

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC

Trabalho de Conclusão de Curso | Bacharelado em Química

Antonio Pepinelli

**Da origem à destinação final, os desafios do  
gerenciamento de resíduos químicos em  
instituições de ensino superior**

Santo André  
AGOSTO – 2022

Antonio Pepinelli

**Da origem à destinação final, os desafios do  
gerenciamento de resíduos químicos em  
instituições de ensino superior**

Monografia de Trabalho de  
Conclusão de Curso, apresentado  
ao Bacharelado em Química da  
UFABC para obtenção do título de  
Bacharel em Química

Orientadora: Mirela Inês de Sairre

ASSINATURA  
DISCENTE

ASSINATURA  
ORIENTADOR

Este trabalho é dedicado a todas as pessoas que, apesar de todos os processos de invisibilização, através de seu ofício contribuem para que as próximas gerações possam usufruir de melhores condições ambientais. São eles faxineiros, garis, agentes de reciclagem e funcionários públicos de transporte, coleta, fiscalização e os órgãos não governamentais. Para toda a comunidade escolar e acadêmica que reúne esforços para educar através do exemplo e da ética. Para os cidadãos que exigem melhores condições de vivência e para aqueles que apesar de todos os impactos fazem de sua sobrevivência, resistência.

*“Vamos parar com isso, aprender sobre a coleta  
seletiva de lixo*

*Arqueólogos, geólogos, antropólogos, ah*

*Façam parte dos nossos*

*Respeito e instrução ao povo para dizerem que*

*"Sim eu posso, sim eu posso, sim eu posso"”*

(Criolo)

## RESUMO

Historicamente é identificada, no Brasil, uma tradição de invisibilização e estigmatização dos resíduos, seu gerenciamento e daqueles que com ele trabalham. Essa condição é refletida social e legislativamente uma vez que, desde o período colonial até a contemporaneidade, os setores públicos e privados encontram dificuldades em acompanhar o desenvolvimento dos grandes centros e realizar o gerenciamento adequado de resíduos. As instituições de ensino superior (IES), que devem preparar as futuras gerações para enfrentar estes dilemas, também encontram dificuldades em gerenciar seus resíduos, sobretudo aqueles químicos e perigosos. Através de levantamento bibliográfico e análise comparativa de quatro Planos de Gerenciamento de Resíduos (PGRs) disponibilizados online pelas IES que possuem o curso de química aprovados pelo ENADE, foi possível avaliar o arcabouço legal e técnico utilizado atualmente pelas universidades. Essas instituições, de forma explícita ou não, apresentam semelhanças ao modelo cíclico PDCA (*planejar-fazer-conferir-agir*) para poder gerenciar seus resíduos. Também foram encontrados fatores determinantes para o sucesso dos planos como a participação ativa intersetorial e de toda comunidade acadêmica, a existência de comissão ou setor multidisciplinar que seja responsável pelo gerenciamento de resíduos assim como a aprovação e promoção das ações pela alta administração universitária. Foram identificadas e relacionadas as etapas de gerenciamento de produtos perigosos em IES. O planejamento prévio, segregação, quantificação, identificação, armazenamento, coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final dos resíduos químicos perigosos foram analisados em face das normas e legislações vigentes. Conclui-se que as IES possuem responsabilidade não somente por destinar adequadamente seus resíduos continuamente gerados, mas também por preparar seus egressos para que consigam lidar com os desafios encontrados nesta área. É proposta, como perspectiva futura, a inserção de disciplinas teórico-práticas nos currículos de química que permitam aos alunos o acesso aos conteúdos sociais, históricos, legais e técnicos envolvidos no gerenciamento de resíduos.

**Palavras-chave:** Gerenciamento; Resíduos; Universidade.

## ABSTRACT

Historically in Brazil, a tradition of invisibility and stigmatization of the residues, their management and of those who work with it is identified. This condition is reflected socially and legislatively since, from the colonial period to contemporaneity, the public and private sectors find difficulties to follow the development of the large centers and carry out the adequate waste management. Higher Education Institutions (HEIs), which should prepare future generations to face this dilemma, also find barriers to manage their waste, particularly, the chemical and hazardous ones. Through a bibliographic survey and comparative analysis of four Waste Management Plans (WMP) made available online by HEIs that have the chemistry course approved by ENADE, it was possible to evaluate the legal and technical framework currently used by the universities. These institutions, explicitly or not, show similarities with the PDCA (*plan-do-check-act*) cycle to manage their residues. Determining factors of the success of the plans were also found, as the active intersectoral participation of the entire academic community, the existence of a multidisciplinary sector or commission to be responsible for the waste management and the approval and promotion of the management actions by the university administration. The stages of the HEI's hazardous waste management were identify and related. The previous planning, segregation, quantification, identification, storage, collection, transport, transshipment, treatment and final destination of the hazardous waste were analyzed in face of current rules and laws. It was concluded that the HEIs have responsibility not to only adequate destinate their continually generated waste, but also to prepare their graduates to be able to deal with the challenges of this area. As a future perspective it was proposed the insertion of a theoretical and practical disciplines in the chemistry curricula that allow the students access to the ethical, social, historical, legal and technical contents involved in the waste management.

**Keywords:** Management; Waste; University.

## Sumário

<b>I. Introdução Geral e Normativa .....</b>	<b>2</b>
<b>II. Objetivos .....</b>	<b>8</b>
<b>II. 1. Objetivos Gerais.....</b>	<b>8</b>
<b>II. 2. Objetivos Específicos .....</b>	<b>8</b>
<b>III. Metodologia .....</b>	<b>8</b>
<b>IV. Desenvolvimento do trabalho.....</b>	<b>9</b>
<b>IV.1. Análise dos Planos de Gerenciamento de Resíduos (PGRs) selecionados.....</b>	<b>9</b>
<b>IV.2. Etapas do Gerenciamento de Resíduos Químicos .....</b>	<b>12</b>
<b>IV.3. Proposta Didático Pedagógica: Perspectivas Futuras .....</b>	<b>22</b>
<b>V. Conclusões e Perspectivas Futuras .....</b>	<b>23</b>
<b>VI. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>24</b>
<b>Anexo A .....</b>	<b>31</b>

## **I. Introdução Geral e Normativa**

Lixo, rejeito, dejetos, imundície, escória, basculho, detrito, sobra, resto, descarte, resíduo. Ainda que legal e tecnicamente a nomenclatura possua distintas conceituações, são diversos os termos utilizados popularmente como sinônimos para definir os materiais que já não apresentam características interessantes aos responsáveis por sua transformação. Desta forma, o “lixo”, assim como aqueles que trabalham com ele (MAGALHÃES, 2012), foram socialmente lançados a um espaço de desprezo e marginalização, aquilo que é sujo, inútil e que causa incômodo (ASSAD, 2016; MIZIARA, 2011).

É interessante notar que esta relação estigmatizada com os resíduos nem sempre ocorreu desta forma. Os povos ameríndios sambaquieiros, que viviam no litoral brasileiro há mais de 6500 anos, tinham o ritual de utilizar restos faunísticos (conchas, ossos, restos alimentares) para compor, junto com ferramentas e estátuas feitas de osso e pedra, estruturas arquitetônicas complexas utilizadas para o sepultamento de seus mortos, chamadas de sambaquis (GASPAR, 1999). Assim, os restos mortais e demais materiais recebiam uma função social, artística e ambiental.

Os povos sumérios tinham como responsáveis pela limpeza da cidade os sacerdotes que, além de serem figuras centrais na administração dos templos e da vida pública, também desempenhavam papel cultural importante dentro da sociedade em questão (EIGENHEER, 2009).

Já no período colonial brasileiro, os resíduos estavam relacionados a questão de administração pública, com sua remoção delegada à população escravizada, negras forras e encarcerados, os resíduos públicos eram formados por matéria orgânica, como restos de varrição, comida e excrementos (MIZIARA, 2011; EIGENHEER, 2009).

Com a urbanização e pavimentação dos espaços, as medidas sanitárias acumularam-se e havia o receio quanto às epidemias, como a cólera e a febre amarela. O paradigma científico das infecções por miasmas e das ações sanitárias alternadas entre as iniciativas públicas e privadas, conduziram os resíduos para regiões afastadas dos centros urbanos (GASPAR, 1999; SANTOS, 2011; MIZIARA, 2011). Em meados do século XX, soluções diversas como a quantificação e a incineração dos resíduos sólidos, tal como proposto por Emílio Ribas seguindo tendência europeia em 1907, foram apresentadas e testadas (MIZIARA, 2006).

Entretanto, com a permanência das práticas de coleta e movimentação dos resíduos sólidos dos centros para a periferia, o crescimento populacional e urbanização ocorridas no decorrer do século XX ajudaram a intensificar os problemas decorrentes do manejo inadequado



de resíduos gerando uma desproporcionalidade em relação à infraestrutura e a capacidade de atendimento dos serviços públicos à população (PHILLIPI JR., 2005).

Em termos de legislação ambiental, a república brasileira já apresentava até então o Código das Águas (1934) e o Código Florestal (1937), representativos da perspectiva de exploração e administração de recursos naturais (MOURA, 2016).

A partir da década de 70, a confluência de demandas externas, representadas pela realização da Conferência de Estocolmo (1972), e o crescimento de pressão popular decorrente das poluições industriais ocasionadas pelos processos produtivos, tornaram o ambiente propício para o estabelecimento de estruturas de regulação ambiental, como os órgãos estaduais de meio ambiente (como a criação da Cetesb em 1973, por exemplo), e marcos legislativos importantes, tais como: a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) de 1981; a incorporação do capítulo do meio ambiente na Constituição Federal (1988); a unificação de setores ambientais para a criação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais (Ibama) em 1989; e a criação do Ministério do Meio Ambiente (MMA) em 1992 (MOURA, 2016; NETO, 2010).

O aparato legal brasileiro referente aos resíduos dificultava o correto gerenciamento e impedia a responsabilização dos atores envolvidos. A ausência de dispositivos que oficializassem as punições a quem infringisse as regulações dificultou a eficácia da aplicação das leis. Somente em 1998, com a consolidação da lei 9.605/98, que dispõe sobre as sanções penais e administrativas referentes às lesões ao meio ambiente (BRASIL, 1998), foi possível caracterizar os crimes ambientais e responsabilizar civil e criminalmente os agentes poluidores (NETO, 2010).

No entanto, a federação (representada pela União, Estados e Distrito Federal) não obteve êxito em aprimorar a infraestrutura sanitária ou o arcabouço jurídico-legal necessário para o desenvolvimento urbano e ambiental brasileiro. A pressão sobre municípios e órgãos colegiados contribuiu para a instituição de decretos, resoluções, portarias e leis de forma descentralizada, propiciando o atual ambiente de insegurança legal, dificuldade na disposição de resíduos e no financiamento de ações para a redução de impactos ambientais. (NETO, 2010).

Desde o desastre envolvendo Césio 137 em Goiânia em 1987 (NAZARI, 2019) até a consolidação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) em 2010, diversas ações importantes foram promovidas, entre elas podem ser citadas:

- A proposição de mais de 100 projetos de leis (PL), unificados pela PL 203/91 que tramitou por 21 anos (NETO, 2010; BITTENCOURT, 2014);
- A realização das conferências Rio-92 e Rio+10 (MOURA, 2016);

- A convergência de congressos, fóruns, debates, comissões, embates entre sociedades civil, setores produtivos e governo no estabelecimento do PL 1991/2007, finalmente sancionado e decretado pelo presidente em 2010 instituindo a Lei 12.305 (FAGLIARI, 2017).

Em seus 57 artigos, a PNRS constitui um marco na legislação ambiental brasileira, estabelece uma ordem de prioridades das ações de gerenciamento, cria instrumentos para o gerenciamento integrado de resíduos, divide em categorias, fomenta ações de redução e manejo (como a reciclagem e a logística reversa), consolida as iniciativas legais anteriores e institui diretrizes e responsabilidades dos atores envolvidos, desde a geração até a destinação final dos resíduos sólidos (NETO, 2010).

De acordo com a PNRS, define-se resíduo sólido como:

“material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a 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 técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível” (BRASIL, 2010).

Assim, legalmente, o resíduo mantém seu significado como fruto da ação humana em seu meio devendo ser encaminhado para processos adequados de disposição final pois, caso contrário pode resultar em impactos à saúde pública e danos ambientais devido suas particularidades. É necessário, assim, que exista cooperação entre todos os atores envolvidos para que desde sua produção, os resíduos sejam adequadamente geridos.

A PNRS apresenta dezenove instrumentos pelos quais as entidades federativas deverão se comprometer para a correta gestão de seus resíduos. Dentre eles estão os planos de resíduos sólidos (Figura 1). Os planos de gerenciamento de resíduos sólidos configuram instrumentos locais que articulam as diretrizes federais, estaduais e municipais dentro da realidade institucional abordada. É de elaboração obrigatória a todos empreendimentos, públicos ou privados, que sejam responsáveis pela produção direta ou indireta de resíduos categorizados como industriais, de saneamento básico, de serviços de saúde, de construção civil ou agrossilvopastoris, também englobando geradores de resíduos perigosos ou não equiparáveis pelo poder público municipal como resíduos domiciliares (BRASIL 2010).

**Figura 1. Planos de resíduos sólidos (PNRS).**



Fonte: Adaptação de BRASIL, 2010.

Junto aos planos, deve ser realizado um diagnóstico sobre a situação de todos os resíduos gerados pelo empreendimento, assim como suas características, a origem, as ações tomadas para seu gerenciamento, redução e adequação, assim como os atores por elas responsáveis (BRASIL, 2010).

Dentre os inúmeros tipos de atividades e serviços realizados em todo o país, as universidades cumprem um papel fundamental para a difusão do conhecimento, capacitação da população para o enfrentamento dos desafios apresentados na vida profissional e pessoal, além de atuarem como agentes de transformação da comunidade em que estão inseridas. Considerando as instituições de ensino superior (IES), a diversidade de atividades realizadas contribui para a produção de uma gama complexa e sistêmica de resíduos que possuem características e origens variadas (OTTONI, 2019).

A elaboração e aplicação dos planos de gerenciamento indicados pela PNRS são atividades obrigatórias para os estabelecimentos que produzem resíduos de serviços de saúde (RSS), através da resolução nº358 de 2005 do CONAMA e da RDC 306 da ANVISA (atualizada pela RDC 222), e também para aqueles geradores de resíduos de construção civil (RCC), de acordo com a resolução CONAMA 307/2002 (OTTONI, 2019).

Segundo Bittencourt (2014), a produção de resíduos não equiparáveis aos resíduos domiciliares em grande escala por conta de sua natureza, composição e volume, também podem ter geração contínua ou esporádica nas atividades de ensino e pesquisa nas áreas de ciências

naturais e de saúde que podem gerar resíduos químicos, infectantes e radiológicos, portanto são motivos pelos quais as instituições federais de ensino deveriam elaborar Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS).

Por outro lado, as instituições de ensino da esfera particular não estão isentas da responsabilidade de serem geradores de resíduos. De acordo com os princípios estipulados pela PNRS, como de poluidor-pagador, a razoabilidade e a proporcionalidade, a ecoeficiência e o reconhecimento dos resíduos como bens públicos (BRASIL, 2010), o gerenciamento possibilita o aprendizado sobre o tema e a utilização de recursos de forma mais consciente, econômica e eficiente. Também deve-se destacar que a elaboração de PGRS é uma etapa obrigatória para o licenciamento ambiental, um dos instrumentos principais da PNMA, tendo sua aprovação condicionada aos órgãos federais e estaduais e, em caso de não se fazer necessário o licenciamento, às respectivas prefeituras.

O que se observa, no entanto, é que não há ampla adesão das instituições na realização do documento (OTTONI, 2019; BITTENCOURT, 2014). Em 1998, Jardim apresentou um paradigma institucional onde o gerenciamento de resíduos era inexistente e o descarte inadequado (JARDIM, 1998). Passados mais de quinze anos, Bittencourt (2014) mostrou que as ações realizadas eram pontuais e descentralizadas, dificultando uma análise dos gerenciamentos universitários brasileiros como um todo.

Considerando as instituições que apresentam cursos e disciplinas nas áreas de ciências da natureza e da saúde, a geração de resíduos perigosos é contínua e deve ser gerenciada adequadamente.

A partir da NBR 10004, os resíduos foram classificados em resíduos perigosos (Classe I) e não perigosos (Classe II). Por sua vez, os resíduos não perigosos são divididos em não inertes (classe II A), que podem apresentar propriedades como solubilidade em água, combustibilidade e ou/ biodegradabilidade (ex: papel, madeira, alimentos, entre outros) e inertes (classe II B), que não superem os padrões de potabilidade da água de acordo com parâmetros pré-estabelecidos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

Podem ser classificados como perigosos todos os materiais de “origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição” (NBR, 2004) que possuem características de patogenicidade, toxicidade, reatividade, corrosividade ou inflamabilidade ou que estejam elencados nos anexos A ou B da norma NBR 10.004/2004, representando riscos à saúde pública e/ou ao meio ambiente.

Embora a resolução de diretoria colegiada (RDC) nº 222 de 2018 da ANVISA possa abranger as instituições de ensino em pesquisa considerando os resíduos de serviço de saúde (ANVISA, 2018), não há legislação específica que tenha como foco os resíduos de universidades, sejam eles perigosos ou não (RIBEIRO, 2016). Isso pode ser um dos motivos que tornam as iniciativas de gerenciamento isoladas e pontuais. Ottoni (2018) descreve como fatores dependentes para a implementação e eficácia do gerenciamento de resíduos em IES o engajamento da comunidade interna, o comprometimento da alta administração e o envolvimento de setores diversos, além de apontar que a descontinuidade das gestões e a estrutura descentralizada fragmentada das instituições como falhas principais nas iniciativas de gestão de resíduos.

Atualmente, de acordo com a plataforma digital e-MEC, estão ativos no Brasil 130 cursos de bacharelado em química e 378 cursos de licenciatura em química. Cada um deles deve seguir as diretrizes curriculares estabelecidas pelo parecer CNE/CES nº 1.303/2001 que, dentre os conteúdos apresentados, constam para ambos, o conhecimento de práticas laboratoriais (BRASIL, 2001), que podem gerar resíduos químicos.

De acordo com o relatório do ENADE 2017, 263 cursos de licenciatura e 128 cursos de bacharelado em química participaram do exame. Nesta edição do exame constava, entre os conteúdos referenciais contemplados na prova, a destinação de resíduos como uma das técnicas básicas de laboratório (art. 7 da portaria Nº 511 da ABMES, que dispõe sobre as características do ENADE 2017 realizado para cursos de bacharelado em química).

Assim, entende-se que o gerenciamento de resíduos configura uma competência dos egressos dos cursos superiores de química, sendo sustentada pelo Decreto nº 85.877 de 1981, que normatiza o exercício do profissional de química e estabelece, como uma de suas atividades, a “produção e tratamento prévio e complementar de produtos e resíduos químicos” (BRASIL, 1981).

Conforme exposto por Jardim (1998), em instituições universitárias, deve-se focar prioritariamente nos resíduos ativos, ou seja, aqueles que têm maior rotatividade e geração contínua, produzidos pelo ensino e, após adquirida experiência, focar nos passivos, resíduos estocados sem caracterização.

Considerando o status histórico descentralizado das ações de gerenciamento, seja em âmbito nacional, regional ou universitário, são objetivos deste trabalho a realização de uma revisão bibliográfica acerca dos instrumentos legais e normativos a serem considerados na elaboração e aplicação dos planos de gerenciamento de resíduos químicos em IES. O presente

trabalho visa também a identificação e análise das principais etapas do PGR, a proposta de um panorama sobre o gerenciamento contemporâneo e a elaboração de uma proposta didática que enfatize a realização de gerenciamento e destinações adequadas de resíduos químicos provenientes de ações de ensino.

## **II. Objetivos**

### **II. 1. Objetivos Gerais**

Realizar uma revisão bibliográfica e fazer uma análise de planos de gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino superior.

### **II. 2. Objetivos Específicos**

- Realizar uma revisão bibliográfica de planos de gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino superior, consultando páginas oficiais das instituições;
- Identificar as diferenças entre os planos de gerenciamento das IES;
- Identificar as etapas essenciais para o gerenciamento adequado;
- Sugerir metodologia prático-pedagógica como perspectiva sobre o tema.

## **III. Metodologia**

Para uma visão mais compreensível de como as instituições realizam o gerenciamento de resíduos adequadamente, foi realizado um comparativo entre os PGRS disponíveis online de universidades que possuam o curso de bacharelado em química e nota máxima no ENADE.

Foram considerados os cursos de bacharelado devido ao seu perfil, segundo parecer CNE/CES nº 1.303/2001, que também inclui competências e habilidades como “possuir conhecimento da utilização de processos de manuseio e descarte de materiais e de rejeitos, tendo em vista a preservação da qualidade do ambiente” (BRASIL, 2001).

O trabalho foi desenvolvido de acordo com a sequência de atividades mostradas a seguir:

Seleção das IES (ENADE) -> Análise dos PGRS -> Determinação das Etapas Chave -> Comparação e Análise dos Dados -> Análise da Legislação/Normativa empregada -> Síntese de desafios comuns às IES -> Elaboração de prática química.

Para o acesso aos planos foram realizadas as etapas seguintes:

1. Filtro das universidades com o curso “Bacharelado em Química” participantes do ENADE de 2017 de acordo com maior pontuação bruta FG;
2. Identificação do campus onde ocorre o curso a partir dos dados do ENADE;
3. Identificação do curso a partir do código do curso pela plataforma E-MEC e verificação se ele se encontra em atividade (<https://emec.mec.gov.br/emec/>);
4. Pesquisa na ferramenta de pesquisa Google utilizando “Nome da Instituição + Gerenciamento de Resíduos Sólidos”, “Nome da Instituição + PGRS”, “Nome da Instituição + PGRS + Cidade onde está localizado o campus” e busca na página oficial da instituição por “Gerenciamento de Resíduos”, “PGRS”, “Resíduos” e “Plano de Gestão”;
5. Comparação dos documentos apresentados em busca do plano mais recente e de maior abrangência referente à instituição.

Foi realizada leitura aprofundada dos planos e, a partir dos dados obtidos em análise, foram realizadas discussões sobre o gerenciamento, incluindo identificação, acondicionamento, possível tratamento e descarte adequados de resíduos. Também foram reunidos todos os instrumentos normativos e legais citados, seja no corpo dos planos ou em suas referências bibliográficas, comparados e analisados quanto ao seu conteúdo e ano de publicação.

## **IV. Desenvolvimento do trabalho**

### **IV.1. Análise dos Planos de Gerenciamento de Resíduos (PGRs) selecionados**

De acordo com a metodologia proposta, foi possível ter acesso e analisar quatro PGRs de IES, os quais estão identificados na Tabela 1. Como estes foram os planos disponíveis mais recentes, as práticas neles apresentadas estão implementadas e condizem com o atual cenário institucional.

Durante a pesquisa realizada, das 11 instituições com maiores pontuações gerais brutas do ENADE, foi possível encontrar somente 4 planos de gerenciamento que versassem necessariamente sobre os campi onde ocorrem os cursos de química, sendo estes em instituições públicas.

**Tabela 1: Planos de Gerenciamento de Resíduos (PGRs) analisados.**

Instituição de Ensino (Sigla)	Título do PGR	Ano de Publicação
Instituto de Química – Universidade Estadual de Campinas (IQ/Unicamp)	Plano de Gestão de Resíduos Local (PGRL) do Instituto de Química	2021
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)	Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos	2021
Fundação Universidade Federal do ABC (UFABC)	Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da UFABC	2019
Instituto de Química - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp)	Normas Gerais de Gerenciamento de Resíduos Químicos no Instituto de Química – Unesp	2017

A Universidade Pontifícia Católica do Rio (PUC-RIO), por exemplo, possui uma dissertação de mestrado de 2012 com os componentes específicos do PGR do campus Gávea (GOMES, 2012) e também apresenta uma outra dissertação de mestrado de 2016 com uma nova proposta de plano e a análise dos méritos e desenvolvimentos do projeto anterior (SOTO, 2016). No entanto, não foi possível encontrar um documento institucional que demonstrasse que a proposta foi desenvolvida. A ausência de plano vigente também foi observada: na Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Não foram encontrados dados referentes à presença ou ausência de planos vigentes no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET/MG) e na Universidade Pitágoras (UNOPAR).

A Universidade Federal do ABC (UFABC), a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e a Universidade Federal De Mato Grosso (UFMT) possuem planos vigentes, entretanto não foi possível obtê-los virtualmente pela metodologia aqui proposta. Compete destacar que, de acordo com o parágrafo único do art. 14 da PNRS, os planos devem ter ampla publicidade e além da participação da sociedade em sua elaboração, implementação e operacionalização (BRASIL, 2010).

A ausência de planos disponíveis observadas no levantamento corrobora com o que foi exposto por Ottoni (2018), o qual observou que somente a minoria das IES públicas brasileiras possuíam PGRs disponíveis online (17%). De acordo com o art. 14 da PNRS, a ampla



publicidade do conteúdo dos resíduos sólidos deve ser assegurada e promove o princípio, previsto na mesma lei, do controle social e do direito da sociedade à informação (BRASIL, 2010).

A elaboração dos planos de gestão de resíduos no âmbito nacional tem evoluído de forma lenta, uma vez que o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares) só foi publicado em 2022. Até 2019, ainda restavam 4 estados sem Plano Estadual de Resíduos Sólidos (PERS) vigente e, em relação aos municípios brasileiros, até 2020 apenas 67,8% possuíam algum plano vigente (BRASIL, 2022; CGU, 2019; IBGE, 2021). É importante observar que um dos principais instrumentos para implementação da PNRS e sua articulação governamental, era o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos (CI), criado pelo decreto 7.404/2010 e que foi descontinuado em 2019. O CI teria papel fundamental, no aspecto de intensificar investimentos que sempre estavam abaixo do esperado, na sensibilização dos atores e no cumprimento das metas da PNRS, medidas estratégicas que hoje estão praticamente paralisadas (VELOSO, 2014; CGU, 2019).

Esta lentidão dificulta o gerenciamento integrado, o acesso aos recursos públicos e impede a criação de metas e fiscalizações, além de impactar na elaboração e implementação dos planos pelas IES. De acordo com a legislação, as instituições devem elaborar seus próprios PGRs, mesmo sem os direcionamentos das esferas superiores, no entanto a falta de documentos provoca a definição de ações desarticuladas dos interesses públicos vigentes.

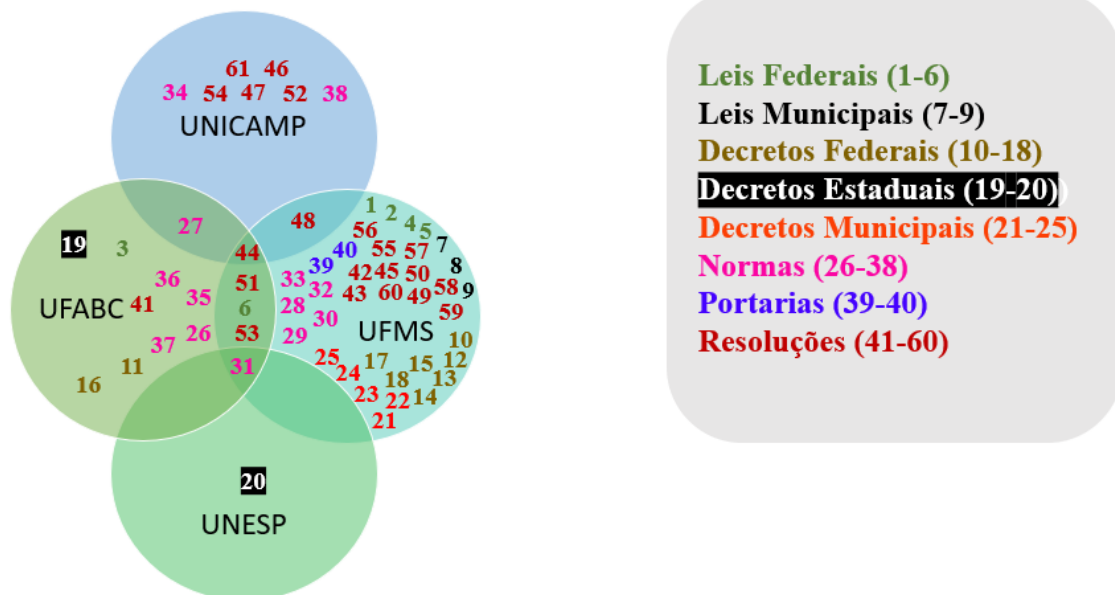
Em relação à estrutura normativa e legal utilizadas para fundamentar os PGRs analisados, foi possível observar que os documentos não são comuns a todos os planos. A Figura 2 apresenta índices numéricos referentes aos documentos utilizados em cada PGR. A variedade de documentos oficiais demonstra a complexidade na elaboração do gerenciamento de resíduos, ao contemplar atividades tão diversas presentes nas instituições. É importante destacar que nenhuma normativa é específica para IES (RIBEIRO, 2016).

A quantidade de instrumentos normativos não reflete, entretanto, a qualidade dos planos uma vez que a sua citação mostra somente que as instituições têm conhecimento e têm o objetivo de seguirem tais diretrizes. Na verdade, representa a dispersão normativa e legislativa as quais as universidades devem se submeter e a dificuldade em encontrar documentação que possa assegurar o gerenciamento legalmente adequado.

Diante da complexidade do tema, o trabalho para o gerenciamento adequado dos resíduos das universidades necessita de uma equipe multidisciplinar que permita compreender

o gerenciamento não somente dentro do escopo técnico, mas também dentro das limitações legais e normativas às quais as IES estão inseridas.

**Figura 2. Representação de documentos oficiais presentes nos PGRs.**



Fonte: Elaboração Própria. A descrição dos documentos numerados encontra-se no Anexo I.

#### IV.2. Etapas do Gerenciamento de Resíduos Químicos

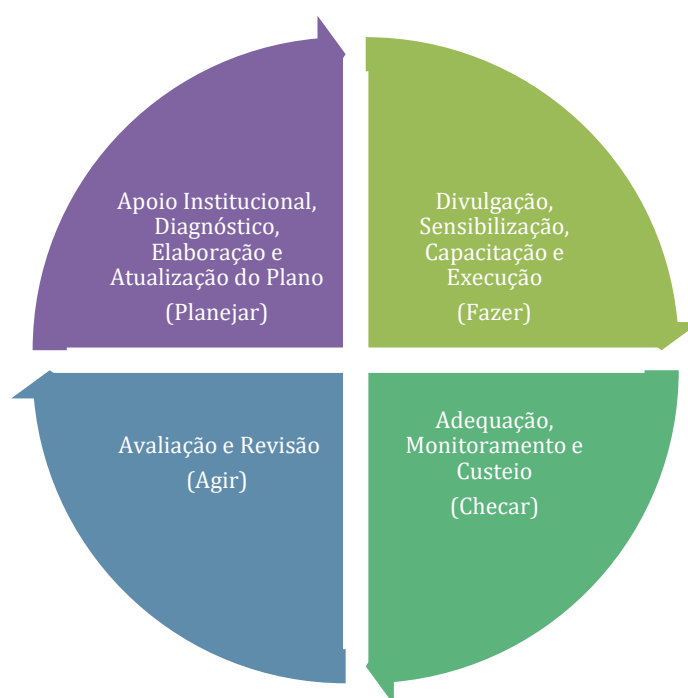
Todos os PGRs analisados se pautam no princípio, estabelecido em lei, da responsabilidade objetiva, onde a responsabilidade pelo resíduo é daquele que o gerou, seja este um setor, servidor ou até mesmo o estudante da instituição. As empresas contratadas para o descarte também exercem importante papel no transporte e na destinação dos rejeitos, mas não isentam o produtor de sua responsabilidade por possíveis danos causados por seu resíduo, devendo este exercer constante supervisão nas ações tomadas por terceiros.

Para fins de análise dos PGRs, foram consideradas as seguintes etapas de gerenciamento: segregação, armazenamento, coleta, transporte, transbordo, destinação e disposição final dos resíduos químicos e perigosos gerados pelos laboratórios das instituições de ensino superior.

Dos quatro planos analisados, é possível notar que são apresentadas diferentes abordagens quanto à sua elaboração. Enquanto os planos da UFABC e da UFMS centralizaram as informações em um único documento, a UNESP e a UNICAMP descreveram os planos de gerenciamento específicos de acordo com os grupos de resíduos gerados. Entretanto, é possível

observar que todos os planos convergem para um gerenciamento cíclico com semelhanças ao do modelo de gestão denominado PDCA (*plan-do-check-act*), em tradução livre significa planejar-fazer-avaliar-agir. Esta ferramenta, citada explicitamente pelos planos da UNESP e da UNICAMP, permite o aperfeiçoamento contínuo das etapas de gerenciamento e permite alinhá-lo com as novas tecnologias e recursos disponíveis. A Figura 3 ilustra o modelo PDCA.

**Figura 3. Ciclo de Gestão de Resíduos seguindo o modelo PDCA.**



Fonte: Elaboração própria.

Todas as instituições analisadas se assemelham quanto ao fluxo de ações envolvendo os resíduos, ou seja, geração, segregação e caracterização, tratamento (se possível e adequado), armazenamento, transporte e destinação final. A seguir é realizada uma análise de cada etapa em relação às ações adotadas nos planos pesquisados.

- **Planejamento**

O planejamento envolve a preparação do gerenciamento e da infraestrutura para que o resíduo seja adequadamente segregado, identificado e encaminhado para a melhor destinação disponível. Os resíduos deverão ser estimados para que, após a sua produção, já exista recipientes adequados previamente rotulados e disponíveis para uso. De acordo com Jardim (1998) e Ottoni (2019), é necessário apoio e participação ativa da alta administração

institucional para a centralização de diretrizes, distribuição de tarefas e responsabilidades aos setores, além de liberação de verbas para a adequação estrutural.

O Plano de Gerenciamento se faz imprescindível uma vez que terá papel fundamental tanto na qualificação dos resíduos gerados institucionalmente, quanto na quantificação que permitirá prever a infraestrutura técnica necessária para a prevenção de impactos causados pelos resíduos. O Plano deverá ser norteado pelos princípios e objetivos da PNRS, incentivando as iniciativas que não gerem, reduzam, reutilizem, reciclem, tratem ou disponham adequadamente seus resíduos. Para isso existem possibilidades diversas dentro do ramo químico como os princípios de química verde, a química sustentável, a simulação computacional de processos para aprendizagem, técnicas em microescala, entre outras (ZUIN, 2021; ENGEL, 2012).

- **Segregação e Quantificação**

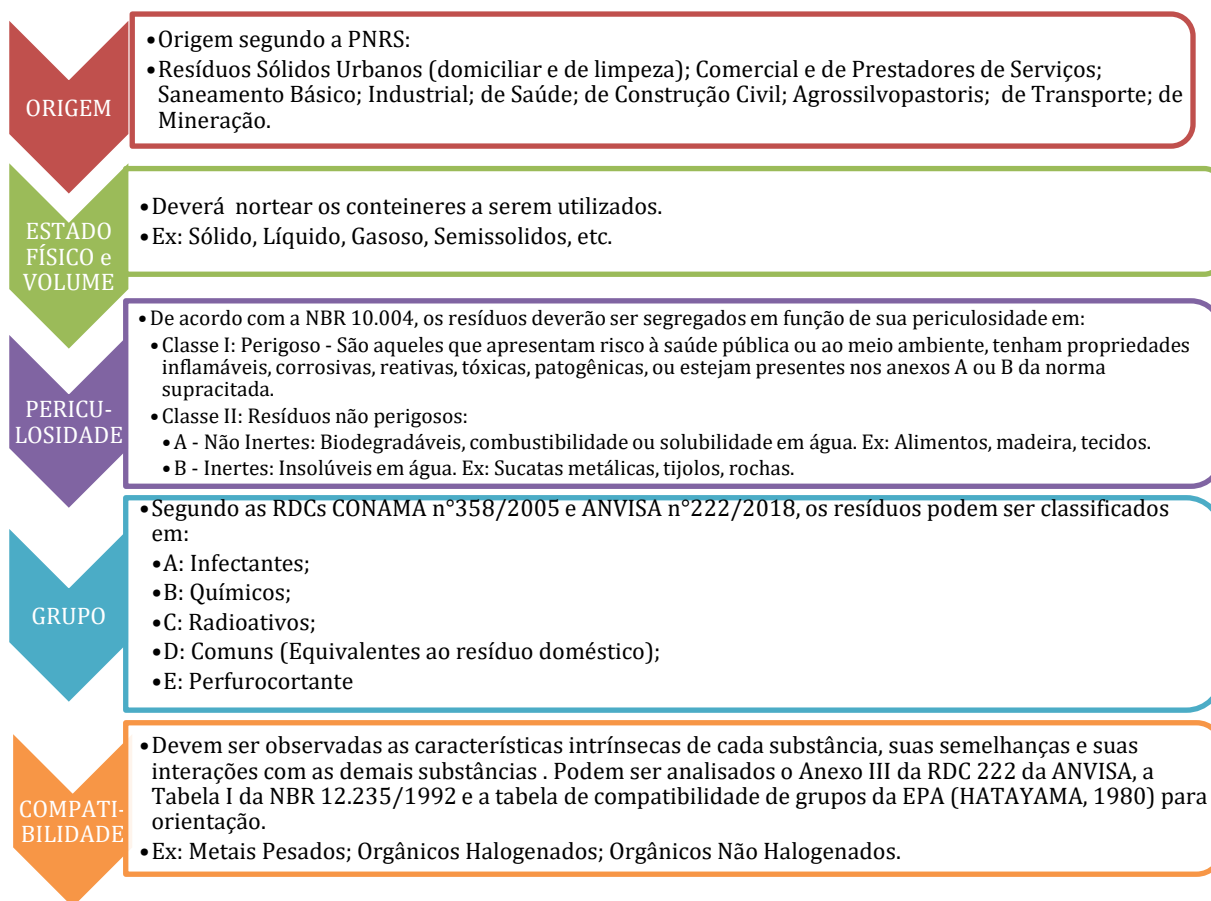
Considerada a etapa mais importante do processo de gerenciamento, a segregação consiste na separação dos resíduos por meio de suas características intrínsecas e deve ser, de acordo com a RDC 222 da ANVISA, realizada no local e no momento de sua geração. Sua correta aplicação previne a transformação do resíduo em rejeito ao facilitar os processos de recuperação, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final além de garantir um armazenamento seguro e uma identificação precisa das características e riscos relativos ao resíduo (FONSECA, 2009; UNICAMP, 2021; UFABC, 2019; JARDIM, 1998).

O PGRs da UFABC (2019) e da UNICAMP (2021) priorizam a segregação por estado físico ante as demais características. É possível observar que embora existam grupos de segregação exclusivos de cada instituição, todas segregam separadamente famílias reativas, orgânicos halogenados por exemplo, e substâncias tóxicas, como metais pesados, por exemplo.

Na Figura 4 é sugerida uma sequência de ações para a segregação de resíduos desde sua origem, com base nos gerenciamentos observados. Recomenda-se também observar a Lista Brasileira de Resíduos Sólidos do IBAMA (IBAMA, 2012) para formação das correntes de segregação, preenchimento dos Manifestos de Transporte de Resíduos (MTR), adequação ao Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e o gerenciamento de acordo com os processos existentes em locais com geração de resíduos perigosos.

O PGR da UFMS (2021) descreve que identificou dificuldade na segregação de resíduos no momento de geração pela comunidade acadêmica contribuindo para a transformação de resíduos em rejeitos. A sensibilização e comprometimento de todos os atores envolvidos se faz novamente necessário.

**Figura 4. Procedimento para segregação de resíduos.**



Fonte: Elaboração própria.

A partir da segregação adequada dos resíduos é possível realizar um diagnóstico mais acurado partindo da quantificação de resíduos preconizada na PNRS, identificando os setores e processos de maior produção e buscando alternativas para reutilização, tratamento e destinação final adequada. Convém observar que o PGR da UFMS teve o diagnóstico mais detalhado de todos os planos analisados, contribuindo para o princípio da transparência presente na PNRS (JARDIM, 1998; BRASIL, 2010; UFMS, 2021).

- **Identificação e Armazenamento**

A recomendação geral para a identificação é que seja realizada com base na norma NBR 16725 de 2014 e a rotulagem deve ser padronizada pela instituição. A este respeito, o plano da UFABC se destaca, pois apresenta de forma específica e clara, abordando em detalhes como

elaborar a Ficha com Dados de Segurança de Resíduos (FDSR) necessária para fornecer as informações de segurança aos profissionais participantes do gerenciamento (UFABC, 2019).

Com relação ao armazenamento, as embalagens de polietileno de alta densidade (PEAD) têm ampla utilização na contenção de resíduos (UNICAMP, UFABC, UFMS), pois apresenta alta resistência à maior parte das espécies químicas polares e insolubilidade à grande parte dos solventes sob temperatura ambiente. Este tipo de embalagem também encontra espaço na contenção de produtos químicos, farmacêuticos, cosméticos e automotivos (BAIRD, 2017; COUTINHO, 2003; FONSECA, 2004; SILVEIRA NETA, 2012; SELKE, 2011; UNICAMP, 2021; UFABC, 2019; UNESP, 2017).

Sendo produzido a partir de compostos parafínicos a temperaturas e pressões relativamente baixas, o PEAD é constituído de cadeias orgânicas lineares dobradas entre si que resultam em maiores densidades e massas moleculares médias. Esses atributos rendem ao produto características como aumento de resistência mecânica e baixo valor comercial o tornam uma ótima alternativa para o armazenamento de resíduos químicos (COUTINHO, 2003).

Entretanto, dadas suas propriedades químicas, alguns solventes apolares, alifáticos ou aromáticos, como éter e xileno, podem provocar estufamento das embalagens. A contenção de ácidos concentrados e oxidantes, como ácido nítrico, são responsáveis pela redução da resistência mecânica por meio da degradação causada pela oxidação das cadeias do polímero (COUTINHO, 2003, LAIWANG, 2020). A característica apolar da estrutura molecular do PEAD não é indicada também aos óleos essenciais, os quais podem apresentar permeabilidade (SELKE, 2011). As principais substâncias químicas incompatíveis com os containers de PEAD, descritas pela RDC 222 da ANVISA, estão dispostas na Tabela 2.

As condições as quais as embalagens estão expostas também devem ser analisadas cuidadosamente, uma vez que a degradação do PEAD pode ser acelerada. Alcanos como as cadeias destes polímeros, com exceção à combustão, não costumam reagir com os demais compostos, entretanto, podem ser suscetíveis à substituição radicalar na presença de halogênios quando submetidos ao calor e luz intensos (BRUICE, 2006; SELKE, 2011).

Para a contenção das substâncias abaixo citadas é possível utilizar frascos de vidro do tipo âmbar, que apesar de apresentarem maior massa encarecendo processos de destinação e transporte, possuem resistência química às soluções incompatíveis ao PEAD e são amplamente utilizados (SILVEIRA NETA, 2012; FONSECA, 2004). Os compostos aromáticos por sua vez podem ser acondicionados em recipientes de poliestireno (SILVEIRA NETA, 2012).

**Tabela 2: Substâncias químicas incompatíveis com a embalagem de PEAD.**

Classificação dos compostos incompatíveis ao PEAD*			
Ácidos	Halogenados	Aromáticos	Solventes Apolares
Ácido butírico	Bromo	Álcool benzílico	Butadieno
Ácido nítrico	Bromofórmio	Anilina	Ciclohexano
Ácidos concentrados	Bromobenzeno		Dissulfeto de carbono
	Cloreto de Amila	Dietil benzeno	Éter
	Cloreto de etila, forma líquida	Nitrobenzeno	Óleo de cedro (Thujopseno)
	Cloreto de tionila	Óleo de canela (Cinamaldeído)	
	Cloreto de vinilideno	Cresol	
	Clorofórmio	Tolueno	
	o-diclorobenzeno		
	p-diclorobenzeno		
	Percloroetileno	Xileno	
	Solventes bromados e fluorados		
	Solventes clorados		
	Tricloroeteno		

Fonte: Adaptado de OLIVEIRA, 2018;

\* Classificação a partir de BRUICE, 2006; KAMATOU, 2010 e SOHRABI, 2017.

A reutilização das embalagens vazias de reagentes usados é proposta pelo PGR da UNESP (2017), desde que a embalagem passe pelo procedimento de lavagem tríplice, que exista descaracterização pela remoção do rótulo e que o mínimo de água utilizado na lavagem seja tratado como resíduo da substância contida ali anteriormente.

Uma vez que as embalagens de produtos químicos perigosos e seus resíduos também devem ter o mesmo gerenciamento que a substância que comportam, conforme NBR 10.004 e ANVISA RDC 222, seu reaproveitamento vai de acordo com a PNRS, desde que respeitadas as incompatibilidades e seu reaproveitamento não incorra em riscos para os trabalhadores, à saúde pública ou ao meio ambiente.

A incompatibilidade entre as substâncias é parte essencial da segregação e do armazenamento, estando presente no manejo de substâncias perigosas de todos os planos analisados, com o destaque para o plano da UNESP (2017) que expõe uma lista de substâncias e suas respectivas incompatibilidades.

A compatibilidade entre produtos é compreendida pela RDC n°5.947/2021 da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT) e pela NBR 7501/2020 como a ausência de riscos relacionados às transformações físicas e químicas resultantes do contato entre os produtos. Com o objetivo de impedir ocorrências como, por exemplo, explosões provenientes da produção de calor, chamas, gases, vapores, produção de outros compostos ou mesmo misturas perigosas, os resíduos que apresentam incompatibilidade devem ser segregados em frascos diferentes, armazenados e transportados por meio de disposição que respeite a incompatibilidade entre substâncias, prevenindo também possíveis danos provocados por vazamentos e rupturas de embalagens (BRASIL, 2021; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2020).

De acordo com a NBR 14619/2003 as classes e subclasses de produtos são separadas de acordo com o risco dos produtos e resíduos transportados. Além de segregar, acondicionar e transportar os grupos de compostos incompatíveis separadamente, a norma também indica a necessidade de investigar relações de incompatibilidade dentro do mesmo grupo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003).

A mistura de ácido acético e ácido nítrico concentrados, que são compostos pertencentes à classe de substâncias corrosivas por exemplo, pode desencadear uma reação explosiva se expostos ao calor. Isso ocorre devido a capacidade oxidante do ácido nítrico, capaz de reagir com compostos orgânicos ao mesmo tempo que se reduz produzindo gases tóxicos. Desta forma, seus resíduos não devem ser acondicionados no mesmo recipiente e, durante o transporte, as espécies devem ser separadas de forma a evitar contato mesmo em casos de emergência (VIDAL, 1993; YOUNG, 2007; ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2003).

Para complementar as relações de incompatibilidade é possível utilizar a tabela disponibilizada pela Agência de Proteção Ambiental americana (EPA) que permite a comparação de 41 grupos de compatibilidade distintos baseados nas propriedades químicas das substâncias, apresentando também possíveis consequências da mistura como liberação de calor, explosão, liberação de gases tóxicos, entre outras (HATAYAMA, 1980).

- **Coleta, Transporte, Transbordo**

Conforme disposto no Art. 18 da RDC 5.947/2021, é de responsabilidade do expedidor (gerador) de resíduos assegurar a compatibilidade por meio da disposição e do carregamento das substâncias enviadas para os locais de destinação final, assim como exigir dos



transportadores boas condições operacionais, capacidade técnica para transporte e que estejam devidamente cadastrados à ANTT (BRASIL, 2021).

A resolução nº5.947 da ANTT de 2021 atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos apresentado pela primeira vez em 1988 e especifica alguns procedimentos: - o atendimento de determinadas normas relacionadas à identificação e incompatibilidade química de produtos;- documentos necessários para a realização do transporte (Certificado de Inspeção para o Transporte de Produtos Perigosos emitido pelo Inmetro, capacitação qualificada do motorista reconhecida pelo curso de Movimentação de Produtos Perigosos – MOPP, documento fiscal com símbolos de identificação e a Declaração do Expedidor); - necessidade de ter a palavra “RESÍDUO” antecedendo o nome da substância descrita em documento fiscal para fins de disposição final e descarte; - responsabilidades do expedidor (instituição), transportador e destinatário pelas condições de transporte. (BRASIL, 2021).

A capacitação para coleta, transporte e transbordo está sujeita à NBR 16.173/2021 que especifica a capacitação dos colaboradores em analisar os riscos operacionais, implementar procedimentos de emergência e identificar as condições de segurança necessárias à função (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2021).

Neste quesito devem ser destacados os planos das universidades UNICAMP e UFABC por promover capacitação recorrente não só à comunidade universitária, mas também a terceiros envolvidos no gerenciamento de resíduos. Em contrapartida, em seu PGR a UFMS se isenta da responsabilidade pelo treinamento de funcionários terceirizados mesmo identificando que muitos deles utilizam os equipamentos de proteção individual (EPI) de forma inadequada, o que contraria o princípio de prevenção e precaução, de responsabilidade compartilhada e objetiva (JARDIM, 1998; BRASIL, 2010; UFABC, 2019; UNICAMP, 2021; UFMS, 2021)

Assegurar que as cargas de resíduo tenham um trajeto seguro até o local de tratamento e disposição final faz parte da responsabilidade compartilhada por todo ciclo de vida do produto, prevista como princípio da PNRS (BRASIL, 2010).

- **Tratamento e Destinação Final**

A RDC 222/18 descreve como tratamento o processo caracterizado pela alteração de características químicas, físicas e/ou biológicas dos resíduos. Para a realização de tratamento *in loco* é necessário assegurar a viabilidade técnica e econômica para a execução das transformações de forma segura e controlada.

O PGR da UNESP (2017) é o que mais se concentra nos métodos de tratamento, apresentando uma metodologia diferente para cada corrente de resíduo segregada. Entretanto, como consta no plano supracitado, para a correta destinação dos efluentes após cada tratamento de resíduos, é necessário ter procedimentos de certificação da qualidade da água que não comprometam economicamente a ação e impeçam qualquer descarte indevido que poderia superar os limites permitidos por lei ou causar quaisquer impactos ao meio ambiente ou à saúde pública.

Deste modo, é necessário que o corpo técnico tenha ciência dos processos de origem do ativo, procedimentos padronizados e certificados, orientações de legislações ambientais presentes em seu espaço, conhecer os limites de detecção (LOD) e quantificação (LOQ) de métodos e equipamentos.

Considerando os padrões de efluentes que serão lançados indiretamente nos corpos receptores (hídricos), por meio de emissários sanitários (como a rede pública de esgoto), são estabelecidos pela resolução colegiada CONAMA 430/2011 os padrões da carga poluidora máxima que poderá ser lançada nos corpos hídricos (CONAMA, 2011). Na Tabela 3, apresentam-se os padrões de lançamento permitidos no Brasil em conjunto com metodologias de análise aprovadas e suas limitações.

**Tabela 3. Padrões de lançamento e técnicas analíticas associadas.**

Padrões de Lançamento de Efluente em Rede de Esgoto			
Parâmetro Químico	Valores Máximos	Metodologia	
	RDC nº430, de 2011 (CONAMA)	Nome	LOD Estimado
Arsênio total*	0,5 mg/L As	GAAS	0,5µg/L
		HGAAS	0,2µg/L
		ICP	50µg/L
Bário total*	5,0 mg/L Ba	FAAS	0,03mg/L
		GAAS	2µg/L
Benzeno	1,2 mg/L	GC-PT	0,017µg/L
Boro total* (não aplicável para águas salinas)	5,0 mg/L B	UV-VIS <sup>a</sup>	0,2 µg/L
Cádmio total *	0,2 mg/L Cd	FAAS	2µg/L
		GAAS	0,05µg/L
Chumbo total *	0,5 mg/L Pb	FAAS	0,05mg/L
		GAAS	0,7µg/L
Cianeto livre (destilável por ácidos fracos)	0,2 mg/L CN	Potenciometria <sup>b</sup>	-
Cianeto total	1,0 mg/L CN	Potenciometria <sup>b</sup>	-

Cobre dissolvido*	1,0 mg/L Cu	FAAS	0,01mg/L
		GAAS	0,7µg/L
Clorofórmio	1,0 mg/L	GC-MS	0,126 µg/L
Cromo hexavalente	0,1 mg/L Cr <sup>6+</sup>	FAAS	0,02mg/L
		GAAS	0,01µg/L
Cromo total*	1,0 mg/L Cr	FAAS	0,02mg/L
		GAAS	0,01µg/L
Dicloroetano total	1,0 mg/L	GC-MS	0,013µg/L
Estanho total*	4,0 mg/L Sn	FAAS	0,8mg/L
Estireno	0,07 mg/L	GC-MS	0,031 µg/L
Etilbenzeno	0,84 mg/L	GC-MS	0,032 µg/L
Fenol	0,5 mg/L	UV-VIS	<sup>c</sup>
Ferro solúvel	15,0 mg/L Fe <sup>2+</sup>	FAAS	0,02mg/L
		GAAS	1 µg/L
Fluoreto total	10,0 mg/L F	Potenciometria <sup>d</sup>	
		IC	2 µg/L
Manganês dissolvido*	1,0 mg/L Mn	FAAS	0,01mg/L
		GAAS	0,2 µg/L
Mercúrio total*	0,01 mg/L Hg	HGAAS	4,2 µg/L
Nitrogênio amoniacal total	20 mg/L N	Potenciometria <sup>e</sup>	-
Níquel total *	2,0 mg/L Ni	FAAS	0,02mg/L
		GAAS	0,6µg/L
Prata total *	0,1 mg/L Ag	FAAS	0,01mg/L
		GAAS	0,2 µg/L
Selênio total*	0,30 mg/L Se	GAAS	0,6 µg/L
Sulfato	1,0 mg/L	IC	0,018 mg/L
Sulfeto	1,0 mg/L S	Potenciometria <sup>f</sup>	
Tetracloroeto de carbono	1,0 mg/L	GC-MS	0,042 µg/L
Tricloroetano	1,0 mg/L	GC-MS	0,045 µg/L
Tolueno	1,2 mg/L	GC-MS	0,047 µg/L
Xileno	1,6 mg/L	GC-MS	0,038 µg/L
Zinco total *	5,0 mg/L Zn	FAAS	5µg/L

CE: Eletroforese Capilar

CVAAS: Espectrometria de Absorção Atômica por Vapor Frio de Mercúrio

FAAS: Espectrometria de Absorção Atômica por Chama

GAAS: Espectrometria de Absorção Atômica por Forno de Grafite

GC-MS: Cromatografia a Gás acoplada a Detector de Massas

HGAAS: Espectrometria de Absorção Atômica por Geração de Hidretos

IC: Cromatografia Iônica

ICP: Espectrometria com Plasma Indutivamente Acoplado

UV-VIS: Espectrofotometria na Região do Ultravioleta e Visível

<sup>a</sup> Determinação indireta de boro via síntese quantificação da rosocianina, a partir da curcumina.

<sup>b</sup> Utilização de eletrodo de íon seletivo para determinação de cianeto livre e total na faixa de 0,05 a 10mg/L.

<sup>c</sup> A determinação indireta e colorimétrica com 4-aminoantipirina permitiu obter concentrações mínimas de 0,02 a 6,4mg/L em um estudo de efluentes de 40 refinarias.

<sup>d</sup> Utilização de eletrodo de íon seletivo para determinação de fluoreto na faixa de 0,1 a 10mg/L.

<sup>e</sup> Utilização de eletrodo de íon seletivo para amônia para determinações na faixa de 0,03 a 1400mg NH<sub>3</sub>-N/L

<sup>f</sup> Utilização de eletrodo de íon seletivo para determinação de sulfeto para concentrações maiores de 0,03mg/L.

\*A soma de todos esses elementos contidos no mesmo rejeito não deve ultrapassar a concentração de 5mg/L.

Fonte: Adaptado de CONAMA, 2011 e BAIRD, 2017.

De acordo com a Tabela 3, as metodologias com alta sensibilidade podem requerer equipamentos de alto custo, alta qualificação técnica e grande período de análise, reforçando mais uma vez a necessidade de se ter uma segregação adequada, reduzindo a necessidade de caracterizações complexas. Além disso, é comum nas amostras de resíduos serem encontrados interferentes e matrizes complexas que não seriam compatíveis com métodos analíticos tais como o ICP. Dessa forma, a correta identificação e segregação dos resíduos em grupos que permitam métodos mais práticos, simples e econômicos mostram-se essenciais.

No geral, os PGRs das instituições analisadas utilizam como método de tratamento e destinação final a incineração de produtos e resíduos químicos onde há a redução de massa dos resíduos a partir da sua transformação via combustão em cinzas. O processo de incineração é realizado por empresa contratada.

### **IV.3. Proposta Didático Pedagógica: Perspectivas Futuras**

Como possibilidade para direcionar a mudança de paradigma para os interesses defendidos pela PNRS, entende-se que além da educação pelo exemplo realizada pelo adequado gerenciamento dos resíduos das IES, estas devem se preocupar em formalizar os conhecimentos e capacitar sua população egressa de forma a conseguir enfrentar os desafios encontrados nesta área.

Em perspectiva futura, deve ser considerada a organização de disciplina teórico-prática para os cursos superiores de química que permita ao egresso maior preparo para enfrentar os desafios que possam se apresentar no gerenciamento de resíduos no seu futuro profissional. A partir de uma ementa que apresente ao aluno um arcabouço legislativo consistente e atualizado, ao mesmo tempo que lhe ofereça um leque de técnicas para sua compreensão, permitindo que o mesmo colabore de forma ativa em estudos de caso e análises laboratoriais.

Ao se pensar no gerenciamento de resíduos químicos provenientes da prática pedagógica, o componente bioético também deve ser explorado para que a formação integral dos egressos não se limite à mera adequação normativa e legal, mas inclua também os antecedentes históricos e a reflexão sobre os possíveis impactos envolvidos no gerenciamento de resíduos para com a realidade do seu entorno e da sociedade como um todo, desde a geração até a disposição final.

Articulando os valores morais e éticos com a vida e o viver, a bioética dos resíduos sólidos teria como foco a análise não somente dos impactos da prática científica nas formas de vida conhecidas atualmente ou ainda por existir mas também abranger componentes sociais,

filosóficos e ambientais da prática científica, consolidando-se em uma ferramenta de reflexão complexa, interdisciplinar e compartilhada e ressignificando o conceito de resíduo como bem de valor econômico e social, promotor de cidadania (GOLDIM, 2009, BRASIL 2010).

Iniciativas interessantes já foram apresentadas nesse sentido como a disciplina de “Química com Segurança” ofertada na UNICAMP, da disciplina da pós-graduação da Universidade de São Paulo (USP) “Introdução ao gerenciamento de resíduos químicos” ou ainda no curso técnico à distância “Gerenciamento de Resíduos” do Instituto Federal do Paraná e por fim a proposta que mais se assemelha ao trabalho aqui: “Tratamento de Resíduos Químicos de Laboratórios de Ensino e Pesquisa” disciplina do curso de química da USP de Ribeirão Preto (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2010; SILVA, 2018; UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2019; MEGIATTO, 2022). Espera-se que propostas como estas sejam recorrentes na capacitação de novos químicos e não casos de exceção.

## **V. Conclusões e Perspectivas Futuras**

A análise comparativa dos quatro planos institucionais demonstrou a importância da elaboração e implementação dos PGRs nas universidades brasileiras como iniciativa sustentável e adequada aos instrumentos legais e normativos vigentes. Além de servirem de referência às IES, também contribuem para a transparência das ações realizadas. Através do ciclo PDCA, da cooperação intersetorial e do engajamento tanto da comunidade acadêmica quanto da alta administração, é possível alinhar tecnologia e inovação na prática do gerenciamento de resíduos, principalmente os químicos e perigosos, da geração à destinação final, com menor impacto, eficiência e segurança para todos os envolvidos.

Foi possível identificar um fluxo de gerenciamento comum às instituições, estando de acordo com o disposto pela PNRS, onde a geração, segregação e caracterização, tratamento (se possível e adequado), armazenamento, transporte e destinação final são discutidos em face da legislação e normativas atualizadas. Com relação à segregação, foi proposta corrente de separação de resíduos de acordo com sua origem, volume e estado de agregação, existência de perigo, grupo e compatibilidade, indicando também quais os principais instrumentos de referência a serem utilizados. Quanto ao tratamento, foi realizado levantamento de métodos que poderiam caracterizar a presença de contaminantes proibidos por lei no lançamento de efluentes na rede pública de esgoto e concluiu-se que, em face das metodologias mais sensíveis, o gasto e complexidade exigida para uma bateria extensa de testes poderia inviabilizar técnica e economicamente os tratamentos *in loco*. Desta forma, evidencia-se a necessidade de uma

corrente efetiva de segregação e identificação, facilitando e barateando o processo de gerenciamento.

Como perspectiva futura e buscando articular os instrumentos presentes na PNRS para um paradigma mais sustentável, além de realizar seu gerenciamento de resíduos de forma adequada, as IES devem se comprometer a capacitar seus egressos para conseguirem lidar com os desafios apresentados na utilização dos resíduos como bem econômico e de valor social, compreendendo suas interfaces históricas, legais e as tecnologias disponíveis para seu manejo. Mesmo que iniciativas já estejam sendo colocadas em prática em instituições como a USP, UNICAMP e IFSP, esse conjunto de disciplinas ainda não representa a cultura acadêmica brasileira. Tais propostas devem ser promovidas dentro do currículo do curso de química para que possamos retomar uma cultura de valor e respeito aos recursos existentes, tão sustentável quanto às comunidades nativas que ocupavam este espaço. (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2010; SILVA, 2018; UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2019; MEGIATTO, 2022).

## VI. Referências Bibliográficas

- ASSAD, Leonor. **Apresentação - lixo: uma ressignificação necessária**. Cienc. Cult., São Paulo, v. 68, n. 4, p. 22-24, 2016. Disponível em: <[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252016000400009&lng=en&nrm=iso](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252016000400009&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 07 mai 2021. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602016000400009>.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7501: Transporte terrestre de produtos perigosos - Terminologia. Rio de Janeiro, 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16173: Transporte terrestre de produtos perigosos - Carregamento, descarregamento e transbordo a granel e embalados - Capacitação de colaboradores. Rio de Janeiro, 2021.
- BAIRD, Rodger B., et al. **Standard methods for the examination of water and wastewater**, 23rd. 2017.
- BITTENCOURT, P. T. **Metodologia de elaboração do plano de gerenciamento de resíduos sólidos da UFSC campus Florianópolis**. 116 p. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014. Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/131734/TCC%20Paula%20T%20BITTENCOURT.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 09 set. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC). Conselho Nacional de Educação (CNE). Câmara de Educação Superior (CES). **Parecer nº 1.303, 6 de novembro de 2001**. Diretrizes curriculares nacionais para os cursos de Química. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 7 dez. 2001. Seção 1, p. 25.

BRASIL. **Decreto n. 6.170 de 25 de abril de 1981. Estabelece normas para execução da Lei nº 2.800, de 18 de junho de 1956, sobre o exercício da profissão de químico, e dá outras providências**. Brasília, DF: Presidência da República, Casa Civil. 1981. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/1980-1989/D85877.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D85877.htm)>. Acesso em: 10 set. 2019.

BRASIL, **Política Nacional dos Resíduos Sólidos**. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Art. 13º. Brasília, 2010. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>. Acesso em 10 mai 2021.

BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). **Resolução Nº 5.947, de 1 de Junho de 2021. Atualiza o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos e aprova as suas Instruções Complementares e dá outras providências**. Brasília, 2021. Disponível em: < <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-5.947-de-1-de-junho-de-2021-323561273>>. Acesso em: 07 ago 2022.

BRUICE, Paula Yurkanis. **Química orgânica**. Traduzido por Debora Omena Futuro...[et al.]. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006.

CGU. **Relatório de Auditoria Anual de Contas**. Exercício 2018. Brasília, 2019.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente.

**Resolução nº 358 de 29 de abril de 2005**. Disponível em: < <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=102253>>. Acesso em: 09 ago 2022.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente.

**Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011**. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 12 jul 2021.

COUTINHO, Fernanda; MELLO, Ivana L.; SANTA MARIA, Luiz C. de. **Polietileno: principais tipos, propriedades e aplicações**. Polímeros, v. 13, p. 01-13, 2003.

DOS SANTOS, Elio Lopes et al. **Parecer sobre a proposta de resolução Conama nº 499 de 2020 que dispõe sobre o licenciamento da atividade de coprocessamento de resíduos em**

**fornos rotativos de produção de clínquer.** In: Conferência sobre Princípio da Precaução. 2020.

EIGENHEER, Emílio M. **A limpeza urbana através dos tempos.** Porto Alegre: Gráfica Pallotti, 2009. Disponível em: <<http://www.lixoeducacao.uerj.br/imagens/pdf/ahistoriadolixo.pdf>>. Acesso em: 12 mai 2021.

ENGEL, R. G. et al. **Química Orgânica experimental: técnicas de escala pequena.** Tradução de Solange Aparecida Visconti, v. 3, São Paulo, 2012.

FAGLIARI, Raphael Augusto. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: histórico, cenário da gestão e os acordos setoriais no estado de São Paulo.** 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2017. Disponível em <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/9153/DissRAF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 08 set. 2021.

FONSECA, Janaína Conrado Lyra da. **Manual para gerenciamento de resíduos perigosos.** São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 105 p. Disponível em <<https://www.iq.unesp.br/Home/segurancaquimica/manual-de-gerenciamento-para-residuos-perigosos.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2021.

GASPAR, Madu. **Sambaqui: arqueologia do litoral brasileiro.** Editora Schwarcz-Companhia das Letras, 1999.

GOLDIM, José Roberto. **Bioética complexa: uma abordagem abrangente para o processo de tomada de decisão.** Rev. AMRIGS, p. 58-63, 2009.

HATAYAMA, H. K. **A method for determining the compatibility of hazardous wastes.** Environmental Protection Agency, Office of Research and Development, Municipal Environmental Research Laboratory, 1980.

JARDIM, Wilson de Figueiredo. **Gerenciamento de resíduos químicos em laboratórios de ensino e pesquisa.** Química Nova, 1998, 21: 671-673.

KAMATOU, Guy PP et al. **Chemical composition of the wood and leaf oils from the “Clanwilliam Cedar”(Widdringtonia cedarbergensis JA Marsh): A critically endangered species.** South African Journal of Botany, v. 76, n. 4, p. 652-654, 2010.

LAIWANG, Bin et al. **Safety evaluation of different acids in high-density polyethylene container loading.** Journal of Loss Prevention in the Process Industries, v. 63, p. 103991, 2020.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Instrução Normativa Ibama nº 13, Lista Brasileira de**



**Resíduos Sólidos.** 18 de dezembro de 2012.

MAGALHAES, B. J. **Liminaridade e Exclusão: os catadores de materiais recicláveis e suas relações com a sociedade brasileira.** 2012. 131f. Dissertação (Mestrado em Antropologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, 2012. Disponível em: <[https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-92MLVK/1/texto\\_final\\_para\\_cd.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUBD-92MLVK/1/texto_final_para_cd.pdf)>.

Acesso em: 07 mai. 2021.

MEGIATTO, Jackson et al. **QG362 – Química com Segurança.** Plano de Desenvolvimento de Disciplina. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2022. Disponível em <>. Acesso em: 09 ago 2022.

MIZIARA, Rosana. **Por uma história do lixo.** InterfacEHS-Revista de Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade, v. 3, n. 1, 2006. Disponível em: <<http://www3.sp.senac.br/hotsites/blogs/InterfacEHS/wp-content/uploads/2013/07/art-6-2008-6.pdf>>. Acesso em: 07 mai. 2021.

MOHSENZADEH, Abas; ZAMANI, Akram; TAHERZADEH, Mohammad J. Bioethylene production from ethanol: a review and techno-economical evaluation. ChemBioEng Reviews, v. 4, n. 2, p. 75-91, 2017. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/cben.201600025>>. Acesso em 12 ago 2022.

MORSCHBACKER, A. **Bio-ethanol based ethylene.** Polym Rev 49: 79–84. 2009. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15583720902834791>>. Acesso em 12 ago 2022.

MOURA, Adriana Maria Magalhães de. Trajetória da política ambiental federal no Brasil. In: MOURA, Adriana Maria Magalhães de. **Governança ambiental no Brasil : instituições, atores e políticas públicas.** Brasília: Ipea. 2016. Disponível em: <[https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/160719\\_governanca\\_ambiental.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/160719_governanca_ambiental.pdf)>. Acesso em: 08 set. 2021.

NAZARI, Mateus Torres et al. **Evolução da Legislação Ambiental Brasileira Sobre Resíduos Sólidos.** In: 2º Congresso Sul-americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade. Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais (IBEAS). Foz do Iguaçu-PR. 2019. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2019/XV-108.pdf>>. Acesso em: 09 set. 2021.

NETO, Paulo Nascimento; MOREIRA, Tomás Antonio. Política nacional de resíduos sólidos-reflexões a cerca do novo marco regulatório nacional. **Brazilian Journal of Environmental Sciences (Online)**, n. 15, p. 10-19, 2010.

OLIVEN, A. C. **Histórico da educação superior no Brasil**. In: SOARES, M. S. A. (Org.). **A educação superior no Brasil**. Porto Alegre: Unesco, 2002. p. 31-42.

OLIVEIRA, Marcelo Cavalcante de. "**Resolução da Diretoria Colegiada-RDC nº 222, de 28 de março de 2018. Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências.**" **Versão Comentada**. GRECS/GERENCIA GERAL DE TECNOLOGIA EM SERVIÇOS DE SAÚDE - GGTES/ANVISA, 2018.

OTTONI, Marianna de Souza Oliveira. **Planos de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS) em universidades públicas brasileiras: panorama nacional e proposta de diretrizes para pgrs do centro de tecnologia da universidade federal do rio de janeiro**. Tese de Doutorado. Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2019. Disponível em <<http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10029222.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2021.

PHILLIPI JR., A; AGUIAR, A. O. **Resíduos Sólidos: Características e Gerenciamento**. In: PHILIPPI JR., A. (org.). **Saneamento, Saúde e Ambiente: Fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Manole, 2005.

RIBEIRO, Leidiane de Arruda Tavares. **Destinação final do resíduo químico, resultante da determinação de nitrogênio total no laboratório de solos**. 2016. 34 f. TCC (Especialização em Gestão e Perícia Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Biociências, Cuiabá, 2016.

SANTOS, Tatiane Coelho. **Lixos, Entulhos e Imundices. A Ordem nas Ruas de Salvador (1834-1855)**. 2011. 107p. Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em História, Mestrado em História, Salvador, 2011. Disponível em: <[https://ppgh.ufba.br/sites/ppgh.ufba.br/files/10\\_lixos\\_entulhos\\_e\\_imundices\\_a\\_ordem\\_nas\\_ruas\\_de\\_salvador\\_1834-1855.pdf](https://ppgh.ufba.br/sites/ppgh.ufba.br/files/10_lixos_entulhos_e_imundices_a_ordem_nas_ruas_de_salvador_1834-1855.pdf)>. Acesso em: 18 mai. 2021.

SELKE, S. E.; HERNANDEZ, R. J. **Packaging: polymers for containers**. **Encyclopedia of Materials: Science and Technology**, p. 6646-6652, 2011.

SILVA, Cesar A. **Gerenciamento de resíduos**. Biblioteca do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. Paraná, 2018.

SILVEIRA NETA, J. de J.; PARACAMPO, NENP. **Orientações técnicas para a gestão de resíduos químicos nos laboratórios da Embrapa Amazônia Oriental. Embrapa Amazônia Oriental-Documentos (INFOTECA-E)**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. EMBRAPA. Belém, 2012.

SOHRABI, Reyhaneh et al. **Repeated systemic administration of the cinnamon essential oil possesses anti-anxiety and anti-depressant activities in mice.** Iranian journal of basic medical sciences, v. 20, n. 6, p. 708, 2017.

SOTO, Ana Carolina João. **Diagnóstico de geração e gerenciamento de resíduos sólidos na PUC-Rio.** 2016. 172 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental). Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro. 2016.

SOUZA, Dominique Guimarães de; MIRANDA, Jean Carlos; SOUZA, Fabiano dos Santos. **Breve histórico acerca da criação das universidades no Brasil.** Revista Educação Pública, v. 19, nº 5, 12 de março de 2019. Disponível em <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/19/5/breve-historico-acerca-da-criacao-das-universidades-no-brasil>

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **CEN0470 – Introdução ao gerenciamento de resíduos químicos.** Centro de Energia Nuclear na Agricultura. [Piracicaba]:[s.n.], 2010. Disponível em: <>. Acesso em: 09 ago 2022.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **5930238 – Tratamento de Resíduos Químicos de Laboratórios de Ensino e Pesquisa.** Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto. [Ribeirão Preto]:[s.n.], 2019. Disponível em: <<https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sgldis=5930238&verdis=6>>. Acesso em: 09 ago 2022.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. **Plano de gestão de resíduos local (PGRL) do instituto de química.** Campinas, 2021. Disponível em: <[https://www.iqm.unicamp.br/sites/default/files/pgr\\_2021.pdf](https://www.iqm.unicamp.br/sites/default/files/pgr_2021.pdf)>. Acesso em: 07 jan. 2022.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SÃO PAULO. **Gerenciamento de resíduos químicos no IQAr/Unesp:** versão 2017. [Araraquara]:[s.n.], [2017]. Disponível em <<https://www.iq.unesp.br/Home/gerenciamento%20de%20residuos%20quimicos>>. Acesso em: 07 jan. 2022.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL. **Plano de gerenciamento de resíduos sólidos:** Versão 2021. [Campo Grande]: [s. n.], 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC. **Plano de gerenciamento de resíduos da UFABC.** 1. ed. Santo André: Universidade Federal do ABC, 2019. Disponível em <<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbmxtaXJlbGFzYWlycmV8Z3g6NDk2ZGIwZDY0NDM0YmYwOA>>. Acesso em: 07 jan. 2022.

VIDAL, P. et al. **Detonation failure diameters and detonation velocities of nitric acid, acetic acid and water mixtures**. Journal of energetic materials, v. 11, n. 2, p. 135-153, 1993.

VELOSO, Zilda Maria Faria. **Política nacional de resíduos sólidos e a logística reversa**. In: IPEA. Boletim regional, urbano e ambiental, n°9. Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais. Brasília, 2014. Disponível em <[https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/boletim\\_regional/141211\\_bru\\_9\\_web.pdf](https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/boletim_regional/141211_bru_9_web.pdf)>. Acesso em 16 jul 2022.

YU, Xiang. **Bio-based Polymers: A Mini Review**. ChemRxiv, ACS. [s.n.], 2022.

YOUNG, Jay A. **Bretherick's Handbook of Reactive Chemical Hazards**, (Peter G. Urban, ed., assisted by Malcolm J. Pitt). 2007.

ZUIN, Vânia G. et al. **Education in green chemistry and in sustainable chemistry: perspectives towards sustainability**. Green Chemistry, v. 23, n. 4, p. 1594-1608, 2021.

## **Anexo A**

Abaixo encontra-se a relação de documentos normativos e legais citados nos planos de gerenciamento de resíduos analisados, seja no corpo do texto ou nas referências bibliográficas. A numeração, referente aos documentos descritos, está mostrada na Figura 2 do texto.

### Leis Federais

1. Agrotóxicos (7802/1989)
2. PNMA (9795/1999)
3. Depósitos de Rejeitos Radioativos (10308/2001)
4. Código Civil Brasileiro (10406/2002)
5. Saneamento Básico (11445/2007)\*
6. PNRS (12305/2010)

### Leis Municipais

7. RCC em Campo Grande (4864/2010)
8. Política Municipal de Resíduos Sólidos de Campo Grande (4952/2011)
9. Código Municipal de Resíduos Sólidos de Campo Grande (209/2020)

### Decretos Federais

10. Código Penal Brasileiro (2848/1940)
11. Regulamenta o Desfazimento de Material da Administração Pública (99658/1990)\*
12. Regulamentação da Lei de Agrotóxicos (4074/2002)
13. Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos – P2R2 (5098/2004)
14. Comércio Internacional de Substâncias Químicas e Agrotóxicos Perigosos (5360/2005)
15. Segregação e Destinação de Recicláveis às Cooperativas de Catadores (5960/2006)
16. Desfazimento de Material da Administração Pública (6087/2007)\*
17. Cria o Comitê Interministerial da PNRS, Regulamenta a Lei 12.305 (7404/2010)
18. Desfazimento de Material da Administração Pública (9373/2018)

### Decretos Estaduais

19. Política Estadual de Resíduos Sólidos de São Paulo (12100/2006)
20. Altera a Lei 997/76 sobre poluição do meio ambiente em São Paulo (54487/2009)

#### Decretos Municipais

21. Regulamenta a Lei 4864/2010 de Campo Grande (13192/2017)
22. Rejeitos de Grandes Geradores de Campo Grande (13653/2018)
23. Altera o decreto 13653/2018 de Campo Grande (13720/2018)
24. Controle de Transporte de Resíduos por Meio Eletrônico de Campo Grande (13803/2019)
25. Alteração do Decreto 12754/2019 de Campo Grande (13803/2019)

#### Normas ABNT

26. NBR 11174/1990: Armazenamento de Resíduos Classes II e III
27. NBR 12235/1992: Armazenamento de Resíduos Perigosos
28. NBR 12808/1993: RSS – Classificação
29. NBR 14598/2000: Determinação de Ponto de Fulgor
30. NBR 7500/2003: Identificação de Produtos para Transporte Terrestre\*
31. NBR 10004/2004: Resíduos Sólidos – Classificação
32. NBR 10005/2004: Extrato Lixiviado de Resíduos Sólidos
33. NBR 10007/2004: Amostragem de Resíduos Sólidos
34. NBR 17505/2006: Armazenamento de Líquidos Inflamáveis e Combustíveis\*
35. NBR 14725/2009: Produtos Químicos: Terminologia, Classificação de Perigo,

#### Rotulagem e FISPQ.

36. NBR 16725/2014: Resíduo Químico – FDSR e Rotulagem.
37. NR 32: Segurança e Saúde no Trabalho em estabelecimentos de Saúde.
38. NR 25: Resíduos Industriais.

#### Portarias

39. MT 204/1997: Transporte rodoviário e ferroviário de produtos perigosos\*
40. MS 344/1998: Regulamento técnico de substâncias e medicamentos controlados\*

#### Resoluções

41. Depósitos de Rejeitos Radioativos (CNEN 014/1989)
42. Licenciamento Ambiental (CONAMA 237/1997)
43. Licenciamento de Fornos para Coprocessamento de Resíduos (CONAMA 264/1999)\*
44. Código de Cores para Diferentes Resíduos (CONAMA 275/2001)

45. Tratamento e Disposição Final de Resíduos de Serviços de Saúde (CONAMA 283/2001)\*
46. Áreas de Preservação Permanente de Reservatórios Artificiais (CONAMA 303/2002)\*
47. Áreas de Permanente (CONAMA 303/2002)\*
48. Gestão de RCC (CONAMA 307/2002)\*
49. Sistemas de Tratamento Térmico de Resíduos (CONAMA 316/2002)\*
50. Transporte Terrestre de Produtos Perigosos (ANTT 420/2004)\*
51. Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (ANVISA 306/2004)\*
52. Corpos de água e Padrões de Lançamento de Efluentes (CONAMA 357/2005)\*
53. Tratamento e Disposição de RSS (CONAMA 358/2005)
54. Limites de Metais e Gerenciamento Ambientalmente Correto de Baterias e Pilhas (CONAMA 401/2008)
55. Destinação Ambiental de Pneus Inservíveis (CONAMA 416/2009)
56. Alteração da RDC 307/2002 sobre a classificação de gesso e latas de tinta (CONAMA 431/2011)
57. Alteração da RDC 307 referentes à construção civil (CONAMA 448/2012)
58. Alteração da RDC 362/2005, referente ao gerenciamento de óleo lubrificante usado ou contaminado (CONAMA 450/2012)
59. Transporte Terrestre de Produtos Perigosos (ANTT 5232/2016)
60. Compostagem de Resíduos Orgânicos (CONAMA 481/2017)
61. Boas Práticas de Gerenciamento de RSS (ANVISA 222/2018)

\* Instrumentos que foram revogados, atualizados ou tiveram alguma atualização desde o ano de sua publicação.