

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA**

**MAYRA DOS SANTOS LOPES**

**PRÁTICAS DE GERENCIAMENTO APLICADAS À RESÍDUOS QUÍMICOS EM  
LABORATÓRIO DE ENSINO E PESQUISA NO MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA DO  
SUL - RS**

**CAÇAPAVA DO SUL  
2018**

**MAYRA DOS SANTOS LOPES**

**PRÁTICAS DE GERENCIAMENTO APLICADAS A RESÍDUOS QUÍMICOS EM  
LABORATÓRIO DE ENSINO E PESQUISA NO MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA DO  
SUL - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Engenharia  
Ambiental e Sanitária da Universidade  
Federal do Pampa, requisito parcial para  
obtenção do Título de Bacharel em  
Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientador: Prof. Dr<sup>a</sup>. Cristiane Heredia  
Gomes

**CAÇAPAVA DO SUL  
2018**

**MAYRA DOS SANTOS LOPES**

**PRÁTICAS DE GERENCIAMENTO APLICADAS À RESÍDUOS QUÍMICOS EM  
LABORATÓRIO DE ENSINO E PESQUISA NO MUNICÍPIO DE CAÇAPAVA DO  
SUL - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia e Sanitária da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido parcialmente em julho de 2018.  
Banca examinadora:

---

Prof. Dr<sup>a</sup>. Cristiane Heredia Gomes  
Orientadora  
UNIPAMPA

---

Prof. Dr. Júlio César Mendes Soares  
UNIPAMPA

---

Prof. Dr. Pedro Daniel da Cunha Kemerich  
UNIPAMPA



## RESUMO

A preocupação com gerenciamento, descarte e disposição final dos resíduos é uma temática global independentemente da origem ou de qual forma os resíduos se apresentam no ambiente. Dentro das Universidades a preocupação com o gerenciamento de resíduos é uma preocupação recorrente devido ao papel importante que as mesmas desempenham perante a sociedade. Em relação aos resíduos químicos, os mesmos apresentam um risco intrínseco e exigem cuidados específicos em relação a sua gestão. O presente trabalho apresenta um estudo realizado no laboratório de Química da UNIPAMPA em Caçapava do Sul e tem como objetivo o monitoramento das atividades geradoras de resíduos químicos laboratoriais e a partir da aquisição de dados relacionados ao qualitativo do ativo e passivo realizados no local, realizar a proposição práticas de gerenciamento adequadas aos problemas passíveis de solução, visto que a implementação de práticas de gerenciamento apesar de serem muito importantes, não são amplamente utilizadas e nem discutidas dentro das Instituições de Ensino. Infelizmente através deste estudo pode-se observar que problemas relacionados a falta de gerenciamento ou a prática inadequada do mesmo é um problema recorrente em várias Instituições de Ensino, seja pela falta de infraestrutura ou até mesmo informação. Nem todos os problemas são passíveis de solução imediata, porém algumas práticas simples podem amenizar algumas situações.

Palavras – Chave: Gestão universitária – Ações de minimização - Meio ambiente.

## **ABSTRACT**

The concern with management, disposal and final disposal of waste is a global theme irrespective of the origin or form of the waste present in the environment. Within universities, the concern with waste management is a recurring concern due to the important role they play in society. In relation to chemical residues, they present an intrinsic risk and require specific care in relation to their management. The present work presents a study carried out in the Chemistry laboratory of UNIPAMPA in Caçapava do Sul and has as objective the monitoring of the activities generating laboratory chemical residues and from the acquisition of data related to the qualitative of the assets and liabilities carried out in the place, proposing management practices appropriate to the problems that can be solved, since the implementation of management practices, although very important, are not widely used or discussed within the Institutions of Education. Unfortunately through this study it can be observed that problems related to the lack of management or the inadequate practice of it is a recurring problem in several educational institutions, either due to the lack of infrastructure or even information. Not all problems are possible to solve immediately, but some simple practices can ease some situations

**Keywords:** University management - Minimization actions – Environment.

.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Classificação dos resíduos sólidos.....	12
Figura 2: Disposição dos resíduos químicos conforme suas características.....	17
Figura 3: Tratamentos possíveis no laboratório gerador.....	20
Figura 4: Fluxograma das atividades desenvolvidas.....	24
Figura 5: Localização da área de estudo.....	25
Figura 6: Substâncias utilizadas no laboratório de estudo.....	26
Figura 7: Locais de Armazenamento dos reagentes.....	27
Figura 8: Destinação de reagentes fora do prazo de validade.....	27
Figura 9: Descarte dos resíduos do laboratório.....	28
Figura 10: Período de armazenamento.....	29
Figura 11: Armazenamento dos reagentes.....	29
Figura 12: Armazenamento dos reagentes.....	30
Figura 13: Rotulagem e identificação dos reagentes.....	31
Figura 14: Reagentes fora do prazo de validade.....	31
Figura 15: Disposição dos resíduos.....	32
Figura 16: Disposição dos resíduos.....	32
Figura 17: Disposição dos resíduos dentro do laboratório.....	33
Figura 18: Contêineres e bandejas para contenção de vazamentos.....	34
Figura 19: Contêineres e bandejas para contenção de vazamentos.....	35
Figura 20: Identificação das embalagens.....	35
Figura 21: Rótulo de identificação para resíduos.....	36
Figura 22: Embalagens dos resíduos.....	37
Figura 23: Diferença na viscosidade.....	40

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1- Respostas obtidas através do questionário.....	28
Tabela 2: Tipos de coletores e suas descrições.....	37
Tabela 3: Substâncias químicas e os tipos de coletores correspondentes.....	38



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	8
2	RESÍDUOS .....	10
2.1	Resíduos Sólidos .....	10
2.1.1	Classificação dos resíduos sólidos .....	11
2.2	Resíduos na forma líquida .....	15
2.3	Resíduos Químicos .....	16
2.4	Gerenciamento de Resíduos Químicos .....	17
2.4.1	Importância do gerenciamento de resíduos .....	21
3	METODOLOGIA.....	23
3.1	Metodologia da Pesquisa .....	23
3.2	Estudo de caso .....	25
3.2.1	Apresentação da área de estudo .....	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	26
4.1	Dados obtidos através de questionário .....	26
4.2	Armazenamento dos reagentes .....	29
4.3	Armazenamento e caracterização dos resíduos .....	32
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	41
	REFERÊNCIAS.....	43

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento da quantidade de resíduos gerados das mais diversas origens é ocasionado principalmente devido aos crescentes processos de urbanização que englobam desde a migração de populações rurais para os centros urbanos, até o incentivo ao consumo desenfreado por bens descartáveis. Contribuem também, para o aumento da problemática, o crescimento industrial e desenvolvimento tecnológico, gerenciamento pouco ordenado dos resíduos, falta de estrutura pública e privada (TOSTA, 2014).

Os laboratórios das Instituições de Ensino no Brasil, mais especificamente os relacionados à química sejam eles destinados à ensino, pesquisa ou extensão geram resíduos químicos com características complexas, de distintas composições e em quantidades extremamente reduzidas quando comparados aos resíduos químicos provenientes da produção industrial, fato que causa diversos erros em relação ao gerenciamento dos mesmos tendo em vista que frequentemente são manuseados de maneira incorreta e até mesmo descartados em locais inapropriados (NOLASCO *et al* 2006).

Devido há pouca quantidade de resíduos gerados por este tipo de instituição laboratorial diversas vezes, etapas como gerenciamento e descarte inadequado deste tipo de resíduo acabam passando despercebidos, entre os órgãos fiscalizadores. Este tipo de constatação leva a importantes discussões, motivadas inclusive pelo importante papel que as Instituições de ensino desempenham e exercem diante da formação de recursos humanos e também na difusão e ampliação da conscientização e implementação de práticas de gestão ambiental (TOSTA, 2014).

Embora os sistemas de gerenciamento de resíduos químicos ainda sejam um tema que vem sendo abordado mais amplamente no Brasil a partir do século XXI, ainda é considerado como um sistema inovador e não aplicado como via de regra em todas as Instituições geradoras. Desta forma, se pode citar algumas Instituições que implantaram programas de gerenciamento de sucesso e merecem destaque, dentre eles a Universidade de São Paulo - USP (Campus de São Paulo e São Carlos), Universidade de Campinas - Unicamp, Instituto de Química da Universidade

do Rio de Janeiro - IQRJ e, também a Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS (NOLASCO *et al*, 2006).

Diante deste contexto, este trabalho tem como objetivo geral identificar as atividades geradoras de resíduos químicos em laboratório de Química da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, Campus Caçapava do Sul, com o intuito de aplicar práticas de gerenciamento de resíduos químicos no local.

## 2 RESÍDUOS

Resíduos são reconhecidos como uma das maiores formas de poluição ambiental em escala global, isto ocorre devido a diversos fatores tais como: utilização de materiais não degradáveis, ineficácia de programas de gerenciamento e não cumprimento de leis, entre outros (SIQUEIRA, 2012). Pelo fato de apresentarem diversas composições e complexidade, suas características físicas, químicas, biológicas e também a forma na qual se apresentam variam conforme sua fonte geradora. Tendo em vista estes fatos, cada um necessita de práticas adequadas de gerenciamento, manejo, tratamento e destinação final (ZANTA, 2006).

### 2.1 Resíduos Sólidos

Segundo a NBR 10.004/2004 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), resíduos sólidos são aqueles que:

Resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções, técnica e economicamente, inviáveis em face à melhor tecnologia disponível (ABNT, 2004 p. 71).

Já a Política Nacional dos Resíduos Sólidos – PNRS define resíduos sólidos como aqueles que:

Material, substância, objeto ou bem resultante de atividades humanas em sociedade cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (PNRS, 2010 p.1).

Para Penatti (2008), os resíduos podem ser descritos como rejeitos gerados pelo homem que não podem fluir diretamente para os corpos hídricos, solos e ar. Já Silva (2004), resíduos sólidos podem ser considerados como qualquer mistura de

materiais ou restos destes, oriundos dos mais diversos tipos de atividades antropogênicas e podem ser classificados de acordo com a sua natureza física, composição química e os riscos potenciais que oferecem ao meio ambiente e a saúde pública.

### **2.1.1 Classificação dos resíduos sólidos**

A classificação de resíduos sólidos envolve a identificação do processo ou atividade de origem, constituintes e características. Além de suas comparações com listagens de resíduos e substâncias cujo impacto à saúde e ao meio ambiente já se tem conhecimento (Lessa, 2010). Realizar a classificação adequada dos resíduos é de extrema importância, pois através da mesma é possível traçar um panorama a respeito de quais tipos de impacto o resíduo pode causar ao meio ambiente, facilitando as etapas posteriores de gerenciamento propostas pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), que indica o emprego dos 3Rs que são: reduzir, reutilizar e reciclar.

Onde, reduzir parte do princípio da diminuição do consumo de produtos preferencialmente optando pelos que oferecem maior durabilidade e, portanto, propiciam um menor potencial gerador de resíduos, desperdício de água e recursos naturais, esta etapa é de suma importância pois através dela é possível a minimização de gastos com gerenciamento e tratamentos posteriores (Andreoli *et al.*, 2014).

Andreoli *et al.*, (2014) afirma ainda que reutilizar engloba a recuperação máxima do produto até o descarte ou ainda o reenvio ao processo produtivo visando o mesmo fim ou ainda a reinserção no mercado. Durante esta etapa é possível propiciar um aumento na vida útil dos produtos e dos aterros sanitários, além de economizar a extração de matérias-primas virgens.

Por fim a reciclagem, que envolve um conjunto de técnicas que tem como propósito o aproveitamento e a transformação dos produtos ou materiais em outros por meio de processos industriais ou artesanais, esses materiais precisam ser coletados, separados e processados antes da transformação.

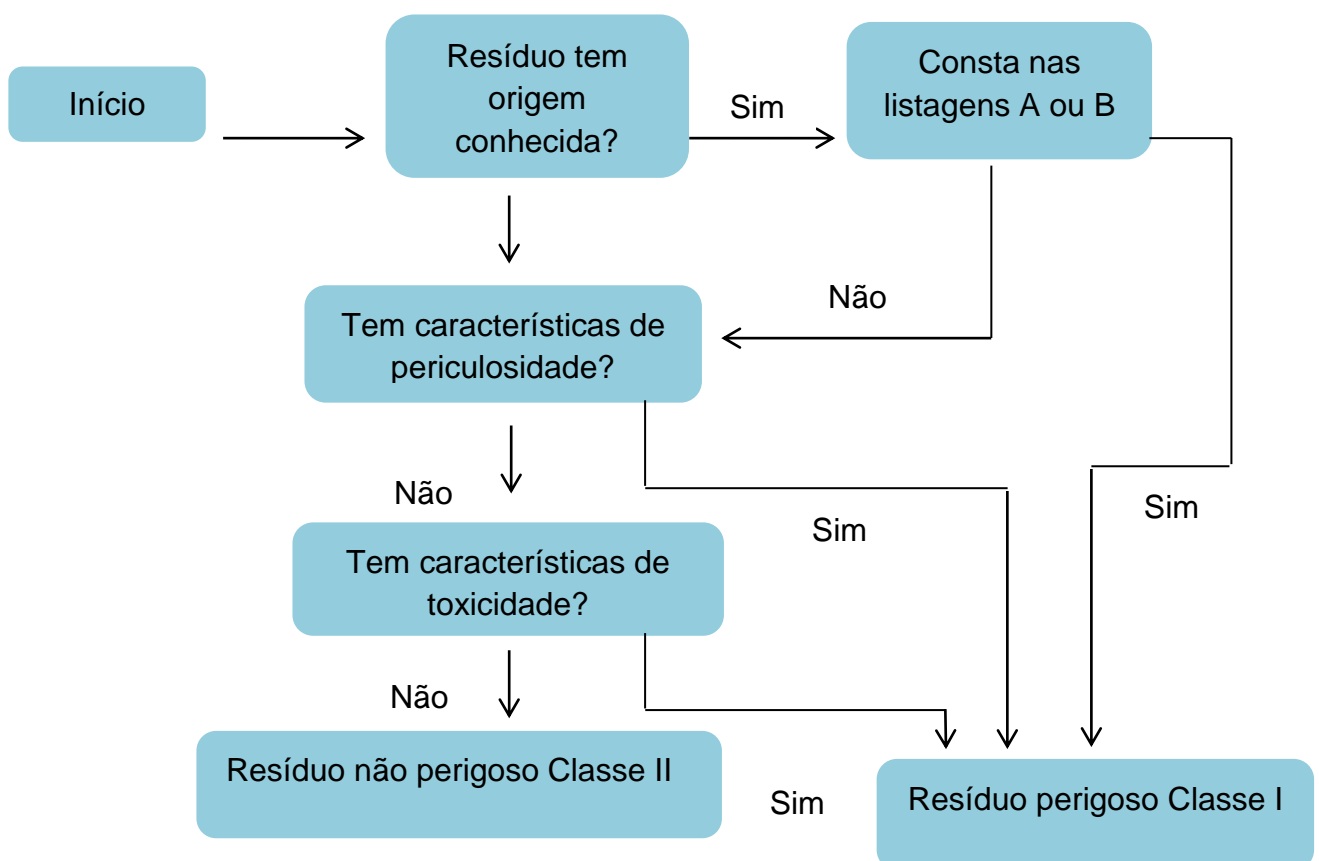
Em resumo os 3Rs são ações baseadas no sistema de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável e possuem como principal objetivo através do conjunto de ações a minimização de resíduos enviados ao descarte final. Segundo Andreoli *et*

al (2014), é importante salientar que um manejo ambientalmente saudável juntamente com práticas de minimização implica em uma oportunidade única de conciliação entre desenvolvimento e proteção ambiental.

Lessa (2010) afirma ainda, que a segregação dos resíduos na fonte geradora bem como a identificação da sua origem são partes integrantes dos laudos de classificação, onde a descrição de matérias - primas de insumos e do processo no qual o resíduo foi gerado devem ser descritos. Além disso, a identificação dos constituintes a serem avaliados na caracterização dos resíduos deve ser estabelecida em conformidade com as matérias – primas, insumos e os processos aos quais lhes deram origem.

A figura 1 representada pelo fluxograma abaixo, ilustra de maneira simplificada como classificar os resíduos sólidos de acordo com a NBR 10004.

Figura 1: Classificação dos resíduos sólidos.



Fonte: Lessa (2010).

Segundo a PNRS os resíduos podem ser classificados quanto à origem e periculosidade. Em relação à origem são subdivididos entre: resíduos domiciliares, resíduos de limpeza urbana, resíduos sólidos urbanos, resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço, resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, resíduos industriais, resíduos de serviços de saúde, resíduos da construção civil, resíduos agrossilvopastoris, resíduos de serviços de transportes e resíduos de mineração.

De acordo com a classificação segundo a origem, os resíduos sólidos domiciliares são aqueles gerados a partir da rotina diária das residências (MACHIONE, 2014). Por apresentarem uma grande diversidade em sua composição, alguns podem apresentar toxicidade e representar perigo à saúde e ao meio ambiente (HAMADA, 2003). Em termos quantitativos, eles representam a maioria dos resíduos sólidos urbanos e devem ser descartados após separação dos recicláveis em aterros controlados ou sanitários, os resíduos de origem orgânica podem ser reaproveitados através de técnicas de compostagem (GRINBERG, 2012).

Com relação aos resíduos de limpeza urbana podem ser descritos como aqueles provenientes de varrição, limpeza de logradouros e vias públicas, além de outros serviços de limpeza urbana. O poder público é o responsável por este tipo de resíduo e sua destinação final deve estar em conformidade com a legislação vigente (BRASIL, 2010). Já resíduos originários de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviço variam de acordo com a atividade realizada pelo estabelecimento gerador de acordo com Bezerra (2016), de maneira geral, este tipo de resíduos possui similaridade com os resíduos sólidos domiciliares.

Serviços públicos de saneamento básico e instalações operacionais de abastecimento de água, esgoto, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais também geram resíduos. Para o gerenciamento deste tipo de resíduos Santos (2015) afirma que se faz necessária a adoção de planos de saneamento básico que devem ser elaborados através das administrações públicas municipais, bem como os resíduos da construção civil que também necessitam de planos de gerenciamento a fim de uma destinação final adequada.

A indústria também produz uma quantidade significativa de resíduos e devido a sua composição variada necessitam de tratamentos especiais, pois os mesmos apresentam alto potencial contaminante ao meio ambiente e também à saúde

(TOCCHETTO, 2009). Além dos resíduos industriais, unidades de atendimento a saúde humana ou animal, laboratórios analíticos de produtos para a saúde, serviços de medicina em geral, drogarias e farmácias, estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde, unidades móveis de atendimento à saúde dentre outros similares também originam resíduos que merecem atenção especial. Este tipo de resíduo deve ser disposto conforme as suas características específicas. Esta destinação pode ser realizada das seguintes formas: aterros sanitários e aterros de resíduos perigosos classe I (para resíduos industriais), aterro controlado e valas (ANVISA, 2006).

Segundo NEVES *et al.*, (2016), além de todos os tipos de resíduos citados existem ainda os resíduos de transportes e de mineração, dentre os quais apresentam maior motivo de preocupação os resíduos produzidos a partir de atividades mineradoras devido ao seu grande potencial contaminante por conta de sua alta complexidade e diversidade. Este tipo de resíduo deve passar por processos de triagem e classificação para assim poderem ser encaminhados ao descarte final adequado de acordo com suas características. A disposição final pode ser em aterros sanitários ou industriais (dependendo de sua classificação). É importante lembrar que existem ainda os rejeitos que apresentam condições de reutilização e não necessitam ser descartados imediatamente (NEVES *et al.*, 2016). No que diz respeito aos resíduos provenientes de serviços de transporte, que são definidos como aqueles originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários são normalmente de responsabilidade das empresas que operam estes terminais, as quais devem elaborar planos de gerenciamento adequados à destinação final dos mesmos (BRASIL, 2010).

Em relação à periculosidade, a PNRS divide os resíduos em duas classes: a primeira diz respeito aos resíduos perigosos e a segunda aos resíduos não perigosos.

- a) Resíduos Perigosos: aqueles que em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou a qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica.
- b) Resíduos Não Perigosos: aqueles que não estão enquadrados na alínea "a" (BRASIL, 2010 p.3).



A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em sua NBR 10004 (2004) classifica ainda os resíduos de classe II – Não perigosos, subdividindo-os ainda em duas subclasses: classe II A – Não inertes e resíduos classe II B – Inertes.

- c) Resíduos classe II A – Não inertes: são aqueles que se enquadram nas classificações de resíduos classe I – Perigosos ou de resíduos classe II B – Inertes. Esses resíduos podem ter propriedades de biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água, e
- d) Resíduos classe II B – Inertes: São aqueles resíduos que quando submetidos a um contato dinâmico ou estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água, executando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor (ABNT, 1987 p.3 ).

A PNRS cita também que para realização da gestão integrada são necessárias ações específicas a serem desenvolvidas, com vistas à utilização racional dos recursos ambientais, combatendo formas de desperdício e minimização da geração de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

## 2.2 Resíduos na forma líquida

Segundo Andreoli *et al.*, (2014) é importante destacar que todos os resíduos independentes do seu estado físico ser líquido ou pastoso é caracterizado como um resíduo sólido.

Resíduos apresentados sob a forma líquida em sua maioria podem ser descritos como os provenientes de domicílios e indústrias. Este tipo de resíduo quando encaminhado às estações de tratamento de efluentes necessitam de tratamentos específicos devido ao fato de apresentarem grande complexidade em sua composição dificultando muitas vezes o tratamento dos mesmos.

Ao chegar às estações de tratamento de efluentes os resíduos passam por processos de tratamentos químicos e biológicos a fim de reduzir drasticamente ou eliminar contaminantes que sejam potenciais poluidores.

Para Menezes (1995), efluentes de origem domiciliar são constituídos basicamente por água potável juntamente à dejetos fisiológicos, detergentes sintéticos, restos de alimentos, cosméticos, sais, óleos e outros tipos de impurezas geradas pelo uso. Chernicharo *et al.*, (2013) dizem que os efluentes domiciliares são caracterizados de maneira geral como impurezas incorporadas à água em decorrência do uso ao qual a mesma foi destinada. Além disso, estes mesmos

autores salientam, que embora este tipo de efluente passe muitas vezes despercebido no cotidiano populacional ele apresenta alto potencial contaminante devido a diversidade de componentes envolvidos.

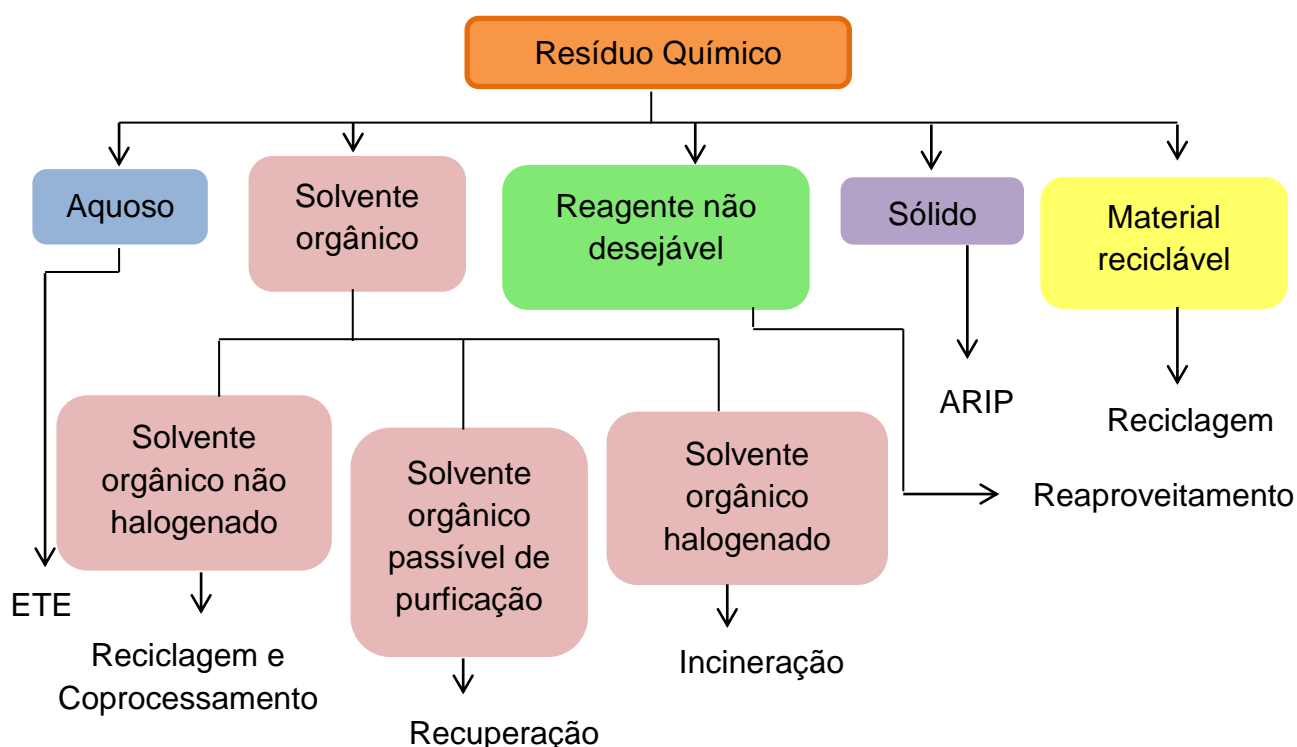
No que diz respeito aos efluentes de origem industrial sua composição varia muito de acordo com o emprego da água em diversos processos e variam de acordo com o tipo de produção desenvolvida pela indústria geradora este tipo de efluente é bastante complexo podem conter os mais distintos componentes (MENEZES, 1995).

Chernicharo *et al.*, (2013) elucidam ainda que, o tratamento de efluentes divide-se basicamente em duas etapas: a primeira físico-química na qual é realizada a remoção dos contaminantes através de reações químicas que efetuam a separação das fases sólidas e líquidas do efluente. Durante a segunda etapa denominada de etapa biológica, na qual é realizado um tratamento através de bactérias e outros microorganismos que tem como objetivo o consumo da matéria orgânica através do processo respiratório. Além destas duas principais fases, Chernicharo *et al.*, (2013) salienta que existem várias outras etapas inclusas dentro das mesmas como, por exemplo, em uma estação de tratamento de efluente convencional o efluente passa por cinco etapas distintas: pré tratamento, tratamento primário, tratamento secundário, tratamento do lodo e tratamento terciário antes que tenha condições de ser reintroduzido ao meio ambiente ou ser reutilizado.

### **2.3 Resíduos Químicos**

Apesar de não existir uma classificação específica para os resíduos químicos, Marinho *et al.*, (2011) afirmam que como via de regra os mesmos são classificados como perigosos (classe I). Eles se enquadram nesta classificação devido ao fato de normalmente apresentarem pelo menos uma das seguintes características: reatividade, inflamabilidade, corrosividade ou toxicidade. Porém os mesmos não são passíveis de segregação e podem ser dispostos de maneiras distintas conforme suas características como ilustra a figura 2.

Figura 2: Disposição dos resíduos químicos conforme suas características



Fonte: Oliveira *et al* (2015).

Lessa (2010) destaca ainda, que os resíduos radioativos devem ser descartados segundo normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear. Já os resíduos patogênicos ou materiais bioativos devem ser tratados segundo as normas do Ministério da Saúde. Sobre os resíduos químicos de laboratórios de pesquisa este autor diz ainda, que não há uma norma que especifique a classificação, tratamento e descarte podendo-se então adotar a Norma ABNT 10004.

## 2.4 Gerenciamento de Resíduos Químicos

Para a realização de um panorama diretamente relacionado à problemática dos resíduos químicos, é necessário levar em consideração que a Química é uma das Ciências que mais trouxe benefícios à sociedade através de seus estudos e descobertas principalmente durante os últimos anos com o avanço tecnológico crescente. Entretanto, o questionamento mais relevante e causador de preocupação de acordo com Penatti (2008) está relacionado ao uso inadequado da química no que se refere principalmente aos danos e riscos ambientais ocasionados através da geração de resíduos desta natureza e do descarte inadequado dos mesmos.

Para a disposição final adequada dos resíduos químicos se faz necessária a implementação de medidas de gerenciamento que envolvam uma série de etapas as quais incluem: realização de um inventário, proposição de medidas de minimização, segregação, acondicionamento, rotulagem dos resíduos, tratamento, armazenamento e transporte, para então o descarte final dos mesmos (DI VITTA, 2002). Cada uma destas etapas deve ser devidamente registrada para a comprovação de que a realização do descarte dos resíduos químicos gerados em uma determinada atividade foi efetuado de maneira correta.

- **Inventário dos resíduos:** consiste na averiguação dos tipos de resíduo gerado e suas respectivas quantidades, isto engloba inclusive os reagentes existentes no laboratório já que os mesmos serão as fontes geradoras de resíduos futuramente. Além disso, a existência de reagentes sem uso, fora do prazo de validade, deteriorados ou sem identificação devem ser levados em consideração igualmente tendo em vista que estas substâncias deverão ser tratadas ou dispostas adequadamente em função de suas características específicas (DI VITTA, 2002).

- **Proposições de medidas de minimização:** A partir da aquisição dos dados obtidos através da realização do inventário é possível realizar a proposição de medidas de minimização. Estas propostas de minimização podem ser sucintamente descritas como ações que tem como objetivo a redução na quantidade ou na toxicidade de um resíduo antes de seu tratamento. Esta redução pode ser executada na fonte, quando algum determinado resíduo deixa de ser produzido ou ainda pode ser realizada através de técnicas de reaproveitamento sejam elas via reciclagem ou reuso. Di Vitta (2002) salienta também, que dentre as medidas de minimização estão inclusas a redução da escala de experimentos e também a substituição de processos ou reagentes por outros que não estão sendo utilizados sempre que possível.

- **Segregação de resíduos químicos:** Consiste basicamente na separação dos mesmos de acordo com suas propriedades químicas, físicas e biológicas, com seu estado físico, tratamentos ou utilizações. Segundo a CETESB (2004) a segregação deve ser efetuada sempre no momento e no local de sua geração, este fato facilitará outras etapas que podem ser empregadas como: reutilização, reciclagem ou tratamentos mais seguros e de valor mais reduzido. Para Di Vitta (2002) o primeiro critério a ser considerado durante a segregação é a periculosidade, assim sendo, o resíduo perigoso deve ser imediatamente separado de outro não perigoso. Já o

segundo critério importante a ser observado tem relação com o estado físico dos resíduos separando-se assim, os resíduos sólidos dos resíduos líquidos.

A incompatibilidade química é outro fator que deve ser levado em consideração principalmente durante a realização do descarte dos resíduos. Tendo em vista que resíduos que contém substâncias incompatíveis devem ser previamente segregadas a fim de evitar a ocorrência de reações indesejadas e consequentemente possíveis acidentes.

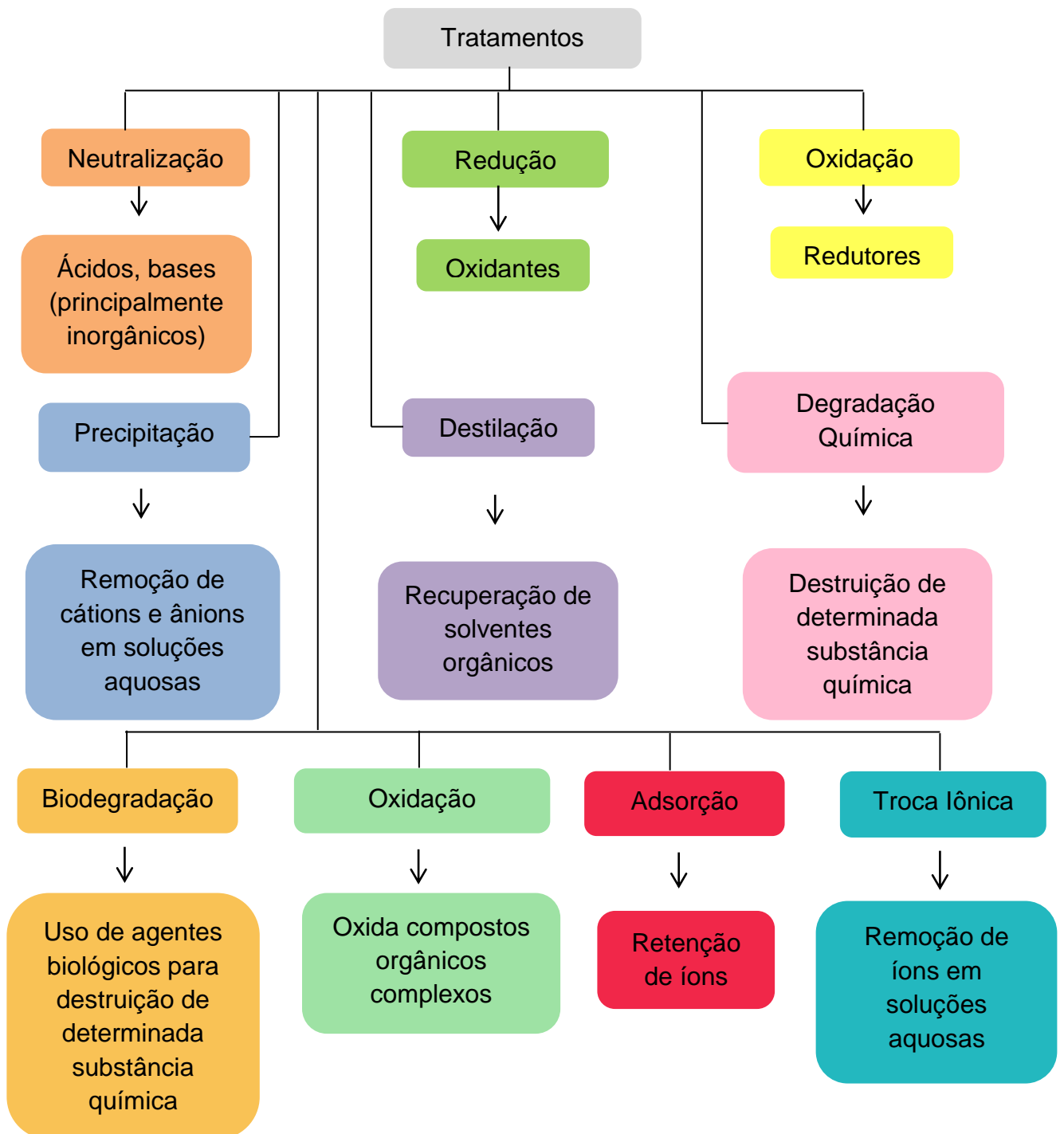
Uma vez que os critérios citados acima sejam obedecidos, pode-se então analisar os possíveis tratamentos a serem realizados ou a aplicação do resíduo tendo em vista que enquanto os resíduos que serão reaproveitados serão segregados, os que apresentarem possibilidade de tratamento poderão ser reunidos (DI VITTA, 2002).

- **Acondicionamento de resíduos químicos:** após a segregação os resíduos devem ser acondicionados em recipientes resistentes e quimicamente compatíveis. Estes recipientes devem ser tampados e rotulados, visando prevenir a ocorrência de possíveis acidentes (DI VITTTA, 2002).

- **Rotulagem de resíduos:** as etiquetas utilizadas deverão ser confeccionadas em material resistente ao armazenamento e manuseio dos resíduos e nas mesmas devem conter ainda a identificação do resíduo como, por exemplo, “RESÍDUO PERIGOSO”, nome do resíduo. Bem como, sua composição qualitativa, frases ou símbolos de risco, identificação do responsável pela geração, volume armazenado e data de armazenamento.

- **Tratamento:** existem diversos tipos de tratamentos que podem ser empregados para que um resíduo deixe de ser perigoso ou ainda para a redução de periculosidade do mesmo. Além disso, os tratamentos proporcionam que algumas substâncias químicas sejam reutilizadas. Outros tratamentos proporcionam que algumas substâncias químicas sejam reutilizadas, alguns destes tratamentos podem ser realizados no próprio laboratório gerador, outro laboratório ou ainda por meio de empresas especializadas (DI VITTA *et al.*, 2012, MANAHAN, 2001, ALBERGUINI, 2005, AFONSO, 2003). Os tratamentos empregados envolvem os processos descritos na figura 3.

Figura 3: Tratamentos possíveis no laboratório gerador.



Fonte: Di Vitta *et al.*, (2012).

- **Armazenamento:** caso os resíduos não sejam passíveis de tratamento no laboratório gerador, os mesmos devem ser armazenados temporariamente até que sejam enviados a empresa especializada de modo adequado para que suas características sejam mantidas. O armazenamento deve ser realizado preferencialmente fora do laboratório sempre que possível. Longe de fontes de calor,

luz e água. Devem ainda, estar separados de acordo com sua compatibilidade química. Além disso, é recomendado que seja elaborada uma ficha de emergência do resíduo (ABNT, 2011) caso ocorra algum tipo de acidente. Se faz necessária ainda a averiguação das condições dos recipientes e de suas etiquetas com uma determinada periodicidade (DI VITTA, 2002).

- **Transporte:** quando não houver alternativas ou condições de tratamento para os resíduos químicos, estes devem ser encaminhados para uma unidade de tratamento ou de disposição final. Durante a realização deste processo, é necessário que sejam utilizadas técnicas que permitam a preservação e integridade das características e sejam mantidas as quantidades do resíduo. De acordo com Di Vitta (2002), para que seja assegurada esta preservação dos resíduos, a legislação brasileira que trata de resíduos perigosos (Resolução N° 420 da Agência Nacional de Transportes Terrestres exige uma série de itens, como uso de embalagens homologadas pelo INMETRO Portaria 73/06). Embalagens estas que são resistentes a choques e a operações de carregamentos durante o transporte e o transbordo ou qualquer outra operação. Outro ponto importante diz respeito à confecção de rótulos e de fichas com dados de segurança de resíduos químicos, que devem ser confeccionados segundo a norma NBR 16725 (ABNT).

- **Disposição final:** caso não seja viável a realização de tratamento disponível para o resíduo químico o mesmo deve ser enviado para um aterro que obedeça a critérios técnicos de construção e operação e podem receber principalmente resíduos sólidos e semissólidos (DI VITTA, 2012).

- **Registros:** como última etapa realizada pelo gerenciamento Di Vitta (2002) aconselha o registro de todas as atividades realizadas durante as etapas anteriores. Assim, todos os dados gerados devem estar catalogados e devem ser guardados para a comprovação dos procedimentos realizados.

#### 2.4.1 Importância do gerenciamento de resíduos

A Constituição Federal (1988) Art. 225 cap. VI que diz respeito ao meio ambiente cita que:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao

Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988 p. 40).

Contudo, diariamente grandes fluxos de elementos artificiais em diferentes concentrações e muitos destes tóxicos ou nocivos à biosfera são depositados a todo instante no ambiente. Muitas vezes de maneira inadequada e inseridos ao sistema dinâmico da natureza interferindo no ecossistema como um todo. Segundo Figueiredo (1995), este fluxo de deposição dos rejeitos acaba retornando ao ciclo de vida dos seres humanos sob diferentes formas, tais como: poluição, radiação, contaminação, chuva ácida, entre outras.

No Brasil, diariamente são gerados milhares de toneladas de resíduos, mas este fato não é percebido como uma significativa preocupação ambiental pela sociedade como um todo. O que é muito preocupante tendo em vista que esta problemática é um fator muito crítico principalmente quando ligada a populações que habitam no entorno de áreas degradadas, a exemplo, daquelas nas quais a deposição de resíduos se apresenta potencial e efetivamente, como altos níveis de poluição e contaminação (PENATTI, 2008).

Tommasi (1993), afirma que o meio ambiente é um jogo de interações entre o meio ambiente que suporta os elementos vivos e as práticas sociais produtivas realizadas pelo homem. Sachs (1986) diz que o meio ambiente é a interação entre os elementos naturais e a sociedade na qual estão incluídos dos domínios ecológico social, econômico e político.

Os resíduos químicos embora passem muitas vezes despercebidos compreendem uma infinidade de compostos gerados nas mais distintas atividades, sejam elas provenientes de meios industriais ou laboratoriais de diversos ramos de atuação. Este tipo de resíduo merece atenção específica como destaca Penatti (2008) devida à alta complexidade de seus compostos e sobre tudo, por apresentarem múltiplos níveis de toxicidade, sendo eles de características físico-químicas ou bioquímicas muito distintas em sua complexidade de geração.

No que diz respeito à quantidade de resíduos gerados, resíduos químicos originários em laboratórios de análises ou pesquisas na área química apresentam índices praticamente desprezíveis quando comparados à geração das indústrias de grande porte que atuam neste mesmo ramo como, por exemplo, as de produtos químicos e petroquímicos (PENATTI, 2008). Esta afirmação, no entanto não significa que a quantidade de resíduos gerados não seja extremamente nociva ao meio ambiente. Isto ocorre principalmente caso a realização de seu descarte e



acondicionamento não sejam realizados de maneira adequada. O alto potencial contaminante deste tipo de substância se dá sobre tudo, devido ao fato das mais variadas composições inconstantes das suas propriedades químicas dos resíduos que mudam constantemente dificultando assim, o emprego de um método padrão e eficaz para a realização de seu tratamento (GERBASE *et al.*, 2005).

A importância para o meio ambiente de um padrão de gerenciamento destes resíduos é justificada devido ao fato dos órgãos competentes não possuírem respaldo legislativo específico no que diz respeito ao tratamento que realmente deve ser aplicado aos mesmos (JARDIM, 1998).

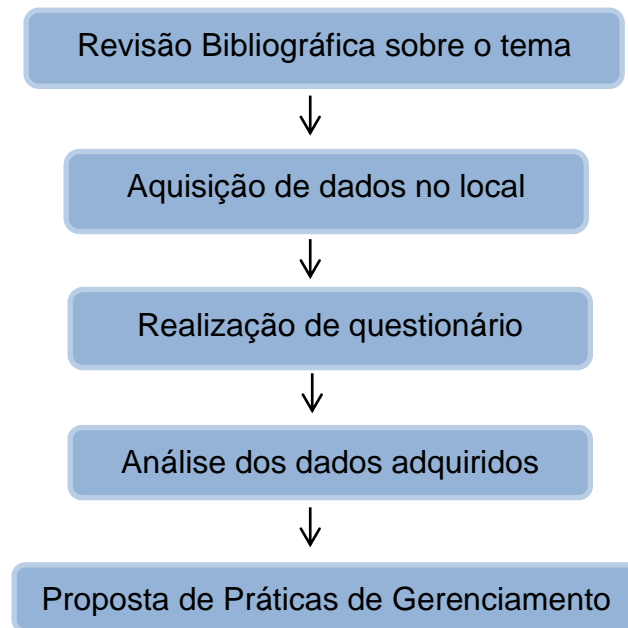
Penatti (2008) salienta, ainda, que as dificuldades para o estabelecimento de procedimentos para a destinação adequada deste tipo de resíduo acabam obrigando algumas instituições a recorrer e adaptarem-se a outras leis, como as de Resíduos de Serviço de Saúde (RDC 306/04); Inventário de Resíduos Industriais (CONAMA 313/02), ou às normas internacionais.

### **3 METODOLOGIA**

#### **3.1 Metodologia da Pesquisa**

As etapas realizadas durante a pesquisa visando o cumprimento dos objetivos propostos por este estudo estão descritas detalhadamente neste capítulo, bem como a descrição dos materiais utilizados, métodos empregados para aquisição de dados e demais detalhes utilizados na execução da pesquisa. O delineamento do estudo e as atividades desenvolvidas estão apresentados resumidamente em forma de fluxograma conforme a figura 4.

Figura 4: Etapas do estudo



Fonte: Autora do trabalho (2018).

Esta pesquisa segue a proposta metodológica de Cardoso *et al.*, (2010), na qual os autores desenvolveram um estudo sobre gerenciamento de resíduos químicos gerados nos Laboratórios de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba - CT/UFPB.

Assim, a primeira etapa realizada foi através de revisão bibliográfica a qual se deu a partir da bibliografia existente. Durante este período foram analisados alguns tópicos como: definição dos resíduos em diferentes formas, gerenciamento de resíduos químicos e importância do gerenciamento de resíduos.

Durante a segunda etapa ocorreu a aquisição de dados no local, através de registros fotográficos, observação do estado atual dos resíduos e condições de armazenamento no Laboratório de Química do campus. Assim, identificando os principais problemas apresentados, os reagentes e resíduos armazenados, condições e uso do laboratório, utilização de normas de segurança, condições de armazenagem e validade dos reagentes. As visitas foram realizadas durante o período de abril a junho de 2018 e o questionário aplicado durante os dias 04 à 15 de junho de 2018.

A terceira etapa consistiu na elaboração de um questionário quantitativo com 12 questões aplicadas aos funcionários do laboratório, para a obtenção de dados mais específicos. As respostas obtidas foram armazenadas em um banco de dados do Excel e, posteriormente utilizadas para a geração dos resultados na forma de gráficos e apresentados na forma de tabela.

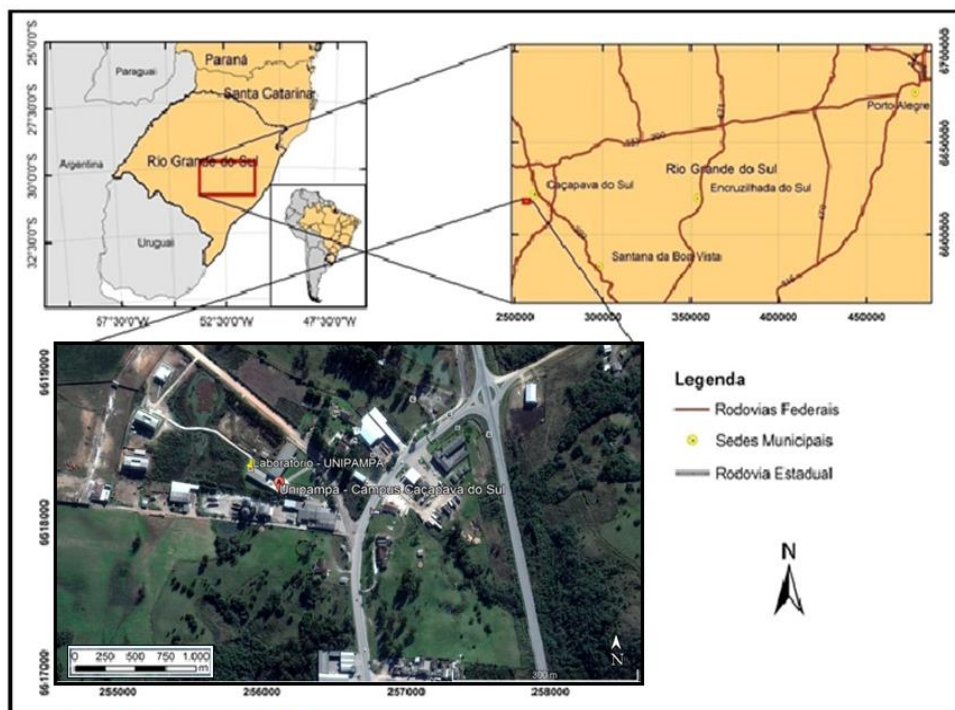
Na quarta e última etapa, foram realizadas sugestões de melhoria através de algumas propostas de implementação de práticas de gerenciamento.

## 3.2 Estudo de caso

### 3.2.1 Apresentação da área de estudo

O presente trabalho tem como local de estudo as dependências do Laboratório Química da Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA, no município de Caçapava do Sul. O município está situado na região central do estado do Rio Grande do Sul. Localizado a 260 km de distância da capital Porto Alegre, e tem como vias de acesso a Br 290, BR 153, RS 625 e RS 357. (Figura 5).

Figura 5: Localização da área de estudo



Fonte: Modificado de CPRM (2008).

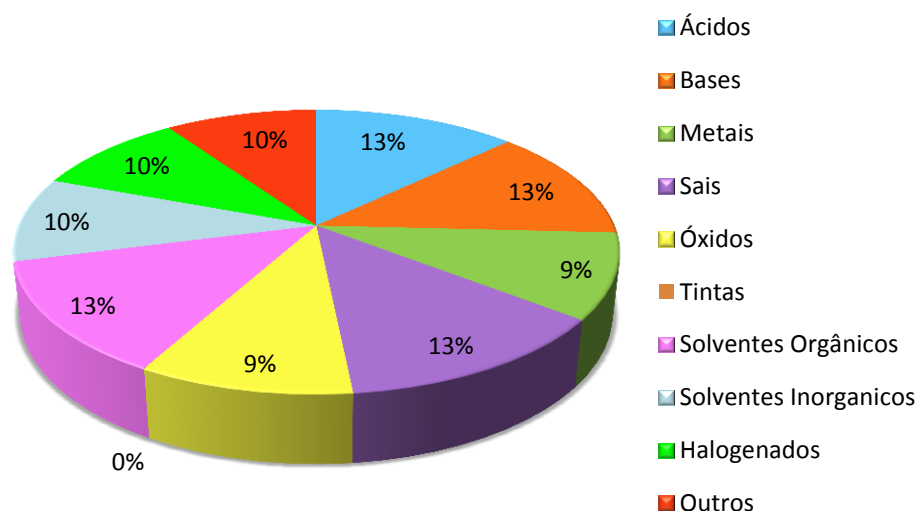
Ao adentrar pela entrada principal da universidade, imediatamente avista-se uma rampa pela qual se dá o acesso ao pavimento inferior do prédio, onde atualmente está localizado o Laboratório de Química. Ao final da rampa seguindo alguns metros em frente e virando à direita já é possível avistar um corredor no qual está localizado o Laboratório de Química. O mesmo está situado na última porta a esquerda ao final do corredor e possui uma área de 8,78 x 12,52m, conta com quatro trabalhadores técnico-administrativos em educação e uma circulação semanal de usuários em torno de 240 pessoas.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Dados obtidos através de questionário

Através do levantamento realizado pelos questionários pôde-se evidenciar os reagentes mais utilizados, conforme a Figura 6, demonstrando que as substâncias químicas mais utilizadas são ácidos, bases, sais e solventes orgânicos (todos 13%).

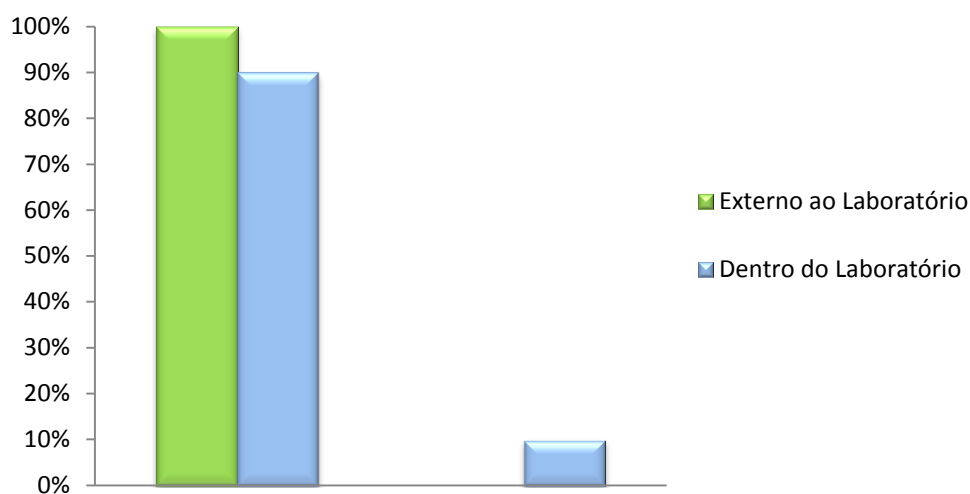
Figura 6: Substâncias utilizadas no laboratório de estudo.



Quando questionados sobre o local onde é realizada a armazenagem dos reagentes e resíduos a maioria (90%), dos funcionários informou que os reagentes são armazenados em local externo ao laboratório e 10% informou que existem reagentes armazenados dentro do laboratório. Em relação ao armazenamento dos

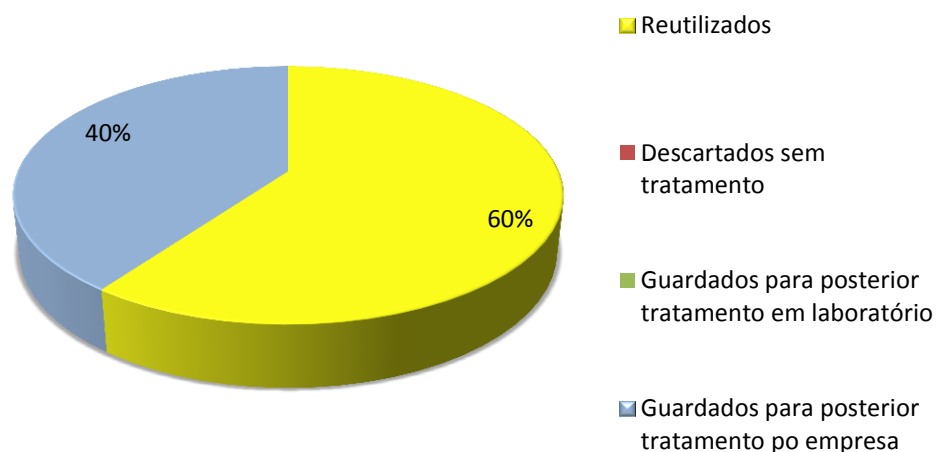
resíduos, as respostas foram unânimes (100%) dos respondentes informaram que eles encontram-se armazenados dentro do laboratório (Figura 7).

Figura 7: Locais de armazenamento dos reagentes e resíduos do laboratório.



No que diz respeito à destinação dos reagentes vencidos ou sem identificação 60% dos respondentes informaram que os mesmos são reutilizados, enquanto 40% responderam que são guardados para posterior tratamento realizado por empresa responsável (Figura 8).

Figura 8: Destinação de reagentes fora do prazo de validade.



A tabela 1 informa as respostas obtidas através de questionamentos no que diz respeito a: conhecimento sobre a existência de reagentes sem identificação, reagentes fora do prazo de validade, existência de resíduos não identificados,

presença de resíduos perigosos, destinação dos resíduos e conhecimento a respeito de gerenciamento de resíduos químicos.

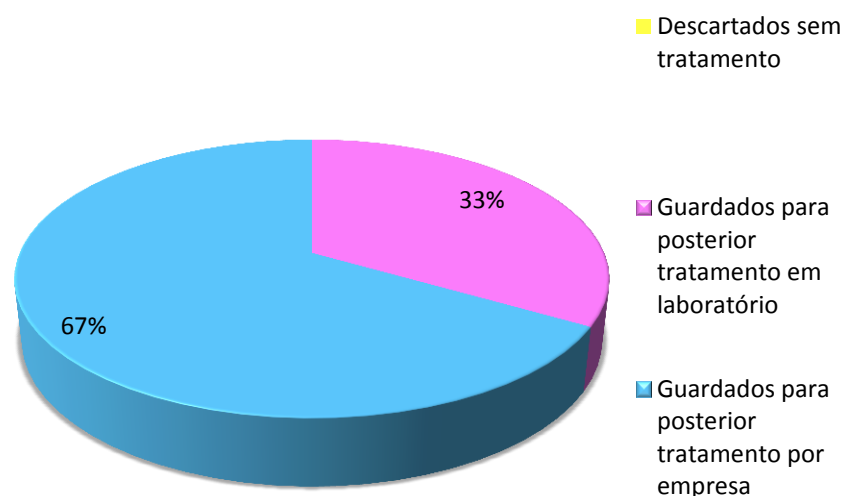
Tabela 1: Respostas obtidas através de questionário aplicado aos funcionários do Laboratório de Química

Questionamentos	Sim	Não
Existência de reagentes sem identificação	90%	10%
Existência de reagentes fora do prazo de validade	100%	0%
Existência de resíduos não identificados	50%	50%
Conhecimento a respeito sobre a presença de resíduos perigosos	100%	0%
Conhecimento a respeito sobre a destinação dos resíduos	100%	0%
Conhecimento sobre o gerenciamento de resíduos químicos	100%	0%

Fonte: Autora do trabalho (2018).

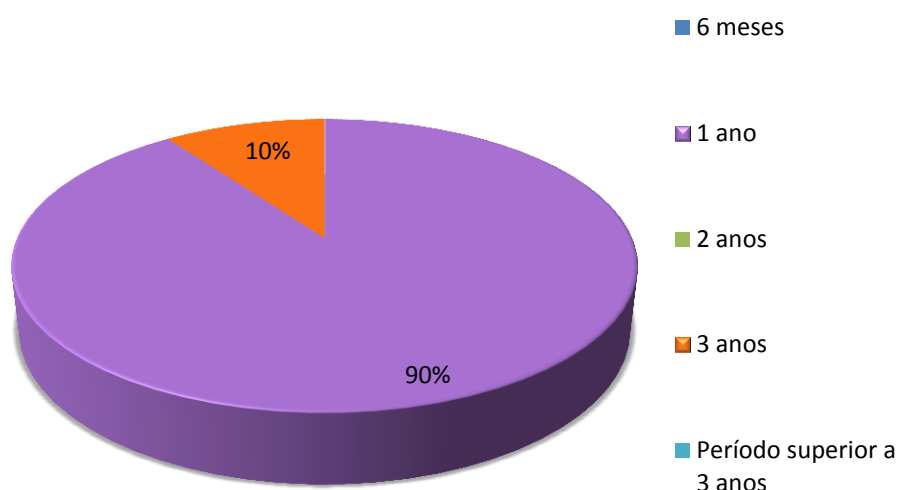
Embora todos os respondentes tenham afirmado conhecimento a respeito da destinação final dos resíduos (Tabela 1), quando questionados sobre como era realizada no Laboratório estudado as respostas foram divergentes, 67% deles afirmaram que os resíduos são armazenados para posterior tratamento. O tratamento é realizado por uma empresa responsável e 33% dos respondentes informaram que os mesmos são armazenados para posterior tratamento no próprio Laboratório de Química do campus (Figura 9).

Figura 9: Descarte dos resíduos do laboratório



Por fim, com relação ao tempo de armazenamento dos resíduos no Laboratório até serem enviados para o descarte final 90% dos respondentes informaram que a retirada do material em média é realizada a cada 1 ano e 10% dos respondentes informou que o período é de a cada 3 anos (Figura 10).

Figura 10: Período de armazenamento



## 4.2 Armazenamento dos reagentes

Os reagentes encontram-se armazenados em armários fechados, fora do laboratório (Figura 11), mas em um corredor próximo ao laboratório. Este corredor dá acesso a saída lateral do prédio.

Figura 11: Armazenamento dos reagentes



Porém encontram-se, em uma área comum do campus com fluxo diário de pessoas (Figura 12).

Figura 12: Armazenamento dos reagentes



Este problema no momento, não é passível de solução à curto prazo devido a falta de estrutura adequada e espaço, fatores que dificultam a remoção dos mesmos do atual local de armazenagem.

Com relação à rotulagem dos reagentes, pode-se observar que a grande maioria encontra-se rotulada e identificada como é possível perceber através da Figura 13.



Figura 13: Rotulagem e identificação dos reagentes



Vale ressaltar, que existem reagentes armazenados que estão fora do prazo de validade (Figura 14). Este fator poderia ser minimizado enviando o mais rápido possível à destinação adequada dos que não são passíveis de reutilização. Isso diminuiria a quantidade de reagentes armazenados e também o espaço ocupado por eles. Outra sugestão de melhoria seria a troca de reagentes entre os campi, quando os reagentes se aproximam da data de vencimento e não são utilizados, diminuindo assim a quantidade de reagentes vencidos e sem uso.

Figura 14: Reagentes fora do prazo de validade



### 4.3 Armazenamento e caracterização dos resíduos

Os resíduos armazenados dentro do laboratório possuem as mais diversas composições e estão, em sua maioria, próximos as janelas em frente a parede situada à esquerda da porta de entrada (Figura 15).

Figura 15: Disposição dos resíduos



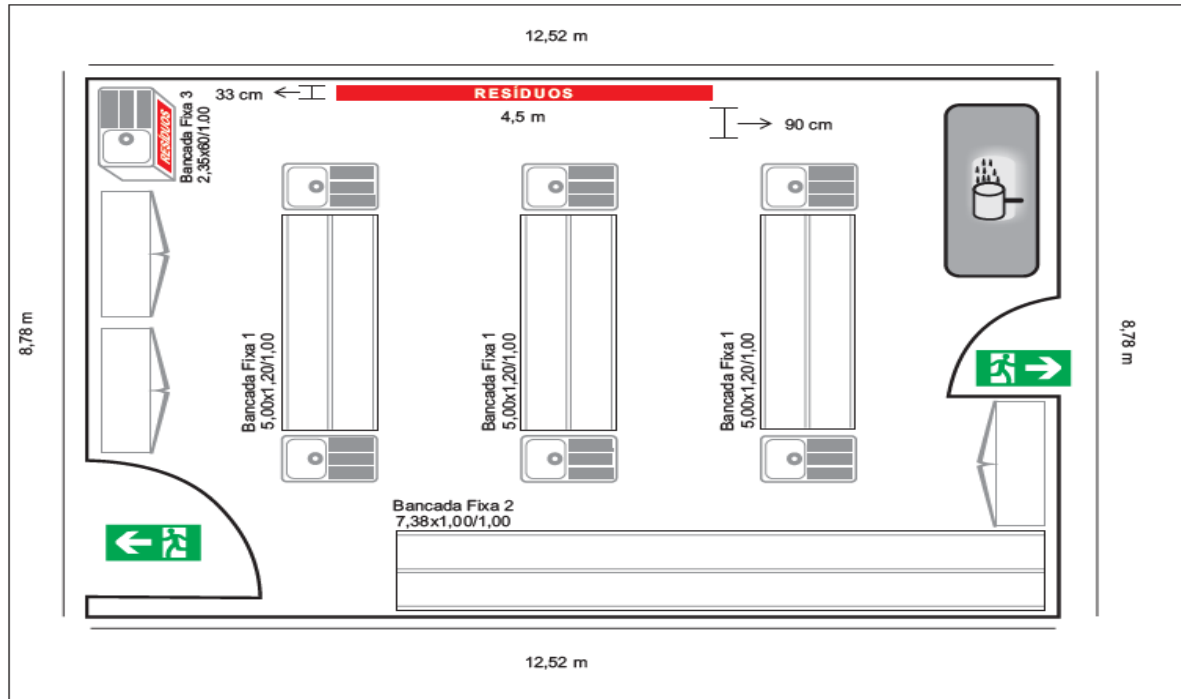
Existem também, resíduos armazenados na parte inferior de uma bancada fixa que contém uma pia. A mesma localiza-se também à esquerda da porta de entrada. A situação pode ser visualizada através da Figura 16.

Figura 16: Disposição dos resíduos



A figura 17 ilustra graficamente as dimensões ocupadas pelos resíduos, bem como a disposição dos mesmos dentro do laboratório.

Figura 17: Disposição dos resíduos dentro do laboratório.



Fonte: Autora do trabalho (2018).

Os resíduos dispostos no chão, dentro do laboratório (devido à falta de espaço e estrutura adequados), alguns sem identificação, expostos ao contato direto com as pessoas é o fator mais preocupante, tendo em vista as suas mais variadas composições e que podem representar riscos à saúde humana. Segundo Jardim (1997), compostos contendo  $Hg_2^+$ ,  $Pb_2^+$ ,  $Cd_2^+$ ,  $H_2S$ , benzeno, formalina, por exemplo, são altamente impactantes e tóxicos. E embora todos os respondentes tenham afirmado ter ciência a respeito da presença de resíduos perigosos dentro do laboratório nenhuma medida foi tomada, fato esse que reforça ainda mais a importância de medidas de gerenciamento.

Ainda em relação aos resíduos, outro fato observado é que os mesmos prejudicam a circulação de pessoas, eles estão localizados apenas cerca de 90 cm de distância das bancadas que apresentam pias em suas extremidades e, portanto, são utilizadas com bastante frequência. Além disso, outro problema que inspira cuidados é com relação aos resíduos armazenados na parte inferior da uma

bancada fixa que contém uma pia, tendo em vista que o local pode ser passível de algum tipo de vazamento.

Este tipo de problema (proximidade com locais onde existe presença de água) é bastante preocupante, levando em consideração que existem vários produtos que são sensíveis à água. Segundo Costalonga *et. al;* (2010), alguns produtos são passíveis de reação com água devido a evolução de calor e gases explosivos, além disso, potássio metálico, sódio metálico e hidretos metálicos reagem em contato com a água produzindo hidrogênio com calor suficiente para causar explosões. Por isso, recomenda-se a estocagem de produtos sensíveis a água o mais longe possíveis de fontes geradoras.

Foi observado também que não há espaço suficiente para uma área de transbordo, caso haja algum tipo de vazamento. Neste caso, a PGRQ-NR-003/2008 (ESALQ-USP,2008) recomenda o uso área de contêineres secundários ou bandejas para contenção de possíveis vazamentos (Figuras 18 e 19).

Figura 18: Contêineres e bandejas para contenção de vazamentos.



. Fonte: PGRQ-NR-003/2008 (ESALQ-USP,2008).

Figura 19: Contêineres e bandejas para contenção de vazamentos.



. Fonte: PGRQ-NR-003/2008 (ESALQ-USP,2008).

As dificuldades com relação a área ocupada e os locais de armazenagem dos resíduos (próximos as pias) poderiam ser minimizadas também com a redução da periodicidade de envio, conseqüentemente a quantidade de resíduos diminuirá e área ocupada pelos mesmos também.

A maioria dos resíduos possui identificação, embora nem todos apresentem rotulagem (Figura 20).

Figura 20: Identificação das embalagens



Outro fator observado é a inexistência de uma rotulagem padrão para os resíduos, o que dificulta até mesmo posterior tratamento dos mesmos devido a falta de identificação correta. Como sugestão, poderia ser adotado um rótulo proposto e utilizado pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, FCAV/UNESP e está disponível para a comunidade. Esta rotulagem é baseada no diamante de HOMMEL, que é uma simbologia bastante utilizada para identificação quanto a periculosidade de produtos químicos, no qual as cores representam diferentes tipos de riscos, conforme identificados no rótulo proposto (Figura 21).

Figura 21: Rótulo de identificação para resíduos.

<p><b>Risco de Incêndio</b></p> <p>Ponto de fulgor:</p> <p>4 – Abaixo de 23 °C          3 – Abaixo de 38 °C          2 – Abaixo de 93 °C          1 – Acima de 93 °C          0 – Não queima</p>		<p><b>Reatividade</b></p> <p>4 – Explosivo          3 – Explosivo com choque          2 – Reação violenta          1 – Instável se aquecido          0 – Estável</p>	<p><b>Resíduo Químico</b></p>
<p><b>Risco à saúde</b></p> <p>4 – Letal          3 – Muito perigoso          2 – Perigoso          1 – Risco leve          0 – Baixo risco</p>		<p><b>Riscos Específicos</b></p> <p>Oxidante forte OXI          Ácido forte ACID          Alcalino forte ALK          Não use água W          Corrosivo COR          Radioativo RAD</p>	<p>Data:</p> <p>Procedência:</p> <p>Usuário:</p> <p>Produto principal:</p> <p>Produto secundário:</p>

Fonte: FCVA/UNESP (2017).

Através dos dados adquiridos também foi observado, que não existe um padrão quanto ao tipo de material das embalagens utilizadas para o armazenamento (Figura 22). Esse é um fator que deve ser levado em consideração e merece atenção, pois muitos elementos são incompatíveis com diversos materiais e segundo Pavani *et al.*, (2010) não é recomendada a utilização de embalagens metálicas, embalagens de refrigerantes e sucos, galões de água devido a incompatibilidade química de alguns compostos.



Figura 22: Embalagens dos resíduos



A PGRQ-NR-003/2008 (ESALQ-USP,2008) recomenda a adoção de embalagens para armazenamento e coleta de resíduos de acordo com sua compatibilidade química. A tabela 2, representa os tipos de coletores e sua descrição.

Tabela 2: Tipos de coletores e suas descrições

Tipo de Coletor	Descrição
A	Recipiente de vidro de 1 ou 4 L.
B	Recipiente de plástico (bombonas) de 5 ou 10 L.
C	Recipiente de plástico (bombonas) de 10 ou 20 L,
D	Recipientes resistentes a rompimento, de preferência de plástico fechado firmemente.
E	Recipientes resistentes a rompimento com alta vedação e indicação clara de seu conteúdo.
F	Recipiente de vidro com alta vedação, evitando a emanção de vapores para o ambiente.
G	Recipiente de vidro com alta vedação. Obs: Para resíduos de sais metálicos regeneráveis, cada metal deve ser recolhido separadamente.
H	Recipientes plásticos resistentes ao rompimento.
I	Recipientes adequados de acordo com o tipo de emissão (alfa, beta ou gama) seguir corretamente a legislação do IPEN e normas do CNEN. Obs: Materiais radioativos.

Fonte: PGRQ-NR-003/2008 (ESALQ-USP,2008).

Na Tabela 3 estão listadas as substâncias químicas e os tipos de coletores indicados ao armazenamento de cada uma.

Tabela 3: Substâncias químicas e os tipos de coletores adequados correspondentes.

Substâncias Químicas	Tipo de coletor
Solventes orgânicos isentos de halogênios	A/B
Solventes orgânicos contendo halogênios	A/B
Reagentes orgânicos relativamente inertes, do ponto de vista químico	A/B
Reagentes orgânicos relativamente inertes, do ponto de vista químico, se contiver halogênios	A/B
Reagentes orgânicos relativamente inertes, do ponto de vista químico, se contiver resíduos sólidos	C
Resíduos sólidos de produtos orgânicos	C
Soluções aquosas de ácidos orgânicos	A/B
Bases orgânicas e aminas na forma associada (para evitar odores, neutralizar cuidadosamente com ácido diluído)	G
Nitrilos e mercaptanas	A/B
Nitrilos e mercaptanas - fase aquosa e orgânica (eliminar o excesso de tiosulfato de sódio)	F
Aldeídos hidrossolúveis e derivados	A/B
Compostos organometálicos - fase aquosa	A
Compostos organometálicos - fase orgânica	A/D
Produtos carcinogênicos e compostos combustíveis classificados como "muito tóxicos" ou "tóxicos"	F
Peróxidos orgânicos identificáveis em soluções aquosas (dissolvidos e desativados com reagentes específicos) - Resíduos orgânicos	A/B
Peróxidos orgânicos identificáveis em soluções aquosas (dissolvidos e desativados com reagentes específicos) - Soluções aquosas	D
Halogêneos de ácido	B
Compostos combustíveis tóxicos	F
Ácidos inorgânicos	A/B
Bases inorgânicas	A/B



Sais inorgânicos	C
Solução contendo sais inorgânicos	A/B
Soluções e sólidos que contenham metais pesados	D
Compostos inorgânicos de selênio/ fase aquosa	E
Berílio e seus sais (carcinogênico)	D
Compostos de urânio e tório	I
Resíduos inorgânicos de mercúrio	F
Cianetos	E
Peróxidos inorgânicos oxidantes como bromo e iodo	D
Ácido fluorídrico e soluções de fluoretos inorgânicos – fase sólida	H
Ácido fluorídrico e soluções de fluoretos inorgânicos –fase líquida	D
Resíduos de halogêneos inorgânicos, líquidos, reativos, sensíveis à hidrólise	E
Fósforo e seus compostos – fase sólida	H
Metais alcalinos e amidos de metais alcalinos	A/B
Resíduos inorgânicos tóxicos	A/B
Resíduos que contenham metais preciosos – sólidos	C
Resíduos que contenham metais preciosos - solução	D
Alquilos de alumínio (sensíveis à hidrólise)	F

Fonte: PGRQ-NR-003/2008 (ESALQ-USP,2008).

Devido ao tempo de armazenagem alguns apresentam diferença na viscosidade, formando uma camada mais espessa na parte superior do líquido (Figura 23).

Figura 23: Diferença na viscosidade



Além disso, alguns compostos apresentam um forte odor, apesar de estarem em embalagens fechadas. Isto é um fator bastante pertinente, pois causa incômodo, devido ao alto fluxo de pessoas que circulam pelo local. A diferença na viscosidade pode se dar devido ao período prolongado de permanência dos resíduos no local de armazenamento, isto poderia ser facilmente resolvido caso o envio dos resíduos fossem enviados a destinação final com uma periodicidade menor, fazendo com que os mesmos ficassem menos tempo dentro do Laboratório.

Outro fator a ser observado foi que quando questionados sobre ter conhecimento a respeito de gerenciamento de resíduos, todos os respondentes afirmaram que sim, porém através do registro fotográfico foi possível observar que este conhecimento é pouco aplicado.

Pontos de correlações entre o estudo realizado no Laboratório de Química no campus Caçapava do Sul e o realizado por Cardoso *et al.*, (2010) são encontrados, principalmente no que diz respeito ao descarte sem tratamento, presença de reagentes vencidos e reutilização de reagentes vencidos. O que leva a crer que estes tipos de problemas são recorrentes entre as Instituições independentemente da localidade.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ações de prevenção e minimização de danos requerem um ambiente de trabalho organizado. Sendo assim, o ambiente onde práticas de gerenciamento devem ser aplicadas não fogem a regra, sendo necessário um ambiente de trabalho mais seguro possível (TOSTA, 2014). Porém medidas como redução na utilização de insumos, reutilização, reciclagem (sempre que possível), otimização da gestão de estoques, disposição adequada dos resíduos são medidas que nem sempre são encaradas com o devido grau de interesse (ASHBROOK; REINHARDT, 1985; SANDERS, 1986; KEMPENEERS, 1995; IZZO, 2000; MOONEY, 2004; HARRIS; PROBERT, 2009; ZHANG *et al.*, 2011).

Segundo o Instituto Nacional de Seguridad e Higiene em el Trabajo - INSHT (1994), práticas laboratoriais de gerenciamento devem envolver todo o tipo de resíduo passível de tratamento gerado no espaço correspondente, isso engloba resíduos perigosos e não perigosos, reagentes vencidos, reagentes não vencidos, soluções fora de uso, produtos intermediários, derramamentos, matérias contaminados etc. Contudo para que as práticas sejam aplicadas de maneira adequada alguns requisitos devem ser aplicados, como: responsável ou responsáveis, recursos financeiros necessários, identificação, minimização/redução, inventário, armazenamento, recolhimento e transporte, medidas de segurança, atuação em caso de acidentes, formação e informação dos profissionais.

O local de estudo apresenta diversos problemas, principalmente relacionados a falta de espaço adequado ao armazenamento tanto dos reagentes, quanto dos resíduos que acabam sendo alocados em locais com fluxo intenso de pessoas, o que não é recomendado devido a suas composições químicas variadas e complexas. Porém algumas medidas simples de gerenciamento podem ser adotadas, visando a minimização de alguns fatores preocupantes e passíveis de solução à curto prazo.

Tendo em vista a quantidade reduzida do quadro de funcionários do Laboratório de estudo, seria interessante maior envolvimento dos membros da comunidade acadêmica na problemática, buscando em conjunto melhorias nas condições atuais, uma vez que o laboratório é utilizado por docentes, discentes,

além dos técnicos responsáveis pelo mesmo, ou seja, todos fazem parte do processo de geração.

A mudança de atitude relacionada a gestão de resíduos químicos se faz necessária e exige atenção, porém para que isto ocorra é necessário que exista uma iniciativa institucional articulada e organizada. Ainda que a Universidade esteja em desenvolvimento e o campus seja relativamente novo, isto não justifica o descaso relacionado a problemática. Muitas melhorias precisam ser realizadas e existe uma caminhada longa em busca da gestão ambiental adequada e para que isto aconteça, se faz necessário o amplo diálogo envolvendo as partes interessadas, aliada a uma melhoria na infraestrutura técnica e local, juntamente com o comprometimento dos responsáveis.

## REFERÊNCIAS

ABNT, NBR. 10004. **Resíduos sólidos – Classificação**, p. 71, 2004.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 16.725: **Resíduo químico – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente** – Ficha com dados de segurança de resíduos químicos (FDSR) e rotulagem. Rio de Janeiro, 2011.

AFONSO, J.C., et al. **Gerenciamento de resíduos laboratoriais: Recuperação de elemento e preparo para descarte final**. Química Nova. v.26, n.4, p.602-611, 2003.

ALBERGUINI, L.B.A., et al. **Tratamento de resíduos químicos – guia prático para a solução dos resíduos químicos**. São Carlos: RiMa, 2005. p.17-19.

ANDREOLI, C.V., et al. **Resíduos Sólidos: Origem, classificação e soluções para destinação final adequada**. Curitiba, 2014. Disponível em: <[http://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/32\\_Residuos-solidos.pdf](http://www.agrinho.com.br/site/wp-content/uploads/2014/09/32_Residuos-solidos.pdf)>. Acesso: Agosto de 2017.

ALVES, B.S. **Manejo de resíduos de serviços de saúde na atenção básica**. Goiânia, 2010. Disponível em: <[https://ppgenf.fen.ufg.br/up/127/o/Sergiane\\_Bisionoto\\_Alves.pdf](https://ppgenf.fen.ufg.br/up/127/o/Sergiane_Bisionoto_Alves.pdf) >. Acesso: Agosto de 2017.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária; Ministério da Saúde. **Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde – Tecnologia em serviços de saúde**. p.28. Brasília, 2006. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_gerenciamento\\_residuos.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_gerenciamento_residuos.pdf) >

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária; Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 306, de 07 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o **Regulamento técnico para o gerenciamento de serviços de saúde**. Brasília (Brasil): Ministério da Saúde, 2004.

ASHBROOK, P. C.; REINHARDT, P. A. **Hazardous Wastes in Academia**. Environmental Science Technology, v. 19, n. 12, p. 1150-1155, 1985.

BEZERRA, R. **Como realizar a destinação correta de resíduos de estabelecimentos comerciais**. Disponível em: <<http://www.teraambiental.com.br/blog-da-tera-ambiental/como-realizar-a-destinacao-correta-de-residuos-de-estabelecimentos-comerciais>> . Acesso: Agosto de 2017.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil** de 1988. Capítulo VI do Meio Ambiente. Brasília, DF. 1998. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/Constituicao/Constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm)>. Acesso: Agosto de 2017.

BRASIL. **Política Nacional dos Resíduos Sólidos** de 2010, Capítulo II Definições. Brasília, DF. 2010. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)>. Acesso: Agosto de 2017.

CARDOSO, S.R; SOUZA, S.A.T; BRASILEIRO, O.L.J; HOLANDA, D.H. **Gerenciamento de Resíduos Químicos Gerados nos Laboratórios do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba – CT/UFPB**. Disponível em: <[www.prac.ufpb.br/anais/XIIENEX\\_XIIIENID/ENEX/PROBEX/.../5CTDTQAPE01.do](http://www.prac.ufpb.br/anais/XIIENEX_XIIIENID/ENEX/PROBEX/.../5CTDTQAPE01.do)> Acesso: Maio de 2018.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. P4.262: **Gerenciamento de resíduos químicos provenientes de estabelecimentos de serviços de saúde**: procedimento, 2004.

CHERNICHARO, L.A.C; NOUR, A.A.E; LOBATO. S.C.L; FREITAS. C.I; MOREIRA.G.B.T; SOUZA S. R. **Processos de Tratamento de Esgotos Sanitários**. Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, 2013. Disponível em: <<http://nucase.desa.ufmg.br/wp-content/uploads/2013/07/ES-PTE.1.pdf>> . Acesso: Setembro de 2017.

COSTALONGA, C.G.A; FINAZZI, A.G; GONÇALVES, A.M. **Normas de armazenamento de produtos químicos**. Araraquara, 2010. Disponível em: <[http://www.academia.edu/1382174/Normas\\_de\\_Armazenamento\\_de\\_Produtos\\_Químicos](http://www.academia.edu/1382174/Normas_de_Armazenamento_de_Produtos_Químicos)>. Acesso: Maio de 2018.

DI VITTA, P.B. et al. **Gerenciamento de Resíduos no Instituto de Química da Universidade de São Paulo**. In: 2º ENCONTRO NACIONAL DE SEGURANÇA EM QUÍMICA, Porto Alegre, UFRGS, 1 CD ROM. 2002.

DI VITTA, P.B., et al. **Manuseio de produtos químicos e descarte de seus resíduos**. In: HIRATA, M.H., HIRATA, R.D.C., FILHO, J.M., (Ed(s)). Manual de Biossegurança. Barueri: Manole, 2012. p.67-106.

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA “LUIZ DE QUEIROZ” – UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (ESALQ-USP). **Programa de gerenciamento de resíduos químicos – PGRQ-NR-003**: acondicionamento de resíduos químicos (Segregação, Armazenamento e Rotulagem). Aprovada em 18/11/2008. 29p. (ESALQ-USP, 2008c).

FIGUEIREDO, P.J.M. **A sociedade do lixo, os resíduos, a questão energética e a crise ambiental**. 2. ed. Piracicaba: UNIMEP, 1995.

GERBASE, A. E. **Gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa**. Química Nova, São Paulo, V. 28, N. 1, Jan/Fev, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.org/php/index.php>. Acesso: Agosto de 2017.

GIOVANINNI, J.G., et al. **Avaliação das técnicas de precipitação química e encapsulamento no tratamento e destinação conjunta de resíduos líquidos contendo cromo e vidrarias de laboratório**. Ver. bras. de Ciências Ambientais. n.8, p.10-15, 2007.

GOLDEMBERG, J. **Resíduos sólidos: o caminho para a sustentabilidade**. In: SANTOS, M. C. L; DIAS, S.L.F.G (Orgs.). Resíduos Sólidos Urbanos e seus impactos ambientais. São Paulo: 119 Revista Hispeci & Lema On-Line, Bebedouro-SP, 5 (1): 1020119, 2014. IEE-USP, 2012. Disponível em: <[http://www.iww.usp.br/destaques/Resíduos\\_Solidos.pdf](http://www.iww.usp.br/destaques/Resíduos_Solidos.pdf)>. Acesso: Agosto de 2017.

HAMADA, J. **Resíduos sólidos: Conceituação e caracterização**. Bauru, 2003.

HARRIS, B. K.; PROBERT, E. J. Waste Minimization at a Welsh University: A Viability Study Using Choice Modeling. **Resources, Conservation and Recycling**, n. 53, p. 269-275, 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO. **NTP 359: Seguridad en el Laboratorio: Gestión de Residuos Tóxicos y Peligrosos en Pequeñas Cantidades**. 1994. Disponível em: <[www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/.../ntp\\_359.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/.../ntp_359.pdf)> Acesso: Maio de 2018.

IZZO, R. M. Waste Minimization and Pollution Prevention in University Laboratories. **Chemical Health & Safety**, p. 29-33, Mai/Jun, 2000.

JARDIM, W.F. **Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa**. Química Nova, São Paulo, v.21, n.5, p.671-673, mai.1998.

KEMPENEERS, F. D. Pollution Prevention at Utrecht University: Successful Projects Towards Sustainable Development. **Journal Cleaner Production**, v. 3, n. 1-2, p. 13-17, 1995.

LESSA, M.M. **Destinação de resíduos gerados em laboratório**. Conselho Regional de Química. São Paulo, 2010. Disponível em: <[http://www.crq4.org.br/sms/files/file/residuos\\_de\\_laboratorio\\_final\\_apostila.pdf](http://www.crq4.org.br/sms/files/file/residuos_de_laboratorio_final_apostila.pdf)>. Acesso: Agosto de 2017.

LI, E.; BARNETT, S. M.; RAY, B. Pollution Prevention Guideline for Academic Laboratories. **Journal of Chemical Education**, v. 80, n. 1, p. 45-49, Jan/2003.

MACHIONE, E.C. **Caracterização dos resíduos domiciliares perigosos presentes nos resíduos sólidos urbanos do município de Colina-SP**, Revista Hispeci & Lema On-Line, Bebedouro - SP, 5(1): 102-119, 2014.

MARINHO, C.C. *et al.* **Gerenciamento de Resíduos Químicos em laboratório de ensino e pesquisa: A experiência do laboratório de Limnologia da UFRJ**.



Equilética Química vol. 36, nº2, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/eq/v36n2/a05v36n2.pdf>>. Acesso: Agosto de 2017.

MANAHAN, S.E. **Fundamentals of Environmental Chemistry**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press LLC, 2001.

MENEZES, L.M. **Tratamento de efluentes domésticos. Ciência e Educação**. 2. ed. Bauru – São Paulo, 1995. Disponível em: <<http://www.fc.unesp.br/#!/pos-graduacao/mestrado-doutorado/educacao-para-a-ciencia/revista-ciencia-e-educacao/edicoes-anteriores1301/1995-v-2-n-1/>>. Acesso: Agosto de 2017.

MOONEY, D. Effectively Minimizing Hazardous Waste in Academia: The Green Chemistry Approach. **Chemical Health & Safety**, p. 24-28, Mai/Jun, 2004.

NEVES, F.Z.G; TSHIBANGU, M.G; SCHALCH, V; OLIVEIRA, R.A.L. **Resíduos de mineração: Cenários e desafios no contexto brasileiro**. In: XV Simpósio do Programa de Pós Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental e X Simpósio do Curso de Especialização em Educação Ambiental e Recursos Hídricos. São Carlos, 2016. Disponível em: <<http://soac.eesc.usp.br/index.php/PPGSEA/PPGSEA/paper/viewFile/242/180>>. Acesso: Agosto de 2017.

NOLASCO, R.F; TAVARES, A.G; BENDASSOLLI, A.J. **Implantação de Programas de Gerenciamento de Resíduos Laboratoriais em Universidades: Análise Crítica e Recomendações**. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-41522006000200004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522006000200004)> . Acesso: Agosto de 2017.

OLIVEIRA, V.G. **Gestão de Resíduos Químicos. Centro de Tratamento de Resíduos Químicos**. Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/farmacia/wp-content/uploads/2015/10/Aula-Gestao-de-Residuos-Quimicos-26-08-15.pdf>>. Acesso: Agosto de 2017.

PAVANI, A.J; ROSALES, F.L; MENEGHINE, K.A; SILVA,N.J; FERREIRA, F.C; DELAFIORI, G. J; ARMOA, H,M; ALVES, C.M.L; NETO, M,G,J. **Rotulagem e armazenamento correto de resíduos químicos em uma Instituição de Ensino Superior.** Jaboticabal, 2010. Disponível em: <<http://citec.fatecjab.edu.br/index.php/files/article/viewFile/130/pdf>>. Acesso: Maio de 2018.

PENATTI, F.E; GUIMARÃES, S.T.L; SILVA, P.M. **Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de análise e pesquisa: o desenvolvimento do sistema de laboratórios da área de química.** In: II Workshop Internacional em indicadores de sustentabilidade (WIPIS), São Carlos, 2008. Disponível em: <[http://hygeia.fsp.usp.br/siades/documentos/Publicacoes/artigo\\_9f.pdf](http://hygeia.fsp.usp.br/siades/documentos/Publicacoes/artigo_9f.pdf)>. Acesso: Agosto de 2017.

Plano Nacional de Resíduos Sólidos: **Diagnóstico dos Resíduos urbanos, agrossilvopastoris e a questão dos catadores.** Comunicado do IPEA. nº 145, 2012. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80063/Residuos%20Solidos-IPEA.pdf>>. Acesso: Agosto de 2017.

PROIN/CAPES e UNESP/IGCE. **Material Didático: arquivos de transparências** (CD). Rio Claro: Departamento de Geologia Aplicada, 1999. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/residuos/res02a.html>>. Acesso: Agosto de 2017.

FCVA/UNESP. **Rotulagem de Resíduos Químicos.** Disponível em: <<http://www.fcav.unesp.br/#!/comissoes/comissao-local-de-gestao-e-descarte-de-residuos/rotulagem-de-residuos-quimicos/>>. Acesso: Maio de 2018

SANDERS, H. J. Hazardous Wastes in Academic Labs. **C&EN**, n. 3, p. 21-31, Fev., 1986.

SANTOS, F.J. **Saneamento básico e resíduos sólidos: avanços necessários.** Porto Alegre, 2015. Disponível em:

<[http://www.mprs.mp.br/areas/ressanear/arquivos/simposio\\_2015/johnny\\_ferreira\\_min\\_cidades\\_20\\_08.pdf](http://www.mprs.mp.br/areas/ressanear/arquivos/simposio_2015/johnny_ferreira_min_cidades_20_08.pdf)>. Acesso: Agosto de 2017.

SILVA, A.M.; NISHIYAMA, L. **Gerenciamento de resíduos sólidos da Souza Cruz, fábrica de Uberlândia**. Caminhos da Geografia, Uberlândia, V.7, N 12, 2004. p.128-157.

SIQUEIRA, L.N. **Dos princípios e instrumentos da Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Revista Virtual Faculdade de Direito Milton Campos, Nova Lima, v. 10, 2012. Disponível em: Revista Formação, n.21, volume 2, 2014. Acesso: Abril de 2018.

TAVARES, A.G.; BENDASSOLLI, J.A. **Implantação de um programa de gerenciamento de resíduos químicos e águas servidas nos laboratórios de pesquisa no CENA/USP**. Piracicaba, 2005. Disponível em: <[http://cena.usp.br/residuos/publicacoes/tese\\_glauco\\_tavares.pdf](http://cena.usp.br/residuos/publicacoes/tese_glauco_tavares.pdf) >. Acesso: Agosto de 2017.

TOCCHETTO, M.R.L. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais**. Universidade Federal de Goiás. Curso de Especialização em Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos e Líquidos. Goiânia, 2009.

TOMMASI, L.R. **Estudo de Impacto Ambiental**. São Paulo: CETESB, 1993.

TOSTA, S.S. **Diagnósticos e propostas para o gerenciamento de resíduos químicos laboratoriais no Instituto de Química da UFBA**. Salvador, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/18519/1/Vers%C3%A3o%20Final%20-%20Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Silvana%20Sandes%20Tosta.pdf>>. Acesso: Setembro de 2017.

UNESP – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” **Gerenciamento de resíduos químicos – Normas Gerais**, revisão 2002. Disponível em: <<http://www.iq.unesp.br/Home/normas-residuos.pdf>>. Acesso: Agosto de 2017.

ZANTA, V.M. **Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos com ênfase na proteção de corpo d'água: prevenção, geração e tratamento de lixiviados de aterros sanitários.** Rio de Janeiro: ABES, 2006.

ZHANG, N. et al. Greening Academia: Developing Sustainable Waste Management at Higher Education Institutions. **Waste Management**, 31, p. 1606-1616, 2011.