



UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO DE JANEIRO

Estudo da implementação do gerenciamento de resíduos químicos na Escola de Química UFRJ.

Guilherme Landim Frota
Leitão

Orientadores:

Andréa Medeiros Salgado

Carlos André Vaz Junior

Março de 2015



Estudo da implementação do gerenciamento de resíduos químicos na Escola de Química UFRJ.

Guilherme Landim Frota Leitão

Projeto de Final de Curso submetido ao Corpo Docente do Programa Escola de Química, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Engenharia de BioProcessos.

Aprovada por:

Roberta Ribeiro, M. Sc.

Michelle Fortunato, M. Sc.

Eveline Lopes Almeida, D. Sc.

Orientado por:

Andréa Medeiros Salgado

Carlos André Vaz Junior

Março de 2015

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família pelo apoio e paciência contínua.

Aos meus amigos pela ajuda, força e incentivo.

A minha namorada por me ajudar, apoiar, ter paciência e me entender a todo momento.

Aos meus orientadores Andréa Medeiros Salgado e Carlos André Vaz Junior pela dedicação e apoio, pelos ensinamentos e pela atenção durante este trabalho.

A Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro, pela oportunidade de estudar em uma das instituições mais renomadas do país e por um ensino de ótima qualidade.

Resumo do Projeto Final apresentado à Escola de Química como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheira de Bioprocessos

Os experimentos laboratoriais em universidades são de suma importância, pois servem para pesquisas de novas tecnologias e para o treinamento dos alunos. Porém, estes experimentos muitas vezes geram resíduos, que devem ser tratados de forma adequada, já que se descartados sem o devido tratamento podem causar danos à saúde pública e ao meio ambiente. O objetivo deste trabalho é fazer um estudo inicial sobre o modo como os laboratórios da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro(EQ-UFRJ) tratam seus resíduos. Para alcançar este objetivo foram aplicados questionários fechados em uma amostra por agrupamento nos laboratórios da EQ-UFRJ. Estes questionários tinham por objetivo comparar as práticas de gerenciamento de resíduos entre os laboratórios com as principais normas nacionais, tratando os resultados obtidos de forma estatística. Os resultados apontam para a falta de uniformidade de respostas entre os laboratórios, além de apresentar algumas situações de não alinhamento com as normas.

Sumário

Sumário	1
Lista de Figuras	2
Lista de Tabelas	4
1 Introdução	5
1.1 Motivações	6
1.2 Objetivos	7
2 Revisão Teórica	9
2.1 Resíduos	9
2.2 Programa de gerenciamento de resíduos	11
2.3 PGR em universidades	12
3 Metodologia	13
4 Resultados e discussões	21
4.1 Geral	21
4.2 Reagentes	22
4.3 Resíduos	26
5 Conclusão	45
Referências bibliográficas	46

Lista de Figuras

1.1	Mancha escura no rio representa resíduos que vazaram (Foto: Luiz Pitanguy/Arquivo Pessoal).	6
1.2	Resíduos abandonados na área atrás da Escola de Química.	7
1.3	Resíduos químicos, biológicos e perfurocortantes.	7
4.1	Atividades desenvolvidas nos laboratórios.	21
4.2	Funções dos entrevistados.	21
4.3	Tipos de reagentes mais utilizados.	22
4.4	Reagentes guardados.	23
4.5	Local de armazenamento dos reagentes.	24
4.6	Armário de reagentes.	24
4.7	Destino dos reagentes vencidos.	25
4.8	Recebimento de reagentes vencidos.	26
4.9	Resíduos mais gerados.	26
4.10	Destino dos resíduos biológicos.	27
4.11	Comparação dos laboratórios que geram resíduos biológicos.	27
4.12	Descarte de biomassa.	28
4.13	Destino dos resíduos químicos.	28
4.14	Comparação dos laboratórios que geram resíduos químicos.	29
4.15	Descarte resíduos químicos armazenados no canto do laboratório.	29
4.16	Descarte resíduos químicos armazenados na bancada.	30
4.17	Destino de resíduos perfurocortantes.	30
4.18	Comparação dos laboratórios que geram resíduos perfurocortantes.	31
4.19	Descarte resíduos perfurocortantes armazenados na bancada.	31
4.20	Descarte de vidraria quebrada no chão sem avisos.	32
4.21	Descarte de seringas.	32
4.22	Respostas do volume mensal de resíduos biológicos gerados.	33
4.23	Comparação do volume mensal de resíduos biológicos gerados.	33
4.24	Respostas do volume mensal de resíduos químicos gerados.	34
4.25	Comparação do volume mensal de resíduos químicos gerados.	34
4.26	Resposta do volume mensal de resíduos perfurocortante gerados.	35

4.27	Comparação do volume mensal de resíduos perfurocortante gerados.	35
4.28	Laboratórios que tem manual de gerenciamento de resíduos. . .	36
4.29	Laboratórios que possuem ficha de descarte.	36
4.30	Informações contidas nos rótulos dos recipientes de resíduos. . .	37
4.31	Rotulo de um laboratório entrevistado.	38
4.32	Rotulo de um segundo laboratório entrevistado.	38
4.33	Laboratórios que segregam e identificam os resíduos.	39
4.34	Tipos de recipientes utilizados para armazenar os resíduos. . . .	39
4.35	Caixa de descarpack.	40
4.36	Maneira que as embalagens são adquiridas.	40
4.37	Local onde os laboratórios armazenam os resíduos.	41
4.38	Tempo médio que os laboratórios mantem os resíduos armazenados.	41
4.39	Recebem pré-tratamento.	42
4.40	Pessoa que segrega e identifica os resíduos.	42
4.41	Quem transporta os resíduos ao local de armazenamento.	43
4.42	Pessoas que transportam os resíduos utilizam o EPIs e EPCs necessários.	43

Lista de Tabelas

4.1	Gastos com resíduos.	44
-----	------------------------------	----

1 Introdução

Atualmente muito se tem discutido sobre o que é feito com resíduos químicos, biológicos e perfurocortantes gerados em laboratórios. Isso é devido ao impacto de danos à saúde e à natureza. Por este motivo, ficou evidente a necessidade do controle da emissão de resíduos, com o objetivo de evitar estes danos.

Algumas ocorrências de acidentes industriais são relatados na literatura, sendo fruto do descarte inadequado dos resíduos. Um exemplo foi o ocorrido na cidade de Minamata no Japão em 1956, onde o efluente industrial da Chisso Co, contendo mercúrio, provocou uma acentuada morte de peixes, os quais foram comidos pela população, intoxicando 2209 e matando um total de 887 pessoas[1].

Outro acidente, mais recente, deu-se ao rompimento de uma represa de resíduos da usina Santa Rita devido às chuvas fortes. As chuvas aumentaram o nível do reservatório, fazendo com que a represa não aguentasse a pressão e rompesse. O efluente industrial escorreu até o Rio Mogi Guaçu, e afetou cidades vizinhas. Este acidente causou a morte de milhares de peixes e ocasionou manchas pretas (Figura 1.1) por diversos trechos do rio[2].



Figura 1.1: Mancha escura no rio representa resíduos que vazaram (Foto: Luiz Pitanguy/Arquivo Pessoal).

Uma entidade a qual recebe uma imensa responsabilidade, são as universidades. Estas ensinam e educam os futuros profissionais, mostrando os pontos importantes a se preocupar. Dessa forma, devem mostrar que em suas atividades resíduos são gerados e que não podem ignorar este fato, gerenciando assim o que é feito com os mesmos. Por este motivo, muitas universidades começaram a criar Programas de Gerenciamento de Resíduos (PGR), visando assim um fim correto aos resíduos gerados.

As indústrias são as principais responsáveis pela geração de resíduos perigosos, sendo assim, alvo de cobrança e fiscalização pela sociedade e por órgãos fiscalizadores. Porém, a geração de resíduos não é exclusivamente das indústrias, já que laboratórios de ensino e pesquisa, também geram resíduos em uma diversidade elevada. Estes, podem representar 1% do total de resíduos perigosos produzidos em um país desenvolvido[3].

1.1 Motivações

Mesmo com o crescimento do conhecimento e da preocupação em relação aos resíduos, muitas entidades ainda não implementaram um Programa de Gerenciamento de Resíduos (PGR) para os efluentes gerados pelas mesmas, e mesmo com todo esse conhecimento sobre as consequências de descartes



Figura 1.2: Resíduos abandonados na área atrás da Escola de Química.



Figura 1.3: Resíduos químicos, biológicos e perfurocortantes.

sem cuidado ou tratamento, ainda o fazem (Figura e 1.2 e 1.3).

A principal motivação deste trabalho é incentivar estas entidades a perceber o mal que podem causar ao ambiente e à população, pois as consequências de descarte indevido de resíduos podem ser bem sérias.

1.2 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é fazer um estudo inicial sobre a maneira que os laboratórios da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro(EQ-UFRJ) tratam seus resíduos. Pretende-se analisar os dados

levantados de forma que através destes exista a possibilidade de um estudo para a implementação de um PGR adequado a EQ-UFRJ.

2 Revisão Teórica

2.1 Resíduos

Resíduos, são por definição, tudo o que não é aproveitado. Como resíduos, encontramos lixo comum e todos os outros materiais aos quais não podemos jogar em lixo comum, por serem altamente tóxicos ou prejudiciais ao meio ambiente.

Os resíduos podem ser classificados como:

Resíduo domiciliar: Provenientes de residências, constituído por restos de alimentos, jornais, papel higiênico.

Resíduo público: Originado de serviços de limpeza pública e urbana.

Resíduo industrial: Originados nas atividades industriais. O lixo industrial é muito variado.

Muitos resíduos podem ser jogados em lixo, como papelão, restos de comida, embalagens plásticas. Porém, existem resíduos que não devem ser tratados como lixo comum, pois podem causar danos ao meio ambiente e à saúde pública. Esses são, pilhas, lixo hospitalar, remédios e muitos resíduos provenientes de indústrias e universidades.

Um dos principais resíduos líquidos existentes no mundo, é o chorume, resíduo proveniente da decomposição de lixo. Resíduos líquidos são perigosos, pois podem se infiltrar no solo e encontrar lençóis freáticos, e assim contaminar alguma população próxima.

Existem vários tipos de classificação de resíduos, e no Brasil as classificações conhecidas são da Associação Brasileira de Normas Técnicas(ABNT), do Conselho Nacional do Meio Ambiente(CONAMA) e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária(ANVISA).

Os resíduos são classificados pela resolução RDC número 306/04 da ANVISA e a Resolução CONAMA número 358/05 em cinco grupos: A, B, C, D e E.

Grupo A: Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que podem causar risco de infecção.

Grupo B: Resíduos contendo substâncias químicas que apresentam risco à saúde da população e ao meio ambiente.

Grupo C: Materiais que contenham radionuclídeos em quantidade superior aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear.

Grupo D: Resíduos que não contenham risco à saúde nem ao meio ambiente.

Grupo E: Materiais perfurocortantes.

A classificação dos resíduos vem mudando com o tempo, já que cada vez mais conhecimento em relação ao comportamento dos resíduos perante ao meio ambiente e a saúde é descoberto. Essa mudança se dá ao fato do objetivo de estabelecer uma gestão segura com base ao gerenciamento de risco envolvido na manipulação de cada um dos resíduos, visando assim sempre a segurança da população e do meio ambiente.

Outra classificação muito utilizada é a da ABNT segundo norma 10004 (2004). Esta envolve a identificação dos processos ou atividades que originam os resíduos.

A NBR 10004/2004 classifica os resíduos em dois grupos (classes) diferentes[4]:

Resíduos classe I - Perigosos: São resíduos que apresentam algum tipo de periculosidade em relação a suas características físicas, químicas ou infectocontagiosas. Podendo apresentar assim risco à saúde ou ao meio ambiente.

Resíduos classe II - Não perigosos: Estes divididos em:

Resíduos classe II-A Não inertes: Estes podem ser biodegradáveis, combustíveis ou solúveis em água. São aqueles que não se encaixam nem na Classe I- Perigosos nem na Classe II-B -inertes

Resíduos classe II-B inertes: Quaisquer resíduos que, quando submetidos a contato com água à temperatura ambiente, não são solubilizados a concentrações que tornariam a água não potável. Não alteram as características de cor, turbidez, dureza e sabor da mesma, conforme o anexo G da ABNT NBR 10004.

2.2 Programa de gerenciamento de resíduos

O Programa de Gerenciamento de Resíduos (PGR) é um programa feito para gerenciar desde a geração até o fim do tratamento dos resíduos. PGRs são utilizados por diversas indústrias para cumprir a Lei 6938, de 31 de agosto de 1981, conhecida como Política Nacional do Meio Ambiente, que estabelece a responsabilidade objetiva e dispensa a prova de culpa no caso de um possível dano ao ambiente, ou seja, para que um potencial poluidor seja penalizado, basta que se prove umnexo de causa e efeito entre a atividade desenvolvida por uma organização e um dano ambiental. Mesmo que o poluidor esteja emitindo seus resíduos em concentrações permitidas por lei, se for provado algum dano ambiental causado por esta emissão, o poluidor deve se sujeitar ao pagamento de indenização.

Para que a implementação de um programa de gerenciamento de resíduos tenha um resultado de longo a médio prazo, é necessária uma realimentação contínua. Uma vez implementado, o PGR atua junto a uma unidade geradora de resíduo. Para o sucesso do mesmo, os processos devem ser entendidos por todos e devem ser muito bem equacionados, assim as premissas básicas para o sucesso desse programa são[5]:

- 1- O apoio institucional irrestrito ao Programa
- 2- Priorizar o lado humano do Programa frente ao tecnológico
- 3- Divulgar as metas estipuladas dentro das várias fases do Programa
- 4- Reavaliar continuamente os resultados obtidos e as metas estipuladas

É importante que as instituições não desistam devido a um fracasso em uma primeira tentativa e estas devem se lembrar que para o sucesso do programa deve-se mudar as atitudes de todos os participantes das unidades geradoras (alunos, pesquisadores, técnicos e docentes).

Um PGR deve ter como principais objetivos: a prevenção modificando processos e substituindo reagentes, a minimização otimizando processos e operações feitas na reação, o reaproveitamento reutilizando o resíduo em outras atividades, reciclagem ou recuperação, o tratamento podendo ser químico, físico, biológico ou térmico e a disposição final em aterros, minas ou armazéns[6].

O PGR inicialmente deve englobar dois tipos de resíduos: 1) Ativo: resíduo gerado continuamente, em atividades de rotina; 2) Passivo, todo

resíduo armazenado, normalmente não caracterizado, aguardando um destino final. Muitas unidades geradoras não tem o resíduo passivo, o que facilita muito na implementação do PGR.

É importante fazer a caracterização e quantificação dos resíduos passivos e ativos. A caracterização dos resíduos passivos é a mais complexa, já que muitas vezes existe uma ilegibilidade e uma falta de rótulos em resíduos que são guardados durante muito tempo, além de poder existir misturas complexas[5]. Essa caracterização possibilita o gerenciamento, o reciclo e reuso dos mesmos, somente depois dessa etapa os resíduos são enviados para o tratamento e após isso são encaminhados para uma disposição final adequada.

Além disso, o PGR deve englobar todas as etapas do processo, desde o planejamento dos recursos até a capacitação dos envolvidos na geração, transporte e tratamento dos resíduos, criando assim, treinamentos para etapas internas e externas ao local onde este resíduo é gerado, e garantindo a segurança de todos os envolvidos no projeto.

O gerenciamento de resíduos tem como objetivo diminuir a produção de resíduos e direcionar os resíduos gerados eficientemente evitando ameaçar a saúde da população e o meio ambiente.

2.3 PGR em universidades

No Brasil, algumas universidades já começaram a se preocupar com este gerenciamento de resíduos. Um exemplo é a Universidade Federal do Paraná (UFPR), que implementou um PGR laboratorial do departamento de química[7]. Este programa consiste em cinco etapas: 1- Coleta e tratamento, 2- Armazenamento, 3- Licenciamento, 4- Transporte, 5- Co-processamento[7]. Este programa começou em 1998 e já foi consolidado e tem sido para outras universidades.

A Universidade de São Paulo em São Carlos também já começou a fazer um gerenciamento de seus resíduos químicos. Este gerenciamento, por sua vez, começou através dos próprios professores da universidade, que armazenavam os resíduos gerados em seus laboratórios de pesquisa à espera de tratamento adequado[8]. A solução da USP-São Carlos, foi a criação de um único laboratório capaz de tratar os resíduos químicos vindo de todos os outros laboratórios do campus.

3 Metodologia

Atualmente a questão ambiental têm tido uma presença cada vez mais forte em áreas que existe alguma atuação química. Desde então existe uma preocupação muito grande sobre o que é feito com os resíduos gerados. Neste trabalho montou-se um questionário fechado, para uma amostra baseada em agrupamento, visando os laboratórios da Escola de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

O questionário foi dividido em duas partes: "reagentes" e "resíduos". A primeira parte consiste em cinco questões, nela tenta-se ter uma ideia geral sobre quais são os reagentes mais utilizados nos laboratórios e como são tratados. Já a segunda parte, com vinte e duas questões, visa compreender os resíduos gerados no laboratório.

As questões referentes aos resíduos são feitas para se ter uma ideia mais afundo com relação aos resíduos que são gerados nos laboratórios. As questões englobam diversos comportamentos em relação aos resíduos. A questão 6, por exemplo, "Quais são os resíduos gerados no laboratório (classificação baseada na CONAMA 358/2005)?" É de suma importância, pois através das respostas dessa pode-se ter uma noção dos resíduos gerados, e pode-se separar os próprios resíduos por esta classificação, para que assim, todos sejam enviados para tratamento juntos.

Manual de procedimento e ficha de descarte de resíduos deve existir em todo laboratório que gere algum tipo de resíduo, pois através destes os funcionários dos laboratórios iram saber como agir caso algum acidente ocorra, tendo uma resposta muito mais rápida ao acontecimento. A ficha de descarte identifica características importantes para os resíduos, muitas vezes necessárias para seu tratamento, assim, estas informações são essenciais ao estudo.

O tempo de armazenamento e o volume gerado por mês dos resíduos são informações que podem ajudar na criação de um PGR.

Outra informação importante é sobre a segurança das pessoas que manipulam os resíduos, seja guardando-os ou transportando-os. Logo a informação se essas pessoas utilizam os equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs)

adequados é indispensável, pois através dessa, tem-se uma ideia se os laboratórios informam os funcionários da importância desses equipamentos, que podem evitar diversos tipos de acidentes.

A aplicação do questionário foi feita pessoalmente através de entrevista com um representante de cada laboratório. O representante respondia as questões, enquanto o entrevistador permanecia presente com o intuito de sancionar eventuais dúvidas.

Por fim, a discussão deste trabalho foi edificada a partir do tratamento estatístico dos resultados obtidos e análise das questões respondidas pelos laboratórios que aceitaram participar da pesquisa, este tratamento foi feito através da elaboração de gráficos no Excel.

O questionário elaborado neste trabalho e aplicado na pesquisa é apresentado a seguir onde era identificado o departamento ao qual o laboratório pertencia, sua finalidade é a informação de quem o respondeu. Durante a aplicação do questionário teve-se a preocupação de não identificar o Laboratório e nem o responsável pelo mesmo, já que isso poderia coibir e mascarar as respostas.

A Escola de Química possui quatro departamentos: Departamento de Processos Orgânicos, Departamento de Processos Inorgânicos, Departamento de Engenharia Química e Departamento de Engenharia Bioquímica. Existem trinta e cinco laboratórios de ensino e pesquisa ligados a estes departamentos. Deste total, somente vinte e sete laboratórios responderam o questionário aplicado. Os resultados apresentados serão baseados somente no percentual de laboratórios que respondeu ao questionário.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE TECNOLOGIA
ESCOLA DE QUÍMICA
QUESTIONÁRIO APLICADO AOS LABORATÓRIOS

Departamento:

Laboratório de:

Ensino Pesquisa Extensão

Quem respondeu o questionário:

Prof. Responsável Técnico Outro - Função:

Número de funcionários/função:

Professores: Técnicos: Alunos de Pós-doutorado: Doutorado:

Mestrado: Graduação:

REAGENTES

1- Que tipo de reagentes químicas são utilizados?

- ácidos
- bases
- metais (sólidos ou soluções)
- solventes orgânicos:
- halogenados
- não-halogenados
- sais
- óxidos
- tintas
- outros

2- Quais são os reagentes mais utilizados? Numere de um a dez.

- ácidos
- bases
- metais (sólidos ou soluções)
- solventes orgânicos:
- halogenados
- não-halogenados
- sais
- óxidos
- tintas
- outros

3- Onde são armazenados os reagentes utilizados no laboratório?

- almoxarifado externo (fora do laboratório)

- dentro do próprio laboratório
- almoxarifado externo e dentro do próprio laboratório
- outro local:
- 4- O que é feito com reagentes vencidos?
 - utilizados
 - descartados sem tratamento pelo próprio laboratório
 - guardados para uso futuro (doação, por exemplo)
 - guardados para posterior tratamento no próprio laboratório
 - guardados para posterior recolhimento pela universidade ou empresa autorizada:
 - não permitem o vencimento
 - outras medidas:
- 5- O laboratório recebe reagentes vencidos de outras instituições?
 - Sim
 - Não

RESÍDUOS

- 6- Quais são os resíduos gerados no laboratório (classificação baseada na CONAMA 358/2005):
 - Grupo A – Resíduos contendo material biológico
 - Grupo B – Resíduos contendo substâncias químicas
 - Grupo C – Resíduos contendo radionuclídeos (resíduo radioativo)
 - Grupo D – Resíduos que não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente
 - Grupo E – Materiais perfurocortantes ou escarificantes
- 7- O que é feito com resíduos biológicos gerados no laboratório?
 - não geram
 - lançado pia abaixo ou em lata de lixo comum
 - esterilizados, autoclavados e lançados pia abaixo ou em lata de lixo comum
 - guardados sem tratamento para recolhimento pela universidade ou empresa autorizada:
 - esterilizados, autoclavados e guardados para recolhimento pela universidade ou empresa autorizada:
 - outras medidas:
- 8- O que é feito com resíduos químicos gerados no laboratório?
 - não geram

- lançado pia abaixo ou em lata de lixo comum
 guardados para posterior tratamento pelo próprio laboratório
 guardados para recolhimento pela universidade ou empresa
 autorizada: reciclado, recuperado e/ou reutilizado
 outras medidas:
- 9- O que é feito com resíduos radioativos gerados no laboratório?
- não geram
 lançado pia abaixo ou em lata de lixo comum
 guardados para posterior tratamento pelo próprio laboratório
 guardados misturados para recolhimento pela universidade ou empresa autorizada:
- reciclado, recuperado e/ou reutilizado
 outras medidas:
- 10- O que é feito com resíduos perfurocortantes gerados no laboratório?
- não geram
 lançado em lata de lixo comum
 esterilizados, autoclavados e lançados em lata de lixo comum
 guardados sem tratamento para recolhimento pela universidade ou empresa autorizada:
- esterilizados, autoclavados e guardados para posterior recolhimento pela universidade ou empresa autorizada:
- reciclados, recuperados e/ou reutilizados
 outras medidas:
- 11- Há Manual de Procedimentos para Gerenciamento dos Resíduos?
- SIM
 NÃO
- 12- Há ficha de descarte de resíduos?
- SIM
 NÃO
- 13- Se há ficha de descarte, quais informações estão contidas nesta ficha?
- resíduo biológico/resíduo químico/resíduo radioativo/resíduo perfurocortante
 identificação de misturas químicas
 nomes dos produtos químicos
 laboratório de origem
 nome do responsável do laboratório

- nome do gerador
 - data de início do uso do recipiente para armazenamento de resíduos
 - data de final do uso do recipiente para armazenamento de resíduos
 - concentração majoritária aproximada (componente principal)
 - concentração minoritária aproximada (componentes secundários)
 - outras informações. Listar:
- 14- É realizada a segregação (separação) e identificação dos resíduos?
- SIM
 - NÃO
- 15- Como são estocados os resíduos guardados – tipos de embalagem?
- frascos de plástico
 - frascos de vidro
 - sacos plásticos
 - outros recipientes. Especifique:
- 16- As embalagens de estoque de resíduos são:
- recicladas de outro produto ou reagente
 - compradas com essa finalidade
- 17- Quais as informações contidas nos rótulos dos recipientes de resíduos?
- resíduo biológico/resíduo químico/resíduo radioativo/resíduo perfurocortante
 - identificação de misturas químicas
 - nomes dos produtos químicos
 - laboratório de origem
 - nome do responsável do laboratório
 - nome do gerador
 - data de início do uso do recipiente para armazenamento de resíduos
 - data de final do uso do recipiente para armazenamento de resíduos
 - concentração majoritária aproximada (componente principal)
 - concentração minoritária aproximada (componentes secundários)
 - Diagrama de Hommel
 - outras informações. Listar:
- 18- Se armazenam resíduos, onde são armazenados?
- Não armazenam
 - Sala identificada no próprio laboratório
 - Sala identificada fora do laboratório
 - Sala não identificada no próprio laboratório
 - Sala não identificada fora do laboratório

- Armário ou local identificado dentro do laboratório
- Armário ou local identificado fora do laboratório
- Armário ou local não identificado dentro do laboratório
- Armário ou local não identificado fora do laboratório
- Outro local:

19- Se armazenam os resíduos, qual o tempo de armazenamento de resíduos até o recolhimento pelo órgão responsável?

- Não armazenam
- 1 a 2 meses
- 3 a 5 meses
- 6 a 11 meses
- 1 ano
- mais de um ano.
- não sabem informar

20- Qual o volume mensal de resíduos gerados?

A - Biológico	B - Químico	C - Radioativos	D - Perfurocortantes
<input type="checkbox"/> menos de 1 L	<input type="checkbox"/> menos de 1 L	<input type="checkbox"/> menos de 1 L	<input type="checkbox"/> menos de 500mg
<input type="checkbox"/> 1 - 10 L	<input type="checkbox"/> 1 - 10 L	<input type="checkbox"/> 1 - 10 L	<input type="checkbox"/> 500mg - 1Kg
<input type="checkbox"/> 10 - 50 L	<input type="checkbox"/> 10 - 50 L	<input type="checkbox"/> 10 - 50 L	<input type="checkbox"/> 1 - 10kg
<input type="checkbox"/> acima de 50 L.	<input type="checkbox"/> acima de 50 L.	<input type="checkbox"/> acima de 50 L.	<input type="checkbox"/> acima de 10 kg
<input type="checkbox"/> massa sólida	<input type="checkbox"/> massa sólida	<input type="checkbox"/> massa sólida	
<input type="checkbox"/> não sabem informar.			
<input type="checkbox"/> Não geram			

21- Qual o Custo com descarte de resíduos:

R\$:

22- O resíduo químico e/ou radioativa recebe algum tratamento ou pré-tratamento no próprio laboratório antes de ser descartado:

- Sim
- Não

23- Quem segrega e identifica os resíduos gerados?

- Não segregam e identificam os resíduos gerados
- Profissional que gerou (aluno, técnico, professor)
- Técnicos do laboratório treinados
- Profissional do órgão responsável pelo recolhimento

24- Quem transporta os resíduos gerados para a sala de armazenamento?

- Não tem sala de armazenamento
- Profissional que gerou
- Técnicos do laboratório treinados
- Profissional do órgão responsável pelo recolhimento
- Profissionais do setor de limpeza da instituição

25- Profissionais que manipulam os resíduos perigosos utilizam Equipamentos de Proteção

Individual (EPIs) e Equipamentos de Proteção Coletiva (EPCs) adequados?

- SIM
- NÃO
- Não sabem informar

4 Resultados e discussões

4.1 Geral

Com os resultados obtidos com o questionário, alguns dados foram compilados e apresentados na forma de gráficos. A Figura 4.1 apresenta as atividades desenvolvidas nos laboratórios visitados, enquanto a Figura 4.2 apresenta a função da pessoa que respondeu a pesquisa.

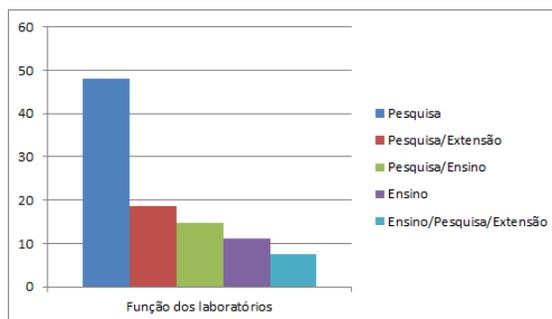


Figura 4.1: Atividades desenvolvidas nos laboratórios.

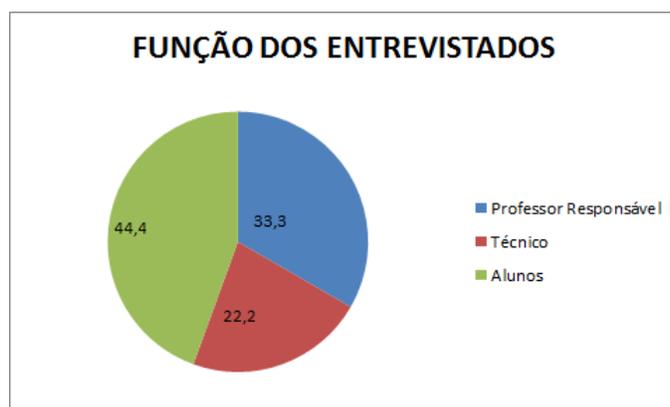


Figura 4.2: Funções dos entrevistados.

A partir da análise da Figura 4.1, conclui-se que a maioria dos laboratórios que participaram da entrevista atuam em pesquisa. Nesses laboratórios o gerenciamento dos resíduos é uma atividade de elevada complexidade, levando em consideração a diversidade de resíduos que os mesmos geram nos processos de inovação e difusão tecnológica.

Pela Figura 4.2 os principais responsáveis por responder as questões da entrevista foram discentes, tanto de pós-graduação quanto de iniciação científica. Observa-se também que um elevado número de docentes se envolveu no processo de resposta.

4.2 Reagentes

O gráfico da Figura 4.3 é a representação dos tipos de reagentes mais utilizados nos laboratórios da EQ-UFRJ. Neste gráfico destacam-se os ácidos e sais, seguidos de bases e solventes orgânicos não halogenados. Este cenário já poderia ser previsto, uma vez que, de maneira geral, estes são os reagentes mais comuns, estando presentes na maioria das reações químicas. "Outros" presente no gráfico, consiste em meios de culturas, gases, óleos, resinas, produtos de limpeza, reveladores, açúcares e polissorbato.

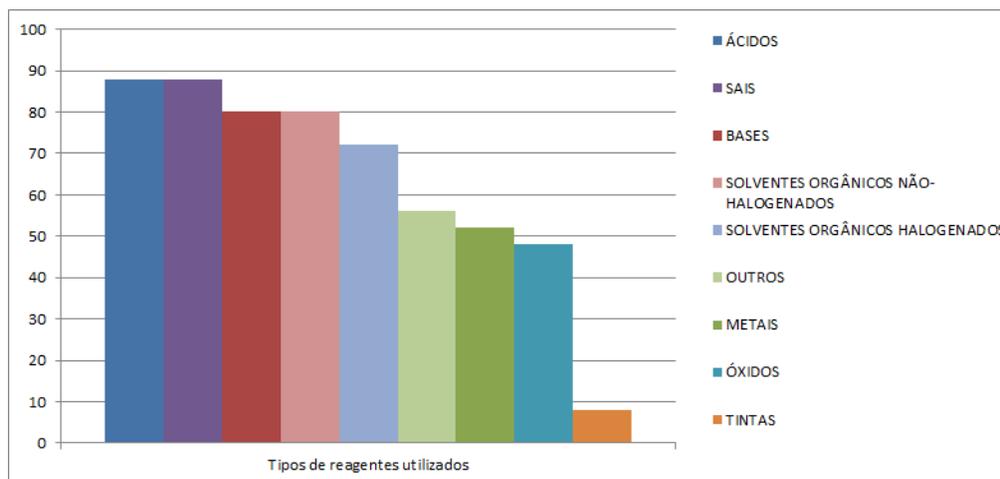


Figura 4.3: Tipos de reagentes mais utilizados.



Figura 4.4: Reagentes guardados.

Uma questão interessante refere-se ao armazenamento dos reagentes antes de serem utilizados. Pode-se perceber (Figura 4.5), que a maior parte dos laboratórios visitados (72%) guarda os reagentes dentro do próprio ambiente de trabalho, o que pode também ser visualizado na Figura 4.4.

Somente 8% dos laboratórios guardam seus reagentes em almoxarifado externo, fazendo com que não exista a presença de reagentes desnecessários no local de trabalho.

Observa-se nas Figuras 4.6 e 4.4 que os reagentes são armazenados em armários, muitas vezes organizados para melhor manuseio dos funcionários do laboratório.

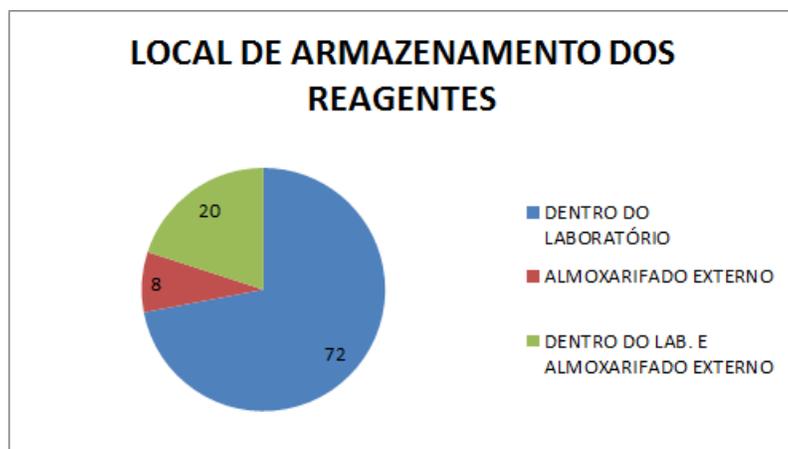


Figura 4.5: Local de armazenamento dos reagentes.



Figura 4.6: Armário de reagentes.

Para os reagentes vencidos, nota-se que 60% dos laboratórios os utilizam (Figura 4.7), fato que pode ser considerado extremamente errado, uma vez que o mesmo pode reagir com o ar e resultar em diversas

impurezas como consequência disso ou ainda ocasionar em um resultado erradamente inesperado da reação ou do experimento desejado, pois a validade do produto químico está associada a um controle de qualidade que justifique o descarte dele por perda de suas características físico-químicas. O tratamento destes reagentes pode recuperar suas qualidades, economizando recursos financeiros e naturais.

Alguns laboratórios doam os reagentes vencidos. O que também não é recomendado.

Conclui-se que 16% dos laboratórios além de comprarem reagentes em pouca quantidade, utilizam-os muito rapidamente, não permitindo o vencimento dos mesmos.

Um total de 32% dos laboratórios guarda os mesmos para um posterior recolhimentos ou pela própria universidade ou por alguma empresa autorizada.

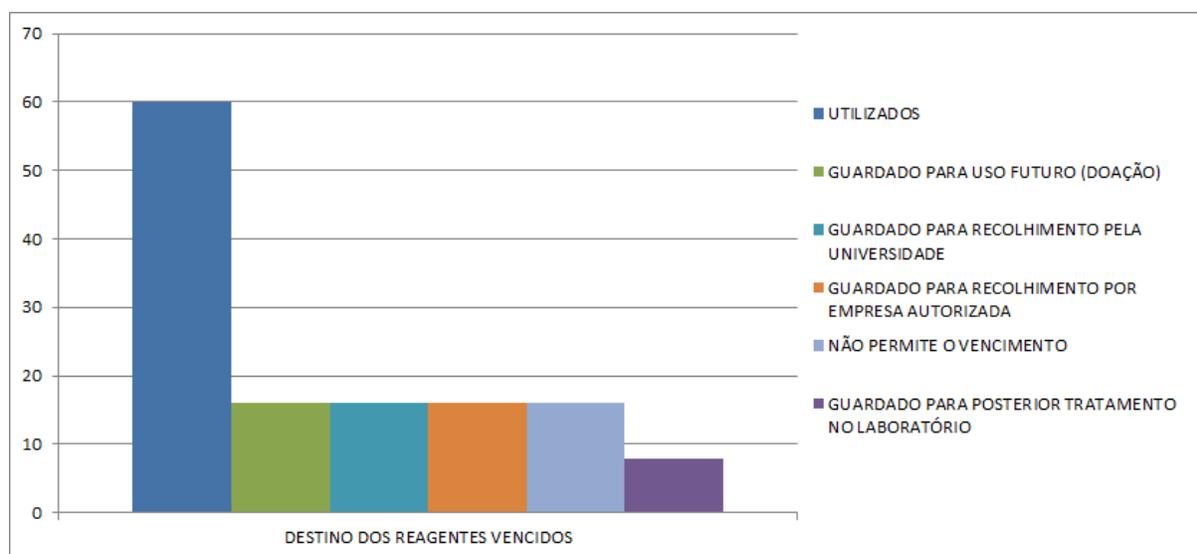


Figura 4.7: Destino dos reagentes vencidos.

Através da Figura 4.8 observa-se que 16% dos laboratórios recebem reagentes vencidos.

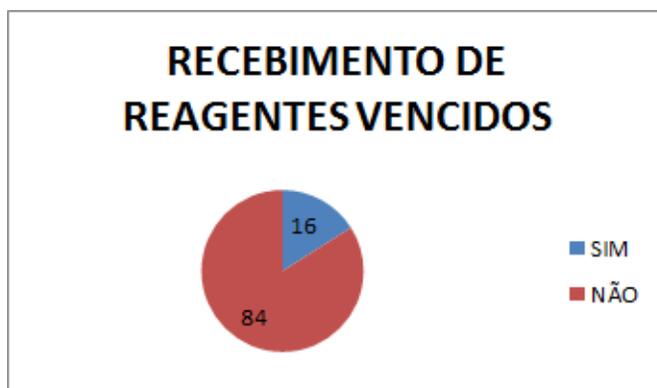


Figura 4.8: Recebimento de reagentes vencidos.

4.3 Resíduos

Através da Figura 4.9 percebe-se que o grupo de resíduos mais gerados é o grupo D, o qual contém resíduos que não existe risco a saúde ou ao meio ambiente, podendo assim serem descartados sem tratamento.

Os grupos que necessitam de tratamento e de cuidados no momento de seu descarte vêm em seguida: grupos B (Resíduos químicos), E (perfurocortantes) e A (biológicos).

Nota-se também que o grupo C (Resíduos radioativos) não são gerados em nenhum dos laboratórios analisados.

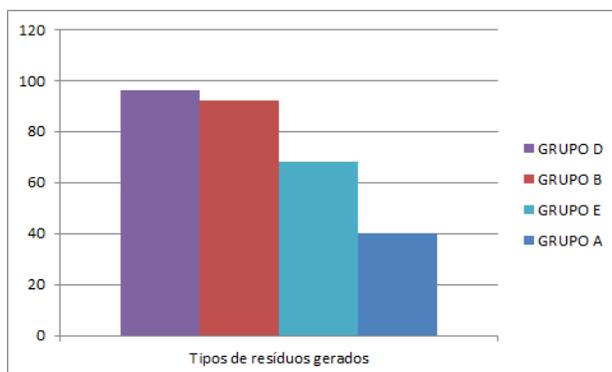


Figura 4.9: Resíduos mais gerados.

Nota-se que 60% dos laboratórios não geram resíduo biológico (Figura

4.10). Dentre os laboratórios que os geram, 70% dos mesmos esterilizam estes resíduos antes do descarte. O restante os descarta sem tratamento.

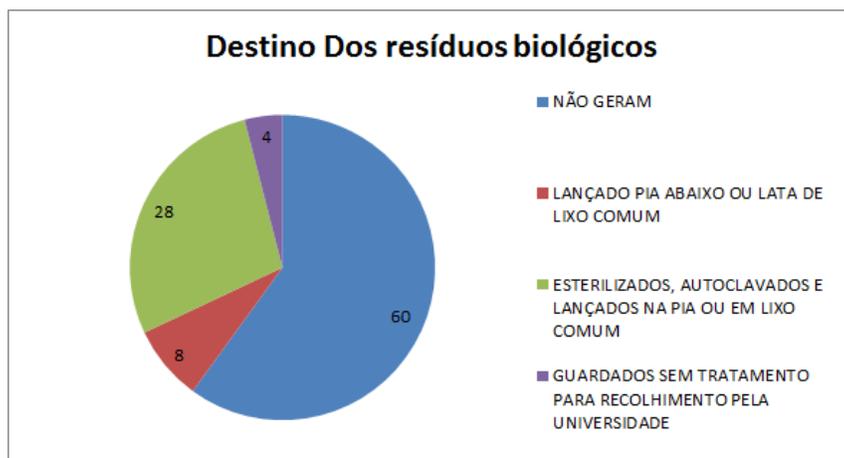


Figura 4.10: Destino dos resíduos biológicos.

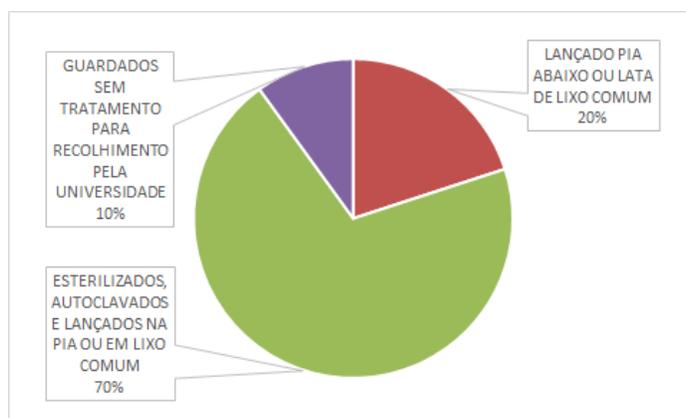


Figura 4.11: Comparação dos laboratórios que geram resíduos biológicos.



Figura 4.12: Descarte de biomassa.

Observa-se que 8% dos laboratórios não geram resíduos que contenham componentes químicos (Figura 4.13). Dos que geram, 23% lança-os pia abaixo ou em lata de lixo comum, sem nenhum tratamento.

Alguns dos laboratórios reciclam os resíduos (13%) utilizando-os novamente em novas reações ou para diluições necessárias para os experimentos.

O restante dos laboratórios (61%) guarda os resíduos para posterior tratamento (7%), recolhimento por empresa autorizada (37%) ou da própria universidade (17%).

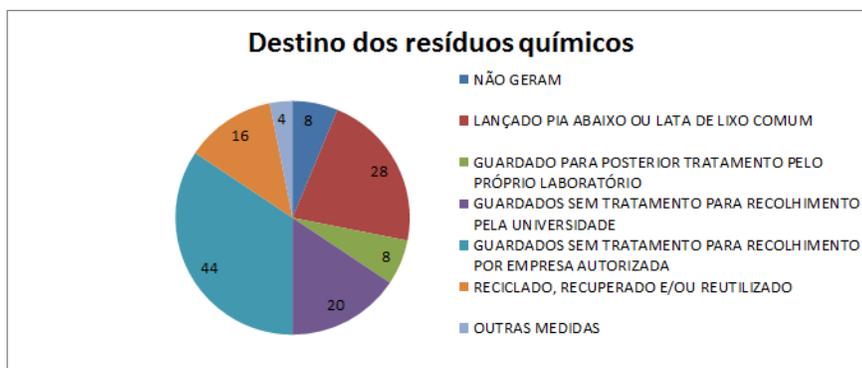


Figura 4.13: Destino dos resíduos químicos.

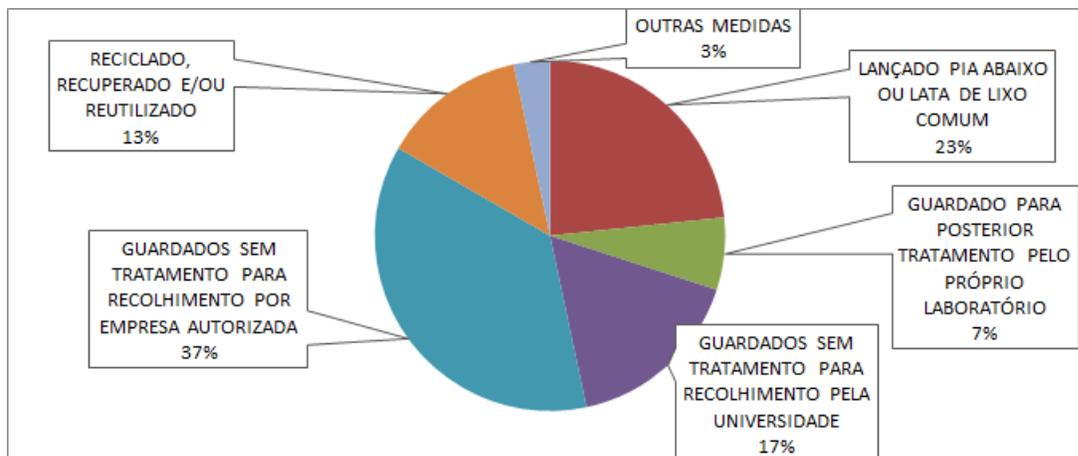


Figura 4.14: Comparação dos laboratórios que geram resíduos químicos.



Figura 4.15: Descarte resíduos químicos armazenados no canto do laboratório.

Enquanto os resíduos da Figura 4.15 permanecem no local após os recipientes encherem, os resíduos da Figura 4.16, após o recipiente encher, é transferido para outra sala, onde os resíduos ficam armazenados até a empresa que os trata é chamada.



Figura 4.16: Descarte resíduos químicos armazenados na bancada.

Nota-se que 36% dos laboratórios não geram resíduos perfurocortantes (Figura 4.17). Dos laboratórios que geram este tipo de resíduo nenhum o descarta em lixo comum sem tratamento. Aqueles que não os tratam aguardam o recolhimento da universidade ou de empresa autorizada.

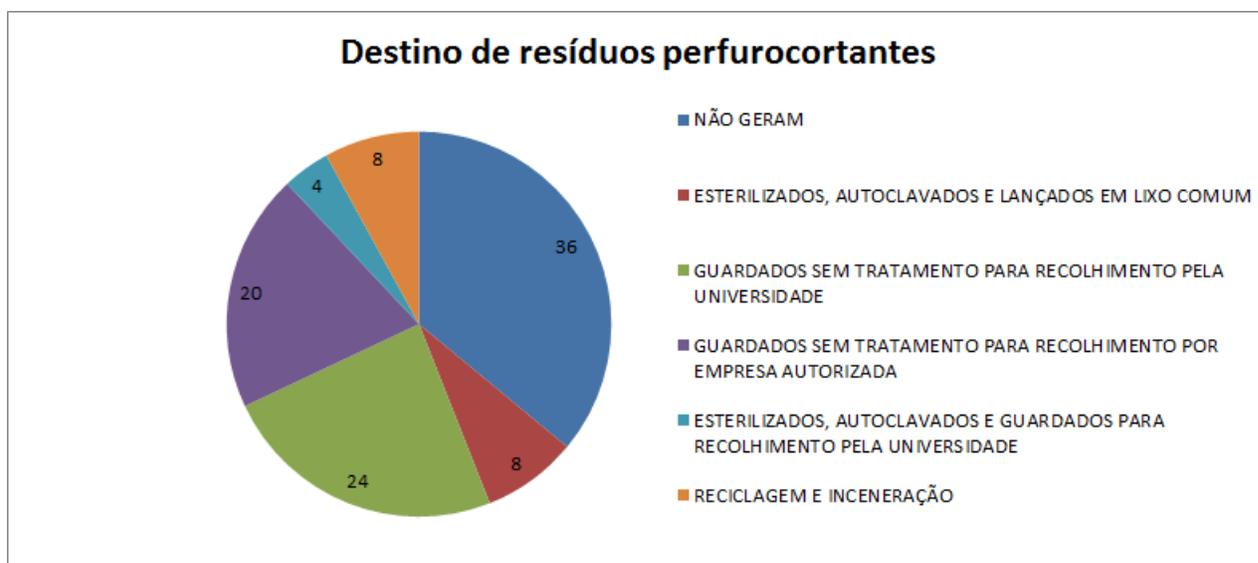


Figura 4.17: Destino de resíduos perfurocortantes.

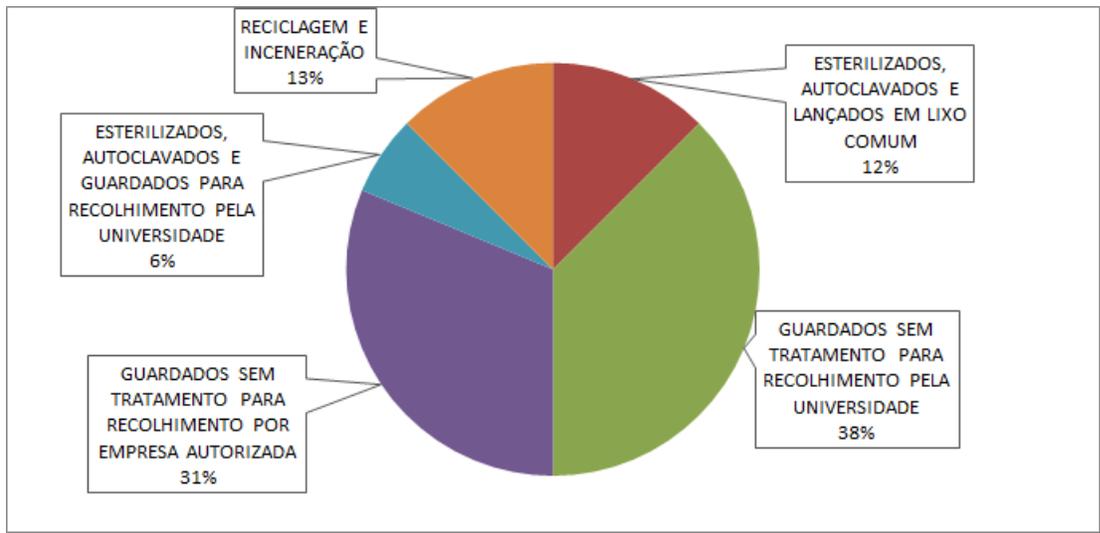


Figura 4.18: Comparação dos laboratórios que geram resíduos perfurocortantes.



Figura 4.19: Descarte resíduos perfurocortantes armazenados na bancada.

Os laboratórios que armazenam resíduos perfurocortantes tem procedimentos variados. Na Figura 4.20, não existe sinalização ou aviso sobre as vidrarias descartadas. Enquanto na situação ilustrada na Figura 4.19, existe algum tipo de sinalização sobre os resíduos. O mesmo ocorre para as seringas (Figura 4.21).



Figura 4.20: Descarte de vidraria quebrada no chão sem avisos.



Figura 4.21: Descarte de seringas.

Pelas Figuras 4.22, 4.24 e 4.26, percebe-se que parte dos laboratórios não sabe informar a quantidade de resíduos gerados no laboratório no espaço de tempo de um mês. A falta destas informações evidencia a ausência de gerenciamento de resíduos.

Dos laboratórios que geram, nota-se que mais de 50% dos mesmos geram uma quantidade menor que 10L, tanto para resíduos biológicos como para resíduos químicos. O que mostra o perfil típico de resíduos gerados em instituições de ensino (pouca quantidade, porém uma grande diversidade).

Mesmo essa quantidade de resíduos gerados sendo pequena, ela deve ser gerenciada de maneira cuidadosa, levando em consideração o número de

laboratórios em atividade e a diversidade de resíduos.

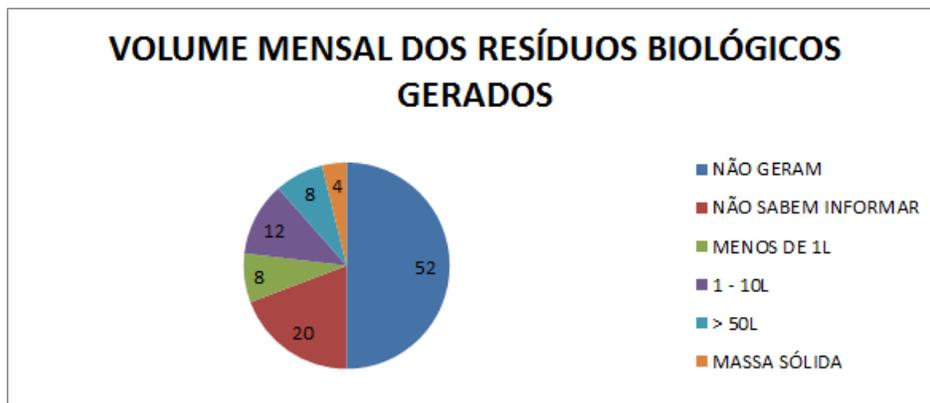


Figura 4.22: Respostas do volume mensal de resíduos biológicos gerados.

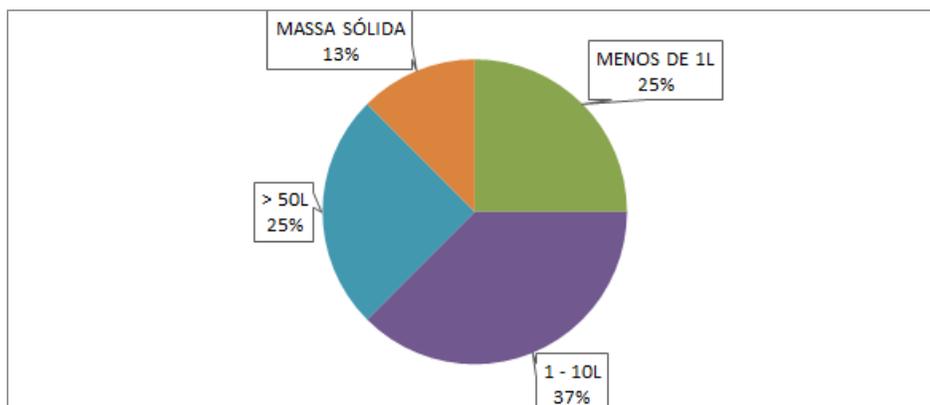


Figura 4.23: Comparação do volume mensal de resíduos biológicos gerados.

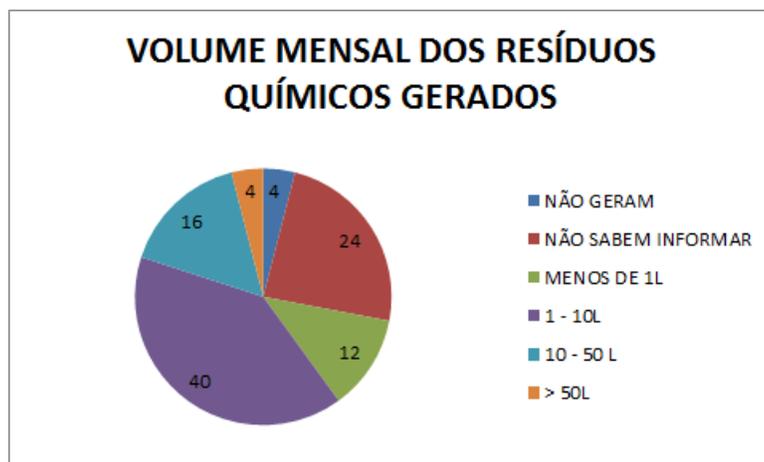


Figura 4.24: Respostas do volume mensal de resíduos químicos gerados.

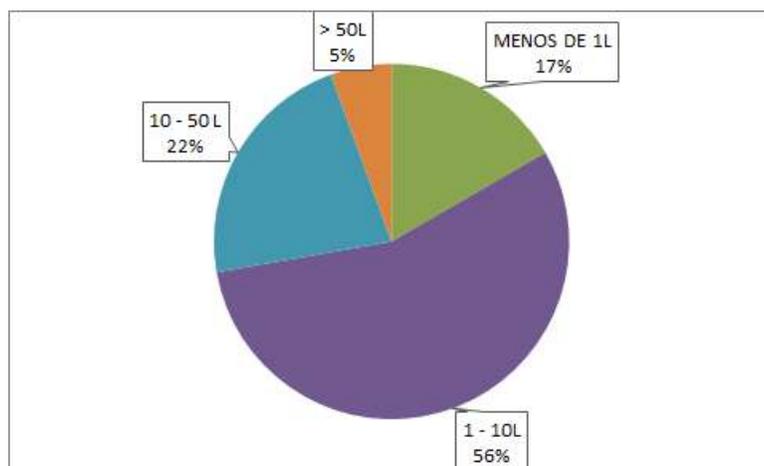


Figura 4.25: Comparação do volume mensal de resíduos químicos gerados.

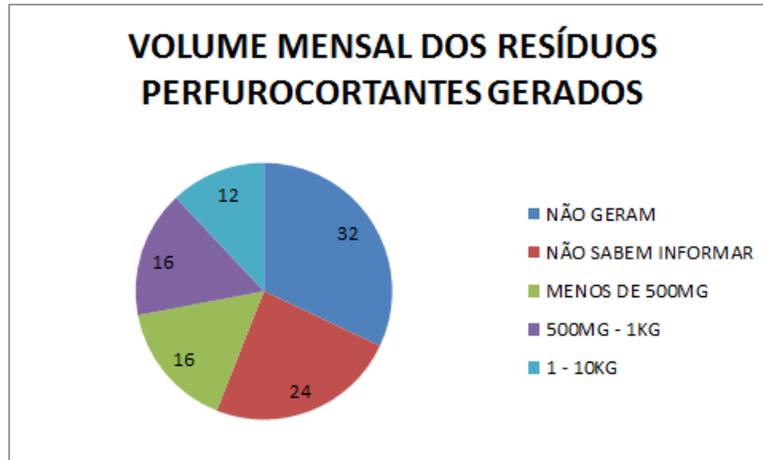


Figura 4.26: Resposta do volume mensal de resíduos perfurocortante gerados.

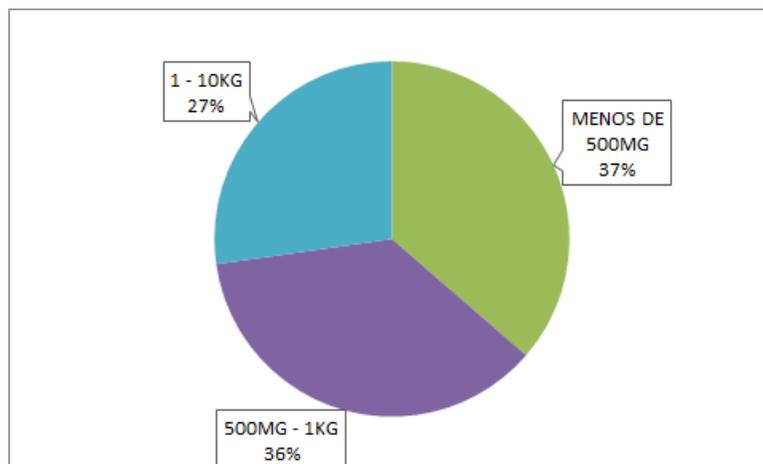


Figura 4.27: Comparação do volume mensal de resíduos perfurocortante gerados.

Da mesma forma com os componentes líquidos, existe uma porcentagem grande de laboratórios que não sabe a quantidade de resíduos perfurocortantes que geram, dificultando assim um controle efetivo destes descartes.

Pela Figura 4.28, nota-se que somente 24% dos laboratórios possui manual de gerenciamento de resíduos.

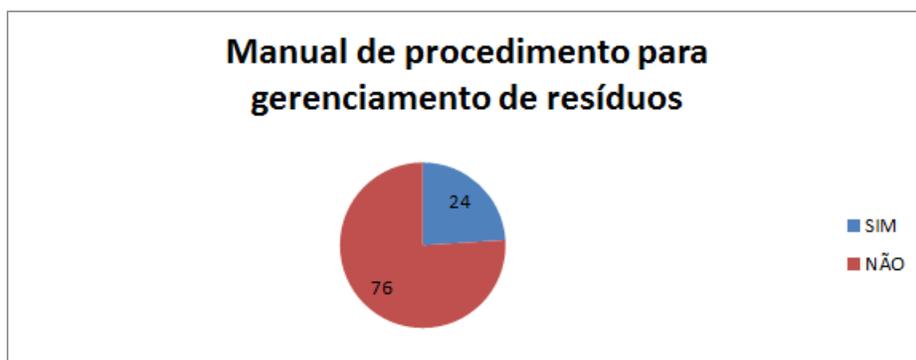


Figura 4.28: Laboratórios que tem manual de gerenciamento de resíduos.

Novamente observa-se que somente 24% dos laboratórios tem ficha de descarte dos resíduos (Figura 4.29).

É nessa ficha que tem informações como que componentes contém nesse resíduo, a data que ele foi gerado, nome de quem o gerou. Informações que muitas vezes são obrigatórias pelas empresas autorizadas que os recolhem.



Figura 4.29: Laboratórios que possuem ficha de descarte.

As informações mais frequentemente observadas nos rótulos feitos para os resíduos dos laboratórios são o nome dos principais produtos químicos e a identificação da mistura química (Figura 4.30). Porém, as empresas que recolhem os resíduos muitas vezes pedem informações complementares.

Ao se descartar um resíduo, é importante que o mesmo seja identificado pela pessoa que o gerou, para assim, receber o tratamento correto ou para ser utilizado para outros fins, ou até mesmo, incinerado por um custo menor.

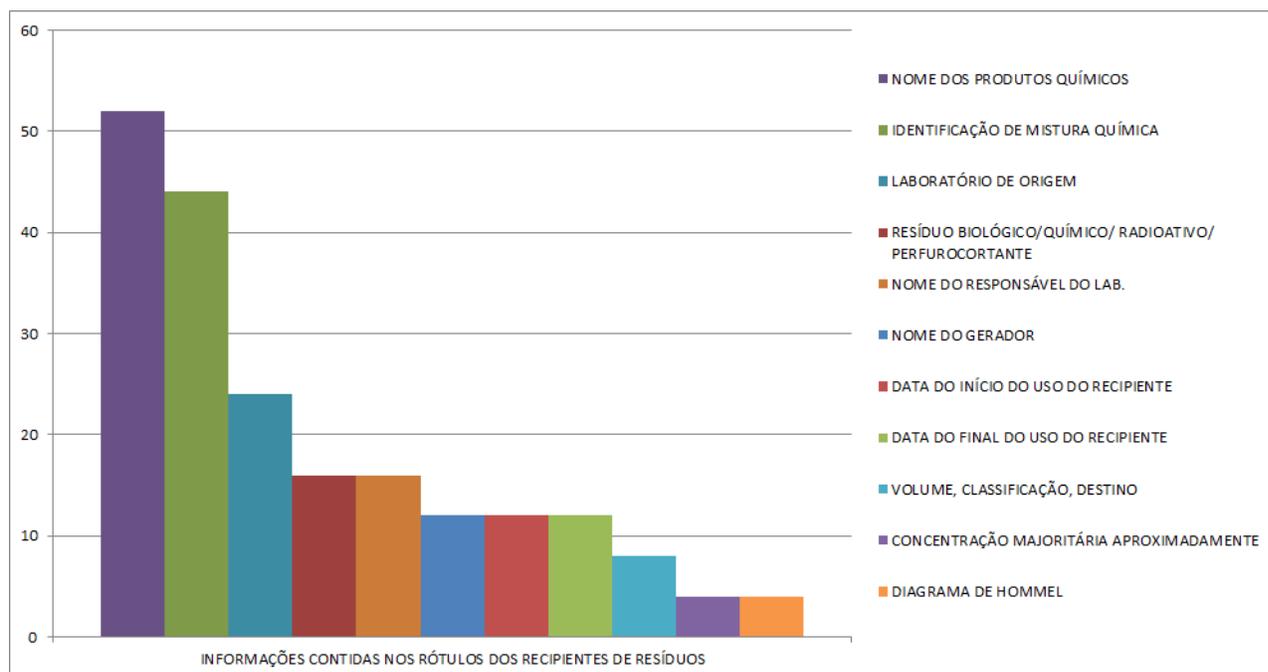


Figura 4.30: Informações contidas nos rótulos dos recipientes de resíduos.

Têm-se exemplos de rótulos de resíduos de laboratórios (Figuras 4.31 e 4.32) que fazem os tratamentos dos mesmos com empresas autorizadas. Pode-se notar que diversas informações necessárias para os resíduos estão informadas nesses rótulos.



RESÍDUO QUÍMICO

Laboratório de origem: _____
 Professor/funcionário resp. pelo laboratório: _____
 Gerador do resíduo: _____
 Denominação do resíduo: _____
 Telefones do responsável para contato: _____
 Substâncias predominantes: _____
 Volume: _____
 Data de fechamento da embalagem: _____
 Classificação: _____
 Discriminação: _____
 ORIGEM: _____
 DESTINO: _____

Figura 4.31: Rotulo de um laboratório entrevistado.

RESÍDUO QUÍMICO

Laboratório de origem: _____
 Professor/funcionário responsável pelo laboratório: _____
 Gerador do resíduo: Experimentos
 Denominação do resíduo: _____
 Telefones do responsável para contato: _____
 Substâncias predominantes: cloreto de prata, acetona, nitrato de bário, nitrato de prata, ácido nítrico, ácido clorídrico, hidróxido de potássio, tolueno, álcool isopropílico.
 Volume: 10 L.
 Data de fechamento da embalagem: _____
 Classificação: Grupo 2
 Discriminação: Líquido Contendo Compostos Orgânicos não-Halogenados
 Origem: _____
 Destino: _____

Figura 4.32: Rotulo de um segundo laboratório entrevistado.

Dessa vez, 24% dos laboratórios não faz a segregação nem a identificação dos resíduos gerados (Figura 4.33). O que significa que não separam seus resíduos quando os guardam.

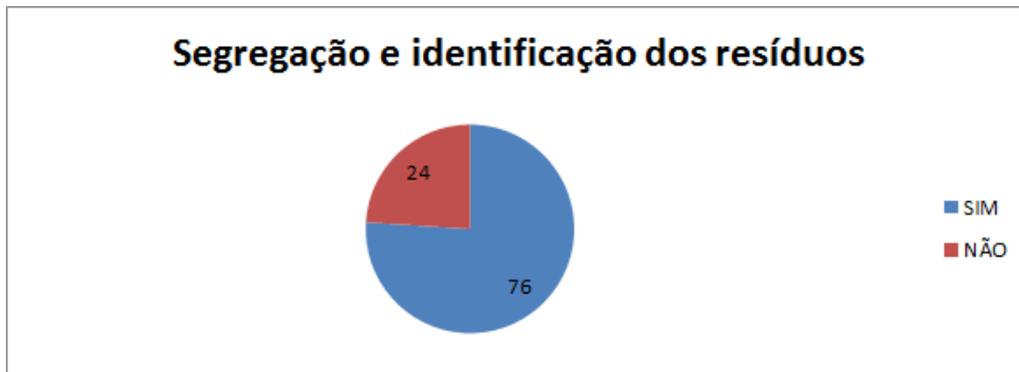


Figura 4.33: Laboratórios que segregam e identificam os resíduos.

Os laboratórios utilizam-se de frascos de vidros para armazenar resíduos com caráter ácido, plásticos para resíduos com caráter básico. Para armazenar resíduos do grupo E(perfurocortantes), alguns laboratórios utilizam sacos plásticos comuns (Figura 4.34).

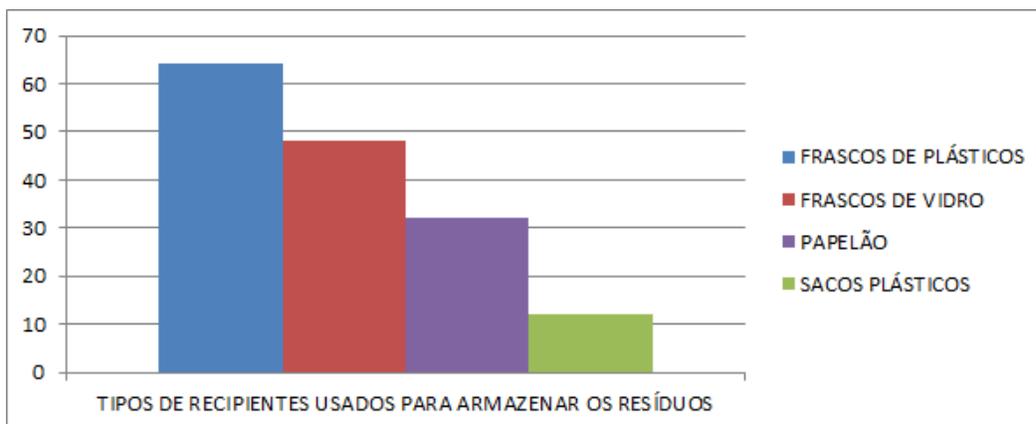


Figura 4.34: Tipos de recipientes utilizados para armazenar os resíduos.

Resíduos perfurocortantes devem ser armazenados em caixa para perfurocortante (DESCARTEX, DESCARPAC, etc.) com a inscrição “Perfurocortantes com resíduo químico perigoso”, bem visível, não em caixas de papelão ou garrafas pets como estavam sendo armazenados.



Figura 4.35: Caixa de descarpack.

A maioria das embalagens onde são armazenados os resíduos são recicladas de outro produto ou reagente (Figura 4.36).

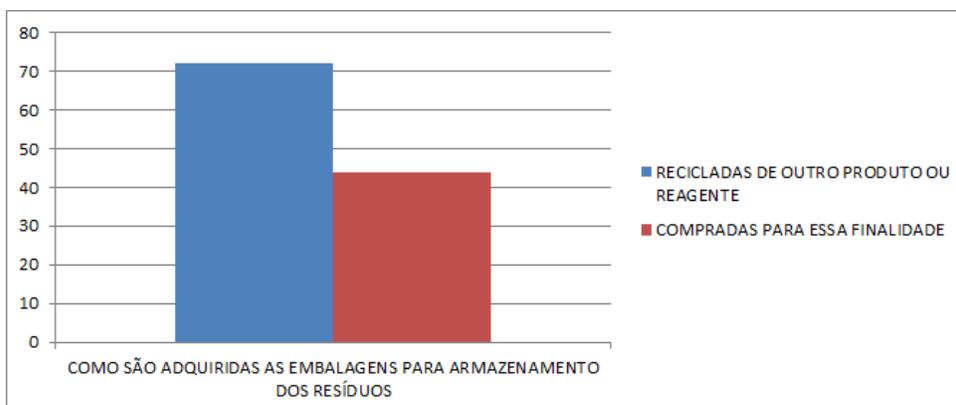


Figura 4.36: Maneira que as embalagens são adquiridas.

Um bom local para o armazenamento dos resíduos é em uma sala identificada fora do laboratório, pois assim os mesmos não ficarão no ambiente de trabalho dos pesquisadores. Observa-se que somente 8% dos laboratórios fazem isso (Figura 4.37).

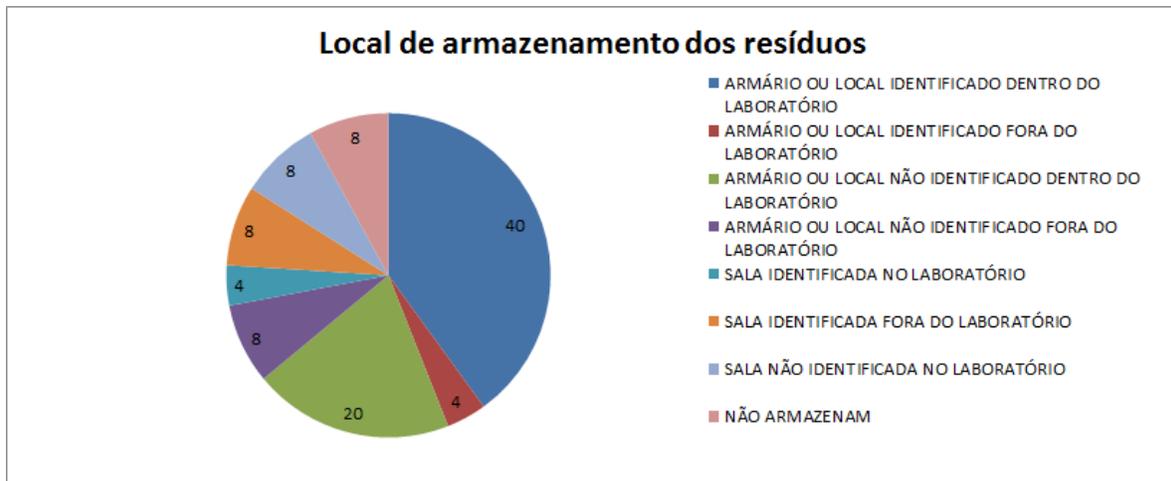


Figura 4.37: Local onde os laboratórios armazenam os resíduos.

Nota-se que o tempo ao qual os laboratórios mantem os resíduos armazenados é bem distinto (Figura 4.38). Isso dá-se a vários fatores diferentes, porém o principal é a quantidade de resíduo gerado em um certo tempo. Pois os laboratórios normalmente esperam conseguir uma quantidade de resíduo mínima para poder chamar a empresa autorizada para recolhê-lo, tendo assim que mantê-los armazenados até os mesmos chegarem a este volume.



Figura 4.38: Tempo médio que os laboratórios mantem os resíduos armazenados.

O pré-tratamento dos resíduos é algo que não é comum nos laboratórios avaliados (Figura 4.39).

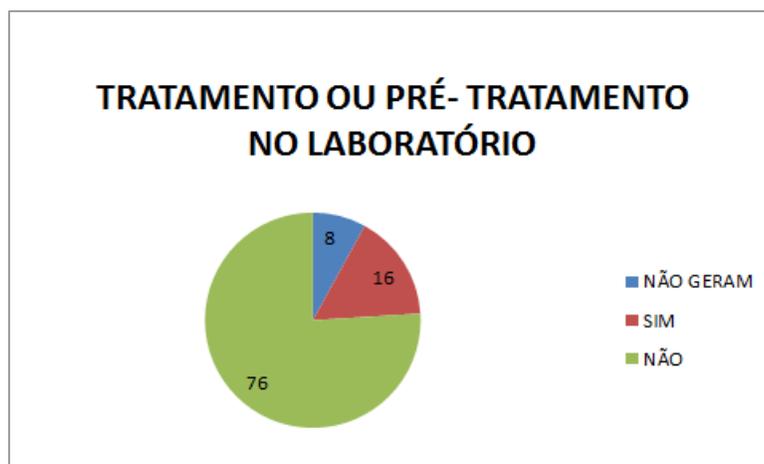


Figura 4.39: Recebem pré-tratamento.

É possível notar que na maioria das vezes a pessoa que gera é quem segrega e identifica os resíduos é o mesmo que o gerou (Figura 4.40). Isso pode ser adequado, já que a pessoa que o gerou deve conhecer o experimento, os reagentes e os produtos, logo sabendo os resíduos que são gerados.



Figura 4.40: Pessoa que segrega e identifica os resíduos.

As pessoas que transportam o resíduo para o local de armazenamento normalmente é a pessoa a qual o gerou (Figura 4.41).

Se propicia assim, em geral, que o resíduo seja transportado para o local onde deve ficar mais rapidamente, não ocupando espaço e não gerando risco para as pessoas do laboratório.



Figura 4.41: Quem transporta os resíduos ao local de armazenamento.

É possível perceber que ainda existem laboratórios que não obrigam os funcionários a utilizarem EPIs e EPCs ao transportarem os resíduos (Figura 4.42).

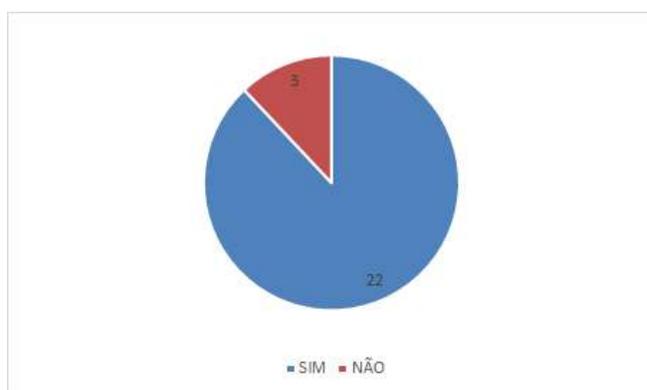


Figura 4.42: Pessoas que transportam os resíduos utilizam o EPIs e EPCs necessários.

Tabela 4.1: Gastos com resíduos.

Número de laboratórios	Gasto para tratamento de resíduos
19	Não sabem informar
1	R\$ 5.000,00
2	R\$4.000,00
2	R\$3.000,00
1	R\$2.000,00
2	Não geram resíduos

Através da tabela 4.1 pode-se notar que são poucos os laboratórios que sabem o quanto gastam para fazer o tratamento de seus resíduos. Tendo normalmente um gasto alto com os mesmos, já que a maioria assim que reúne o volume mínimo para que possa chamar a empresa que trata seus resíduos o faz.

Se houvesse uma comunicação entre os laboratórios para a junção dos resíduos compatíveis, estes economizariam nos gastos e armazenariam seus resíduos por bem menos tempo.

5 Conclusão

Através da pesquisa feita, percebemos que os laboratórios da EQ-UFRJ atuam de forma independente quando o assunto é tratamento de resíduos. Isto faz com que, em algumas situações, os mesmos armazenem resíduos durante muito tempo até que seja viável a coleta. Outros laboratórios não sabem o que fazer com os resíduos que geram, não reciclando e nem reutilizando os mesmos.

A maioria dos laboratórios não faz uso de fichas que em relação a segurança do laboratório, como ficha dos reagentes mais utilizados e resíduos mais gerados. Assim, em caso de acidente, a informação de como agir de acordo com o acontecimento estará em um local de fácil acesso. Diminuindo assim o tempo de reação para que a medida correta seja tomada.

Os laboratórios devem considerar a elaboração de uma organização interna para que passem a armazenar seus reagentes e resíduos em locais seguros, se possível fora do ambiente de trabalho e onde não haja fluxo grande de pessoas.

Em relação aos resíduos muitos laboratórios informaram que guardam os mesmos para recolhimento pela própria universidade. Porém, durante o tempo de execução deste trabalho não houve divulgação de programa de recolhimento de resíduos pela universidade dentro da Escola de Química.

Uma opção seria a EQ-UFRJ criar um programa de gerenciamento de resíduos, onde integre todos os laboratórios. Isso seria uma vantagem principalmente para os laboratórios, já que não iriam ter que armazenar seus resíduos por tanto tempo e teriam a possibilidade de redução de custos, reciclo e reutilização de componentes químicos.

Existe ainda a possibilidade da criação de disciplinas e laboratórios para fins de tratamentos de resíduos.

Referências bibliográficas

- [1] LACERDA, L.D. Mianamata, livre de mercúrio. *Ciência Hoje*, v.23, n.133, p.24-31, 1997.
- [2] <http://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2013/10/residuos-de-usina-vaza-em-rio-e-mata-milhares-de-peixes-em-descalvado.html>
acessado em: 04/02/2015 às 23:54
- [3] ASHBROOK, P. C.; REINHARDT, P.A. Hazardous wastes in academia. *Environmental Science & Technology*, v.19, n.2, p.1150-1155, 1985.
- [4] NBR 10004 ABNT 2004
- [5] JARDIM W. F. Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa, *Química Nova*, v.21,n.5,p.671-673, 1998.
- [6] TAVARES G. A.; BENDASSOLLI J. A. Implantação de um programa de gerenciamento de resíduos químicos e águas servidas nos laboratórios de ensino e pesquisa no CENA/USP. *Química Nova*, v.28,n.4,p.732-738, 2005.
- [7] CUNHA C. J. O programa de gerenciamento dos resíduos laboratoriais do Depto de química UFPR. *Química Nova*, v.24, n.3, 424-427,2001
- [8] ALBERGUINI, L. B.; SILVA L. C.; RESENDE, M. O. O.; Laboratório de resíduos do Campus da USP-São Carlo - Resultados da experiência pioneira em gestão e gerenciamento de resíduos químicos em um campus universitário. *Química Nova*, v.26, n.2, p.291-295, 2003
- [9] IMBROISI D.; GUARITÁ-SANTOS A. J. M.; BARBOSA S. S.; SHINTAKU S. F.; MONTEIRO H. J.; PONCE G. A. E.; FURTADO J. G.; TINOCO C. J.; MELLO D. C.; MACHADO P. F. L. Gestão de resíduos químicos em universidades: Universidade de Brasília em foco. Instituto de Química, Universidade de Brasília, CP 4417,70919-970 Brasília-DF

- [10] GERBASE, Annelise E.; COELHO, Fernando S. and MACHADO, Patrícia F. L.. Gerenciamentos de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. *Química Nova*. v.28, n.1, p.3-3, 2005
- [11] DRUZZIAN E. T. V.; SANTOS R. C. Sistema de gerenciamento ambiental (SGA): Buscando uma resposta para os resíduos de laboratórios das instituições de ensino médio e profissionalizante. Disponível em <http://gaia.liberato.com.br/ojs/index.php/revista/article/view/77/69> acessado em 06/02/2015 às 20:35
- [12] RUSSO M. A. T. Tratamento de resíduos sólidos. Universidade de Coimbra, Faculdade de ciências e Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil, 2003
- [13] O uso de questionários em trabalhos científicos, http://www.inf.ufsc.br/verav/Ensino_2013.2/O_uso_de_questionarios_em_trabalhos_cient%EDficos.pdf acessado em 02/02/2015
- [14] Nolasco F. R., Tavares G. A., Bendassoli J. A., Implantação de programas de gerenciamento de resíduos químicos laboratoriais em universidades: análise crítica e recomendações. *Nova Técnica*. v.11, n.2, p.118-124, 2006
- [15] Demaman, Anelise S.; et all. Programa de gerenciamento de resíduos dos laboratórios de graduação da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. *Química Nova*, vol. 27. Número 4, 2004.
- [16] Krasilchik, M. Educação ambiental na escola brasileira - passado, presente e futuro. *Ciência e Cultura*, Rio de Janeiro, v.28, n.12, p.1958-1961, 1986.
- [17] Izzo, R. M. Waste minimization and pollution prevention in university laboratories. *Chemical Health & Safety*, p.29-33, May/June 2000.
- [18] VEGA, C. A.; OJEDA-BENÍTEZ, S.; RAMIREZ-BARRETO, M. Mexican educational institutions and waste management programmes: a University case study. *Resources Conservation & Recycling*, Amsterdam, v. 39, p. 283-296, 2003.

- [19] Furiam, S. M.; Günther, W. R. Avaliação da educação ambiental no gerenciamento dos resíduos sólidos no campus da Universidade Estadual de Feira de Santana. *Sitientibus*, Feira de Santana, n.35, p.7-27, jul./dez. 2006
- [20] Renato Sanches Freire, R. S.; Pelegrini, R.; Kubota L. T.; Durán N. Novas tendências para o tratamento de resíduos industriais contendo espécies organocloradas. *Química Nova*. v. 23 n. 4, p.504-511, 2000
- [21] Chadbourne, J. F. In *Standard Handbook of Hazardous Waste Treatment and Disposal* ; Freeman, H.M.; Ed.; Mc Graw Hill, New York, 1989; p.8-57
- [22] AMARAL, S. T. et al. Relato de uma experiência: recuperação e cadastramento de resíduos dos laboratórios de graduação do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. *Química Nova*, v. 24, n. 3, p. 419-423, 2001