

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DE MINAS GERAIS

DANILO ROCHA CAMPANHA

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS DE LABORATÓRIO DE ENSINO
E PESQUISA**

**BELO HORIZONTE
2023**

Danilo Rocha Campanha

RELATÓRIO DE ESTÁGIO OBRIGÓRIO
GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS DE LABORATÓRIO DE ENSINO E
PESQUISA

Trabalho apresentado ao Departamento de
Química do CEFET/MG como requisito parcial
para aprovação na disciplina Estágio
Supervisionado

Orientadora: Prof. Dra. Núria Ângelo Gonçalves

Belo Horizonte
2023

1 INTRODUÇÃO

Laboratórios de pesquisa e ensino de Química de modo geral lidam com uma grande diversidade de substâncias e geram também uma gama de materiais residuais. Ao contrário do que ocorre no ambiente industrial, no ambiente acadêmico são geradas “quantidades reduzidas e intermitentes de um espectro muito diversificado de resíduos” (FIGUERÊDO, 2006, p. 23). Considerando a tendência atual de prezar por um ensino de Química aliado à ética e à responsabilidade socioambiental, a gestão responsável de resíduos dessa complexidade adquire cada vez mais relevância.

Essa mesma tendência é adotada no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG), local onde foram realizadas as atividades que são tema deste relatório. O CEFET/MG é uma instituição federal centenária de ensino e pesquisa, criada em 1909. Atualmente, são ofertados cursos em todos os níveis de formação, desde o ensino médio-técnico até a pós-graduação. Com sua sede administrativa e três campi localizados em Belo Horizonte, o CEFET/MG se distribui em mais oito campi na região metropolitana e no interior do estado. A comunidade interna da instituição consiste no conjunto do corpo discente, o corpo docente, os serviços técnico-administrativos e os terceirizados.

As atividades deste estágio foram realizadas junto ao Departamento de Química (DEQUI) localizado no campus Nova Suíça em Belo Horizonte. O DEQUI conta com 13 laboratórios, dedicados à pesquisa e ao ensino das diversas subáreas da Química e de Microbiologia. A gestão dos laboratórios fica a cargo de professores responsáveis e da equipe técnica de laboratórios, da qual o estagiário faz parte. Nesse contexto, dentre as funções do estagiário incluem-se preparar aulas práticas, prestar apoio na organização dos laboratórios, preparar soluções, auxiliar na organização e controle dos estoques de reagentes e vidrarias, prestar apoio aos usuários nas atividades de pesquisa e ensino, execução de métodos simples de tratamento de resíduos químicos, entre outras. Ressalta-se que as atribuições do estagiário foram executadas predominantemente no Laboratório de Química Orgânica, motivo pelo qual a discussão apresentada neste relatório, tem como foco o trabalho desenvolvido nesse laboratório.

Quanto ao gerenciamento de resíduos, nem o CEFET/MG nem o DEQUI possuem uma política institucional consolidada de gerenciamento de resíduos químicos perigosos. Por esse motivo, fica a cargo da equipe técnica, em conjunto com os professores e demais usuários, decidir sobre o manejo adequado dos materiais residuais. Dada a relevância desse problema, neste trabalho serão ressaltadas as atividades realizadas com foco no que concerne às ações de

gerenciamento de resíduos. Discutem-se também as observações do estagiário no ambiente de trabalho e as discussões com a equipe técnica, com a qual o estagiário atuou mais diretamente.

Portanto, é objetivo deste trabalho descrever algumas das atividades realizadas pelo estagiário visando a contribuir com as ações da equipe técnica para minimizar a quantidade de resíduos gerados e de reagentes consumidos, promovendo, assim, uma gestão de resíduos eficiente e segura no local. Além disso, pretende-se destacar as ações que já vem sendo executadas para melhorar o gerenciamento de resíduos e discutir o assunto pensando em propostas para uma melhoria contínua.

2 REVISÃO TEÓRICA

Como efeito natural das atividades didáticas e acadêmicas, laboratórios químicos de ensino e pesquisa geram materiais residuais complexos que incluem substâncias com diferentes níveis de periculosidade. Por isso, os princípios da Química Verde ganham relevância na promoção de práticas mais sustentáveis. Embora não haja no Brasil legislação específica que regule o gerenciamento de resíduos em laboratórios de ensino e pesquisa, adotam-se como referência orientações para outros tipos de ambientes. Nesse contexto, são adotadas as resoluções 358/2005 do CONAMA, que dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde, e 222/2018 da ANVISA, que regulamenta as boas práticas de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.

Considerando a responsabilidade da fonte geradora por todo o ciclo de vida dos materiais residuais, o objetivo geral da gestão de resíduos é minimizar tanto quanto possível a geração de resíduos perigosos, além de promover a destinação final de forma segura. Nesse sentido, as medidas para o gerenciamento de materiais residuais perigosos seguem uma hierarquia, do mais desejável ao menos desejável: (i) redução na fonte, (ii) reaproveitamento de resíduos, (iii) tratamento de rejeitos e (iv) disposição final. Isso significa que não basta adotar medidas para lidar com os impactos dos resíduos gerados, mas é necessário também tomar medidas prévias para evitar a sua geração. (FIGURERÊDO, 2006)

Ações que promovem a redução na fonte são aquelas que minimizam a geração de materiais residuais. Isso inclui, por exemplo, o planejamento para utilização racional dos reagentes químicos, fazendo a redução da escala de análise, quando necessário. Já o reaproveitamento consiste na reutilização, reciclagem ou recuperação de um resíduo gerado. Essa estratégia, que pode acontecer dentro ou fora da instituição geradora, é importante “para converter os resíduos em materiais úteis e reintegrá-los a um ciclo econômico, obtendo

economia de recursos materiais e financeiros e reduzindo a quantidade de rejeitos enviada para tratamento e disposição final.” (FIGUERÊDO, 2006)

Por sua vez, o tratamento de rejeitos é qualquer atividade que reduza o volume ou a toxicidade de um material a ser encaminhado para disposição final. Nesse aspecto, ressalva-se que a própria existência das estratégias de tratamento já alerta para a necessidade de adaptações nas atividades geradoras, de forma a mitigar a periculosidade dos materiais residuais. Por fim, a etapa da disposição final é qualquer ação que garanta, após o esgotamento de todas as possibilidades de reaproveitamento, a destinação adequada do rejeito, conforme as normas e padrões legais.

Considerando as possibilidades de reutilização, é importante diferenciar “resíduo” de “rejeito”. Segundo Figuerêdo (2016), resíduo é tudo aquilo que é remanescente de uma atividade ou processo, de modo que, a depender das suas características, ainda pode ter um valor intrínseco. O rejeito, por outro lado, é o material residual que não tem mais aplicabilidade, restando apenas a disposição final, já que não há para ele métodos de reaproveitamento. Tendo em vista essa diferenciação, além de reduzir a quantidade de resíduos, um sistema de gestão de materiais residuais deve evitar ao máximo que os resíduos gerados se tornem rejeitos, explorando sempre que possível o máximo das possibilidades viáveis de aproveitamento

Quanto à fonte geradora, pode-se falar em material residual de processo (MRP) e material residual de almoxarifado (MRA). O primeiro é aquele material gerado a partir de uma atividade ou processo. O segundo se acumula devido a permanência de produtos químicos inutilizados, como soluções degradadas ou mofadas e reagentes vencidos. Essa diferenciação mostrou-se relevante nas atividades realizadas no estágio, quando se observou o conjunto das soluções em estoque.

No contexto do campo de estágio foi importante, ainda, considerar maneiras de lidar com materiais residuais classificados como ativos ou passivos. O ativo ambiental é aquele material residual que está sendo acumulado nas atividades correntes segundo um plano de gestão de substâncias químicas perigosas. O passivo ambiental, por sua vez, é aquele material residual que foi gerado acumulado e armazenado no passado, e que não passou à época por nenhuma medida de tratamento e descarte adequado. (FIGUREÊDO, 2006)

O passivo gerado no DEQUI é destinado para incineração. A incineração é uma das medidas mais utilizadas como tratamento de rejeitos. Esta prática é regulada no Brasil pela resolução CONAMA 316/2002. Tanto para a execução da incineração, quanto para o manejo adequado na fonte geradora, alguns cuidados devem ser tomados visando classificação e segmentação adequada dos materiais residuais.

A classificação mais ampla, baseada na periculosidade, consiste na diferenciação entre resíduos perigosos (CLASSE I) e não perigosos (CLASSE II). Os resíduos não perigosos são subdivididos em não inertes (CLASSE IIA) e inertes (CLASSE IIB). (ABNT, 2004)

No Laboratório de Química Orgânica, destaca-se principalmente a necessidade de segmentação entre resíduos halogenados e não halogenados. Clorofórmio e diclorometano, por exemplo, são solventes que devem ser separados e identificados claramente, tanto para que não sejam descartados incorretamente, quanto para que possam ser tratados de maneira adequada. Em fase aquosa, os poluentes mais preocupantes são os cátions de metais pesados, tais como cromo, prata e bário. Esses são tipos de poluentes que demandam cuidados especiais, conforme a resolução CONAMA 316/2002, e são abordados com maior preocupação na gestão de resíduos no campo de estágio.

3 METODOLOGIA

A seguir, serão apresentadas algumas atividades realizadas no estágio, no que concerne à gestão de resíduos. Essas atividades incluem estratégias relacionadas aos quatro tipos de medidas de gerenciamento de materiais residuais: redução na fonte, reaproveitamento, tratamento e disposição final.

3.1 Inventário de resíduos e de soluções

Nesta etapa, foi feito um levantamento de todos os frascos de resíduos armazenados no laboratório, anotando-se todos os dados possíveis de identificação do conteúdo, incluindo composição e data da sua produção. Além disso, verificou-se o estoque de soluções do laboratório, registrando todos os frascos, destacando a composição e a data de fabricação. Após o levantamento, foi feita uma análise crítica para propor ações.

3.2 Recuperação de clorofórmio

Os frascos contendo clorofórmio foram segregados para tratamento. Numa primeira etapa, as fases orgânica e aquosa foram separadas, agrupando as respectivas fases de todos os frascos. A fase orgânica obtida foi destilada duas vezes, passando por uma destilação simples e uma fracionada. A fase aquosa e o clorofórmio recuperado foram devidamente armazenados.

3.3 Tratamento de materiais residuais aquosos

As soluções que já estavam impróprias para serem utilizadas foram classificadas como resíduo. As soluções básicas e ácidas foram neutralizadas e descartadas. As demais foram

mantidas em estoque. Em relação aos resíduos aquosos previamente rotulados, foi realizada uma triagem para verificar a viabilidade de tratamento no local. Aqueles identificados como ácidos ou básicos, sem a presença de substâncias perigosas, cuja natureza exigisse uma medida mais específica, foram neutralizados e descartados na pia.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os frascos inventariados é notável a presença de resíduos cuja composição é desconhecida. A ausência ou insuficiência de informações no rótulo é um problema, pois dificulta a tomada de decisão quanto à correta destinação final, além de inviabilizar a aplicação de medidas de tratamento e de reaproveitamento.

Dentre os frascos identificados, observou-se uma boa proposta de padronização dos rótulos de identificação, o que é um ponto positivo na organização para a destinação final dos rejeitos. No entanto, o mesmo padrão não foi adotado por todos os usuários do laboratório, o que demonstra a dificuldade de consenso dentre os múltiplos usuários do laboratório para identificação e rotulagem dos resíduos perigosos.

Uma observação importante feita durante a produção do inventário é a organização dos frascos de resíduo de acordo com as aulas práticas, de modo que cada frasco é previamente destinado ao armazenamento dos resíduos gerados naquela atividade. Esse tipo de organização, por um lado, é positivo pois, minimiza as chances de ocorrência de reações não conhecidas dentre as substâncias presentes na mesma embalagem, o que possibilita a proposição de ações de controle mais seguras. Por outro lado, a escolha de identificar o resíduo pela aula prática, aumenta a quantidade de frascos necessários para o armazenamento de rejeitos compatíveis entre si e que teriam a mesma destinação final, além de dificultar o controle dos frascos. Temos, como exemplo, os resíduos de metais pesados, como cromo e bário, sendo armazenados em frascos diversos. A lista com a previsão do volume e descrição dos resíduos gerados por ano e um exemplo de rótulo utilizado para identificação dos frascos são apresentados em anexo.

Alguns resíduos, apesar de devidamente armazenados em frascos bem identificados, são de baixa periculosidade e, poderiam ser descartados diretamente na pia. Por exemplo, misturas hidroalcoólicas com quantidade residual de corante, oriundo de aulas práticas de cromatografia. Trata-se inclusive de uma mistura de solventes “verde”, não perigosa. Sendo assim, uma primeira alternativa seria o descarte direto na pia, já que não necessita de tratamento prévio. A segunda, seria a reutilização do resíduo em aulas práticas posteriores.

Para o laboratório de ensino em Química Orgânica, atenção especial é destinada aos solventes orgânicos. Alguns deles, tais como clorofórmio e hexano, que são utilizados com

frequência, são recuperados e reutilizados. No tratamento realizado pelo estagiário, o clorofórmio recuperado apresentou índice de refração de 1,445 e densidade relativa de 1,46 g cm⁻³. A título de comparação, os valores de referência são 1,48 g cm⁻³ (SIGMA-ALDRICH, 2022) e 1,4441 (POLANSKIY, s.d.). Sendo assim, o solvente recuperado pode ser considerado próprio para reuso em aulas práticas.

Para o processo de tratamento de resíduos aquosos, uma vez separados das fases orgânicas, estas podem ser manejadas de diferentes maneiras, dependendo da sua composição. Na ausência de outros contaminantes perigosos, a fase aquosa pode ser descartada diretamente na rede de esgoto. Caso a composição seja conhecida e inviabilize o seu descarte sem tratamento, ela é rotulada como rejeito e enviada para incineração em empresa especializada.

A análise do estoque de soluções do laboratório de ensino em Química Orgânica, permitiu reduzir a quantidade de material armazenado. Alguns frascos apresentavam quantidades que podem ser consideradas excessivas para um laboratório de ensino e pesquisa, já que o conteúdo armazenado duraria anos para ser consumido completamente, passando do prazo de validade. Com isso, é mais provável que esse reagente se torne um resíduo no futuro. As soluções mais antigas de ácidos e álcalis foram neutralizadas em conjunto e descartadas. Soluções consideradas mais perigosas, como as dos oxidantes fortes permanganato de potássio e dicromato de potássio, foram mantidas, já que, apesar de terem sido produzidas há mais tempo, apresentam estabilidade adequada para as atividades didáticas.

Quanto às medidas de reaproveitamento, observou-se a tendência entre os professores de Química Orgânica em minimizar a geração de rejeitos reaproveitando produtos de uma prática em outra. Por exemplo, as práticas de destilação são realizadas utilizando os extratos aquoso e alcoólico obtidos nas aulas sobre técnicas de extração. Além da reutilização, destaca-se como ponto positivo, a escolha de solventes não perigosos, como água e etanol.

Além de todos os pontos positivos, relacionados ao tratamento e à destinação final abordados nesse relatório, outras medidas ainda poderiam ser adotadas para reduzir na fonte a geração de resíduos. A redução de escala é uma mudança possível para minimização dos rejeitos, a qual poderia ser aplicada na preparação das aulas práticas.

Uma alternativa para mitigar os resíduos produzidos nos laboratórios de ensino seria a atualização das apostilas e redução dos volumes de soluções utilizados nas aulas práticas. Alguns procedimentos indicam a utilização de grandes quantidades de soluções e reagentes, que poderiam ser reduzidas sem o comprometimento do resultado final. Há ainda procedimentos que utilizam reagentes tóxicos, os quais poderiam ser substituídos por alternativas mais sustentáveis e menos perigosas.

Outra opção para a redução da escala dos rejeitos produzidos é a atualização e desburocratização dos formulários de solicitação de materiais para aulas práticas e pesquisa. O formulário em vigência é de difícil preenchimento e, por isso, muitas vezes são replicadas informações antigas em que são solicitadas quantidades de soluções em excesso, que acabam, posteriormente, virando resíduo.

Considerando todas as medidas que já são executadas e aquelas que estão sendo propostas destacam-se algumas questões gerais. Em primeiro lugar, é necessário que ocorra a generalização das boas práticas já adotadas. Estratégias padronizadas de gestão de resíduos precisam se tornar orientações coletivas para toda a comunidade de usuários do laboratório para que seja facilitado o processo de gestão de resíduos.

Em segundo lugar, pode ser interessante a atualização dos usuários dos laboratórios sobre as normas e orientações dos órgãos responsáveis quanto aos critérios que devem ser adotados para segregação e armazenamento de resíduos. Atualmente ainda não se adota uma orientação específica, ficando a cargo de cada usuário a tomada de decisão sobre como lidar com cada resíduo gerado. Como muitos usuários não sabem como lidar, a tendência é que ou o resíduo seja descartado de maneira inadequada, por falta de orientação, ou que, por excesso de precaução, o resíduo não perigoso fica retido desnecessariamente. Por outro lado, há ocasiões em que surge também como problema a falta de adesão às instruções, mais do que a falta de critérios. O que adiciona mais motivações para adoção de políticas institucionais de gerenciamento de resíduos que tenha um escopo maior do que apenas setores do Departamento de Química.

Em terceiro lugar, é necessário discutir o acúmulo de passivos. Assim como não se recomenda descartar inadequadamente substâncias perigosas, também não é seguro mantê-las por muito tempo retidas no laboratório. Portanto, havendo necessidade, um resíduo perigoso deve ser armazenado de forma segura e, tão logo quanto possível, deve ser dada a ele uma destinação adequada. Ressalta-se que esse armazenamento é temporário, não sendo recomendável que dure mais do que 18 meses. (MONTEIRO, s.d.) No entanto, no local de estágio observa-se a presença de material residual que foi produzido há seis anos.

Uma observação importante sobre o armazenamento de resíduos no laboratório de química orgânica é que, o local escolhido para o armazenamento de resíduos não é o mais adequado (OLIVEIRA, 2022). Dezenas de frascos contendo compostos orgânicos voláteis estão armazenados em um armário abaixo da estufa. Portanto, uma área quente, pouco ventilada, onde esses frascos correm o risco de serem submetidos ao aquecimento com potencial para a geração de acidentes como, rompimentos de frascos pela produção de gases e

vazamentos. A escolha desse local justifica-se pelo volume de resíduos armazenados, já que outros armários em áreas mais frias do laboratório não são capazes de concentrar todos os frascos de rejeitos do laboratório. Sendo assim, se por um lado é importante confinar os resíduos a uma área restrita, por outro lado, também é evidente a necessidade de reduzir o volume de passivos armazenados.

Isso não significa propor misturas ou descartes de forma negligente. A sugestão seria a adoção de normas locais de maneira integrada e padronizada para todos os usuários. O objetivo da adoção dessa prática é, além da redução na fonte, o incentivo à adoção de uma postura ativa perante os materiais residuais, com a execução segura de ações efetivas que, de fato, promovam a resolução do problema.

Durante o período de elaboração deste relatório, está sendo contratada uma empresa terceirizada para coletar e tratar os resíduos químicos do Departamento de Química em conjunto com outros departamentos do CEFET/MG. A maioria desse material será encaminhado para incineração, de maneira adequada à legislação (CONAMA, 2002). A quantidade exata de passivo armazenado na instituição não é conhecida, mas foi previamente acordado em edital de contratação a coleta de até 500 Kg de resíduos químicos por semestre.

Algumas especificidades desse tipo de parceria por edital impactam o gerenciamento local dos resíduos. Normalmente essa contratação é feita em curto prazo, para um ou dois semestres. Para períodos mais longos, tende a se tornar mais difícil encontrar empresas interessadas, devido especialmente ao valor pré-definido no edital, que não pode ser reajustado na vigência do contrato. O valor acordado, depende da quantidade estimada de resíduos a serem coletados, ou seja, quanto maior a quantidade em massa de material residual, mais oneroso se torna o serviço. Essa também é uma razão para incentivar a adoção de estratégias de gerenciamento que visem à redução da quantidade de material residual.

5 CONCLUSÃO

As atividades desenvolvidas e discutidas neste trabalho foram capazes de sensibilizar o estagiário para questões referentes à gestão de materiais residuais. Foram discutidas as vantagens e desvantagens das ações que já são adotadas no campo de estágio, além das ações possíveis que ainda poderiam ser adotadas. Observou-se uma tendência positiva no sentido de se adotar boas práticas de gerenciamento de resíduos. No entanto, evidenciou-se a necessidade de ações mais coletivas, orientações claras e ações padronizadas para incentivar a participação de todos os usuários na gestão responsável de resíduos, priorizando a redução na fonte e a segurança em todas as etapas desde o armazenamento até a destinação final.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Norma brasileira NBR 10004 de 2004, Resíduos sólidos - classificação. Disponível em: <https://analiticaqmcresiduos.paginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2023.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 222 de 28 de março de 2018. Disponível em: <https://www.cff.org.br/userfiles/file/RDC%20ANVISA%20N%C2%BA%20222%20DE%2028032018%20REQUISITOS%20DE%20BOAS%20PR%C3%81TICAS%20DE%20GERENCIAMENTO%20DOS%20RES%20C3%84DUOS%20DE%20SERVI%C3%87OS%20DE%20SA%C3%94DE.pdf>. Acesso em 17 abr. 2023.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 358 de 29 de abril de 2005. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=5046>. Acesso em: 17 abr. 2023.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 316 de 29 de outubro de 2002. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=98287>. Acesso em: 1 jun. 2023.

FIGURÊDO, D. V. *Manual para gestão de resíduos químicos perigosos de instituições de ensino e de pesquisa*. Belo Horizonte: Rona Editora, 2006. 363 p.

MONTEIRO, S. C. R. Manual de resíduos perigosos. Universidade Federal do Rio Grande. Disponível em: <https://icb.furg.br/images/pdf/Manual-de-residuos-perigosos-ICB.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2023.

OLIVEIRA, D. C. *Avaliação qualitativa de risco químico em laboratório de ensino: princípios de toxicologia forense e higiene ocupacional*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química Tecnológica) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2022.

POLANSKIY, M. N. Refractive index database. Acesso em: 01 jun. 2023. Disponível em: [https://refractiveindex.info/?shelf=organic&book=chloroform&page=Kedenburg#:~:text=CHCl3%20\(Chloroform\)-,Kedenburg%20et%20al.,%C2%B5m%2C%20k%200.5%E2%80%931.75%20%C2%B5m](https://refractiveindex.info/?shelf=organic&book=chloroform&page=Kedenburg#:~:text=CHCl3%20(Chloroform)-,Kedenburg%20et%20al.,%C2%B5m%2C%20k%200.5%E2%80%931.75%20%C2%B5m).

SIGMA-ALDRICH. *Clorofórmio* - Ficha de Informações de Segurança de Produto Químico. v. 6.6, 2022. Disponível em: <https://www.sigmaaldrich.com/BR/pt/sds/aldrich/151823>. Acesso em: 01 jun. 2023.

ANEXOS

Anexo 1. Previsão anual dos resíduos gerados nas aulas práticas de Química Orgânica dos módulos I e II e da segunda série

FRASCOS	PREVISÃO VOLUMES (mL) / ANO	CONTEÚDOS	PRÁTICAS
01	928	Água destilada + naftaleno + benzoato de sódio + ácido oxálico + ácido benzoico + ácido salicílico + ácido acetil salicílico + acetanilida + ácido fórmico + ácido acético.	Solubilidade Recristalização Análise de Ácidos Carboxílicos
02	1536 (02 frascos)	Etanol + água destilada + éter de petróleo + naftaleno + benzoato de sódio + ácido oxálico + ácido benzoico + ácido salicílico + ácido acetil salicílico + acetanilida + ácido fórmico + ácido acético.	Solubilidade Recristalização Análise de Álcoois Análise de Ácidos
03	832	Éter etílico + hexano + éter de petróleo + GLP + naftaleno + benzoato de sódio + ácido oxálico + ácido benzoico + pedras de CaCl ₂ .	Solubilidade Análise de Hidrocarbonetos
04	1616 (02 frascos)	Mistura de I ₂ com solvente orgânico apolar + extrato aquoso contendo I ₂ e KI + etanol + isopropanol + <u>tercbutanol</u> + NaOH(aq) + lugol (solução aquosa de I ₂ e KI) com possível formação de etanal, <u>metanoato</u> de sódio, acetona, etanoato de sódio, CH ₃ e NaI.	Extração Simples Análise de Álcoois
05	718	Hexano + cicloexano + cicloexeno + tolueno + KMnO ₄ (aq) + NaOH(aq) + NH ₄ OH concentrado + H ₂ SO ₄ concentrado + GLP com possível formação de cicloexano-1,2-diol, propano-1,2-diol, butano-1,2-diol, ácido <u>ceto-propanóico</u> , ácido <u>2-ceto-butanóico</u> , ácido fórmico, ácido acético, ácido propanoico, MnO ₂ , e K ₂ MnO ₄ .	Análise de Hidrocarbonetos
06	576	Hexano + cicloexano + cicloexeno + tolueno + GLP + Br ₂ (aq) com possível formação de brometos orgânicos e <u>HBr</u> .	Análise de Hidrocarbonetos
07	288	Hexano + cicloexano + cicloexeno + tolueno + H ₂ SO ₄ concentrado com possível formação de sulfato ácido de alquila e sulfonato de arila.	Análise de Hidrocarbonetos
08	375	AgNO ₃ (aq) + BaCl ₂ (aq) + HNO ₃ concentrado + NH ₄ OH concentrado + GLP + ácido acético + ácido fórmico + H ₂ SO ₄ concentrado com possível formação de <u>AgCl</u> , BaSO ₄ , <u>alquinetos</u> de Ag e NH ₃ , acetato de prata e formiato de prata.	Análise de Hidrocarbonetos Análise de Ácidos
09	448	Etanol + isopropanol + <u>tercbutanol</u> + <u>isopentanol</u> + óleo + H ₂ O.	Análise de Álcoois

FRASCOS	PREVISÃO VOLUMES (mL)	CONTEÚDOS	PRÁTICAS
10	568	Etanol + isopropanol + <u>tercbutanol</u> + acetona + formaldeído + ácido acético + ácido fórmico + $K_2Cr_2O_7(aq)$ + H_2SO_4 concentrado com possível formação de K_2SO_4 e $Cr_2(SO_4)_3$, aldeído fórmico e ácido fórmico.	Análise de Álcoois Análise de Aldeídos e Cetonas Análise de Ácidos
11	240	Etanol + isopropanol + <u>tercbutanol</u> + Reativo de Lucas ($ZnCl_2$ + HCl) com possível formação de cloreto de <u>tercbutila</u> e cloreto de isopropila.	Análise de Álcoois
12	116	Etanol + isopropanol + <u>tercbutanol</u> + sódio metálico + fenolftaleína com possível formação de etóxido de sódio, <u>isopropóxido</u> de sódio e <u>tercbutóxido</u> de sódio.	Análise de Álcoois
13	384	Acetona + formaldeído + ácido fórmico + ácido acético + $NaOH$ + Reativo de <u>Tollens</u> ($NaOH$ + H_2O + $AgNO_3$ + NH_4OH) com possível formação de prata metálica e NH_4NO_3 .	Análise de Aldeídos e Cetonas Análise de Ácidos
14	256	Acetona + formaldeído + $CuSO_4$ anidro + Reativo de <u>Fehling</u> ($CuSO_4$ + H_2O + KOH + tartarato de sódio e potássio) com possível formação de ácido fórmico, Cu_2O e K_2SO_4 .	Análise de Aldeídos e Cetonas
15	262	Ácido acético + ácido salicílico + etanol + metanol + álcool isoamílico + H_2SO_4 concentrado com possível formação de acetato de etila, acetato de <u>isopentila</u> , salicilato de metila e água.	Análise de Ácidos
16	112	Anilina + formaldeído com possível formação de <u>trimileno-trifenil-triamina</u> e água.	Análise de Aminas e Amidas
17	544	Anilina + $HCl(aq)$ + $NaNO_2(aq)$ + β - <u>naftol</u> + $NaOH(aq)$ com possível formação de fenol, HCl e N_2 , $NaCl$ e do corante <u>fenil-azo-β-naftol</u> .	Análise de Aminas e Amidas
18	343	<u>Uréia</u> + $CuSO_4(aq)$ + $NaOH(aq)$ + $H_2SO_4(aq)$ + $BaCl_2(aq)$ com possível formação de biureto, amônia, $BaSO_4$ e NH_4OH .	Análise de Aminas e Amidas
19			
20			

Anexo 2. Modelo de rótulo adotado para identificação de resíduos químicos

	CAMPUS BELO HORIZONTE I DEPARTAMENTO DE QUÍMICA MELHORIA DA QUALIDADE AMBIENTAL EM LABORATÓRIOS PROGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS LABORATORIAIS	
	Laboratório: <u>Laboratório de Química Orgânica</u>	
	Sala: <u>414</u>	
Título da prática:	<u>Frasco 02 - Solubilidade / Recristalização / Análise de Álcoois</u>	
	<u>CLASSE I, ABNT NBR 10.004/2004</u>	
Composição/descrição:	<u>Etanol, Éter de petróleo, Naftaleno, Benzoato de sódio, Acetanilida, Ácidos orgânicos sólidos, Ácidos orgânicos líquidos e Água</u>	
Periculosidade:	<u>Inflamabilidade / Toxicidade</u>	Sub-classe: <u>I.6 e I.8</u>
Origem:	<u>Técnico Integrado e Modular</u>	Professor(a): <u>Ana Maria / Cristina Vidigal</u>
Data:	<u>Ano de 2020</u>	Aluno(a)/Turma: <u>QUI 2A / Módulo I / Módulo II</u>