	Isofar	1	L	1	4	5,5	máximo
Ácido Fluorídrico 40%	Vetec	1	L	1	2,5	1,5	máximo
Ácido Maleico	Vetec	600	g	1			
Ácido Nítrico 65%	Quimex	1	L	1			
Ácido Succínio	Vetec	100	g	1			
Ácido Sulfúrico concentrado	Impex	1	L	1			
Álcool Etilico Absoluto	Dinâmica	1	L	7	780	1480	mínimo
Álcool Metílico	Chemco	1	L	1	156	200	máximo
Anilina	Vetec	1	L	1	4	15	máximo
Bentonita Purex	Inlab	500	g	1			
Benzeno	Merck	1	L	1			
Bicarbonato de Sódio	Impex	1000	g	1			
Biftalato de potássio	Vetec	250	g	1			
Brometo de Potássio	Grupo Química	500	g	1			
Carbonato de Cálcio	Olleman	50	g	1			
Carbonato de Sódio	Isofar	500	g	1			
Carvão ativo granulado	Impex	500	g	1			
Cicloexano	Isofar	1	L	1	235	820	médio
Cloreto de Cálcio diidratado	Vetec	1000	g	1			
Cloreto de Cálcio diidratado	Ecibra	500	g	1			
Cloreto de Cálcio granulado	Proquímios	500	g	1			
Cloreto de Magnésio Hexaidratado	Reagen	500	g	1			
Cloreto de Sódio	Impex	500	g	2			
Clorito de Sódio	Sigma	1000	g	1			
Clorofórmio	Proquímios	1	L	1	20	94	máximo
D-glucose monohidratada	Cirq	500	g	1			
Diclorometano	Isofar	1	L	1	156	560	máximo
Dicromato de Potássio	Impex	500	g	1			
Dicromato de Potássio	Dinâmica	500	g	1			

<b>Dietanolamina</b>	<b>Merck</b>	<b>1</b>	<b>L</b>	<b>1</b>	<b>20</b>	<b>59</b>	<b>médio</b>
Etanolamina Mono	Química Moderna	1	L	1			
<b>Éter Etilico</b>	<b>Proquímios</b>	<b>1</b>	<b>L</b>	<b>1</b>	<b>310</b>	<b>940</b>	<b>médio</b>
Fluoreto de Sódio	Vetec	1000	g	1			
<b>Formaldeído</b>	<b>Isofar</b>	<b>1</b>	<b>L</b>	<b>1</b>	<b>1,6</b>	<b>2,3</b>	<b>máximo</b>
<b>Formaldeído</b>	<b>Vetec</b>	<b>1</b>	<b>L</b>	<b>1</b>	<b>1,6</b>	<b>2,3</b>	<b>máximo</b>
Fosfato de Sódio dibásico	Vetec	500	g	1			
Fosfato de Sódio monobásico	Reagen	500	g	1			
Furfural	Merck	20	mL	1			
Glicerina	Impex	1	L	2			
Glicerina Bidestilada	Proquímios	1	L	4			
Glicose (Dextrose)	Pro analysi	500	g	1			
Hexano	Impex	1	L	1			
Hidróxido de Amônio	Proquímios	1	L	1			
Hidróxido de Amônio	Cinética	1	L	1			
Hidróxido de Bário	Cinética	500	g	2			
Hidróxido de Cálcio	Pro analysi	500	g	1			
Hidróxido de Cálcio	Isofar	100	g	1			
Hidróxido de Cálcio	Isofar	500	g	1			
Hidróxido de Potássio	Proquímios	500	g	1			
Hidróxido de Sódio	Impex	1000	g	3			
Iodeto de Potássio	Audaz	500	g	1			
Iodo Ressublimado	Impex	100	g	1			
Óleo Mineral	Naturol	100	mL	1			
Óxido de Cálcio	Riedel de Haëneg Seelze Hannover	500	g	1			
Óxido de Cromo	Vetec	1000	g	1			
Peróxido de Hidrogênio 29%	Synth	1	L	1			
Peróxido de Hidrogênio 35%	Impex	1	L	1			
<b>Piridina</b>	<b>Carlo Erba</b>	<b>1</b>	<b>L</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>médio</b>
Sílica Gel	Proquímios	500	g	1			
Solução Tampão pH = 4	Instrutherm	500	mL	Vários			
Solução Tampão pH = 7	Instrutherm	500	mL	Vários			
Sulfato de Alumínio 50%	Vetec	1000	g	1			
Sulfato de Cálcio	Rio Lab	500	g	1			
Sulfato de Sódio Anidro	Impex	500	g	1			
Sulfato de Zinco	Grupo Química	500	g	1			
Sulfeto de Amônio 40%	Vetec	1	L	1			
Terra de Infusórios	Reagen	200	g	1			

Terra de Infusórios	Sigma	500	g	1			
Tiocianato de Potássio	Dinâmica	250	g	1			
Tiosulfato de Sódio	Grupo Química	500	g	1			
<b>Tolueno</b>	<b>Nuclear</b>	<b>1</b>	<b>L</b>	<b>1</b>	<b>78</b>	<b>290</b>	<b>médio</b>
<b>Trietanolamina</b>	<b>Isofar</b>	<b>1</b>	<b>L</b>	<b>1</b>	<b>20</b>	<b>78</b>	<b>máximo</b>
Uréia	Isofar	500	g	1			

**Apêndice A2 - Levantamento de reagentes disponíveis no LAB2 (em estoque)**

Reagente	Marca	Quant.	Med.	Unid.	ppm	mg/m <sup>3</sup>	insalubridade
1,10-Fenantrolina	Carlo Erba	5	g	1			
1,10-Fenantrolina	isofar	5	g	1			
1,10-Fenantrolina	Vetec	5	g	1			
2,2-Bipiridina	Riedel-de Haën	5	g	1			
8-Hidroxiquinolina	Riedel-de Haën	250	g	1			
8-Hidroxiquinolina	-	100	g	1			
Acetato de Cálcio	Vetec	100	g	1			
Acetato de Chumbo	Vetec	500	g	2			
Acetato de cobre II	Vetec	250	g	1			
Acetato de cobre II	Vetec	200	g	2			
Acetato de potássio	Vetec	1	kg	1			
Acetato de sódio	Fused-Anhydrous	500	g	1			
Acetato de sódio	Merck	1	kg	3			
Acetato de zinco diidratado	Vetec	250	g	1			
Acetato de zinco diidratado	J. T. Baker Chemical	500	g	1			
Acetato de zinco diidratado	Reagen	500	g	1			
<b>Acetonitrila</b>	<b>Vetec</b>	<b>1</b>	<b>L</b>	<b>1</b>	<b>30</b>	<b>55</b>	<b>máximo</b>
<b>Ácido acético</b>	<b>Pro Analysi</b>	<b>1</b>	<b>L</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	<b>médio</b>
<b>Ácido acético</b>	<b>Grupo Química</b>	<b>1</b>	<b>L</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>20</b>	<b>médio</b>
Ácido Acetilsalicílico	-	200	g	1			
Ácido bórico	Reagen	500	g	1			
Ácido fosfomolibdico	Merck	100	g	1			
Ácido fosfórico	Reagen	1	L	1			
Ácido nítrico 65%	Proquímios	1	L	1			
Ácido nítrico 65%	Impex	1	L	1			
Ácido Ortofosfórico	Sal-R	1	L	1			
Ácido Ortofosfórico	Sal-R	1	L	1			
Ácido oxálico cristalizado diidratado	Vetec	500	g	1			
Ácido oxálico cristalizado diidratado	Analyticals	500	g	1			
Ácido oxálico cristalizado diidratado	Analítica	500	g	1			
Ácido sulfúrico concentrado	isofar	1	L	1			
Alaranjado de Metila	Grupo Química	25	g	1			
Alaranjado de Metila	Carlo Erba	25	g	1			
Álcool Amílico	Reagen	500	mL	2			
<b>Álcool Butílico</b>	<b>Carlo Erba</b>	<b>1</b>	<b>L</b>	<b>1</b>	<b>40</b>	<b>115</b>	<b>máximo</b>

Algodão de vidro	Synth	200	g	1			
Alizarina	Carlo Erba	10	g	1			
Alizarina	Inlab	30	g	1			
Alumínio (em fios)	Reagen	1	kg	1			
Alumínio (em fita)	Pro Analysi	50	g	1			
Amido Solúvel	Reagen	1	kg	1			
Amido Solúvel	-	1	kg	1			
<b>Amônia líquida pura</b>	<b>Columbina</b>	<b>1</b>	<b>L</b>	<b>1</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>médio</b>
<b>Anilina</b>	<b>Riedel-de Haën</b>	<b>1</b>	<b>L</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>máximo</b>
Azul de Brofenol	vetec	5	g	1			
Azul de Brofenol	Nuclear	25	g	1			
Azul de Bromotimol	Inlab	5	g	1			
Azul de Bromotimol	Nuclear	5	g	1			
Azul de Bromotimol	Reagen	25	g	1			
Azul de Timol	Vetec	5	g	1			
benzaldeído	Carlo Erba	1	L	2			
benzaldeído	Merck	500	mL	3			
Benzoato de etila	-	10	mL	1			
Bicarbonato de sódio	-	50	g	1			
Biftalato de potássio	Grupo Química	500	g	1			
Biftalato de potássio	Vetec	500	g	1			
Brometo de Potássio	Vetec	500	g	1			
Brometo de Potássio	Grupo Química	500	g	1			
Brometo de Tetrabutilamônio	-	10	g	1			
Calcon	-	50	g	1			
Calcon	Carlo Erba	25	g	1			
Carbonato de cálcio	Ecibra	1	kg	1			
Carbonato de Magnésio	Vetec	250	g	1			
Carbonato de sódio anidro	Proquímios	200	g	1			
Carbureto de cálcio	CAAL	500	g	1			
Carvão ativo	Vetec	250	g	1			
Carvão ativo	dinâmica	500	g	1			
Cloreto de Amônio	Ecibra	1	kg	1			
Cloreto de Amônio	Vetec	1	kg	1			
Cloreto de Amônio	isofar	1	kg	1			
Cloreto de Anilínio	Merck	1	kg	2			
Cloreto de Antimônio	-	200	g	1			
Cloreto de bário diidratado	Rio Lab	1	kg	3			
Cloreto de Benzoíla	Merck	1	L	1			
Cloreto de Benzoíla	Riedel-de Haën	500	mL	1			
Cloreto de Cádmo	Fluka	500	g	1			
Cloreto de cálcio granulado	Carlo Erba	1	kg	1			

Cloreto de cobalto II	isofar	100	g	2			
Cloreto de cobalto II	Vetec	100	g	3			
Cloreto de cobre II diidratado	Vetec	500	g	1			
Cloreto de cobre II diidratado	Carlo Erba	1	kg	1			
Cloreto de cobre II diidratado	Vetec	250	g	2			
Cloreto de cromo III	Vetec	250	g	3			
Cloreto de ferro III Hexaidratado	Vetec	500	g	1			
Cloreto de ferro III Hexaidratado	Carlo Erba	250	g	1			
Cloreto de Lítio	Vetec	500	g	1			
Cloreto de Magnésio	isofar	1	kg	1			
Cloreto de Magnésio	isofar	250	g	1			
Cloreto de Magnésio	Sample of no commercial Value	500	g	1			
Cloreto de Manganês II Tetraidratado	Carlo Erba	500	g	1			
Cloreto de Manganês II Tetraidratado	Merck	500	g	1			
Cloreto de níquel II	Vetec	500	g	1			
Cloreto de níquel II	dinâmica	500	g	1			
Cloreto de potássio	Pro Analyti	500	g	1			
Cloreto de sódio	-	1	kg	1			
Cloreto de sódio	Impex	500	g	2			
Cloreto de sódio	Ecibra	500	g	1			
Cloreto de Zinco anidro puro	Grupo Química	250	g	1			
Cloreto de Zinco anidro puro	Ecibra	500	g	1			
Cloreto de Zinco anidro puro	Lafan	500	g	2			
Cromato de Potássio	Merck	1	kg	1			
Cromato de Potássio	Vetec	4	kg	1			
D-Glucose Anidra	Carlo Erba	100	g	1			
D-Glucose Anidra	Merck	100	g	1			
D-Glucose Anidra	Reagen	25	g	3			
<b>Dicloro metano</b>	<b>Vetec</b>	<b>1</b>	<b>L</b>	<b>2</b>	<b>156</b>	<b>560</b>	<b>máximo</b>
Dicromato de Potássio	isofar	1	kg	1			
Dicromato de Potássio	Pro Analyti	500	g	1			
Dicromato de Potássio	-	1	kg	2			
Dicromato de Potássio	dinâmica	500	g	3			
Difenilcarbazida	Vetec	25	g	1			

Difenilcarbazona	Carlo Erba	10	g	1			
Difenilcarbazona	Química Moderna	10	g	1			
Difenilcarbazona	Proquímios	5	g	1			
<b>Dimetilformamida</b>	<b>vetec</b>	<b>1</b>	<b>L</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>24</b>	<b>médio</b>
Dióxido de Manganês	-	200	g	1			
Dióxido de Manganês	Aldrick	1	kg	2			
Dióxido de Manganês (Recuperado)	-	500	g	1			
EDTA Dissódico	Vetec	500	g	3			
Enxofre	-	2	kg	2			
Etileno Diamina	Vetec	1	L	1			
<b>Fenol</b>	<b>Grupo Química</b>	<b>500</b>	<b>g</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>máximo</b>
Fenoltaleína	Ecibra	500	g	1			
Fenoltaleína	-	500	g	1			
Ferricianeto de Potássio	Vetec	100	g	1			
Ferricianeto de Potássio	Vetec	250	g	1			
Ferrocianeto de Potássio	Vetec	250	g	1			
Fluoroceína	Riedel-de Haën	25	g	1			
<b>Formaldeído</b>	<b>Merck</b>	<b>1</b>	<b>L</b>	<b>1</b>	<b>1,6</b>	<b>2,3</b>	<b>máximo</b>
<b>Formaldeído</b>	<b>Merck</b>	<b>1</b>	<b>L</b>	<b>1</b>	<b>1,6</b>	<b>2,3</b>	<b>máximo</b>
<b>Formaldeído</b>	<b>vetec</b>	<b>1</b>	<b>L</b>	<b>1</b>	<b>1,6</b>	<b>2,3</b>	<b>máximo</b>
<b>Formaldeído</b>	<b>Merck</b>	<b>1</b>	<b>L</b>	<b>1</b>	<b>1,6</b>	<b>2,3</b>	<b>máximo</b>
Fosfato de Sódio Tribásico	Reagen	500	g	1			
Glicina	CAAL	250	g	1			
Glicina	CAAL	500	g	1			
Gluconato de Cálcio	-	500	g	1			
Hexano	Ecibra	1	L	1			
Hexano	Impex	1	L	1			
Hidróxido de amônio	Cinética	1	L	1			
Hidróxido de Bário Octaiidratado	Carlo Erba	1	kg	1			
Hidróxido de Bário Octaiidratado	vetec	500	g	1			
Hidróxido de Cálcio	Casa da Química	500	g	1			
Hidróxido de Potássio	Impex	1	kg	1			
Hidróxido de Potássio	Proquímios	500	g	1			
Hidróxido de Potássio	Carlo Erba	1	kg	1			
Hidróxido de Sódio	Impex	1	kg	1			
Hidróxido de Sódio	isofar	1	kg	1			
Hidróxido de Sódio	Synth	1	kg	1			
Hidróxido de Sódio	Vetec	1	kg	1			
Indicador de Fluorescência-silica gel para análise FIA	Merck	100	g	1			
Iodato de Potássio	Vetec	100	g	1			

iodeto de Potássio	Audaz	500	g	1			
iodeto de Potássio	dinâmica	500	g	1			
Iodeto de Sódio	isofar	250	g	1			
Iodo	-	1	kg	1			
Isopropanol	Grupo Química	1	L	1			
Magnésio em pó	LagGuard	500	g	1			
Magnésio em pó	-	100	g	1			
Metavanadato de Amônio	Suzano	100	g	1			
Molibdato de Amônio	Vetec	500	g	1			
Naftol Hitroso $\beta$	Vetec	500	g	1			
Negro de Erocromo - T	Vetec	25	g	1			
Nitrato de Amônio	F. Maia	1	kg	2			
Nitrato de Amônio	Reagen	500	g	2			
Nitrato de Chumbo II	Ecibra	500	g	1			
Nitrato de Chumbo II	dinâmica	500	g	1			
Nitrato de Chumbo II	B-Herzo	500	g	1			
Nitrato de Chumbo II	-	500	g	1			
Nitrato de Cobalto II	Carlo Erba	500	g	1			
Nitrato de Prata	Impex	100	g	1			
Nitrito de Sódio	Vetec	100	g	1			
Nitrito de Sódio e Cobalto	Carlo Erba	250	g	1			
Óleo de Silicone	Control	1	L	1			
O-toluidina	Inlab	1	L	1			
Oxalato de Potássio	Merck	250	g	1			
Oxalato de Potássio	Reagen	500	g	1			
Oxalato de Potássio	isofar	500	g	2			
Óxido Cromico Comercial	isofar	500	g	1			
Óxido de Arsênio	Vetec	250	g	1			
Óxido de Arsênio	Vetec	2500	g	1			
Óxido de Arsênio	Vetec	100	g	1			
Óxido de Cobre II	Vetec	500	g	1			
Permanganato de Potássio	Reagen	500	mL	1			
Peróxido de hidrogênio	Vetec	1	L	1			
Persulfato de Amônio	F. Maia	1	kg	1			
Persulfato de Amônio	Cinq	1	kg	1			
Piperazina Hexaidratada	Sigma	200	g	1			
<b>Piridina</b>	<b>Merck</b>	<b>1</b>	<b>L</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>médio</b>
Potássio Metálico	Riedel-de Haën	500	g	1			
Sílica gel para cromatografia em coluna	Vetec	500	g	1			
Sódio Metálico	Vetec	250	g	1			
Sulfato Cúprico Pentaidratado	dinâmica	1	kg	1			
Sulfato Cúprico Pentaidratado	-	500	g	1			

Sulfato Cúprico Pentaidratado	Neon	1	kg	1			
Sulfato de Cobre II Anidro	Riedel-de Haën	200	g	1			
Sulfato de Cobre II Anidro	Grupo Química	1	kg	1			
Sulfato de Ferro II Amoniacal	isofar	500	g	1			
Sulfato de Ferro III	isofar	500	g	1			
Sulfato de Ferro III	isofar	500	g	1			
Sulfato de Ferro III	Vetec	500	g	1			
Sulfato de Magnésio	Carlo Erba	500	g	1			
Sulfato de Magnésio	dinâmica	500	g	1			
Sulfato de Magnésio	Vetec	500	g	1			
Sulfato de Magnésio	Sags	100	g	2			
Sulfato de Manganês II Monoidratado	dinâmica	500	g	1			
Sulfato de Potássio	Pro Analysi	500	g	1			
Sulfato de Sódio Anidro	Ecibra	1	kg	1			
Sulfato de Zinco Heptaidratado	Vetec	1	kg	1			
Sulfato de Zinco Heptaidratado	Grupo Química	500	g	1			
Sulfato Férrico Amoniacal	isofar	1	kg	1			
Sulfato Ferroso Heptaidratado	Proquímios	500	g	1			
Sulfato Ferroso Heptaidratado	-	2	kg	2			
Sulfeto de Amônio	Vetec	1	L	1			
Sulfeto de sódio	Merck	250	g	1			
Sulfeto de Sódio Pentaidratado	Vetec	500	g	1			
Sulfito de Sódio	Chemie S.A.	1	kg	1			
Tartarato de Antimônio e Potássio	Carlo Erba	250	g	1			
Tetracloroeto de Carbono	Impex	1	L	1			
Timolftaleina	Química Moderna	25	g	1			
Tiocianato de Amônio	Pro Analysi	250	g	1			
Tiocianato de Amônio	Grupo Química	500	g	1			
Tiocianato de Amônio	Vetec	500	g	5			
Tiocianato de Potássio	dinâmica	250	g	1			
Tiosulfato de sódio	Grupo Química	500	g	2			
Tiouréia	Vetec	500	g	1			
Tiouréia	Synth	250	g	1			
Tiouréia	Proquímios	100	g	1			
Tolisol	Proquímios	1	L	1			

Tricloreto de Titânio II	Vetec	250	mL	1			
Trióxido de Arsênio	Merck	20	g	1			
Uréia	isofar	500	g	1			
Vanadato de Amônio	-	1	kg	1			
Vanadato de Amônio	Fisher	500	g	1			
Verde de Bromocresol	Carlo Erba	5	g	3			
Vermelho de Metila	Grupo Química	25	g	1			
Zinco Metálico	Pro Analyti	500	g	1			
Zinco Metálico	-	100	g	2			
$\beta$ -Naftol	C & B	28	g	1			
$\beta$ -Naftol	Reagen	500	g	1			

## Apêndice B1 – Reagentes das aulas no LAB1: disciplinas de Laboratório de Engenharia Química

Prática	Reagentes	Concentração	Quantidade	Unid.	Número de Experimentos	NR. 15 Grau	NR.15 ppm	NR.15 mg/ml	Total Gasto
1	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	65%	45	mL	1	-	-	-	45
1	Acetona	-	500	mL	1	Mínimo	780	1870	500
1	Fibra de Algodão	-	3	g	1	-	-	-	3

2	Carbonato de sódio	-	0,5	g	1	-	-	-	0,5
2	Hidróxido de Cálcio sólido	-	2,5	g	1	-	-	-	2,5

<b>Total gasto (mL)</b>	<b>545</b>
<b>Total gasto (g)</b>	<b>6</b>

## Apêndice B2 – Resíduos das aulas no LAB1: disciplinas de Laboratório de Engenharia Química

Prática	Resíduo	Toxicidade/ Periculosidade	Destinação	Tratamento sugerido	Nº Turmas	Quant.	Unid.	Total gerado
1	Acetona	tóxico /inflamável/ reativo	Guardada para uso posterior.	Guardar para uso posterior.	3	500	mL	1500
1	Material Celulósico com ácido sulfúrico	Produto corrosivo que provoca queimaduras.	Neutralizado e descartado na pia.	Verificar o pH da solução, neutralizar e descartar na pia.	3	47	mL	141
2	Hidróxido de Sódio	Provoca queimaduras graves.	Guardado para uso posterior.	Guardar para uso posterior.	3	140	mL	420

<b>Total gerado (mL)</b>	<b>2061</b>
<b>Total gerado (g)</b>	<b>0</b>

## Apêndice C1 - Reagentes das aulas no LAB2: disciplina de Química Geral

P.	N° Turmas	N° alunos. P/ turma	Reagentes Utilizados	Concentração	Quant.	Unid.	N° total EXP.	Total GASTO	NR. 15	ppm	mg/ml
2	26	20	Enxofre	Sólido	5	g	260	1300	-	-	-
2	26	20	Vinho	-	150	mL	260	39000	-	-	-
2	26	20	Álcool	98%	15	mL	260	3900	-	-	-
2	26	20	Nitrato de Chumbo	0,05 mol/L	10	mL	260	2600	-	-	-
2	26	20	Iodeto de Potássio	0,1 mol/L	10	mL	260	2600	-	-	-
2	26	20	Iodeto de Chumbo Aquoso	-	10	mL	260	2600	-	-	-

3	26	20	Sulfato Ferroso		5	g	260	1300	-	-	-
3	26	20	Tetracloreto de Carbono		10	mL	260	2600	Máximo	8	50
3	26	20	Sacarose		5	g	260	1300	-	-	-
3	26	20	Iodeto de Potássio		8,3	g	260	2158	-	-	-
3	26	20	Nitrato de Chumbo		16,56	g	260	4306	-	-	-
3	26	20	Iodo		0,5	g	260	130	-	-	-

4	26	20	NH <sub>4</sub> SCN sólido	-	8	g	260	2080	-	-	-
4	26	20	Ba(OH) <sub>2</sub> .8H <sub>2</sub> O sólido	-	16	g	260	4160	-	-	-
4	26	20	NaOH sólido	-	0,5	g	260	130	-	-	-
4	26	20	HCl	Concentrado	0,5	mL	260	130	Máximo	4	5,5
4	26	20	Magnésio sólido	-	1	g	260	260	-	-	-
4	26	20	FeSO <sub>4</sub> (acidulado)	0,1 mol/L	1	mL	260	260	-	-	-
4	26	20	KMnO <sub>4</sub>	0,02 mol/L	0,5	mL	260	130	-	-	-
4	26	20	KMnO <sub>4</sub> sólido		0,5	g	260	130	-	-	-
4	26	20	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Concentrado	0,5	mL	260	130	-	-	-
4	26	20	Fe <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	0,1 mol/L	1	mL	260	260	-	-	-
4	26	20	NH <sub>3</sub> 0,1 mol/L +ácido acetilsalicílico (1%), KI 0,1 mol/L e HCl 1:1 v/v.	-	1	mL	260	260	Médio	-	-

5	26	20	Etanol	98%	50	mL	260	13000	-	-	-
5	26	20	HCl	concentrado	10	mL	260	2600	Máximo	4	5,5
5	26	20	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20% v/v	25	mL	260	6500	-	-	-
5	26	20	NaOH sólido	-	5	g	260	1300	-	-	-
5	26	20	Ferro sólido	-	2,5	g	260	650	-	-	-

6	26	20	Sódio sólido	-	1	g	260	260	-	-	-
6	26	20	Potássio sólido	-	1	g	260	260	-	-	-
6	26	20	Magnésio sólido	-	1	g	260	260	-	-	-
6	26	20	Cálcio sólido	-	1	g	260	260	-	-	-
6	26	20	HCl	1 mol/L	5	mL	260	1300	Máximo	4	5,5
6	26	20	Fenolftaleína	-	0,5	mL	260	130	-	-	-
6	26	20	KI	0,1 mol/L	6	mL	260	1560	-	-	-
6	26	20	KCl	1 mol/L	2	mL	260	520	-	-	-
6	26	20	KBr	1 mol/L	4	mL	260	1040	-	-	-
6	26	20	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,05 mol/L	6	mL	260	1560	-	-	-
6	26	20	Amido	1%	1	mL	260	260	-	-	-
6	26	20	Cl <sub>2(aq)</sub>	-	4	mL	260	1040	-	-	-
6	26	20	Br <sub>2(aq)</sub>	-	2	mL	260	520	-	-	-

7	26	20	K <sub>2</sub> CrO <sub>4</sub>	0,1 mol/L	4	mL	260	1040	-	-	-
7	26	20	HCl	1 mol/L	2	mL	260	520	Máximo	4	5,5
7	26	20	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,1 mol/L	3	mL	260	780	-	-	-
7	26	20	NaOH	1 mol/L	2	mL	260	520	-	-	-
7	26	20	PbI <sub>2</sub> sólido	-	1	g	260	260	-	-	-
7	26	20	Ca(OH) <sub>2</sub> sólido	-	1	g	260	260	-	-	-
7	26	20	BaCl <sub>2</sub>	0,1 mol/L	4	mL	260	1040	-	-	-

9	26	20	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	10 volumes	38	mL	260	9880	-	-	-
9	26	20	MnO <sub>2</sub>	-	2	mL	260	520	-	-	-
9	26	20	KMnO <sub>4</sub>	0,1 mol/L	2	mL	260	520	-	-	-
9	26	20	Ácido Oxálico	0,3 mol/L	4	mL	260	1040	-	-	-
9	26	20	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	2 mol/L	4	mL	260	1040	-	-	-
9	26	20	MnSO <sub>4</sub>	0,3 mol/L	2	mL	260	520	-	-	-

10	26	20	Alaranjado-de-metila	-	-	mL	260	-	-	-	
10	26	20	Amarelo-de-alizarina	-	-	mL	260	-	-	-	
10	26	20	Azul de bromofenol	-	-	mL	260	-	-	-	
10	26	20	Azul de bromotimol	-	-	mL	260	-	-	-	
10	26	20	Azul de timol	-	-	mL	260	-	-	-	
10	26	20	Fenolftaleína	-	-	mL	260	-	-	-	
10	26	20	Timolftaleína	-	-	mL	260	-	-	-	
10	26	20	Verde de bromocresol	-	-	mL	260	-	-	-	
10	26	20	Vermelho de metila	-	-	mL	260	-	-	-	
10	26	20	HCl	0,1 mol/L	2	mL	260	520	Máximo	4	5,5

10	26	20	HAc	0,1 mol/L	2	mL	260	520	Médio	8	20
10	26	20	NaAc	0,1 mol/L	2	mL	260	520	-	-	-
10	26	20	NaOH	0,1 mol/L	2	mL	260	520	-	-	-
10	26	20	NH <sub>4</sub> Cl	0,1 mol/L	2	mL	260	520	-	-	-
10	26	20	NH <sub>3</sub>	0,1 mol/L	2	mL	260	520	Médio	20	14

11	26	20	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-	10	mL	260	2600	-	-	-
11	26	20	HCl	-	20,8	mL	260	5408	Máximo	4	5,5
11	26	20	NaOH	0,1 mol/L	31	mL	260	8060	-	-	-
11	26	20	Azul de bromotímol	-	-	mL	260		-	-	-

12	26	20	MgCl <sub>2</sub>	0,1 mol/L	25	mL	260	6500	-	-	-
12	26	20	Pb(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,05 mol/L	25	mL	260	6500	-	-	-
12	26	20	CuSO <sub>4</sub>	0,1 mol/L	25	mL	260	6500	-	-	-
12	26	20	ZnSO <sub>4</sub>	0,1 mol/L	25	mL	260	6500	-	-	-
12	26	20	FeSO <sub>4</sub>	0,1 mol/L	25	mL	260	6500	-	-	-

<b>Total Reagentes Utilizados</b>								<b>20763,6</b>	<b>g</b>	
								<b>153608</b>	<b>mL</b>	

## Apêndice C2 – Resíduos das aulas no LAB2: disciplina de Química Geral

P.	Resíduos	Quant	N° total	Quant.	Unid	Toxicidade/	Destino	Tratamento
		P/turma	Turmas	Total		Periculosidade		Sugerido
2	Iodeto de Chumbo sólido	2,989	26	77,714	g	Irritante para a pele e os olhos. Se ingerido causará náusea, vômito ou perda de consciência.	Filtrado e seco para uso posterior.	O sólido deve ser filtrado e seco ao ar para uso posterior. O sobrenadante deve ser testado com KI para verificar se ainda tem chumbo em solução. Quando não ocorrer mais precipitação pode ser descartado na pia.
2	Pb <sup>2+</sup> , K <sup>+</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , I <sup>-</sup>	860	26	22360	mL	Nocivo por inalação e ingestão. Muito tóxico para os organismos aquáticos.	Incineração	Tratar a solução com KI para a precipitação do chumbo, quando não ocorrer mais precipitação pode ser descartado na pia.
2	Papel de filtro com Iodeto de Chumbo	47,67	26	1239,42	g	Irritante para a pele e os olhos. Se ingerido causará náusea, vômito ou perda de consciência.	Incineração	Incineração
3	Solução com Iodeto de Chumbo	50	26	1300	mL	Irritante para a pele e os olhos. Se ingerido causará náusea, vômito ou perda de consciência.	Filtrado e seco para uso posterior.	O sólido deve ser filtrado e seco ao ar para uso posterior. O sobrenadante deve ser testado com KI para verificar se ainda tem chumbo em solução. Quando não ocorrer mais precipitação pode ser descartado na pia.
3	Solução de Iodeto de Potássio	75	26	1950	mL	Produto não perigoso.	Padronizada e reaproveitada no laboratório.	Padronizada e guardada para uso posterior.
3	Solução de Nitrato de Chumbo	75	26	1950	mL	Riscos durante a gravidez, nocivo por inalação e ingestão, bioacumulativo. Muito tóxico para os organismos aquáticos.	Padronizada e reaproveitada no laboratório.	Padronizada e guardada para uso posterior.
4	NaOH <sub>(aq)</sub> + HCl <sub>(aq)</sub>	1120	26	29120	mL	Produto corrosivo, provoca queimaduras graves e irrita as vias respiratórias.	Descartado na pia.	Verificar o pH da solução, neutralizar e descartar na pia.

4	$\text{KMnO}_{4(\text{aq})} + \text{FeSO}_{4(\text{aq})}$	310	26	8060	mL	Nocivo por ingestão, muito tóxico aos organismos aquáticos.	Incineração.	Aumentar o pH até que o manganês e o ferro precipitem, filtrar, neutralizar o filtrado e descartar na pia. O sólido deve ser seco ao ar e guardado em frasco.
4	$\text{Mg}_{(\text{s})} + \text{HCl}_{(\text{aq})}$	50	26	1300	mL	Risco ao fogo. Produto corrosivo que provoca queimaduras e irrita as vias respiratórias.	O magnésio é reaproveitado e a solução é descartada na pia.	Retirar o magnésio que não reagiu, lavá-lo e guardá-lo para uso posterior. Neutralizar a solução e descartar na pia.
4	$\text{NH}_4\text{SCN} + \text{Ba}(\text{OH})_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O} + \text{Ba}(\text{SCN})_2$	25	26	650	g	Efeitos irritantes, principalmente ligados às propriedades tóxicas. O material é irritante para os olhos, pele e trato digestivo. Efeitos corrosivos. Causa irritação e queimaduras a qualquer área de contato. Nocivo se inalado ou consumido. Pode ser tóxico para a vida aquática.	Incineração.	Deve ser armazenado em frasco adequado, devidamente identificado.
4	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{ácido acetilsalicílico} + \text{NH}_4\text{OH}_{(\text{aq})}$	350	26	9100	mL	Nocivo se inalado, ingerido ou absorvido pela pele. Extremamente irritante para mucosas, vias respiratórias, olhos e pele. Nocivo por ingestão de grandes quantidades e irritante para os olhos.	Incineração.	Verificar o pH e neutralizar, a solução resultante deve ser armazenada em frasco apropriado.

5	Etanol + HCl	175	26	4550	mL	Facilmente inflamável. Produto corrosivo que provoca queimaduras e irrita as vias respiratórias.	Destilado para uso posterior.	Destilado para uso posterior.
5	$\text{FeSO}_4$ sólido	129,42	26	3364,92	g	Nocivo por ingestão.	Guardado para uso posterior	Guardado para uso posterior.
5	$\text{FeSO}_{4(\text{aq})} + \text{Etanol}$	300	26	7800	mL	Facilmente inflamável. Nocivo por ingestão.	Destilado para uso posterior.	Destilado para uso posterior.
5	Papel de Filtro com resíduo de esponja de aço	7,9	26	205,4	g	Produto não perigoso.	Descartado no lixo.	Descartado no lixo.

6	$\text{NaOH} + \text{Fenolftaleína} + \text{HCl}$	376	26	9776	mL	Produto corrosivo, provoca queimaduras graves e irrita as vias respiratórias.	Neutralizados e descartados na pia.	Neutralizados e descartados na pia.
6	$\text{KOH} + \text{Fenolftaleína} + \text{HCl}$	432	26	11232	mL	Produto corrosivo, provoca queimaduras graves e irrita as vias respiratórias.	Neutralizados e descartados na pia.	Neutralizados e descartados na pia.

6	Mg(OH) <sub>2(aq)</sub> + Mg solido	360	26	9360	mL	Efeitos corrosivos e efeito ao fogo.	O magnésio que não reagiu é guardado para uso posterior. A solução é neutralizada e descartada na pia.	Guardar o magnésio que não reagiu para uso posterior, neutralizar a solução restante e descartar na pia.
6	KCl <sub>(aq)</sub> + I <sub>2(aq)</sub> + Br <sub>2(aq)</sub> + KBr <sub>(aq)</sub> + NaNO <sub>3(aq)</sub> + PbCl <sub>2(s)</sub> + KNO <sub>3(aq)</sub> + PbBr <sub>2(s)</sub>	214	26	5564	mL	Nocivo por inalação e em contato com a pele. Muito tóxico para os organismos aquáticos. Provoca queimaduras graves.	Incineração.	

7	K <sub>2</sub> CrO <sub>4(aq)</sub> + BaCl <sub>2(aq)</sub> +HCl <sub>(aq)</sub> +NaOH <sub>(aq)</sub>	600	26	15600	mL
7	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7(aq)</sub> + BaCl <sub>2(aq)</sub> +HCl <sub>(aq)</sub> +NaOH <sub>(aq)</sub>	627	26	16302	mL
7	K <sub>2</sub> CrO <sub>4(aq)</sub>	25	26	650	mL
9	H <sub>2</sub> O <sub>2(aq)</sub> + MnO <sub>2(aq)</sub>	94	26	2444	mL
9	Ácido Oxálico + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + H <sub>2</sub> O + KMnO <sub>4</sub>	68	26	1768	mL
9	Ácido Oxálico + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + MnSO <sub>4</sub> + KMnO <sub>4</sub>	72	26	1872	mL
10	HAc + indicadores	250	26	6500	mL
10	HCl + indicadores	270	26	7020	mL
10	NH <sub>3</sub> + indicadores	350	26	9100	mL
10	NaOH + indicadores	240	26	6240	mL
10	NaAc + indicadores	230	26	5980	mL
10	NH <sub>4</sub> Cl + indicadores	170	26	4420	mL
11	HCl + NaOH + indicador	220	26	5720	mL
11	HCl + NaOH + indicador	240	26	6240	mL
11	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> + NaOH + indicador	430	26	11180	mL
12	MgCl <sub>2</sub>	250	26	6500	mL
12	ZnSO <sub>4</sub>	250	26	6500	mL
12	FeSO <sub>4</sub>	250	26	6500	mL
12	CuSO <sub>4</sub>	250	26	6500	mL

<b>Total de Resíduos Gerados</b>		5537,5	g
----------------------------------	--	--------	---

250458

mL

Relatório de Iniciação Científica Voluntária