



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA



FACULDADE DE EDUCAÇÃO

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CURRÍCULO,
LINGUAGENS E INOVAÇÕES PEDAGÓGICAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO**

MARCELLA PIFFER ZAMPROGNO MACHADO BARREIROS

**O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS NO PROJETO
PEDAGÓGICO DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA NO
IFES CAMPUS ARACRUZ: UMA PROPOSTA PARA PROMOÇÃO DE
EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA**

Salvador

2025

MARCELLA PIFFER ZAMPROGNO MACHADO BARREIROS

**O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS NO PROJETO
PEDAGÓGICO DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA NO
IFES CAMPUS ARACRUZ: UMA PROPOSTA PARA PROMOÇÃO DE
EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA**

Projeto de Intervenção apresentado ao Programa de Pós-graduação em Currículo, Linguagens e Inovações Pedagógicas, do curso de Mestrado Profissional em Educação, da Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Pessoa Vieira

Coorientador: Prof. Dr. Jadielson Lucas da Silva Antônio

Salvador

2025

SIBI/UFBA/Faculdade de Educação - Biblioteca Anísio Teixeira

Barreiros, Marcella Piffer Zamprogno Machado.

O gerenciamento de resíduos químicos no projeto pedagógico do curso de licenciatura e em química no IFES Campus Aracruz [recurso eletrônico] : uma proposta para promoção de educação ambiental crítica / Marcella Piffer Zamprogno Machado Barreiros. - Dados eletrônicos. -2025.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Pessoa Vieira.

Coorientador: Prof. Dr. Jadielson Lucas da Silva Antônio.

Projeto de intervenção (Mestrado Profissional em Educação) -

Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Educação, Salvador, 2025.

Disponível em formato digital.

Modo de acesso: <https://repositorio.ufba.br/>

1. Educação ambiental. 2. Crítica. 3. Professores - Formação. 4. Gerenciamento - Resíduos químicos. 5. Licenciatura - Química. 6. Sustentabilidade. 7. Currículo. I. Vieira, Fábio Pessoa. II. Antônio, Jadielson Lucas da Silva. III. Universidade Federal da Bahia. Faculdade de Educação. Programa de Pós- Graduação em Currículo, Linguagens e Inovações Pedagógicas. IV. Título.

CDD – 304. 2 - 23. ed.

MARCELLA PIFFER ZAMPROGNO MACHADO BARREIROS

**O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS NO PROJETO PEDAGÓGICO
DO CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA NO IFES CAMPUS ARACRUZ:
UMA PROPOSTA PARA PROMOÇÃO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA**

Projeto de Intervenção apresentado ao Mestrado Profissional em Educação, Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Educação.

Aprovado em 10 de outubro de 2025.

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
 FÁBIO PESSOA VIEIRA
Data: 13/11/2025 17:13:47-0300
Verifique em <https://validar.itii.gov.br>

Dr. Fábio Pessoa Vieira – Orientador

Doutor em Ciências do Ambiente pela Universidade Federal do Tocantins
Universidade Federal da Bahia

Documento assinado digitalmente
 JADIELSON LUCAS DA SILVA ANTONIO
Data: 14/11/2025 07:10:58-0300
Verifique em <https://validar.itii.gov.br>

Dr. Jadielson Lucas da Silva Antonio – Coorientador

Doutor em Química pela Universidade de São Paulo
Instituto Federal do Espírito Santo

Documento assinado digitalmente
 ROSILEIA OLIVEIRA DE ALMEIDA
Data: 14/11/2025 10:58:00-0300
Verifique em <https://validar.itii.gov.br>

Dr. Rosiléia Oliveira de Almeida (Membro Interno)

Doutora em Educação pela Universidade Estadual de Campinas
Universidade Federal da Bahia

Documento assinado digitalmente
 FREDERICO DA SILVA FORTUNATO
Data: 17/11/2025 09:14:21-0300
Verifique em <https://validar.itii.gov.br>

Dr. Frederico da Silva Fortunato (Membro Externo)

Doutor em Biotecnologia pela Rede Nordeste de Biotecnologia - RENORBIO/UFES
Instituto Federal do Espírito Santo

Dedico este trabalho a todos os estudantes e futuros professores de Química, bem como a todos que acreditam que a educação é capaz de transformar realidades.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por ser a base e o sustento em todos os momentos da minha vida, guiando meus passos e renovando minhas forças, quando já não as encontrava em mim. A Ele, toda honra e toda glória.

Ao meu esposo, Tiago, que foi o meu maior incentivador em todas as etapas deste processo, desde a inscrição no mestrado até as viagens, as longas horas de escrita e os momentos de incertezas. Sua dedicação, paciência e amor sempre foram demonstradas no cuidado com nossos filhos, no incentivo constante e na confiança depositada em mim, mesmo quando eu mesma duvidava. Este trabalho também é fruto de sua entrega e companheirismo. Meu amor, obrigada.

Aos meus filhos, Mirella, João Gabriel e Manuella, que são meu combustível diário para alcançar mais e melhor. Vocês são minha inspiração.

Aos meus pais, Jucineia e Marcelo, que desde cedo me instruíram em valores e caminhos que me permitiram chegar até aqui.

Ao meu amigo Marcello, cuja influência foi determinante para minha trajetória acadêmica, e, além disso, foi um grande incentivador para que eu ingressasse na pesquisa, ensinando-me sobre a importância da produção científica na carreira.

Aos meus colegas de turma, que compartilharam alegrias, desafios e aprendizados, tornando esta caminhada mais leve e significativa.

Ao Ifes Campus Aracruz, por ser o espaço que inspirou esta investigação e por todo o apoio estrutural durante o processo. À Universidade Federal da Bahia e ao MPED, pela oportunidade de formação que ressignificou minha prática profissional.

Ao meu coorientador, Jadielson, pela escuta atenta e pelas contribuições que muito enriqueceram este trabalho, e ao meu orientador Fábio, pela confiança e orientação que conduziram esta pesquisa até sua conclusão.

BARREIROS, Marcella Piffer Zamprogno Machado. O Gerenciamento de Resíduos Químicos no Projeto Pedagógico do curso de Licenciatura em Química do Ifes campus Aracruz: Uma proposta para promoção de Educação Ambiental Crítica. 2025. Orientador: Dr. Fábio Pessoa Vieira. Coorientador: Dr. Jadielson Lucas da Silva Antônio. 168 f. il. Projeto de Intervenção (Mestrado Profissional em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2025.

RESUMO

Esta pesquisa interventiva investigou de que forma a temática de gerenciamento de resíduos químicos pode ser abordada no currículo da formação inicial de professores de Química, de modo a potencializar a Educação Ambiental Crítica (EAC). Trata-se de uma pesquisa qualitativa, do tipo documental, cuja fonte de dados foi o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de Licenciatura em Química do Ifes Campus Aracruz. A análise dos dados foi conduzida a partir da técnica de Análise de Conteúdo, tendo como foco os aspectos sobre a presença de Educação Ambiental (EA) e resíduos químicos no documento, além da perspectiva de EA abordada no currículo, a partir das macrotendências conservadora, pragmática e crítica. Os resultados revelaram que, embora a EA esteja formalmente presente no currículo da Licenciatura em Química, sua abordagem ocorre de forma fragmentada, e, por vezes, desvinculada de uma perspectiva crítica. A temática dos resíduos químicos, por sua vez, é tratada de maneira pontual, técnica e normativa, sem diálogo com os princípios da EAC, o que evidencia uma lacuna na formação docente no que diz respeito ao potencial educativo de temática de resíduos químicos. Como desdobramento da pesquisa, apresenta-se a proposta de um manual de tratamento e descarte de resíduos químicos, sob a perspectiva da EAC como instrumento pedagógico a ser integrado ao currículo do curso de formação de professores de Química.

Palavras-chave: Educação Ambiental Crítica; Formação de Professores; Gerenciamento de Resíduos Químicos; Licenciatura em Química; Sustentabilidade; Currículo.

BARREIROS, Marcella Piffer Zamprogno Machado. The Management of Chemical Waste in the Pedagogical Project of the Chemistry Teacher Education Program at Ifes Aracruz Campus: A Proposal for the Promotion of Critical Environmental Education. 2025. Advisor: Dr. Fábio Pessoa Vieira. Co-advisor: Dr. Jadielson Lucas da Silva Antônio. 168 p. ill. Intervention Project (Programa de Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2025.

ABSTRACT

This intervention research investigated how the theme of chemical waste management can be addressed in the curriculum of initial chemistry teacher education, in order to enhance Critical Environmental Education (CEE). It is a qualitative, documentary research, whose data source was the Pedagogical Project of the Course (PPC) of the Chemistry Teacher Education Program at Ifes Campus Aracruz. Data analysis was conducted using the Content Analysis technique, focusing on the presence of Environmental Education (EE) and chemical waste in the document, as well as on the perspective of EE addressed in the curriculum based on the conservative, pragmatic, and critical macro-trends. The results revealed that, although EE is formally present in the Chemistry Teacher Education curriculum, its approach occurs in a fragmented way and, at times, disconnected from a critical perspective. The theme of chemical waste, in turn, is addressed in a punctual, technical, and normative manner, without dialogue with the principles of Critical Environmental Education (CEE), which highlights a gap in teacher education regarding the educational potential of chemical waste management. As an outcome of the research, a proposal for a manual on the treatment and disposal of chemical waste under the perspective of CEE is presented as a pedagogical tool to be integrated into the curriculum of chemistry teacher education.

Keywords: Critical Environmental Education; Teacher Education; Chemical Waste Management; Chemistry Teacher Education Program; Sustainability; Curriculum.

BARREIROS, Marcella Piffer Zamprogno Machado. **La gestión de residuos químicos en el Proyecto Pedagógico del curso de Licenciatura en Química del Ifes Campus Aracruz:** una propuesta para la promoción de la Educación Ambiental Crítica. 2025. Director: Dr. Fábio Pessoa Vieira. Codirector: Dr. Jadielson Lucas da Silva Antônio. 168 p. il. Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2025.

RESUMEN

Esta investigación interventiva investigó de qué manera la temática de la gestión de residuos químicos puede abordarse en el currículo de la formación inicial de profesores de Química, con el fin de potenciar la Educación Ambiental Crítica (EAC). Se trata de una investigación cualitativa, de tipo documental, cuya fuente de datos fue el Proyecto Pedagógico del Curso (PPC) de Licenciatura en Química del Ifes Campus Aracruz. El análisis de los datos se realizó a partir de la técnica de Análisis de Contenido, centrando la atención en la presencia de la Educación Ambiental (EA) y los residuos químicos en el documento, así como en la perspectiva de EA abordada en el currículo, desde las macrotendencias conservadora, pragmática y crítica. Los resultados revelaron que, aunque la EA está formalmente presente en el currículo de la Licenciatura en Química, su abordaje ocurre de forma fragmentada y, en ocasiones, desvinculada de una perspectiva crítica. La temática de los residuos químicos, a su vez, es tratada de manera puntual, técnica y normativa, sin diálogo con los principios de la EAC, lo que evidencia una brecha en la formación docente en relación con el potencial educativo de la temática de los residuos químicos. Como resultado de la investigación, se presenta la propuesta de un manual de tratamiento y disposición de residuos químicos, bajo la perspectiva de la EAC, como instrumento pedagógico para ser integrado al currículo del curso de formación de profesores de Química.

Palabras clave: Educación Ambiental Crítica; Formación de Profesores; Gestión de Residuos Químicos; Licenciatura en Química; Sostenibilidad; Currículo.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Principais marcos políticos para EA no Brasil e no Mundo.	25
Figura 2 - Nuvem de palavras das unidades de registro na subcategoria Abordagem de Temas Ambientais no Currículo.	55

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Disciplinas experimentais e respectivas cargas horárias semestrais do curso de Licenciatura em Química,.....	41
Quadro 2 - Categorias, subcategorias e critérios de codificação.	50
Quadro 3 - Exemplos de lacunas no PPC quanto à menção da temática ambiental.	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Categorias de Análise Temática	51
Tabela 2 - Unidades de Registro por categoria/subcategoria.	52
Tabela 3 - Resultado da Análise das Categorias Temáticas	85

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ATP – Atividades Teórico-Práticas
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- BNCC - Base Nacional Comum Curricular
- CNE - Conselho Nacional de Educação
- CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
- CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
- DCN - Diretrizes Curriculares Nacionais
- DCNEA - Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental
- DHS – Desenvolvimento Humano Sustentável
- DS – Desenvolvimento Sustentável
- EA - Educação Ambiental
- EAC - Educação Ambiental Crítica
- Ifes - Instituto Federal do Espírito Santo
- IUPAC - International Union of Pure and Applied Chemistry
- LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação
- MPED - Mestrado Profissional em Educação
- NEA - Núcleo de Educação Ambiental
- NBR - Norma Brasileira
- PNEA - Política Nacional de Educação Ambiental
- PNMA - Política Nacional do Meio Ambiente
- PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos
- PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
- PPC - Projeto Pedagógico do Curso
- TCT - Temas Contemporâneos Transversais
- UFBA - Universidade Federal da Bahia

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1. CAMINHOS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: HISTÓRICO, DESAFIOS E O PAPEL TRANSFORMADOR.....	22
2.2. EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA	28
2.3. EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA	32
2.4. EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CURRÍCULO	37
2.5. EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS	40
3. METODOLOGIA.....	46
3.1 PERCURSO METODOLÓGICO.....	47
4. ANÁLISE DOS DADOS	51
4.1 ANÁLISE DA CATEGORIA 1 - PRESENÇA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO PPC	
53	
4.1.1 Abordagem de Temas Ambientais no Currículo.....	53
4.1.2 Desenvolvimento Sustentável	56
4.1.3 Disciplina Específica sobre Educação Ambiental	59
4.1.4 Docentes com Formação na Área Ambiental	60
4.1.5 Formação para a Cidadania.....	62
4.1.6 Legislações sobre EA.....	64
4.1.7 Preocupação com questões ambientais.....	65
4.1.8 Considerações finais sobre a análise da categoria Presença de EA	67
4.2 ANÁLISE DA CATEGORIA 2 - PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO PPC	69
4.2.1 Abordagem Conservadora	69
4.2.2 Abordagem Pragmática	71
4.2.3 Abordagem Crítica.....	73
4.2.4 Considerações finais sobre a análise da categoria 2 - Perspectiva de Educação Ambiental no PPC	76
4.3 ANÁLISE DA CATEGORIA 3 - GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS.....	76
4.3.1 Poluição Ambiental por Substâncias Químicas.....	77
4.3.2 Técnicas Básicas de Laboratório	79
4.3.3 Procedimentos de Descarte.....	81
4.3.4 Considerações Finais da Categoria 3 - Gerenciamento de Resíduos Químicos	83
4.4 CONCLUSÃO	84
5. PROPOSTA DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA	86
REFERÊNCIAS	87
APÊNDICE A – QUADRO DE CATEGORIZAÇÃO: UNIDADES DE REGISTRO E DE CONTEXTO, CATEGORIAS E SUBCATEGORIAS	95
APÊNDICE B – PRODUÇÃO TÉCNICO-TECNOLÓGICA	114

1. INTRODUÇÃO

Esta pesquisa surgiu de inquietações da autora durante o exercício de sua profissão como Técnica de Laboratório em Química, no Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes). Licenciada em Química e Técnica em Química com ênfase em Processos Industriais, foi designada para atuar em um campus da Rede Federal, que ofertava cursos na área de Meio Ambiente. Essa experiência colocou-a diante de um campo de conhecimento distinto de sua formação inicial, motivando os estudos na área ambiental, de modo a despertar maior interesse pela temática e proporcionando, assim, seu primeiro contato sistemático com a Educação Ambiental (EA).

A atuação em laboratórios de Química, bem como a proximidade com aspectos ambientais no contexto educacional no campus em que atuava, levou a autora a refletir sobre o gerenciamento de resíduos químicos no ensino, tema ainda não institucionalizado no Ifes. Em 2022, com sua remoção para o Ifes Campus Aracruz, que oferta cursos na área de Química, essas reflexões se ampliaram, principalmente no que diz respeito ao potencial educativo do gerenciamento de resíduos químicos e sua importância na formação de professores de Química, em articulação com o compromisso socioambiental que se espera de uma Instituição Federal de Ensino e a promoção de EA.

Nesse cenário é importante contextualizar a origem dos resíduos químicos gerados em instituições de ensino, o que exige olhar para a própria natureza do ensino de Química. Trata-se de uma área fortemente marcada pela experimentação, a partir de procedimentos práticos em laboratórios, e esses procedimentos constituem parte essencial dos currículos dos cursos de Química, uma vez que auxiliam não apenas a compreensão da teoria, mas também a aplicação prática dos conceitos estudados (Giordan, 1999).

Além da relevância pedagógica, essa dimensão prática no ensino de Química está prevista na Resolução CNE/CES nº8, de 11 de março de 2002 que estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN's) para os cursos de Química, que enfatizam a importância de uma formação sólida em atividades de laboratórios, tanto na Licenciatura quanto no Bacharelado. De acordo com essa legislação, espera-se que o futuro profissional saiba manusear reagentes, operar equipamentos e conduzir procedimentos em laboratório com segurança e responsabilidade.

No entanto, o manuseio e a utilização de substâncias químicas decorrentes dessas atividades experimentais geram resíduos que, se não tratados ou descartados corretamente, podem oferecer sérios riscos ao meio ambiente. Consequentemente, a temática de

gerenciamento de resíduos químicos vem ganhando crescente atenção no meio acadêmico, principalmente devido aos desafios ambientais contemporâneos.

Ao longo das últimas décadas, especialmente a partir dos anos 1990, a comunidade acadêmica e científica vem intensificando estudos relacionados à manipulação e ao descarte seguro de resíduos químicos provenientes de atividades de ensino e pesquisa (Jardim, 1998; Gerbase *et al.*, 2005; Abreu; Iamamoto, 2003; Abreu, Campos e Aguilar, 2008; Silva; Machado, 2008; Oliveira *et al.*, 2020; Souza; Oliveira; Sousa, 2022). Esse movimento reflete uma crescente preocupação diante da crise ambiental, que tem impulsionado diversas ações de mobilização, tanto no âmbito político quanto no acadêmico.

Alguns desses estudos têm relacionado a prática de gerenciamento de resíduos químicos diretamente à Educação Ambiental (EA), destacando a importância de associar conceitos como sustentabilidade, responsabilidade socioambiental e manejo adequado de resíduos químicos às estratégias educacionais (Abreu; Iamamoto, 2003; Aires; Pimenta, 2020; Sousa; Oliveira; Souza, 2018; Sousa; Oliveira; Souza, 2022; Araujo; Brandão; Vasconcelos, 2019; Brandão; Araújo; Vasconcelos, 2019). Essa abordagem assume maior relevância nos cursos de Licenciatura em Química, pelo fato de se tratar de um curso que forma professores para atuar na educação de outros indivíduos.

A temática ambiental, por sua vez, tem suas raízes em movimentos históricos e contextos sociais, que destacaram a importância de se refletir a relação entre seres humanos e o meio ambiente, principalmente devido ao rápido desenvolvimento econômico do modelo capitalista, que se tornou insustentável ambientalmente (Arraes; Videira, 2019).

Esse campo de estudo tem sido crescente na sociedade, permeando diversas áreas, inclusive a acadêmica, na qual várias pesquisas têm sido conduzidas, a fim de compreender a abordagem e a inserção da EA em contextos específicos. O objetivo dessa prática pedagógica é educar criticamente os cidadãos, de modo que compreendam a relação entre suas ações e os impactos ambientais, incentivando a adoção de práticas responsáveis, com vistas a promover novos valores e atitudes nas relações entre ser humano, sociedade e natureza (Guimarães, 2000; Carvalho; Schmidt, 2008).

Nessa perspectiva, é fundamental reconhecer que o comportamento e as ações humanas são elementos moldados pelas interações sociais, ao mesmo tempo em que os indivíduos também atuam como agentes de transformação da sociedade (Elias, 1994). Sendo assim, pode-se compreender que a EA desempenha um papel importante nesse processo de influência do comportamento humano e das interações sociais, ao promover “uma educação crítica da

realidade vivenciada, formadora da cidadania [...] transformadora de valores e atitudes por meio da construção de novos hábitos e conhecimentos” (Guimarães, 2000, p. 28). Cabe destacar que, neste trabalho, embora Guimarães (2000) utilize termos como hábitos e atitudes, esses conceitos são compreendidos não no sentido de comportamentos individuais, mas como processos formativos de conscientização crítica, que se articulam à construção coletiva de práticas transformadoras.

Para garantir que o papel fomentador de uma EA a novos hábitos e conhecimentos se concretize, é fundamental que esta seja implementada desde as séries iniciais da Educação Básica e continuada até o Ensino Médio e Superior. Embora essa necessidade esteja reconhecida em diversos documentos oficiais (Brasil, 1988; 1999; 2012; 2018), a inserção da EA nas práticas escolares brasileiras ainda ocorre, em grande parte, de forma pontual, desarticulada e muitas vezes reduzida a ações de sensibilização associadas a datas comemorativas. Essa abordagem limitada dificulta a consolidação de uma compreensão crítica das relações entre sociedade e natureza, enfraquecendo o potencial da EA como promotora de sujeitos engajados com a transformação social e ambiental (Carvalho, 2012).

Nesse cenário, ganha destaque a figura do educador ambiental, um profissional cuja função transcende o ensino tradicional de conceitos de Ciências Naturais. No caso da formação de professores de Química, o educador ambiental é o próprio docente em formação, que deve compreender sua atuação profissional como mediadora de processos educativos capazes de articular o conhecimento químico aos desafios socioambientais contemporâneos. Assim, o professor de Química, ao assumir também o papel de educador ambiental, torna-se agente de transformação, capaz de integrar saberes científicos, éticos e políticos em uma perspectiva crítica e emancipadora, promovendo a reflexão sobre as implicações ambientais da produção e do uso dos conhecimentos químicos (Carvalho, 2012).

Diante do exposto, a inserção da EA nos currículos de formação inicial de professores mostra-se estratégica para formar profissionais que, além de comprometidos com as causas ambientais, sejam capazes de refletir criticamente sobre suas próprias práticas (Pereira; Noviski; Saheb, 2022). No caso da formação de professores de Química, essa inserção torna-se ainda mais relevante diante da natureza experimental do ensino na área, que envolve o uso de substâncias poluidoras do meio ambiente, conforme apontado no início deste estudo.

Dessa forma, os cursos de Licenciatura em Química possuem um papel estratégico ao possibilitar que os futuros docentes desenvolvam competências para o manejo adequado de resíduos químicos, compreendendo os impactos decorrentes do descarte inadequado.

Paralelamente, é fundamental que esses profissionais sejam formados para repensar e transformar suas práticas experimentais, incorporando alternativas mais sustentáveis que contribuam para a minimização de danos ambientais e para a promoção de uma educação comprometida com a transformação social.

Ao considerar a presença de EA nos cursos de formação de professores de Química, diversas pesquisas têm demonstrado a crescente preocupação de instituições de ensino com essa temática. Essa preocupação manifesta-se na integração da EA nos Projetos Pedagógicos de Cursos (PPC's) e nas práticas educativas, embora alguns estudos, como o realizado por Abreu e Iamamoto (2003), indiquem, ainda, uma tomada de consciência insuficiente entre os estudantes de Química. As autoras destacam a necessidade de adotar estratégias mais eficazes que promovam a inserção da EA de forma crítica, interdisciplinar e integrada ao currículo.

Abreu, Campos e Aguilar (2008) focaram nas práticas de EA nas escolas de educação básica, notando que elas tendem a ser esporádicas e prescritivas, com pouco foco em ações práticas. Este estudo aponta a necessidade de uma integração mais substancial e menos isolada da química e da EA nos currículos de Licenciatura em Química, promovendo atividades que fomentem a responsabilidade ambiental individual e coletiva.

Em um estudo de Pereira *et al.* (2009), realizado com professores de escolas de ensino médio da cidade de Ribeirão Preto (SP) e região, concluiu-se que

durante sua formação inicial, têm poucas oportunidades de construírem uma sólida compreensão do elo existente entre os fenômenos químicos que ocorrem no meio ambiente e questões sociais, econômicas e culturais. Na maioria das vezes, nos programas eementas analisadas, as discussões que articulam as relações entre homem e natureza se restringem, principalmente, às disciplinas intituladas “Química Ambiental” ou equivalentes, que são de caráter optativo (Pereira *et al.*, 2009, p. 516).

Cortes Junior e Fernandes (2016) analisaram a formação inicial de professores de Química e destacaram que as perspectivas predominantes ainda são conservacionistas, focadas mais em conteúdos naturalistas do que em práticas sociais críticas e emancipatórias. Os autores argumentam a favor de uma problematização das visões tradicionais sobre meio ambiente, sugerindo que a EA deve ser tratada como um componente crítico e integrador, capaz de preparar os educadores para discutirem complexidades ambientais de maneira efetiva.

Pinheiro, Santos e Peneluc (2017) também se dedicaram a pesquisar sobre a EA na formação inicial de professores de Química da Universidade Federal da Bahia e puderam concluir que muitos graduandos ainda não desenvolvem uma perspectiva crítica sobre o papel da EA na sociedade. Um outro estudo mais recente, realizado por Pereira, Dinardi e Pessano

(2020), investigou a abordagem ambiental em PPC's dos cursos de ciências da natureza, e concluiu que “o documento também não evidencia uma estratégia articuladora para o desenvolvimento da EA entre os componentes curriculares nos diferentes eixos da formação” (Pereira; Dinardi; Pessano, 2020, p. 27), sugerindo novas pesquisas, a fim de avaliar a inserção da temática ambiental em diversos outros cursos de instituições públicas de ensino.

Esses estudos citados são apenas alguns dos vários que evidenciam a necessidade de ações mais efetivas de EA, para formar indivíduos com uma consciência crítica e reflexiva e que compreendam os aspectos socioambientais, nesse caso, particularmente os professores de Química. Assim, reforça-se a ideia de que a formação em Química, especialmente a Licenciatura, deve provocar o engajamento dos estudantes em ações que contribuam para a sustentabilidade¹ e desenvolvimento de práticas transformadoras.

Nesse cenário, destaca-se um campo de estudo ainda pouco explorado, mas com grande potencial para fortalecer a inserção da EA nos cursos de formação docente, o gerenciamento de resíduos químicos gerados em laboratórios de ensino, pesquisa e extensão. Essa temática, além de dialogar diretamente com os desafios ambientais, está intimamente relacionada à experiência da autora, que atua como Técnica de Laboratório em Química, no contexto da Rede Federal de Educação.

Um ponto de partida importante para a integração dessa temática no processo formativo de professores de Química é a institucionalização dessa prática no currículo. Sem essa etapa, torna-se difícil garantir uma prática formativa ambientalmente comprometida, uma vez que tanto docentes quanto discentes passam a depender de perspectivas individuais sobre ética ambiental no manejo dos resíduos químicos, o que fragiliza a construção coletiva de compromissos institucionais com a sustentabilidade.

O Ifes campus Aracruz, local onde essa pesquisa foi desenvolvida, oferta, anualmente, uma turma do curso de Licenciatura em Química. No entanto, apesar de ser um campus comprometido com questões ambientais, não possui um sistema institucionalizado de gerenciamento de resíduos de laboratório. Atualmente, os resíduos gerados pelos laboratórios de Química da instituição são armazenados sem critérios específicos de segregação e permanecem nos diversos laboratórios do campus até atingirem volume adequado para coleta

1 Neste trabalho, o termo *sustentabilidade* é compreendido de forma crítica como o equilíbrio entre as diversas formas de vida, desvinculado da lógica do desenvolvimento sustentável adaptada ao modelo capitalista. Em vez de reduzir o meio ambiente a um recurso para o crescimento econômico, adota-se uma perspectiva ética e política, centrada na justiça social, no respeito aos limites ecológicos e na construção de relações equilibradas entre sociedade e natureza (Reigota, 2007).

e destinação final, por uma empresa especializada. Nesse contexto, o curso de Licenciatura em Química do Ifes campus Aracruz apresentou-se como um cenário propício para investigar como a temática de descarte de resíduos químicos pode ser abordada, com o objetivo de efetivar ações de EA integradas ao currículo do curso.

Sobre o comprometimento do Ifes campus Aracruz com as questões ambientais, é importante citar que o campus tem instituído o Núcleo de Educação Ambiental (NEA), que desempenha um papel relevante na integração e promoção de práticas de EA e sustentabilidade no campus. Entre as iniciativas, podem ser citadas a campanha de coleta seletiva no ambiente institucional, a eliminação de copos descartáveis nas dependências da instituição, substituídos pela distribuição de canecas reutilizáveis para toda a comunidade acadêmica, além da instalação de placas de aquecimento solar, com o objetivo de promover o consumo de energia sustentável no campus. O NEA é um núcleo atualmente constituído por servidores, que visa fomentar a EA entre estudantes e servidores, reforçando a importância de práticas ambientais responsáveis (Ifes, 2018).

Portanto, o Ifes campus Aracruz caracterizou-se como o local oportuno para a condução deste estudo, considerando a dedicação da Instituição em torno de questões ambientais, sua atuação na formação inicial de professores de Química e a experiência profissional da autora da pesquisa.

Nesse sentido, o ingresso no Mestrado Profissional em Educação constituiu um espaço para sistematizar essas reflexões e aprofundar o debate sobre a temática dos resíduos químicos, em diálogo com a EA, na formação inicial docente. A pesquisa buscou responder à seguinte pergunta-problema: “De que forma o gerenciamento de resíduos químicos e a Educação Ambiental estão abordados no currículo da Licenciatura em Química do Ifes Campus Aracruz, e como essa articulação pode contribuir para a promoção de uma Educação Ambiental Crítica na formação docente?”.

A fim de responder a essa questão, delineou-se um projeto de intervenção de natureza qualitativa, desenvolvido a partir de uma pesquisa documental sobre o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) da Licenciatura em Química do Ifes Campus Aracruz. Embora a etapa empírica tenha se concentrado na análise documental, o caráter interventivo da pesquisa se expressa na proposição de ações transformadoras derivadas dessa análise, especificamente na elaboração de um manual de tratamento e descarte de resíduos químicos sob a perspectiva da Educação Ambiental Crítica, proposto como instrumento pedagógico a ser integrado ao currículo. A

escolha do PPC como objeto de estudo justifica-se por seu papel estruturante na organização curricular, reunindo as diretrizes pedagógicas e os conteúdos formativos do curso.

Para a análise dos dados, adotou-se a técnica de Análise de Conteúdo, conforme proposta por Bardin (1977), com o objetivo de identificar, categorizar e interpretar como a EA é abordada no currículo, especialmente em relação à temática do gerenciamento de resíduos químicos.

A justificativa para a realização desta pesquisa está ancorada na necessidade de integrar, de forma crítica e sistematizada, a EA ao processo formativo de professores de Química, considerando os desafios contemporâneos relacionados à sustentabilidade e ao descarte de resíduos gerados nas atividades experimentais.

Como produto interventivo resultante desta pesquisa, propôs-se a elaboração de um manual de tratamento e descarte de resíduos químicos, que, além de apresentar orientações técnicas para o manejo seguro desses resíduos, busca estimular reflexões críticas sobre sua geração, os impactos ambientais envolvidos e a construção de uma postura profissional comprometida com os princípios da Educação Ambiental Crítica (EAC).

Embora a pesquisa esteja situada no contexto da Licenciatura em Química, a aplicabilidade do produto educacional se estende a outros cursos do Ifes Campus Aracruz, que envolvem atividades experimentais com substâncias químicas, como o curso Técnico em Química, o Bacharelado em Química Industrial e projetos de iniciação científica. Tal possibilidade decorre da similaridade das práticas de laboratórios entre os cursos, o que amplia o potencial formativo, institucional e social do material desenvolvido.

Sendo assim, o objetivo geral desta pesquisa foi avaliar como o gerenciamento de resíduos químicos e a Educação Ambiental estão abordados no currículo da Licenciatura em Química do Ifes Campus Aracruz de modo a compreender seus potenciais para a formação docente. Complementarmente, os objetivos específicos que foram percorridos a fim de alcançar o objetivo geral foram:

- Analisar como a EA e a temática do gerenciamento de resíduos químicos estão inseridos no Projeto Pedagógico do Curso (PPC) da Licenciatura em Química;
- Identificar os resíduos gerados em atividades experimentais da Licenciatura em Química;
- Elaborar um manual de tratamento e descarte de resíduos químicos fundamentado na Educação Ambiental Crítica;
- Sugerir a integração do manual ao PPC do curso, considerando sua possível utilização em outros cursos do campus que compartilham práticas de laboratórios semelhantes.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, serão apresentados os pressupostos teóricos que orientaram esta pesquisa, pautada na EA, dialogando desde suas raízes históricas até suas aplicações práticas em contextos educativos, com o objetivo de contextualizar sua importância para a educação como um todo, mas, principalmente, para a formação de professores de Química.

Partindo deste ponto, inicia-se uma apresentação da evolução da EA, destacando como ela se desenvolveu até se tornar ação educativa crítica e transformadora na sociedade. Também é apresentada a EAC, uma das correntes mais influentes da EA contemporânea, que desafia perspectivas tradicionais e fomenta discussões sobre questões ambientais e sociais.

Prossegue-se, então, discutindo o papel da EA na formação de professores de Química e a importância de sua integração nos currículos educacionais, de forma holística, não apenas como conteúdo adicional, mas como uma dimensão que enriquece todas as áreas do conhecimento.

Por fim, a EA é apresentada no contexto específico desta pesquisa de intervenção: os laboratórios de Química, onde o gerenciamento de resíduos químicos e as práticas sustentáveis são fundamentais para o desenvolvimento de atitudes profissionais e acadêmicas responsáveis.

2.1. CAMINHOS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: HISTÓRICO, DESAFIOS E O PAPEL TRANSFORMADOR

A origem da temática ambiental ganhou força inicialmente por meio das ações dos movimentos ambientalistas, como uma crítica à sociedade moderna diante de uma crise nas relações entre sociedade e natureza. Esses movimentos buscaram melhorar essas relações e também reverter uma degradação ambiental global, portanto, a partir de então, a EA foi sendo caracterizada oficialmente como uma proposta educativa, dialogando com as teorias e saberes do campo pedagógico (Layrargues, 2011).

Internacionalmente, a EA teve seus primeiros encaminhamentos na Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, realizada em Estocolmo, Suécia, em 1972, cujas discussões estabeleceram um novo campo de compreensão, abrangendo diversos níveis educacionais, até mesmo o da educação não formal, com o objetivo de sensibilizar a população sobre a importância da conservação ambiental (Guimarães, 2000).

Desde então, ocorreram diversas reuniões internacionais, sendo especialmente importante a Conferência Internacional sobre Educação Ambiental em Tbilisi, na antiga União Soviética, em 1977. Este evento ganhou destaque por estabelecer uma estruturação dos objetivos, princípios e estratégias da EA em âmbito mundial, e, a partir dessa conferência, a EA iniciou seu caminho para uma iniciativa transformadora, crítica e política. Esse reconhecimento baseou-se na concepção de que o processo educativo deveria ser orientado para a abordagem de questões ambientais, por meio de discussões interdisciplinares e da participação ativa e responsável de indivíduos e comunidades (Saraiva *et al.*, 2021).

Enquanto todos esses encaminhamentos iam sendo estruturados internacionalmente, na década de 1970, o Brasil vivenciava uma gestão autoritária e que não favorecia a institucionalização da EA, visto seu caráter reflexivo e inovador. Segundo afirma Lima (2009):

Do ponto de vista político e institucional, o país vivia um período autoritário que se iniciara com o Golpe Militar de 1964 [...]. Nesse clima de liberdades restritas, tanto a crítica e o debate político não prosperavam como a própria abordagem da questão ambiental sofria influências conservadoras (Lima, 2009, p. 149).

Além disso, Guimarães (2000) afirma que:

Esses regimes não possuem afinidade com os princípios básicos da EA, eminentemente questionadora do *status quo* [...]. A EA, por ser criadora de novos valores que criticam os padrões e comportamentos estabelecidos, tem potencialmente antagonismos com o nível institucional (Guimarães, 2000, p. 21).

Contudo, mesmo diante de todo o desafio do regime militar, a pressão social das organizações internacionais e movimentos sociais levaram o governo a criar o primeiro órgão ambiental nacional, a Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA), em 1973. Isto marcou um passo decisivo para a institucionalização da educação ambiental no Brasil, uma vez que a SEMA tinha como objetivo fiscalizar e promover, por meio da educação, o uso racional dos recursos naturais no território brasileiro (Brasil, 1973). Essa ação ainda não dizia respeito à implementação da EA como proposta pedagógica, mas foi um importante avanço para os próximos acontecimentos.

É importante citar que a criação do primeiro curso de pós-graduação em Ecologia, no Brasil, ocorreu em 1976, pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul, e foi um marco relevante para que políticas nacionais sobre meio ambiente fossem institucionalizadas de forma mais expressiva, já que o meio acadêmico passou a demonstrar grande interesse pelas questões ambientais. Após isso, na década de 1980, foi instituída a primeira legislação sobre meio

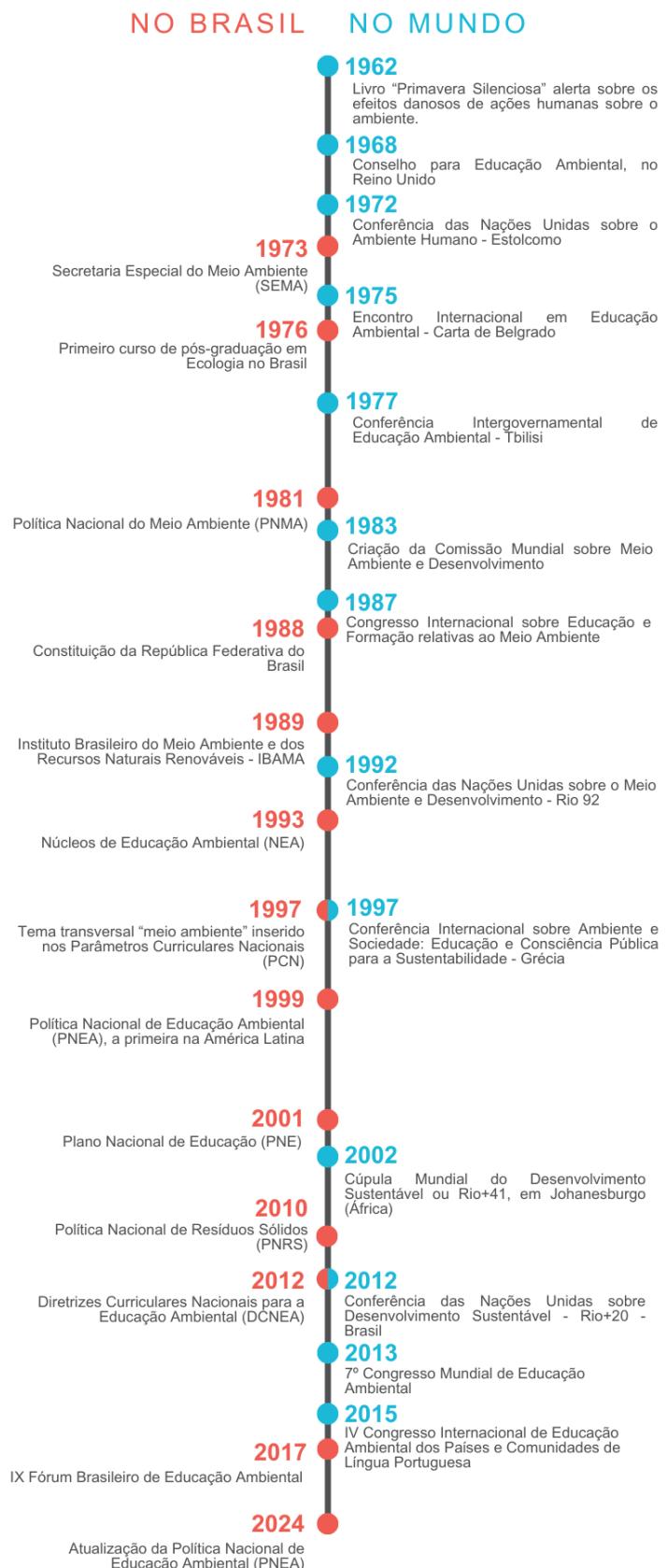
ambiente, a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispôs sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), caracterizada pelo término do regime militar e pela abertura de espaço para debates mais reflexivos e questionadores sobre as questões ambientais no Brasil (Holmer, 2021).

A PNMA foi o primeiro documento que trouxe a EA institucionalizada em legislação e sendo garantida em todos os níveis de ensino como educação formal, com o objetivo de preparar a população para a participação responsável no debate sobre a proteção ambiental (Brasil, 1981).

Seguindo no cenário político do país, foi promulgada a Constituição Federal de 1988, que também trouxe um avanço importante para a questão ambiental no Brasil. O documento abordou um capítulo somente para tratar do meio ambiente e delimitou, em seu artigo 225, que é obrigação do poder público “promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente” (Brasil, 1988).

Após a promulgação da Constituição Federal de 1988, diversos acontecimentos foram reforçando as políticas nacionais de meio ambiente, tanto dentro como fora do país. A imagem a seguir traz uma linha do tempo dos acontecimentos relevantes, de forma concomitante, nacional e internacionalmente, a fim de facilitar a compreensão temporal dos acontecimentos.

Figura 1 - Principais marcos políticos para EA no Brasil e no Mundo.



Fonte: Elaborado pela autora.

Pode-se concluir que o reconhecimento da importância da EA levou à sua formalização e institucionalização em muitos países. No Brasil, a promulgação da Lei de Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), em 1999, foi um marco significativo dentre outras legislações, pois estabeleceu diretrizes para a incorporação da EA em todos os níveis de ensino e em políticas públicas, ao especificar orientações para EA formal e não formal.

Art. 3º Como parte do processo educativo mais amplo, todos têm direito à educação ambiental, incumbindo:

- I - ao Poder Público, nos termos dos arts. 2205 e 225 da Constituição Federal, definir políticas públicas que incorporem a dimensão ambiental, promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e o engajamento da sociedade na conservação, recuperação e melhoria do meio ambiente;
- II - às instituições educativas, promover a educação ambiental de maneira integrada aos programas educacionais que desenvolvem; (Brasil, 1999).

Diante da exigência da prática de EA nas instituições de ensino, diversos autores passaram a apresentar discursos distintos sobre a EA e a sugerir diversas abordagens para implementação dessa prática educativa. Sauvé (2005) sistematiza 15 correntes de EA e destaca a diversidade de perspectivas e abordagens nesse campo de estudo, como exemplo pode-se citar “correntes naturalista, conservacionista, solucionadora de problemas, sistêmica, holística, humanista, crítica, bioregional, feminista etc.” (Sauvé, 2005, p. 319).

A evolução dessas correntes refletiu um processo dinâmico e moldado por uma variedade de influências sociais, culturais, políticas e econômicas. Essa pluralidade de enfoques evidencia que a EA pode assumir sentidos que vão desde perspectivas voltadas à conservação da natureza até abordagens de caráter crítico e transformador (Sauvé, 2005).

Neste estudo, adota-se como principal referencial para a análise dos dados a sistematização proposta por Layrargues e Lima (2011), que organiza as concepções de EA em três macrotendências político-pedagógicas: conservadora, pragmática e crítica.

Em diálogo com as correntes temáticas apresentadas por Sauvé (2005), é possível identificar aproximações entre essas classificações. As correntes naturalista, conservacionista e moral/ética de Sauvé (2005), por exemplo, caracterizam-se pela ênfase na conexão afetiva com a natureza, na valorização da preservação e em uma ética ambiental voltada à sensibilização. Tais perspectivas se aproximam da macrotendência conservadora de Layrargues e Lima (2011), que se apoia na ideia de harmonia entre homem e natureza limitando-se, muitas vezes, à dimensão comportamental e normativa da educação.

As correntes resolutiva, científica e sistêmica apontadas por Sauvé (2005), por sua vez, articulam o ensino de conteúdos e o desenvolvimento de competências voltadas à análise e à

resolução de problemas ambientais. Essas características se alinham à macrotendência pragmática, cuja ênfase está na eficiência técnica e na instrumentalização da EA para alcançar metas de sustentabilidade, frequentemente em consonância com as políticas de desenvolvimento sustentável (Layrargues; Lima, 2011).

Por fim, a corrente crítica proposta por Sauvé (2005) se relaciona com a macrotendência crítica de Layrargues e Lima (2011), pois ambas defendem uma EA comprometida com a transformação social, fundamentada em análises estruturais das causas da degradação ambiental, nas desigualdades socioeconômicas e nas relações de poder.

Dessa forma, a articulação entre os referenciais de Sauvé (2005) e Layrargues e Lima (2011) permite compreender que suas classificações se complementam ao evidenciar os múltiplos caminhos possíveis da EA.

De acordo com Layrargues (2011):

A educação ambiental, antes de tudo, é Educação, esse é um pressuposto inquestionável. Nesse sentido, nenhuma discussão a respeito das metas, objetivos e avaliação da educação ambiental que mereça credibilidade pode deixar de abordar a perspectiva sociológica da educação como um instrumento ideológico de reprodução das condições sociais. Nesse sentido, na medida do possível, a educação ambiental deveria ser analiticamente enquadrada na perspectiva de uma prática pedagógica destinada, seja a manter ou alterar as relações sociais historicamente construídas, mesmo que essa prática pedagógica não seja destinada exatamente ao convívio social, mas ao convívio humano com a natureza. Ilusão ou ingenuidade seria deixá-la de fora desse enquadramento teórico, como se a educação ambiental estivesse isenta da interação com a mudança social, como se a educação ambiental fosse, tal qual o ambientalismo fundamentalista, supra ideológico. (Layrargues, 2011, p.85)

A partir das reflexões de Layrargues (2011), comprehende-se que a EAC desafia as concepções tradicionais de EA, ao promover uma análise crítica das relações sociais e debates sobre questões de justiça ambiental. Por meio de uma abordagem interdisciplinar e comprometida, a EAC busca incentivar os indivíduos a se tornarem agentes de mudança, contribuindo para a construção de uma sociedade mais justa e sustentável. Na próxima seção, será apresentada detalhadamente a abordagem crítica da EA. O objetivo, aqui, foi contextualizar a evolução histórica e teórica dessa prática educativa.

2.2. EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA

A partir do diálogo apresentado, comprehende-se que a EA surgiu como um questionamento ao modelo de vida insustentável, que utilizava o meio ambiente como recurso para a satisfação das necessidades materiais da sociedade. Isso pode levar à interpretação de que a EA, por si só, possui um caráter transformador e independe da perspectiva adotada em sua implementação nas escolas. No entanto, esse entendimento nem sempre se confirma na prática educativa, pois, embora a EA possa ampliar a noção de ambiente para além dos aspectos físico-biológicos, seu caráter crítico e transformador não é garantido. Como ressalta Loureiro (2003), é necessário cuidado ao se considerar que toda ação educativa com foco ambiental seja, automaticamente, transformadora:

Quando se fala em Educação Ambiental, logo se imagina que esta é intrinsecamente transformadora, por ser uma inovação educativa recente que questiona o que é qualidade de vida, reflete sobre a ética ecológica e amplia o conceito de ambiente para além dos aspectos físico-biológicos. Contudo, isto não é uma "verdade automática". (Loureiro, 2003, p. 37).

Essa afirmação reforça a ideia de que a EA não possui um potencial transformador inherente a ela. Sua efetividade está diretamente vinculada às concepções teóricas que a fundamentam e às práticas pedagógicas adotadas em cada contexto. Conforme discutido anteriormente, é possível delimitar três grandes macrotendências na EA: a conservadora, a pragmática e a crítica (Layrargues; Lima, 2011; 2014). Essas tendências não se diferenciam apenas pelas metodologias adotadas na prática, mas pelas formas que a relação entre meio ambiente, indivíduo e sociedade ocorrem. Neste estudo, escolheu-se como base conceitual a abordagem crítica, por compreendê-la como uma prática emancipatória, que busca formar sujeitos críticos, comprometidos com a justiça socioambiental. A seguir, exploram-se os fundamentos que caracterizam essa vertente.

Enquanto o movimento ambiental ganhava força internacionalmente e a EA se formalizava como uma proposta educativa, a abordagem crítica surgiu como uma alternativa ao rumo conservador que a EA vinha ganhando. Seu surgimento pode ser atribuído a diversos autores e movimentos sociais que questionavam as origens da degradação ambiental e as desigualdades sociais associadas a ela (Layrargues, 2012).

Na perspectiva de Guimarães (2004), a EAC representa uma ruptura em relação às abordagens mais tradicionais, oferecendo uma visão holística e transformadora. Segundo o autor, a EA tradicional tende a limitar-se à transmissão de conhecimentos e à modificação de

comportamentos individuais, sem necessariamente questionar ou transformar. Já a EAC vai além da abordagem de conteúdos ecologicamente corretos, propondo a análise e a intervenção nas relações socioambientais da realidade atual.

Para compreender os fundamentos que sustentam a EAC, é necessário situá-la frente ao modelo de produção que estrutura a sociedade moderna: o capitalismo. Conforme destacam Costa e Loureiro (2024), a consolidação do capitalismo redefiniu o trabalho, os modos de vida e as relações com a natureza, instituindo uma lógica produtivista orientada pela acumulação, pela exploração intensa dos recursos naturais e pela mercantilização da vida.

Dentre as principais características do capitalismo destacam-se a busca incessante por produtividade e lucro, a transformação da natureza em recurso e a alienação dos sujeitos em relação ao processo produtivo. A crise ambiental, nesse contexto, não é uma exceção, mas uma consequência lógica e estrutural de um sistema que depende da degradação ambiental e da desigualdade social para se manter (Costa; Loureiro, 2024).

É nesse contexto que a EAC se insere como um contraponto, apresentando uma perspectiva que busca evidenciar e questionar as estruturas, sejam elas econômicas, políticas ou sociais, que geram e perpetuam os problemas socioambientais.

Entre as influências que sustentam a EAC destaca-se a pedagogia de Paulo Freire, baseada nos princípios da dialogicidade e da conscientização, onde a EAC encontra uma base teórica forte, permitindo a atuação de uma prática educativa que transcendia aprendizados pontuais e tecnicistas. Esta abordagem busca despertar nos estudantes uma compreensão crítica das relações entre sociedade e meio ambiente, incentivando-os a serem não apenas aprendizes passivos, mas agentes ativos de mudança (Silva; Tauceda, 2022).

Freire não se dedicou especificamente ao estudo da questão ambiental, mas suas amplas reflexões abrem possibilidades para refletirmos as relações sociedade-natureza, a partir de suas teorias do conhecimento e de seu método pedagógico. Não por acaso, foi o próprio Freire o nome consensual para a abertura da I Jornada Internacional de Educação Ambiental, evento de destaque na área, realizado durante a Rio 92 (LOUREIRO, 2012). A opção por Freire justifica-se, não por ser o autor mais citado no campo da educação ambiental no Brasil, mas porque podemos encontrar em sua obra os pressupostos teóricos para subsidiar esta discussão, pois seu pensamento tem muito a dialogar com a EA crítica vista na sua totalidade (Costa; Loureiro, 2017, p. 113).

Ainda que Paulo Freire não tenha se dedicado diretamente às questões ambientais, seus escritos oferecem contribuições importantes para essa reflexão. Conforme argumentam Costa e Loureiro (2017), Freire não é apenas um autor referenciado por frequência de citação, mas por oferecer uma base teórica que dialoga profundamente com os fundamentos da EAC.

Silva e Tauceda (2022) apontam que relacionar a EAC aos princípios freireanos significa promover uma transformação na forma de ser e existir ancorada no direito à vida e na justiça social e ambiental. Essa perspectiva proporciona uma base potente para repensar as práticas pedagógicas nos cursos de formação de professores de Química, especialmente no que diz respeito às atividades experimentais. Afinal, transformar a maneira como o futuro docente comprehende e se relaciona com o mundo repercute diretamente em sua atuação na educação básica e na formação cidadã dos estudantes. Para Freire, toda atividade educativa deve oportunizar ao educando a construção de uma consciência crítica sobre suas relações com o mundo, o que inclui, necessariamente, a natureza e os impactos de suas ações.

Pensar na Educação Ambiental à luz das ideias mais importantes de Paulo é pensar numa educação como ato político, capaz de promover a participação e conscientização crítica social. Mas, também, uma educação que postula a transformação do ser humano, que pela práxis viabiliza a tomada de consciência da realidade, que, por sua vez, promova o desejo de transformá-la para a construção de um mundo melhor. (Silva; Tauceda, 2022, p. 16)

Cabe citar, também, que alguns pensamentos de Freire dialogam com os fundamentos marxistas, especialmente no que diz respeito à crítica das estruturas sociais e à ênfase na educação como instrumento de emancipação. Conforme Costa e Loureiro (2017), essa perspectiva contribui para a construção de uma EA que vá além da sensibilização, orientando-se por uma práxis educativa transformadora.

Corroborando com esse raciocínio, Loureiro (2003) escreve sobre a relação entre EAC e o pensamento marxista, destacando a importância de uma abordagem transformadora da EA. Loureiro enfatiza a necessidade de uma análise crítica das estruturas sociais e econômicas, que geram problemas ambientais, utilizando conceitos marxistas como contradição, luta de classes e alienação para compreender as raízes desses problemas. Além disso, o autor ressalta a importância de uma práxis educativa que ultrapasse a conscientização e promova, efetivamente, a transformação da realidade socioambiental. Nesse sentido, a abordagem marxista é utilizada como uma ferramenta para entender as relações sociais de produção e consumo que impactam o meio ambiente, possibilitando a construção de uma EAC que busque a superação das contradições socioambientais, o que está relacionado aos pensamentos de Freire.

Nesse contexto, ao desafiar as concepções tradicionais de EA, a abordagem crítica convida os educadores e pesquisadores a explorarem as relações entre educação, poder e transformação social, promovendo um engajamento reflexivo e ativo na construção de uma sociedade mais justa e sustentável (Loureiro, 2003).

Essa perspectiva crítica reconhece que as questões ambientais não podem ser resolvidas isoladamente e que é necessária uma abordagem que considere a relação entre sociedade e meio ambiente. A EAC, portanto, enfatiza a importância de uma compreensão ampla dos desafios ambientais, reconhecendo que estes estão intrinsecamente ligados às questões sociais, econômicas e políticas.

Nesse sentido, é possível aproximar esse diálogo ao contexto dos laboratórios de Química e compreender o uso da experimentação sob uma ótica crítica, a partir da análise proposta por Lutfi (1989). O autor destaca que a Química moderna se consolidou no final do século XIX, em um cenário de expansão industrial, no qual os laboratórios passaram a atender diretamente às demandas de produção da época. Com isso, o saber químico foi colocado a serviço da lógica do mercado, priorizando a eficiência e a produtividade, a partir do desenvolvimento de pesquisas científicas e qualificação de mão de obra. Essa forma de pensar a ciência pode ter influenciado a maneira como a experimentação foi incorporada ao ensino, muitas vezes de forma descontextualizada e desvinculada de reflexões sobre os impactos sociais e ambientais dessa prática.

“Com a Revolução Industrial, a Química da fase experimental de Lavoisier, passou para a fase industrial. [...] O desenvolvimento dessa indústria exigiu a constituição de equipes de investigação científica, que passaram a trabalhar em laboratórios caros de pesquisa, financiados pelos donos do capital, ou pelas universidades, deixando longe o tempo em que o sábio podia trabalhar em laboratórios próprios. Nos laboratórios industriais, a tecnologia tornou-se não só deseável como possível, desde que passasse a se desenvolver de acordo com as necessidades do mercado [...]. Porque o importante era produzir. Produzir mais, mas, antes de tudo, produzir a preços reduzidos. Os laboratórios vinculados às fábricas, símbolo da sujeição da técnica à produção, se converteram em armas no clima da luta pela concorrência. Não são os processos de fabricação mais baratos a chave do êxito numa economia de mercado?” (Lutfi, 1989, p. 267 e 268).

Essa compreensão relaciona-se com a geração de resíduos químicos e demonstra a necessidade de abordar essa temática sob a ótica da EAC. Embora o gerenciamento de resíduos químicos costume ser abordado como uma prática predominantemente técnica, operacional e normativa, o presente estudo propõe problematizá-lo sob a ótica da EAC. Sendo assim, essa perspectiva permite reconhecer que práticas de laboratórios de Química, como a reprodução de experimentos tradicionais, muitas vezes naturalizam modelos herdados de uma lógica produtivista historicamente consolidada, como observa Lutfi (1989), ao discutir as influências do capitalismo industrial sobre a organização dos laboratórios científicos e as práticas formativas voltadas à produtividade e à eficiência.

Além disso, faz-se importante destacar que, embora o presente estudo reconheça a necessidade de uma atualização de algumas práticas experimentais de Química, historicamente estruturadas sob uma lógica produtivista, tecnicista, e, por vezes, descontextualizada de suas implicações socioambientais, não constitui objetivo desta investigação revisar ou propor alterações diretas nos roteiros experimentais atualmente praticados nos cursos de Licenciatura. Tal tarefa envolveria uma mudança curricular mais ampla, que extrapola os limites desta pesquisa, visto que a proposta aqui presente é, a partir das práticas de laboratórios já instituídas, utilizar o gerenciamento dos resíduos gerados como elemento formativo, capaz de potencializar a problematização crítica proposta pela EAC, ressignificando tais práticas como oportunidades pedagógicas de reflexão sobre ciência, sociedade e meio ambiente.

Sabe-se que, de acordo com Schnetzler (2000) apud Coutinho *et al.* (2012), a prática docente reflete modelos de ensino com os quais os indivíduos tiveram contato durante toda sua formação acadêmica. Deste modo, é imprescindível a abordagem crítica na EA para a formação de professores, com o objetivo de que estes sejam multiplicadores de uma ação efetivamente transformadora em seu exercício profissional.

Assim, pensar esta pesquisa interventiva com base na EAC torna-se relevante, pois possibilita compreender o manejo dos resíduos químicos não apenas como o cumprimento de normas ou técnicas, mas como uma oportunidade pedagógica para problematizar o próprio modelo de produção e consumo, que sustenta a geração desses resíduos nos cursos de Química, preparando os futuros professores com responsabilidade ambiental e postura ética. Como destacam Sousa, Oliveira e Souza (2022), ao negligenciar a dimensão formativa da sustentabilidade no tratamento dos resíduos de laboratório, reproduz-se uma abordagem tecnicista, que desconsidera os aspectos críticos e reflexivos na formação docente.

2.3. EDUCAÇÃO AMBIENTAL NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA

Sabe-se que a EA surgiu com o objetivo de tentar resolver problemas ambientais globais, tendo como prática principal a formação cidadã, desenvolvendo habilidades para promover ações responsáveis e decisões éticas, viabilizando a melhora da qualidade de vida de todos. Essa preocupação, ampliada com o meio ambiente e com o compromisso social, já estava presente na Declaração de Tbilisi (1977), que afirma:

A defesa e a melhoria do meio ambiente para as gerações presentes e futuras constituem um objetivo urgente da humanidade. Para o sucesso desse

empreendimento, novas estratégias precisam ser adotadas com urgência e incorporadas ao progresso, o que representa, especialmente nos países em desenvolvimento, requisito prévio para todo avanço nessa direção (Tbilisi, 1977).

Portanto, para que a EA cumpra seu papel transformador, é imprescindível que esta seja incorporada de forma integrada, prática, contínua e permanente em todos os níveis de educação formal, conforme determina a Lei Nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que cria a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) (Brasil, 1999).

Seguindo esse entendimento e levando em conta o papel fundamental da EA no contexto acadêmico, é essencial que a formação dos professores seja cuidadosamente planejada, com vistas a habilitá-los a incorporar princípios da PNEA em suas práticas pedagógicas. Assim, as atividades realizadas nas instituições de ensino superior durante a formação inicial docente assumem uma importância determinante no que diz respeito à EA.

Complementando essa reflexão, conclui-se que a EA é indispensável na formação inicial de professores por diversas razões, enfatizando que integrar a EA nessa etapa prepara os futuros educadores para desempenhar um papel indispensável na formação de cidadãos ambientalmente responsáveis e engajados com as questões sobre meio ambiente.

A legislação sobre EA no Brasil tem seu marco legal na lei aqui já apresentada, a PNEA, que determinou as diretrizes para a EA em todos os níveis e modalidades de ensino, incluindo a educação superior. Essa lei, não apenas reconheceu a EA como um componente essencial na formação cidadã, mas também ressaltou a necessidade de sua integração nos currículos de formação de professores de maneira interdisciplinar e contínua (Brasil, 1999).

Art. 10. A educação ambiental será desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal.

[...]

Art. 11. A dimensão ambiental deve constar dos currículos de formação de professores, em todos os níveis e em todas as disciplinas (Brasil, 1999, Art. 10, Art. 11).

Outras legislações brasileiras versam sobre a implementação da EA nas instituições de ensino, mas é nas Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental (DCNEA) (Brasil, 2012) que foram detalhadas as orientações sobre a abordagem do tema nesses espaços e sua obrigatoriedade. Isso inclui o caráter transversal que essa temática deve ter, a fim de promover a integração dos conhecimentos ambientais em diferentes áreas do saber, possibilitando, assim, uma compreensão holística e abrangente dos desafios ambientais. Além disso, é importante destacar que essa legislação, em seu art. 8º, facilita a possibilidade de criação de um componente curricular específico nos casos em que a EA for tratada sob o aspecto

metodológico, ou seja, com o objeto de refletir sobre seus fundamentos, abordagens e formas de inserção no processo educativo, especialmente na formação de professores, onde é fundamental discutir teoricamente como a EA pode ser trabalhada de modo crítico e emancipador nas práticas pedagógicas (Brasil, 2012).

É importante ressaltar que a evolução da discussão sobre a EA na formação de professores é marcada, também, pela crescente valorização da interdisciplinaridade, da participação ativa dos educandos, e do compromisso com a justiça social e ambiental. Muito se fala sobre formar educadores que não sejam apenas transmissores de conhecimento, mas facilitadores de uma aprendizagem que capacite os estudantes a compreenderem e intervirem em sua realidade socioambiental, conforme abordado por Guimarães (2011).

Silva e Tauceda (2023) apontam que, no Brasil, a implementação completa da EA com esse olhar interdisciplinar e transversal no ensino ainda não se concretizou. Segundo as autoras, superar a perspectiva naturalista, que se limita à conservação dos recursos naturais, permanece como um obstáculo no desenvolvimento pedagógico em EA. Para elas, é necessário adotar uma abordagem que reconheça a integração e interdependência entre seres humanos e o meio ambiente, promovendo um senso de pertencimento e conexão dos indivíduos com o ambiente ao seu redor.

Até aqui, discutiu-se a relevância e a obrigatoriedade da EA na formação inicial de professores de forma geral. No entanto, é igualmente necessário destacar suas especificidades nos cursos de formação docente em Química, considerando os impactos ambientais frequentemente associados às práticas e conteúdo dessa área do conhecimento.

A compreensão dos conceitos de Química e de suas implicações ambientais tem grande relevância ao formar cidadãos capazes de tomar decisões assertivas e responsáveis. Isso implica em ensinar Química de uma maneira que contextualize seu conhecimento específico dentro dos desafios ambientais atuais. De acordo com Abreu, Campos e Aguilar (2008), frequentemente, nota-se que as iniciativas de EA se concentram nas disciplinas de Biologia e Ciências, enquanto a Química é associada com a poluição ambiental, a deterioração dos ecossistemas e riscos à segurança, sob um enfoque limitado e que liga o ambiente, a química e a poluição.

Dessa forma, as autoras destacam que os profissionais de Química devem, porém, estar aptos a entenderem e analisarem de maneira crítica os aspectos sociais, tecnológicos, ambientais, políticos e éticos vinculados ao uso da Química na sociedade. Além disso, é essencial que esses profissionais possam dialogar sobre o conhecimento químico, especialmente no que diz respeito à identificação e resolução de problemas sociais e ambientais.

Pode-se destacar como um dos problemas ambientais diretamente relacionados ao ensino de Química a questão do descarte de resíduos químicos, gerados em atividades experimentais. As atividades práticas no ensino de Química são conhecidas por estimular o interesse, proporcionar aos discentes a visualização de transformações químicas, ampliar sua capacidade de compreender fenômenos naturais e de assimilar melhor alguns conceitos da disciplina (Giordan, 1999; Oliveira, 2010). O laboratório se torna, nesse contexto, além de um espaço para desenvolver habilidades técnicas, um cenário de descobertas, de construção coletiva de aprendizados e de aproximação entre teoria e prática.

Além do aspecto da importância pedagógica da técnica de experimentação no ensino de Química, é importante observar que as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Bacharelado e Licenciatura em Química (Brasil, 2002) destacam a importância de uma formação sólida em práticas de laboratório, garantindo que os profissionais sejam capazes de aplicar o conhecimento teórico na prática profissional e manipular, de forma segura e eficiente, os equipamentos e substâncias químicas em diferentes contextos.

Além das diretrizes educacionais, é importante considerar que os Conselhos Federal e Regionais de Química (CFQ e CRQ's) reconhecem, aos Licenciados em Química, o direito ao registro profissional, com atribuições técnicas como atuação em laboratórios, realização de análises químicas, controle de qualidade e responsabilidade técnica (Conselho Federal de Química, 1974 e 1986). Assim, a presença de disciplinas experimentais que desenvolvem práticas em laboratórios no curso de Licenciatura em Química não apenas atende às Diretrizes Curriculares Nacionais, como, também, assegura respaldo legal para o exercício de funções técnicas, reforçando a importância da formação prática na habilitação profissional dos egressos.

No entanto, pensar a formação de professores de Química exige reconhecer, de um lado, a relevância pedagógica das atividades experimentais na construção do conhecimento científico, e, de outro, a necessidade de problematizar as implicações socioambientais dessas práticas. Ainda que as práticas experimentais sejam fundamentais na formação docente, é necessário questionar, sob a perspectiva da EAC, em que medida essas práticas repetem modelos formativos tecnicistas, muitas vezes herdados de paradigmas historicamente estruturados sob uma lógica produtivista.

Sendo assim, essa lógica produtivista presente no ensino experimental de Química não surge de forma isolada, mas, sim, na própria história dos laboratórios científicos modernos. Como discutem Lutfi (1989) e Celin e Cardoso Neves (2020), e, conforme já abordado neste estudo, a consolidação da experimentação científica, desde a Revolução Industrial, deu-se sob

forte influência do capitalismo industrial e das suas demandas por eficiência e produtividade. Nesse cenário, as práticas de laboratórios acabam por naturalizar a geração de resíduos, esvaziando a possibilidade de uma abordagem crítica sobre as implicações ambientais e sociais dessa produção.

Pensando a partir da relevância dos experimentos em Química, a geração dos resíduos e a proposta de integrar a temática de gerenciamento de resíduos químicos sob uma perspectiva crítica, apresenta-se o estudo de Silva e Machado (2008), o qual defende que nas escolas de Ensino Fundamental e Médio, apesar do interesse crescente na implementação de iniciativas focadas na conscientização ambiental, verifica-se uma ausência de profissionais dotados de consciência ética robusta em relação ao manejo e descarte apropriados de substâncias químicas. Segundo os autores, é necessária uma abordagem aprofundada sobre o gerenciamento de resíduos químicos na formação inicial dos professores, visando possibilitar que o docente desenvolva atividades experimentais, mantendo não somente o valor educativo dessas práticas, mas também possibilitando um meio de avaliação crítica dos impactos sociais, ambientais, políticos e éticos, associados às práticas químicas. Sendo assim, tal abordagem curricular visa a ampliação da percepção da Química e promove uma reflexão sobre suas implicações, bem como dos limites do laboratório, de modo a englobar sua influência na sociedade e no meio ambiente, de maneira integrada e crítica.

Corroborando com a reflexão de integração da temática de resíduos químicos em cursos de formação de professores de Química, Sousa, Oliveira e Souza (2022) evidenciaram que a vivência de práticas formativas envolvendo o manejo de resíduos químicos contribuiu significativamente para a ampliação da percepção crítica dos licenciandos sobre os impactos ambientais e sociais das atividades experimentais. A experiência relatada no estudo revelou a potência de ações pedagógicas que rompem com o ensino meramente técnico e promovem a reflexão sobre o papel do professor na construção da responsabilidade socioambiental. Os resultados indicaram que, ao serem envolvidos ativamente no processo de identificação, tratamento e destinação dos resíduos, os futuros docentes passaram a reconhecer a importância de sua atuação para além da dimensão procedural, incorporando considerações éticas, ambientais e educativas

Dessa forma, ao considerar a legislação vigente, os fundamentos da EA e os desafios específicos do ensino de Química, evidencia-se a necessidade de integrar o diálogo sobre o gerenciamento de resíduos químicos à formação inicial de professores. Todavia, essa integração

não deve ocorrer de maneira pontual ou tecnicista, mas como parte de um processo formativo comprometido com a reflexão crítica e a responsabilidade socioambiental.

Com base nessas discussões, esta pesquisa volta seu olhar para o Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de Licenciatura em Química do Ifes Campus Aracruz, buscando compreender de que forma a EA e o gerenciamento de resíduos químicos são tratados no documento. Além disso, essas reflexões também fundamentam a proposta do produto educacional que será apresentado, voltado à orientação para o tratamento e descarte de resíduos químicos sob a abordagem crítica da EA.

2.4. EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CURRÍCULO

A integração da EA no currículo reflete uma das mais significativas respostas educativas às demandas contemporâneas por uma conscientização e ação ambiental mais efetivas. É preciso compreender que a EA deve ser inserida não apenas como um conteúdo adicional, mas como uma dimensão essencial que permeia as diversas áreas do conhecimento e práticas pedagógicas, promovendo uma formação integral e crítica dos estudantes.

Segundo Lopes e Macedo (2011), o currículo transcende a mera transmissão de conhecimentos preestabelecidos. Para as autoras, o currículo configura-se como um campo de disputa simbólica, que reflete e reproduz visões de mundo, valores e relações de poder, tanto no currículo oculto quanto no currículo prescrito. Cabe explicar que Lopes e Macedo (2011) caracterizam o currículo prescrito como aquele definido por diretrizes oficiais e normativas, que estabelecem, em documentos, o que deve ser ensinado nas instituições de ensino, como deve ser ensinado e o que é esperado que os estudantes aprendam, ou seja, reflete políticas educacionais e objetiva padrões consistentes de educação. Por outro lado, o currículo oculto se refere às normas, valores, e atitudes que são desenvolvidos no processo de aprendizagem, mas que não estão explicitamente incluídos nos documentos curriculares. Este tipo de currículo é uma forma de aprendizagem que ocorre de maneira não intencional, e muitas vezes inconsciente, através das rotinas escolares, das interações sociais e do ambiente educacional como um todo.

Neste contexto, a EA emerge como uma dimensão essencial, que desafia os limites tradicionais do currículo, promovendo uma educação voltada para o questionamento do *status quo*, conforme afirma Guimarães (2000).

A perspectiva crítica de Lopes e Macedo (2011) sobre o currículo ressalta a importância de se questionar quais conhecimentos são valorizados e como eles são organizados e transmitidos. Isso aponta para a necessidade de uma seleção responsável e crítica dos conteúdos curriculares que incorporam a EA. Esta abordagem é coerente com a visão de Freire (1996), para quem a educação deve ser emancipatória, possibilitando aos educandos a leitura crítica do mundo e sua transformação. Assim, um currículo que integra a EA não apenas inclui temas ambientais, como conteúdo, mas utiliza, ainda, essas questões como eixos transversais para fomentar o pensamento crítico, a problematização da realidade e a ação transformadora em relação ao meio ambiente e à sociedade.

A abordagem dos Temas Contemporâneos Transversais (TCT's) é proposta pela legislação (Brasil, 2018), com o objetivo de conferir ao currículo uma orientação social e atual, oportunizando temas sociais com o objetivo de aprendizado reflexivo para os estudantes. A intenção é criar um currículo prescrito adaptável que permita a modificação dos temas abordados sem necessariamente alterar as disciplinas tradicionais que o integram.

Conforme o Conselho Nacional de Educação (CNE) (Brasil, 2010) apresenta, a transversalidade enfatiza a conexão entre o aprendizado de conteúdos teóricos e a experiência prática do cotidiano, inserindo-se em uma perspectiva interdisciplinar. Esta dimensão formativa busca a integração do conhecimento acadêmico, promovendo uma aprendizagem em que os estudantes são incentivados a questionar e problematizar temas cotidianos, facilitando o diálogo entre diversas áreas do saber e contribuindo para uma compreensão mais ampla e aplicada dos conteúdos do dia a dia (Brasil, 2010).

Dentro dessa perspectiva de currículo prescrito, conteúdos propostos, simbologias, visões de mundo e relações de poder, é importante citar o projeto pedagógico do curso (PPC).

O PPC representa um documento importante, que articula a identidade da instituição de ensino, as intenções pedagógicas e as formas e recursos que amparam sua execução. A realização deste projeto é indispensável e exige uma percepção cuidadosa das necessidades da educação em seu contexto histórico e social onde o programa proposto está inserido, conforme previsto na Lei das Diretrizes e Bases da Educação (LDB), onde consta que “os estabelecimentos de ensino, respeitadas as normas comuns e as do seu sistema de ensino, terão a incumbência de elaborar e executar sua proposta pedagógica” (BRASIL, 1996). Neste contexto, alguns autores brasileiros são importantes referências que ofereceram contribuições relevantes no campo da educação, auxiliando no entendimento do PPC e suas funções.

Vasconcellos (2002) reflete sobre a importância do PPC como um instrumento democrático e participativo, que deve ser construído coletivamente pela comunidade acadêmica. Este aspecto de construção coletiva reforça a função do documento como um guia para a ação educativa efetiva, que visa refletir a realidade e os anseios de todos os envolvidos no processo educacional da instituição.

Para Veiga (2009) o projeto pedagógico é um instrumento fundamental para a construção da individualidade da instituição educacional e para o direcionamento de suas práticas pedagógicas e administrativas. Ela também enfatiza a importância da participação colaborativa de todos os envolvidos com a comunidade acadêmica (professores, estudantes, pais, funcionários e a comunidade local) na elaboração do PPC, promovendo um senso de pertencimento e compromisso coletivo, conforme destaco abaixo:

Se, por um lado, a coordenação do processo de construção, execução e avaliação do projeto político-pedagógico é tarefa do corpo diretivo e da equipe técnica, por outro, é corresponsabilidade dos professores, dos pais e responsáveis, dos alunos, do pessoal técnico-administrativo e dos segmentos organizados da sociedade local, contando, ainda, com a colaboração e a assessoria efetivas de profissionais ligados às Superintendências Regionais da Secretaria de Estado da Educação (Veiga, 2009, p. 165).

Partindo dessa afirmação de construção coletiva, uma análise investigativa do PPC do curso torna-se imprescindível para que o documento permaneça atual, mesmo após sua implementação e aprovação pela comunidade acadêmica.

Corroborando com esse viés, Schneider (2001) apresenta o PPC como um documento estruturado em duas partes principais: uma com aspectos fixos e outra com aspectos variáveis. Os aspectos fixos do PPC são aqueles que constituem as bases filosóficas e epistemológicas da instituição, definindo sua identidade e missão. Esses elementos, apesar de fundamentais e duráveis, são passíveis de ajustes para se alinharem às evoluções nas teorias e políticas educacionais vigentes. Em contraste, os aspectos variáveis do PPC abordam as demandas específicas e imediatas da comunidade, adaptando-se às mudanças no contexto e no tempo. Esse arranjo duplo garante que o PPC mantenha sua essência consistente, enquanto se adapta, de maneira prática, às necessidades e circunstâncias em evolução.

Pode-se, então, concluir que o PPC é um documento estruturante para o ensino das instituições, pois serve como um mapa que orienta a estrutura curricular e a forma como a instituição de ensino guiará a formação integral do indivíduo. Este documento é um reflexo da missão da instituição e da sua pedagogia. A importância do PPC ultrapassa a simples

organização de conteúdo, já que ele é um instrumento que norteia a promoção da educação holística e o desenvolvimento do discente.

Sendo assim, considera-se que uma das funções de grande relevância do PPC é a inclusão e a promoção de valores relacionados à cidadania e à formação integral do discente. Ao alinhar os objetivos educacionais com as necessidades e expectativas da comunidade acadêmica, o PPC garante que a educação vá além do ensino científico, contemplando aspectos como o desenvolvimento ético, social e emocional dos estudantes. Ademais, os Temas Contemporâneos Transversais (TCT's), conforme estruturado pela Base Nacional Curricular Comum (BNCC), devem estar presentes, a fim de direcionar para o cumprimento de uma educação emancipatória e transformadora.

Diretamente relacionado a isso, a EA é um desses temas que deve ser assegurado ao PPC, visto que, em um mundo cada vez mais confrontado com desafios ambientais, a EA não é apenas obrigação, mas uma necessidade para a garantia do exercício da cidadania e significa preparar os estudantes para serem cidadãos ambientalmente éticos e responsáveis, capacitados a partir dos conhecimentos e das habilidades necessárias para enfrentar e solucionar problemas ambientais.

No contexto dos cursos de Química, o PPC deve garantir que a EA seja integrada de forma que todos os elementos do currículo contribuam para uma compreensão ampliada das questões ambientais, não somente dos assuntos gerais sobre o exercício da cidadania, mas também relacionado aos temas específicos da Química, como é o caso do tratamento e do descarte de resíduos químicos.

2.5. EDUCAÇÃO AMBIENTAL E O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS

Como já apontado nos tópicos anteriores, os cursos de Licenciatura em Química, em sua grande maioria, são marcados por uma forte ênfase experimental, refletindo as exigências das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN's) para os cursos dessa natureza. Além disso, os Conselhos Regionais e Federal de Química (CRQ's e CFQ) asseguram, aos profissionais licenciados em Química, o direito ao registro profissional, conferindo-lhes atribuições técnicas, como o exercício profissional em laboratórios, execução de análises químicas, controle de qualidade e a responsabilidade técnica (Conselho Federal de Química, 1974; 1986).

Cabe novamente mencionar que, além do atendimento aos dispositivos legais, as aulas de Química frequentemente utilizam a experimentação como uma estratégia de ensino-

aprendizagem, por permitirem que os conceitos teóricos sejam explorados por meio de práticas de laboratórios (Giordan, 1999).

O curso de Licenciatura em Química oferecido pelo Ifes campus Aracruz está alinhado com as diretrizes e tem, em sua estrutura curricular, aproximadamente 300 horas de atividades experimentais, conforme apresentado no quadro 1 (Ifes, 2016).

Quadro 1 - Disciplinas experimentais e respectivas cargas horárias semestrais do curso de Licenciatura em Química,

Disciplina	Carga Horária Semestral	Período de oferta
Química Geral Experimental I	30h	1º período
Química Geral Experimental II	30h	2º período
Química Analítica Qualitativa Experimental	30h	3º período
Química Analítica Quantitativa Experimental	30h	4º período
Química Orgânica Experimental I	30h	5º período
Química Orgânica Experimental II	30h	6º período
Química Inorgânica Experimental I	30h	6º período
Química Inorgânica Experimental II	30h	7º período
Físico-Química Experimental	30h	7º período
Análise Instrumental Experimental	30h	8º período

Fonte: Adaptado do PPC da Licenciatura em Química do Ifes Campus Aracruz (Ifes, 2016).

Outrossim, a instituição promove a iniciação científica, por meio de projetos de pesquisa que engajam os estudantes interessados em aprofundar seus conhecimentos práticos e teóricos, além de projetos de conclusão de curso e projetos de extensão. Essas oportunidades reforçam a importância da prática experimental na formação dos licenciandos e contribuem significativamente para sua preparação profissional e acadêmica, em consonância com as exigências nacionais para cursos de Química.

Segundo Gerbase e seus colaboradores (2005), diferentemente das indústrias, as instituições de ensino e pesquisa geram uma grande variedade de resíduos, porém em volumes menores. As atividades práticas inerentes ao curso de Licenciatura em Química geram uma diversidade de resíduos químicos potencialmente poluidores, o que torna a gestão mais complexa, visto que cada tipo de resíduo pode requerer um tratamento específico. Gerbase *et al.* (2005) ressaltam a importância de se identificar e classificar corretamente estes resíduos, a fim de garantir tratamento e descarte adequados.

Ainda no que diz respeito à EA e ao manejo de resíduos químicos nas instituições de ensino, vários estudos corroboram a importância de uma formação acadêmica que integra responsabilidade ambiental com a prática profissional (Abreu; Iamamoto, 2003; Gerbase *et al.*, 2005; Oliveira *et al.*, 2020; Araújo; Brandão; Vasconcelos, 2019; Brandão; Araújo; Vasconcelos, 2019; Aires; Pimenta, 2020; dentre outros). Esses estudos discutem a necessidade urgente de implementar práticas educativas que abordem teoricamente a Química e preparem os estudantes para lidar com resíduos químicos de maneira responsável e sustentável.

Abreu e Iamamoto (2003) trazem, em seu estudo, um relato de experiência pedagógica na Universidade de São Paulo onde foi desenvolvido um curso focado no tratamento e recuperação de resíduos químicos, destacando a importância de uma formação que capacita os estudantes a definirem estratégias adequadas para o descarte ou recuperação de resíduos químicos (Abreu; Iamamoto, 2003). Este curso foi estruturado para fomentar o conhecimento técnico e a responsabilidade ambiental, preparando os estudantes para tomar decisões responsáveis que alinham conhecimento científico com práticas ambientais éticas.

Gerbase *et al.* (2005) reforçam esta visão ao discutirem o papel das instituições de ensino na formação de um profissional consciente de suas responsabilidades ambientais. Os autores argumentam que a gestão de resíduos nos laboratórios de ensino, pesquisa e extensão deve ser tratada como parte integrante da formação acadêmica, prática que é fundamental para o desenvolvimento de um comportamento profissional responsável e ciente das implicações ambientais de suas atividades laboratoriais.

Araújo, Brandão e Vasconcelos (2019) desenvolveram um método sistemático de gerenciamento de resíduos químicos, que visa mitigar os riscos ambientais e de saúde associados ao descarte inadequado de resíduos em laboratórios acadêmicos. O estudo destaca a implementação de práticas de segregação, rotulagem, armazenamento adequado e disposição final de resíduos químicos, alinhadas com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e com a norma técnica que classifica os resíduos sólidos (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2004). Dessa maneira, o trabalho enfatiza a importância da EA, por meio do treinamento de docentes e discentes e a criação de materiais informativos, que são essenciais para a promoção de uma cultura de responsabilidade ambiental no contexto acadêmico. Esse modelo de gestão de resíduos químicos colabora com o papel da EA na formação de futuros profissionais assertivos e responsáveis pelo impacto de suas atividades no meio ambiente.

Refletindo sobre essas perspectivas, percebe-se que o manejo adequado de resíduos químicos é essencial para a efetividade da EA em Química. Esta abordagem pedagógica pode

não só ampliar o entendimento dos estudantes sobre as implicações ambientais de substâncias químicas, como também reforçar a aplicação prática do conhecimento químico em questões ambientais reais. A formação de professores de Química, neste contexto, assume um papel importante, pois eles são os principais responsáveis por orientar as atitudes de seus discentes, formando cidadãos críticos e reflexivos, capazes de utilizar o conhecimento científico para influenciar e melhorar o mundo em que vivem.

Essa maior preocupação com o gerenciamento de resíduos químicos provenientes de laboratórios de ensino, pesquisa e extensão começou a ser mais discutida na década de 1990, quando as instituições de ensino e pesquisa começaram a adotar práticas influenciadas por um crescente reconhecimento das questões ambientais e por pressões derivadas de recomendações internacionais e legislações específicas sobre a responsabilidade ambiental. Antes desta época, a prática comum era a destinação final dos resíduos de experimentos educacionais diretamente nas pias, sem preocupação com os potenciais danos ambientais. Esse método de disposição não apenas representava um risco ambiental significativo, devido à contaminação de cursos d'água e solos, mas também ignorava os princípios de responsabilidade socioambiental (Gerbaise *et al.*, 2005; Oliveira *et al.*, 2020).

Dessa forma, algumas legislações que abordam essa temática de resíduos no Brasil e amparam as políticas de gerenciamento de resíduos químicos tanto em indústrias quanto em instituições de ensino são a ABNT NBR 10004/2004 e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Apesar dessas normativas serem direcionadas aos resíduos sólidos, os resíduos químicos se enquadram nessa legislação, de acordo com a seguinte definição:

Resíduos sólidos: Resíduos nos estados sólido e semi-sólido, 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 NBR 10004/2004, grifo nosso).

Esse resíduos que não podem ser lançados na rede pública de esgotos ou corpos d'água são classificados em categorias distintas baseadas em seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública. Brandão, Araújo e Vasconcelos (2019) trazem essa definição de forma sintetizada:

Classe I: São resíduos perigosos que, em função de suas características intrínsecas de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade,

apresentam riscos à saúde pública, através do aumento da mortalidade ou da morbidade, ou ainda provocam efeitos adversos ao meio ambiente quando manuseados ou dispostos de forma inadequada.

Classe IIA: São resíduos não perigosos e não inertes, os quais podem apresentar características de combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade, com possibilidade de acarretar riscos à saúde ou ao meio ambiente.

Classe IIB: São resíduos não perigosos e inertes, os quais, por suas características intrínsecas, não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente, por não terem seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões considerados para potabilidade da água, excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor. (Brandão; Araújo; Vasconcelos, 2019, p. 29)

Os resíduos de laboratórios de ensino, pesquisa e extensão por vezes enquadram-se nos resíduos classe I, necessitando de tratamentos e disposições que neutralizem suas características perigosas, tais como incineração em instalações especiais, tratamento químico ou físico, e disposição segura.

No âmbito da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estabelecida pela Lei nº 12.305/2010, o Art. 35 especifica que a gestão dos resíduos deve priorizar a não geração, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento apropriado dos resíduos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Esse conjunto de práticas visa diminuir o volume e a periculosidade dos resíduos produzidos, contribuindo significativamente para a sustentabilidade ambiental. Sendo assim, essa deve ser uma prática adotada nas instituições de ensino, a fim de colaborar com ações ambientalmente corretas.

Além disso, especificamente em relação aos resíduos perigosos, o Art. 39 da mesma lei reforça a responsabilidade dos geradores de resíduos em adotar medidas eficazes para a redução na geração desses materiais, assim, assuntos como o gerenciamento adequado de resíduos químicos nas instituições de ensino, especialmente aquelas que formam professores de Química, são importantes para cumprir com as normas estabelecidas pela PNRS, além de constituírem uma ferramenta essencial dentro da EA crítica. Este tipo de educação visa preparar os futuros educadores com conhecimentos e práticas essenciais sobre o uso, manejo seguro e disposição de resíduos químicos, enfatizando a importância da preservação ambiental e da saúde pública.

Logo, integrar o gerenciamento de resíduos químicos ao currículo de formação de professores de Química garante que eles possam transmitir aos seus discentes a importância das práticas sustentáveis no laboratório e os impactos ambientais relacionados ao manejo inadequado desses materiais. Faz-se importante, ainda, reconhecer que essas ações desafiam os futuros professores a questionarem e reconsiderarem as práticas existentes, incentivando uma postura reflexiva e crítica que fomente soluções inovadoras e menos prejudiciais ao meio

ambiente. Isso prepara os educadores para promoverem um pensamento crítico entre os estudantes, motivando-os a se engajarem com questões ambientais de forma responsável.

Portanto, a implementação eficaz de práticas de gerenciamento de resíduos químicos nas instituições de ensino que formam professores de Química não apenas cumpre com as exigências legais, mas também reforça o papel da EA na formação de indivíduos ambientalmente engajados, posicionando essas instituições como modelos de responsabilidade ambiental.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa caracteriza-se como qualitativa, documental e intervenciva, desenvolvida no Ifes campus Aracruz no contexto do curso de Licenciatura em Química. O objetivo principal do estudo foi avaliar como o gerenciamento de resíduos químicos e a Educação Ambiental estão abordados no currículo da Licenciatura em Química do Ifes Campus Aracruz de modo a compreender seus potenciais para a formação docente. Para isso, analisou-se a inserção da EA e da temática de Resíduos Químicos no currículo por meio da análise do PPC da Licenciatura em Química

A abordagem qualitativa adotada durante a pesquisa permitiu uma análise interpretativa e contextualizada dos dados, valorizando os significados presentes nos documentos e nas práticas institucionais. Segundo Bogdan e Biklen (1994), a pesquisa qualitativa é de natureza descritiva, interpretativa e indutiva, favorecendo a compreensão profunda dos fenômenos sociais em seus contextos naturais.

Somado a isso, seu caráter intervencivo destaca o objetivo de compreender e atuar sobre a realidade investigada. Almeida e Sá (2017) discutem a pesquisa intervenciva como uma abordagem que integra ação e reflexão, com o objetivo de transformar a prática enquanto é estudada. Essa modalidade é particularmente relevante no contexto educacional, onde as intervenções podem resultar em mudanças significativas nas práticas pedagógicas e nos currículos.

A produção de dados ocorreu por meio de uma pesquisa documental. De acordo com Fonseca (2002):

A pesquisa documental recorre a fontes mais diversificadas e dispersas, sem tratamento analítico, tais como: tabelas estatísticas, jornais, revistas, relatórios, documentos oficiais, cartas, filmes, fotografias, pinturas, tapeçarias, relatórios de empresas, vídeos de programas de televisão etc. (FONSECA, 2002, p. 32).

Conforme dito anteriormente, a pesquisa documental referente a este estudo se desenvolveu na análise do PPC da Licenciatura em Química. A escolha dessa abordagem se justifica pela relevância do documento enquanto orientador do currículo, responsável por explicitar as diretrizes pedagógicas, os princípios formativos e os objetivos educacionais do curso. Por se tratar de um documento oficial, público e institucionalmente válido, sua análise permitiu compreender as intenções formativas prescritas no curso. A escolha de trabalhar exclusivamente com o PPC se justifica por ele representar o principal instrumento normativo e organizacional do currículo prescrito, sendo o documento de referência para a implementação das práticas educativas e de competências a serem desenvolvidas no processo formativo dos

licenciandos, além de ser composto pelos planos de ensino das disciplinas ofertadas no curso. Por se tratar de uma pesquisa que utiliza dados públicos disponíveis em site institucional, não houve necessidade de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa.

A técnica utilizada para a análise dos dados foi a análise de conteúdo temática, conforme proposta por Bardin (1977). Essa técnica consiste em decompor os textos em unidades de registro com significado relevante para a pesquisa, agrupando-as em categorias temáticas e com o intuito de entender padrões e interpretar os resultados. Bardin (1977) descreve três etapas fundamentais para essa técnica que foram rigorosamente seguidas neste estudo: a (1) pré-análise, que se refere à leitura flutuante do material a ser estudado, a (2) exploração do material, que trata da identificação das unidades de registro e contexto e categorização do conteúdo e o (3) tratamento e interpretação dos dados, que diz respeito à análise das frequências de ocorrências de cada categoria, bem como o cruzamento dos códigos produzidos e interpretação dos resultados encontrados.

A fim de apresentar detalhadamente os passos seguidos nesta pesquisa, segue a descrição do método praticado neste estudo.

3.1 PERCURSO METODOLÓGICO

A pesquisa teve início com uma revisão bibliográfica voltada a compreender como a EA tem sido abordada na formação de professores de Química, além de identificar os desafios relacionados ao gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino. Essa etapa foi importante para delimitar o campo teórico da investigação, especialmente no que diz respeito à EAC e sua relação com as práticas de laboratório no ensino de Química.

O percurso metodológico também incluiu uma partilha institucional, etapa prevista na proposta pedagógica do Mestrado Profissional em Educação (MPED). Esse momento consistiu na apresentação do tema da pesquisa à comunidade acadêmica do campus onde o estudo seria desenvolvido, com o objetivo de verificar a pertinência e a aceitação local da proposta. A atividade ocorreu em formato de exposição dialogada, acompanhada de um coffee break, no auditório da instituição. Embora o número de participantes tenha sido reduzido e não tenham ocorrido manifestações durante a apresentação, uma fala posterior chamou atenção: um dos presentes expressou preocupação quanto à dificuldade de modificar práticas experimentais já consolidadas, especialmente no que se refere à inserção de abordagens ambientais nos roteiros de aulas práticas, cuja definição é, atualmente, de responsabilidade do docente, conforme

conteúdo previsto no plano de ensino. Essa observação possibilitou esclarecer que a intenção da pesquisa não é propor mudanças diretas no conteúdo ou nos roteiros experimentais já estabelecidos, mas, sim, oferecer um recurso didático que possa apoiar os docentes na abordagem crítica e reflexiva da temática dos resíduos químicos, bem como servir de material de apoio para os discentes, futuros professores de Química.

A etapa de produção e análise dos dados consistiu na realização de uma pesquisa documental que seguiu os princípios da análise de conteúdo temática proposta por Bardin (1977). Inicialmente, foi realizada uma leitura flutuante do PPC, que permitiu uma primeira aproximação com o conteúdo e a identificação inicial de termos, frases e parágrafos potencialmente relevantes à investigação. Nesse momento, os destaques foram feitos de forma livre, com o objetivo de promover uma familiarização com o texto e sinalizar elementos que pudessem estar relacionados ao problema de pesquisa.

Em seguida, procedeu-se à etapa de exploração do material, com a codificação e categorização desses trechos, dando origem às unidades de registro e subcategorias, organizadas em planilha de Excel, e posteriormente sistematizadas no software Atlas.ti². Essa organização permitiu a visualização clara das categorias e subcategorias e a identificação de padrões de ocorrência de cada uma delas. Por fim, os dados foram interpretados à luz da literatura teórica da área, buscando construir uma análise crítica e situada do currículo prescrito.

As categorias de análise utilizadas na codificação dos dados foram definidas *a priori*, com base nos objetivos específicos da pesquisa e no referencial teórico adotado. A escolha dessas categorias partiu da necessidade de responder às questões principais da investigação, buscando visualizar como a EA aparece no documento oficial do curso, analisar a perspectiva sob a qual ela se apresenta e se há inserção da temática dos resíduos químicos nesse contexto. Assim, as categorias escolhidas foram 1. Presença da Educação Ambiental (EA), 2. Perspectiva de Educação Ambiental (EA) e 3. Gerenciamento de Resíduos Químicos.

A escolha da categoria “Presença da Educação Ambiental (EA)” fundamentou-se na exigência legal de que a dimensão ambiental esteja presente nos currículos de formação docente. A PNEA, instituída pela Lei nº 9.795/1999, estabelece, em seu artigo 11, que a formação de educadores deve contemplar a EA em todos os níveis e modalidades, integrando-a aos componentes curriculares de forma contínua e articulada (Brasil, 1999). Essa normativa é reforçada pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA), que

² O Atlas.ti é um software de análise qualitativa, utilizado para codificação, organização e interpretação de dados textuais e visuais de forma sistemática.

orientam a inserção da EA de modo transversal e interdisciplinar, promovendo uma formação crítica e emancipadora (Brasil, 2012). Considerando esse marco legal, a presença da EA no currículo foi tratada como uma categoria estratégica, pois permite verificar se e como essa exigência está contemplada no PPC analisado. Além disso, estudos anteriores, como os de Pereira *et al.* (2009), Cortes Junior e Fernandez (2016) e Tauceda e Silva (2022, 2023), também estudaram a integração da EA nos currículos de formação de professores de química, utilizando como critério a busca por temas ambientais no PPC.

A segunda categoria, chamada de Perspectiva de Educação Ambiental (EA), baseou-se na classificação sobre formas de atuar em EA proposta por Layrargues e Lima (2011; 2014). Esses autores organizam as abordagens de EA em três grandes tendências: conservadora, pragmática e crítica. Essa classificação foi utilizada como guia para analisar os trechos do PPC e identificar as concepções teóricas presentes em cada trecho identificado.

A terceira categoria, Gerenciamento de Resíduos Químicos, foi definida pela necessidade de investigar se o currículo da Licenciatura em Química contempla orientações ou práticas relacionadas à destinação adequada dos resíduos gerados nas atividades em laboratórios. Essa categoria buscou identificar, no PPC, registros que abordassem de forma técnica ou pedagógica os aspectos relacionados ao descarte, tratamento ou prevenção de impactos ambientais associados aos resíduos químicos. A fundamentação dessa escolha encontra respaldo em estudos como os de Gerbase *et al.* (2005) e Sousa, Oliveira, Souza (2022), que destacam a importância do manejo adequado de resíduos no ensino de Química como elemento formativo e ambientalmente responsável.

Durante a exploração do material surgiram algumas subcategorias resultantes da classificação progressiva das unidades de registro identificadas. Na categoria 1 - Presença da Educação Ambiental (EA), foram consideradas 7 subcategorias: Abordagem de Temas Ambientais no Currículo Prescrito; Desenvolvimento Sustentável; Disciplina Específica sobre Educação Ambiental; Formação Docente na Área Ambiental; Formação para a Cidadania; Legislação sobre EA e Preocupação com Questões Ambientais. Tais subcategorias surgiram a partir da necessidade de classificar as múltiplas formas como a temática ambiental foi mencionada na estrutura curricular.

Na categoria 2 - Perspectiva de Educação Ambiental (EA), as unidades de registro foram classificadas em três subcategorias que reúnem características comuns às abordagens teóricas descritas por Layrargues e Lima (2011; 2014): Abordagem Conservadora; Abordagem Crítica

e Abordagem Pragmática, considerando a forma como o documento orienta ou organiza as concepções de natureza, sociedade e educação.

Por fim, a categoria 3 - Gerenciamento de Resíduos Químicos agrupou as unidades de registro em três subcategorias que permitiram identificar práticas pedagógicas e orientações técnicas relacionadas ao tema, sendo elas: Poluição Ambiental por Substâncias Químicas, Procedimentos de Descarte e Técnicas Básicas de Laboratório (TBL).

A seguir, o Quadro 2 apresenta as categorias e subcategorias de agrupamento das unidades de registro, acompanhadas de uma breve explicação que descreve o critério utilizado para a codificação dos dados:

Quadro 2 - Categorias, subcategorias e critérios de codificação.

Categoria Temática	Subcategoria	Critérios de Codificação
Presença da Educação Ambiental (EA)	Abordagem de Temas Ambientais no Currículo Prescrito	Conteúdos e tópicos presentes nos planos de ensino que tratam de temas ambientais como poluição, tratamento de água, biodiesel, biodegradação, entre outros.
	Desenvolvimento Sustentável	Descritores e conceitos referentes ao desenvolvimento sustentável.
	Disciplina Específica sobre Educação Ambiental	Disciplinas cujo nome e conteúdo estão diretamente voltados à abordagem da Educação Ambiental.
	Formação Docente na Área Ambiental	Docentes com formação na área ambiental.
	Formação para a Cidadania	Trechos que articulam a formação de professores com valores de cidadania, ética, responsabilidade social e transformação social, aspectos compatíveis com a EA crítica.
	Legislação sobre EA	Trechos que mencionam legislações que tratam da Educação Ambiental.
Perspectiva de Educação Ambiental (EA)	Preocupação com Questões Ambientais	Trechos que reconhecem a importância das causas ambientais no texto do PPC, principalmente o uso de descritores "sustentabilidade", "ambiental", "ecológico" e suas variações.
	Abordagem Conservadora	Trechos que tratam do meio ambiente de forma naturalista, centrados na conservação de recursos naturais e na prevenção da poluição, sem articulação direta com questões sociais ou políticas.
	Abordagem Crítica	Trechos que indicam articulação entre as questões ambientais e sociais, com base em uma concepção de EA como prática política, emancipatória e transformadora.
Gerenciamento de Resíduos Químicos	Abordagem Pragmática	Trechos que relacionam a EA ao desenvolvimento sustentável e à adoção de práticas ambientalmente corretas, com foco funcional e técnico.
	Poluição Ambiental por Substâncias Químicas	Trechos que citam impactos ambientais causados por substâncias químicas.

	Procedimentos de Descarte	Trechos que indicam normas ou orientações para a destinação adequada ou tratamento de resíduos gerados em práticas laboratoriais.
	Técnicas Básicas de Laboratório	Trechos que mencionam o uso de técnicas de laboratório independente de citar o manejo de resíduos químicos.

Fonte: Elaborado pela autora.

Concluído o percurso metodológico que fundamentou a realização desta pesquisa, o próximo capítulo apresenta a análise dos dados obtidos a partir da codificação do PPC da Licenciatura em Química do Ifes Campus Aracruz.

4. ANÁLISE DOS DADOS

A análise a seguir apresenta os resultados da pesquisa documental, realizada no PPC de Licenciatura em Química do Ifes Campus Aracruz. A investigação foi realizada a partir da técnica de análise de conteúdo temática, conforme proposta por Bardin (1977) e estruturada a partir de 3 categorias temáticas previamente definidas: **(1) Presença da Educação Ambiental (EA), (2) Perspectiva de Educação Ambiental (EA), e (3) Gerenciamento de Resíduos Químicos**. Dessa forma, as unidades de registro, identificadas diretamente nos no documento, foram sistematicamente organizadas e codificadas com o apoio do software Atlas.ti, o que possibilitou uma categorização qualitativa dos dados e também o levantamento quantitativo da frequência de ocorrência das da categorias e subcategorias classificadas ao longo do PPC. A Tabela 1, a seguir, apresenta uma visão geral da presença das categorias no documento analisado, revelando os padrões de ocorrência de cada uma delas.

Tabela 1 - Categorias de Análise Temática

Categoria Temática	Frequência de Ocorrência
1. Presença da Educação Ambiental (EA)	33
2. Perspectiva de Educação Ambiental (EA)	20
3. Gerenciamento de Resíduos Químicos	13

Fonte: Elaborado pela autora.

Na categoria **Presença da Educação Ambiental (EA)** foram consideradas como unidades de registro os trechos que mencionam diretamente ou indiretamente a temática ambiental na formação docente. Identificou-se, assim, 33 unidades de registro para esta

categoria, agrupadas em 7 subcategorias: Abordagem de Temas Ambientais no Currículo; Desenvolvimento Sustentável; Disciplina Específica sobre Educação Ambiental; Docentes com formação na área Ambiental; Formação para a Cidadania; Legislação sobre EA; e Preocupação com questões Ambientais.

A segunda categoria, **Perspectiva de Educação Ambiental (EA)**, constituiu-se de 20 unidades de registro, que permitiram inferir a abordagem teórica predominante nos trechos analisados, sendo agrupadas em três subcategorias: Abordagem Crítica, Abordagem Pragmática e Abordagem Conservadora.

Por fim, a terceira categoria, **Gerenciamento de Resíduos Químicos**, contemplou 13 unidades de registro que evidenciaram a presença da temática de resíduos químicos no PPC, sendo agrupadas em três subcategorias: Poluição Ambiental por substâncias Químicas; Procedimentos de Descarte; Técnicas Básicas de Laboratórios.

A Tabela 2, a seguir, detalha a quantidade de unidades de registro por categoria e subcategorias no documento analisado.

Tabela 2 - Unidades de Registro por categoria/subcategoria.

Categoria Temática	Subcategoria	Unidades de Registro
1. Presença da Educação Ambiental (EA)	Abordagem de Temas Ambientais no Currículo.	9
	Desenvolvimento Sustentável.	4
	Disciplina Específica sobre Educação Ambiental.	1
	Docentes com formação na área Ambiental.	1
	Formação para a Cidadania.	4
	Legislação sobre EA.	2
	Preocupação com questões Ambientais	12
2. Perspectiva de Educação Ambiental no PPC	Abordagem Conservadora.	5
	Abordagem Crítica.	10
	Abordagem Pragmática.	5
3. Gerenciamento de Resíduos Químicos	Poluição Ambiental por substâncias Químicas.	1
	Procedimentos de Descarte.	7
	Técnicas Básicas de Laboratório.	5

Fonte: Elaborado pela autora.

A seguir, será apresentada a análise detalhada de cada categoria, relacionando-a aos referenciais teóricos que fundamentam esta pesquisa.

4.1 ANÁLISE DA CATEGORIA 1 - PRESENÇA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO PPC

A categoria Presença de Educação Ambiental (EA) foi pensada a fim de identificar se a abordagem ambiental está presente no documento e entender como o currículo da licenciatura em Química traz essa temática.

Sendo assim, a categoria reúne trechos do PPC em que a temática ambiental se faz presente de forma explícita ou implícita, demonstrando como essa dimensão foi inserida junto à formação de professores de Química no Ifes Campus Aracruz. Os dados evidenciam uma diversidade de manifestações da EA no documento, que vão desde a citação de legislações específicas até chegar a temas como sustentabilidade, cidadania, Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e atividades práticas relacionadas ao meio ambiente. Embora a recorrência da temática indique sua presença formal, a profundidade e a intencionalidade pedagógica com que ela é abordada variam significativamente entre os trechos. A seguir, são discutidas as unidades de registro identificadas em cada subcategoria.

4.1.1 Abordagem de Temas Ambientais no Currículo

A subcategoria "Abordagem de Temas Ambientais no Currículo" agrupou unidades de registro identificadas, exclusivamente, nos planos de ensino que compõem o PPC e orientou-se pela presença de temas que dialogam com aspectos ambientais nos conteúdos prescritos. Na análise realizada, identificou-se que, das 68 disciplinas previstas no currículo da Licenciatura em Química do Ifes Campus Aracruz, das quais 59 são obrigatórias e 9 são optativas, apenas 09 apresentaram, de forma clara em seus planos de ensino, temas relacionados à dimensão ambiental. São elas: Química e Educação Ambiental, Físico-Química Aplicada, Tópicos Especiais em Ciências Naturais, Instrumentação para o Ensino de Ciências, Metodologia de Pesquisa, Química Geral Experimental I, Tratamento de Água para uso doméstico e industrial, Tratamento de Rejeitos e Processos da Indústria Química. Dentre essas, as seis primeiras fazem parte do núcleo de disciplinas obrigatórias do curso, enquanto as três últimas são optativas.

A presença da disciplina "Química e Educação Ambiental" no currículo indica um compromisso institucional em contemplar a temática ambiental de forma estruturada. O plano de ensino dessa disciplina contempla conteúdos como química do ar, da água e do solo; poluentes ambientais; currículo e legislações ambientais; e metodologias participativas. Contudo, sua carga horária reduzida (45 horas) pode representar uma limitação para o aprofundamento contextualizado das questões socioambientais envolvidas. Vale destacar que

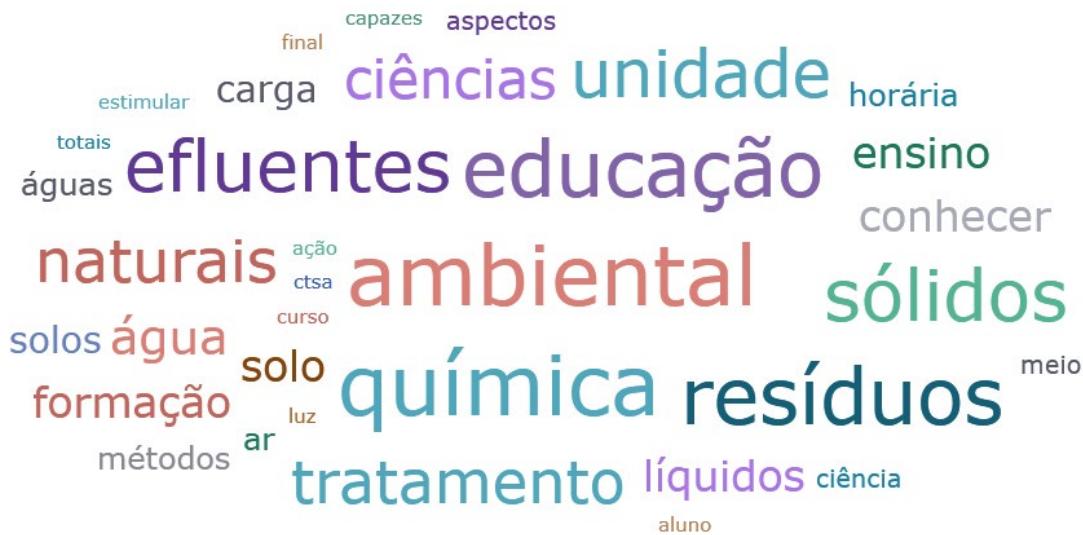
há uma divergência entre o título da disciplina no corpo do PPC e no plano de ensino, respectivamente “Química e Educação Ambiental” e “Educação Ambiental no Ensino de Química”, o que possivelmente se deve a atualizações documentais.

As demais disciplinas mencionam conteúdos como impactos ambientais e extinção de espécies, reciclagem e conservação ambiental (Tópicos Especiais em Ciências Naturais); legislação ambiental aplicada a rejeitos sólidos e líquidos, gerenciamento de resíduos sólidos, parâmetros ambientais e tratamento de efluentes líquidos (Tratamento de Rejeitos); poluentes presentes nos corpos hídricos (Tratamento de Água para uso doméstico e industrial); biodiesel (Processos da Indústria Química), biodegradação do detergente (Físico-Química aplicada), resíduos (Química Geral Experimental I) e CTSA (Instrumentação para o ensino de Ciência e Metodologia de Pesquisa).

Pereira *et al.* (2009) já indicavam que havia uma tendência em que as discussões sobre temas ambientais costumavam se restringir a poucas disciplinas, sendo mais comum sua abordagem em componentes como “Química Ambiental” ou afins. Contudo, chama atenção, que mesmo passados mais de quinze anos da pesquisa mencionada, esse cenário ainda se mantenha. Além disso, os conteúdos identificados tendem a refletir uma perspectiva conservadora ou pragmática, como também discutem Cortes Júnior e Fernandes (2016) e Silva e Taucedo (2023), o que reforça o caráter técnico e normativo atribuído à EA em diversos currículos.

A Figura 2, elaborada a partir das unidades de registro codificadas com auxílio do software Atlas.ti, apresenta uma nuvem de palavras que destaca termos como “resíduos”, “ambiental”, “efluentes”, “sólidos” e “química”. A predominância desses termos técnicos reforça o que os dados anteriores indicaram, uma abordagem da temática ambiental que tende a se restringir a conteúdos voltados a aspectos físico-químicos, sem articulação clara com dimensões éticas, políticas e sociais da problemática ambiental.

Figura 2 - Nuvem de palavras das unidades de registro na subcategoria Abordagem de Temas Ambientais no Currículo.



Fonte: Elaborado pela autora com o software Atlas.ti.

Embora esses temas tenham relevância, nota-se que sua abordagem, conforme apresentada nos planos de ensino analisados, tende a se restringir a aspectos naturais e técnicos da problemática ambiental. Com base nesses documentos, não foi possível identificar uma articulação direta com questões socioambientais mais amplas. Essa observação dialoga com a análise de Silva e Tauceda (2022), que apontam que, mesmo quando presente nos currículos, a temática ambiental tende a ser tratada de forma disciplinar e fragmentada, o que pode comprometer sua integração formativa.

No que se refere às disciplinas experimentais, que são aquelas que fazem parte do currículo e que têm como principal característica o ensino prático em laboratório, foi identificada apenas uma menção direta à temática de resíduos, no plano de ensino da disciplina Química Geral Experimental I. Embora Pereira *et al.* (2009) reconheçam as disciplinas experimentais como espaços de diálogo entre questões ambientais e o manejo de resíduos químicos, essa integração não é evidente nos demais planos analisados. A ausência dessa temática nas demais disciplinas experimentais sugere uma oportunidade formativa ainda pouco explorada, especialmente quando se considera que a experimentação é um eixo estruturante na formação de professores de Química.

É importante lembrar que a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), instituída pela Lei nº 9.795/1999, em seu Art. 11, estabelece que “a dimensão ambiental deve constar nos currículos de formação de professores, em todos os níveis e em todas as disciplinas” (Brasil, 1999). Nesse sentido, a identificação da temática ambiental em apenas algumas

disciplinas, ainda que relevante, evidencia uma limitação diante do que prevê a legislação vigente.

Essa limitação, entretanto, não pode ser compreendida de forma isolada, pois, como discutido por Lopes e Macedo (2011), o currículo prescrito, embora regulador das práticas educativas, não representa a totalidade do processo formativo, coexistindo com dimensões ocultas e vivenciadas do currículo que também refletem intenções formativas. É o que sugere o estudo de Rozário (2023), ao demonstrar, por meio de entrevistas com docentes do mesmo curso aqui analisado, que alguns professores promovem discussões ambientais em suas aulas, mesmo quando essas não estão formalizadas nos planos de ensino. Esse achado indica que o corpo docente pode, sim, integrar a EA de maneira crítica e reflexiva, especialmente se houver orientações mais claras e articuladas com essa intencionalidade formativa.

Além disso, é importante considerar que o PPC analisado foi elaborado anteriormente a diversas iniciativas institucionais voltadas à EA, implementadas entre 2016 e 2025. Entre elas, destaca-se a institucionalização do Núcleo de Educação Ambiental (NEA), bem como programas e projetos voltados à sustentabilidade, que podem ter ampliado e atualizado a prática docente em relação às diretrizes formais do currículo.

4.1.2 Desenvolvimento Sustentável

A subcategoria “Desenvolvimento Sustentável” surgiu a partir da identificação de 4 unidades de registro no PPC da Licenciatura em Química do Ifes Campus Aracruz, nos quais aparecem os termos “desenvolvimento humano sustentável”, “desenvolvimento socioeconômico sustentável” e “desenvolvimento sustentável”. Essas unidades de registro têm como unidade de contexto as seções de Identificação do Curso, Organização Didático-Pedagógica e Atividades Teórico-Práticas (ATP).

A primeira unidade de registro aqui codificada refere-se à missão institucional do Ifes e aparece no documento como uma citação direta do Relatório de Gestão de 2008, do antigo Centro Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo (Cefetes). Nessa seção, lê-se que a missão da instituição é: “Promover educação profissional, científica e tecnológica de excelência, por meio do ensino, pesquisa e extensão, com foco no **desenvolvimento humano sustentável**” (CEFETES, 2009 apud IFES, 2016, p. 7, grifo nosso). O uso da expressão “desenvolvimento humano sustentável” (DHS) nesse contexto institucional pode ser

interpretado como um indicativo da valorização de aspectos sociais e ambientais no escopo da formação.

De acordo com Rozário (2023), o conceito de DHS vem sendo discutido por organismos internacionais, como o PNUD³, articulando dimensões como o acesso à saúde, à educação e à qualidade de vida, em diálogo com preocupações ambientais e sociais. Apesar de não haver uma definição única, o uso do termo sugere uma compreensão ampliada da sustentabilidade, integrando aspectos éticos e sociais, o que dialoga com os princípios da EA. Essa concepção está de acordo com o que estabelece a PNEA em seu artigo 1º, ao definir a EA como "processos por meio do qual o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à qualidade de vida e à sustentabilidade" (Brasil, 1999, Art. 1º).

A segunda unidade de registro localizada na seção de apresentação do PPC, destaca a valorização da autonomia dos sujeitos, da dialogicidade e da integração entre saberes, experiências e responsabilidade social para o desenvolvimento sustentável (Ifes, 2016). Essa articulação evidencia uma concepção de formação que considera aspectos sociais e ambientais na formação docente. Como observa Veiga (2009), o PPC expressa a identidade da instituição e as diretrizes formativas que orientam o trabalho pedagógico. Assim, a presença do desenvolvimento sustentável (DS) como valor institucional pode ser entendida como uma intencionalidade formativa que ultrapassa o plano técnico, alcançando dimensões ético-políticas. Contudo, é necessária atenção ao uso do termo DS, pois trata-se de um conceito polissêmico, podendo reforçar uma visão de crescimento econômico alinhado à preservação ambiental, sem questionar, de forma mais profunda, as estruturas que produzem desigualdades sociais e degradação ambiental (Pedrini; Brito, 2006).

A terceira unidade de registro aqui agrupada encontra-se na seção “Organização Didático-Pedagógica” do PPC e apresenta como objetivo do curso:

Formar professores de Química para lecionarem na educação básica [...] com concepção ampliada, articulada e fundamentada em questões sociais, políticas, econômicas, culturais, ambientais, éticas e estéticas em nível local e global, possibilitando ao egresso, atuando em campos relacionados ao ensino, à pesquisa e à extensão de forma socialmente comprometida e buscando promover o **desenvolvimento humano sustentável**, voltado para a melhoria da qualidade de vida (Ifes, 2016, p. 17, grifo nosso).

³ O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) é uma agência da ONU, voltada ao desenvolvimento global, atuando em parceria com governos, setor privado e sociedade civil em mais de 160 países, com foco na promoção do desenvolvimento humano e na redução da pobreza (Brasil, 2025).

Nesse caso, o termo aparece associado a uma perspectiva ampla de formação docente, indicando uma proposta pedagógica que reconhece a relevância das dimensões socioambientais para o exercício profissional.

Por fim, a quarta unidade de registro aparece na seção das Atividades Teórico-Práticas (ATP), ao tratar das ações de extensão, assim, o PPC afirma que essas ações devem promover a “produção, desenvolvimento e difusão de conhecimentos científicos e tecnológicos, visando ao **desenvolvimento socioeconômico sustentável** local e regional” (Ifes, 2016, p. 265, grifo nosso). Conquanto o trecho não mencione diretamente a EA, a articulação entre sustentabilidade e extensão pode representar uma oportunidade para integrar práticas educativas voltadas à realidade local e aos desafios socioambientais do território.

A partir da análise dessas unidades de registro, observa-se que a menção ao DS está presente no PPC como um valor formativo, aparecendo em diferentes seções do documento e associado a objetivos institucionais e pedagógicos. Esses registros indicam uma tentativa de alinhar o curso às diretrizes da EA, conforme estabelecido pela legislação educacional. No entanto, como apontam autores como Sauvé (2005), Pedrini e Brito (2006) e Layrargues e Lima (2014), o termo “desenvolvimento sustentável” comporta múltiplas interpretações. Quando desvinculado de uma abordagem crítica, tende a se alinhar a perspectivas pragmáticas da EA, dando ênfase a uma visão desenvolvimentista, de minimização de impactos e conciliação entre crescimento econômico e conservação ambiental. Tal visão, ao mesmo tempo em que legitima o discurso ambiental, pode esvaziar o potencial transformador da EA ao não questionar as bases estruturais do modelo capitalista de produção e consumo.

Nesse contexto, a recorrência do termo DS no PPC permite, por um lado, reconhecer a presença da EA no currículo prescrito, ainda que de forma indireta; por outro, evidencia o risco de se reduzir a um discurso normativo, restrito a técnicas e comportamentos. Reforça-se que a formação de professores de Química precisa favorecer espaços de reflexão crítica que tensionem os limites da relação entre DS, meio ambiente e sociedade.

A análise sobre a perspectiva com que essa temática é abordada será aprofundada na próxima categoria de análise, com o intuito de compreender em que medida essa inserção contribui para uma formação docente comprometida com as transformações socioambientais.

4.1.3 Disciplina Específica sobre Educação Ambiental

A subcategoria "Disciplina Específica sobre Educação Ambiental" foi definida a partir da identificação de componentes curriculares que mencionam a temática ambiental em seu título. Nesse sentido, apenas uma disciplina do curso foi classificada como unidade de registro nesta subcategoria, “Química e Educação Ambiental”.

A ementa da disciplina contempla conteúdos como química do ar, da água e do solo; poluentes ambientais; currículo e legislações ambientais; e metodologias participativas em Educação Ambiental. Sua carga horária, no entanto, é de apenas 45 horas, o que pode dificultar o aprofundamento necessário para uma abordagem interdisciplinar e contextualizada, como preveem as diretrizes da EA (Brasil, 2012).

Sobre a oferta de uma disciplina específica sobre a temática ambiental no currículo, é importante esclarecer o que a legislação estabelece. A Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) dispõe, em seu artigo 10, inciso I, que a EA “não deve ser implantada como disciplina específica no currículo de ensino” (Brasil, 1999). De forma complementar, as Diretrizes Curriculares Nacionais de Educação Ambiental (DCNEA) reforçam que a EA deve ser desenvolvida como prática educativa integrada, contínua e permanente, em todas as etapas e modalidades da educação, e que, “como regra, [ela] não deve ser implantada como disciplina ou componente curricular específico” (Brasil, 2012, art. 8º).

Contudo, ambas as legislações reconhecem que, no ensino superior, existe a possibilidade de criação de uma disciplina metodológica, ou seja, voltada à discussão de abordagens pedagógicas e estratégias formativas para a EA (Brasil, 2012). Essa abertura legal explica a presença de disciplinas específicas em alguns cursos de licenciatura, como é o caso do Ifes Campus Aracruz.

Ao analisar a ementa da disciplina “Química e Educação Ambiental”, observa-se a presença de temas como “Currículo e Legislações da Educação Ambiental” e “Metodologia e Técnicas Participativas em Educação Ambiental” (Ifes, 2016), o que evidencia uma tentativa de aproximar o componente curricular do previsto nas diretrizes legais, caracterizando-se como uma disciplina metodológica de EA, ainda que com carga horária insuficiente. Essa aproximação sinaliza um movimento institucional importante, ao reconhecer que a formação de professores precisa considerar os aspectos metodológicos como orientações para práticas educativas ambientais contextualizadas e críticas.

Todavia, no que diz respeito à efetividade da integração da EA no currículo de formação de professores de Química, a presença de uma disciplina específica não pode ser considerada como o único fator relevante. Embora represente um avanço, ela, por si só, não garante que a EA esteja de fato incorporada de forma crítica e articulada à proposta formativa do curso. Alguns estudos discutem que “a abordagem de questões ambientais, de forma estanque em disciplinas isoladas, é insuficiente para formar profissionais, principalmente professores, que possam propor ações de EA” (Abreu; Campos; Aguilar, 2008, p. 692). Silva e Tauceda (2022), ao analisarem cursos de Licenciatura em Química em instituições federais do Nordeste brasileiro, reforçam esse ponto ao afirmarem que, embora a maioria dos cursos possua disciplinas obrigatórias com conteúdo ambiental, “os PPC’s analisados demonstram uma tendência fragmentária do ensino, promovendo uma visão também fragmentada dos conhecimentos propostos e da realidade, o que nos parece ser um obstáculo a ser superado, por dificultar o aprendizado significativo da inteireza complexa da problemática ambiental” (p. 272).

Por outro lado, Santos (2007 apud Arraes e Videira, 2019) defende que esse tipo de componente pode ser uma forma eficaz de abordar os problemas ambientais e sensibilizar um número maior de estudantes, ajudando a formar sujeitos mais comprometidos com o equilíbrio ecológico e com a saúde do planeta.

Sendo assim, a presença da disciplina “Química e Educação Ambiental” no PPC analisado representa um movimento institucional relevante, alinhado ao que propõe Santos (2007) e à legislação vigente, especialmente ao se considerar sua abordagem metodológica. No entanto, sua carga horária reduzida e o fato de ser o único componente com enfoque exclusivo na temática ambiental revelam limites para sua efetiva contribuição à formação crítica de professores de Química. Além disso, devido à baixa carga horária e aos conteúdos descritos no plano de ensino, fica claro que a oferta da disciplina não atende o aspecto metodológico conforme orientado na legislação vigente. Avaliar a possibilidade de ampliação dessa carga horária pode ser um passo importante para fortalecer o papel metodológico da disciplina na formação ambiental dos futuros professores.

4.1.4 Docentes com Formação na Área Ambiental

A subcategoria “Docentes com formação na área ambiental” agrupou unidades de registro identificadas a partir da análise do quadro do corpo docente presente no PPC. A

codificação foi atribuída a uma única unidade de registro do documento, no qual é indicado um docente com formação acadêmica voltada para a área ambiental, atuando como responsável pela disciplina “Química e Educação Ambiental”. Embora o PPC também mencione outros professores com atuação em disciplinas relacionadas à temática ambiental, apenas esse docente apresenta, conforme o próprio documento, uma formação direta na área, o que justifica sua codificação isolada nesta unidade de registro.

Essa ocorrência pontual de formação especializada levanta reflexões importantes acerca da consolidação da EA no currículo. Autores como Silva e Tauceda (2022) destacam que a presença de professores com formação em EA é um dos fatores que contribui para a superação de uma visão meramente técnica da temática. Além disso, as autoras reforçam que “um dos grandes problemas para a inserção da EA na escola é justamente a falta de capacitação dos professores” (Medina apud Silva; Tauceda, 2022, p. 264), evidenciando a importância da formação docente nesse processo.

Cabe acrescentar que, a identificação de apenas um professor com formação específica na área ambiental, em um curso que busca formar futuros docentes, pode ser considerada um indicativo de fragilidade quanto à consolidação da EA no currículo. Ainda que experiências práticas e atuações em projetos ou disciplinas relacionadas possam enriquecer o processo formativo, a formação acadêmica consistente na área é um dos elementos que contribuem para o aprofundamento teórico, metodológico e político da EA no contexto da formação inicial de professores. Quando essa formação está limitada a apenas um membro da equipe docente, o risco é de que a abordagem da EA se torne pontual, restrita a uma disciplina específica, e não um compromisso transversal e coletivo da instituição.

Reconhece-se, no entanto, que os currículos ocultos e as práticas pedagógicas que ocorrem para além do prescrito nos documentos oficiais podem divergir das evidências aqui apontadas. Esse reconhecimento abre margem para inquietações e novas investigações, especialmente no que diz respeito às práticas docentes, aos espaços de diálogo institucional e à forma como a Educação Ambiental vem sendo construída nos cotidianos escolares para além do que está registrado formalmente no PPC.

4.1.5 Formação para a Cidadania

A subcategoria “Formação para a Cidadania” agrupou unidades de registro identificadas a partir de trechos do PPC que destacam a importância de uma formação integral e que valoriza o direito à vida e ao bem-estar cidadão na formação dos futuros professores de química.

A codificação foi atribuída a 4 unidades de registro localizadas em diferentes unidades de contextos, sendo seção de identificação do curso, organização didático-pedagógica (em dois trechos diferentes) e em atividades teórico-práticas (ATP's). Para entender a presença dessa subcategoria na categoria 1 (Presença de Educação Ambiental no PPC) é preciso contextualizar sobre a compreensão do exercício de cidadania no contexto deste estudo.

A cidadania é um ato político e está relacionada ao exercício de direitos e deveres previstos na Constituição brasileira. Ao compreendê-la como garantia desses direitos e deveres, é possível relacioná-la às responsabilidades ambientais, uma vez que a própria Constituição apresenta o meio ambiente como um direito assegurado a todos os indivíduos.

Art. 225. 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, art. 225).

Compreende-se, então, que a cidadania é uma construção coletiva, na qual cada indivíduo deve cumprir seus deveres perante o Estado e usufruir de seus direitos. Loureiro (2003) afirma que:

A cidadania é, portanto, algo que se constrói permanentemente e que se constitui ao dar significado ao pertencimento do indivíduo a uma sociedade. O desafio para a consolidação de uma cidadania substantiva reside na capacidade de publicizar as instituições governamentais; estabelecer práticas democráticas cotidianas; e promover uma escola capaz de levar o aluno a refletir sobre seu ambiente de vida (Loureiro, 2003, p. 42)

Sendo assim, quando o PPC menciona a formação para a cidadania, entende-se que, para alcançá-la, questões relacionadas à responsabilidade ambiental devem ser consideradas no processo de ensino-aprendizagem.

Além disso, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA) definem como um dos objetivos da EA “a defesa da qualidade ambiental como um valor inseparável do exercício da cidadania” (Brasil, 2012, art. 13). Nesse sentido, a presença dessa unidade de registro foi vinculada à categoria “Presença da Educação Ambiental (EA)”, por reconhecer que os princípios da cidadania integram os fundamentos da EA.

Corroborando com esse entendimento, Colombo (2014) afirma que “educação ambiental e cidadania estão intimamente interligadas” e a EA, ao promover uma nova forma de ver o mundo e a relação entre seres humanos e natureza, contribui diretamente para a construção de uma cidadania baseada em valores éticos e solidários. Assim, pensar a formação cidadã como parte do currículo é também abrir espaço para a diálogos sobre EA como prática educativa transformadora.

Entretanto, nessa mesma subcategoria abre-se um campo para o diálogo de algumas lacunas no PPC, em que caberia a inclusão explícita de temas ambientais no texto do currículo e os mesmos são omitidos. Por exemplo, no fragmento localizado na página 9, embora se reconheça a importância de uma cidadania pluridimensional, ética e solidária, engajada com as gerações futuras, não há qualquer menção direta ao meio ambiente.

O compromisso do curso aqui apresentado é buscar favorecer a formação de cidadão entendida como pluridimensional, comprometido com o pluralismo de ideias no ambiente acadêmico, liberdade de aprender e de ensinar, liberdade de consciência com seu caráter humano, social, profissional e com o exercício ético, estético e solidário de seus diferentes papéis no mundo, ao longo de toda a vida e engajado com gerações futuras (Ifes, 2016, p. 9)

O mesmo ocorre na página 18, ao destacar, nos objetivos específicos do PPC, que o estudante deve “ter formação humanística que permita exercer a sua cidadania e, enquanto profissional, o respeito pelo direito à vida e ao bem-estar dos cidadãos” (Ifes, 2016, p. 18), mas sem citar explicitamente responsabilidades socioambientais do educador.

Já em um trecho da página 262, ainda que se proponha o desenvolvimento de competências e habilidades para a transformação da sociedade em um ambiente mais justo e igualitário, o texto se limita ao campo das competências e habilidades gerais, e às questões ambientais como parte dessas transformações.

As ATP⁴ têm por finalidade aprofundar, ampliar e consolidar a formação dos futuros docentes. Elas possibilitam o aproveitamento, por avaliação de atividades, habilidades, conhecimentos e competências dos discentes, incluindo estudos e práticas independentes [...]. A execução dessas atividades pode ser fundamentada nos quatro pilares para uma nova educação: aprender a SER (desenvolvimento pessoal), aprender a CONVIVER (desenvolvimento social), aprender a FAZER (competência produtiva) e aprender a CONHECER (competência cognitiva). **Com essas vivências o aluno**

⁴ As Atividades Teórico-Práticas (ATP) correspondem a ações acadêmicas complementares e têm como objetivo ampliar e consolidar a formação docente por meio de atividades diversificadas, como monitorias, projetos de ensino, pesquisa, extensão, visitas técnicas, participação em eventos científicos, entre outras. No curso de Licenciatura em Química do Ifes Campus Aracruz, o cumprimento mínimo de 200 horas de ATP é requisito obrigatório (Ifes, 2016).

poderá ter a percepção de uma educação integral e integrada, desenvolvendo competências, habilidades e a cidadania no intuito de favorecer transformação da sociedade em ambiente mais justo e igualitário (Ifes, 2016, p. 262, grifo nosso)

Esses exemplos demonstram que, mesmo esses fragmentos tendo sido considerados como indicativos da presença da EA no currículo, essa presença ocorre de maneira implícita. A análise crítica evidencia que, embora existam intencionalidades formativas compatíveis com os princípios da EA, a ausência de menções diretas aos termos ambientais pode comprometer sua efetiva integração curricular.

4.1.6 Legislações sobre EA

A subcategoria “Legislações sobre Educação Ambiental” agrupou unidades de registro identificadas em trechos do PPC que fazem menção a documentos legais relacionados à EA, como a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), instituída pela Lei nº 9.795/1999, por exemplo. A codificação foi atribuída a 2 unidades específicas do documento.

A primeira unidade de registro foi identificada na seção de Identificação do Curso, onde o PPC informa que o curso é guiado por diversos instrumentos legais, dentre eles a Lei nº 9.795/1999, que institui a PNEA (Brasil, 1999). Esse trecho demonstra que o PPC reconhece e se orienta por meio de normativas nacionais sobre EA, o que representa um avanço em relação a outros currículos que não mencionam essa legislação.

A segunda unidade codificada com esta subcategoria refere-se ao plano de ensino da disciplina específica de EA, “Química e Educação Ambiental”. Neste plano, a legislação ambiental é apresentada de forma direta, sendo tratada como conteúdo curricular. A disciplina prevê uma carga horária de 6 horas destinada ao estudo da legislação sobre Educação Ambiental, o que pode ser considerado um ponto positivo, visto que os licenciandos terão contato com os principais instrumentos legais que regem a temática, possibilitando o aprofundamento do assunto em outras etapas da formação.

As duas unidades de registro aqui classificadas possuem finalidades distintas: a primeira tem caráter normativo e estruturante, ao declarar o compromisso institucional do curso com as legislações ambientais; já a segunda insere esse conteúdo de forma pedagógica no processo de formação docente, inserindo-o ao plano de ensino de uma disciplina específica.

A PNEA, ao normatizar a inserção da EA em todos os níveis de ensino, afirma em seu artigo 2º, inciso I, que a EA deve ser um "componente essencial e permanente da educação nacional" (Brasil, 1999), o que justifica sua presença tanto no projeto institucional quanto nos

processos pedagógicos. Da mesma forma, as DCNEA destacam, no artigo 8º, que a EA deve ser desenvolvida como "prática educativa integrada e interdisciplinar, contínua e permanente" (Brasil, 2012), o que exige mais do que a simples menção à legislação, necessitando sua inserção concreta no currículo formativo.

No PPC analisado, a legislação é mencionada tanto na seção de apresentação institucional quanto no plano de ensino da disciplina específica. Deste modo, ainda que de forma tímida, percebe-se que a instituição busca cumprir seu papel no que se refere à integração da EA ao currículo. Vale destacar, contudo, que esta análise se baseia em uma abordagem documental. Por isso, para verificar se a legislação ambiental tem sido, de fato, integrada às práticas pedagógicas do curso, seriam necessários estudos empíricos complementares que investigassem a implementação curricular no cotidiano da formação docente.

4.1.7 Preocupação com questões ambientais

A subcategoria “Preocupação com Questões Ambientais” agrupou unidades de registro compostas por descritores diretamente relacionados à temática ambiental, como “sustentabilidade”, “meio ambiente”, “ambiental”, “ecológico” e suas variações, além de trechos que remetem à intencionalidade da instituição na preocupação com as questões ambientais.

A codificação foi aplicada em 12 trechos do documento, distribuídos em diversas seções, incluindo a Organização Didático-Pedagógica, a Estrutura Curricular, a Avaliação do Curso, as ações de Pesquisa e Extensão e o Manual de Segurança em Laboratório. Esses registros revelam que há uma intencionalidade institucional no desenvolvimento de uma responsabilidade ambiental, tanto na formação docente quanto na condução das atividades acadêmicas e técnicas. Contudo, conforme afirma Silva e Tauceda (2022), no contexto das análises curriculares, comprehende-se que, embora os documentos expressem um modelo ideológico institucional a ser seguido, sua efetivação prática depende diretamente da interpretação dos sujeitos formadores. Isso ocorre porque, no exercício de suas liberdades pedagógicas, esses profissionais adaptam o currículo de acordo com suas visões de mundo, crenças e percepções sobre o papel da EA, gerando, assim, um distanciamento entre as propostas teóricas e a prática em sala de aula.

Na seção de Organização didático-pedagógica, o PPC afirma que o futuro professor de Química deve ser capaz de “compreender e avaliar criticamente os aspectos sociais,

tecnológicos, ambientais, políticos e éticos, relacionados às aplicações da Química na sociedade” (Ifes, 2016 p. 19). O trecho sinaliza uma intencionalidade formativa voltada à construção de uma postura crítica diante das implicações ambientais da ciência. Essa preocupação também se observa no trecho que destaca a necessidade de formar profissionais “imbuídos de valores humanos e atitudes social e ambientalmente comprometidas” (Ifes, 2016 p. 25), aproximando a formação docente de valores que sustentam a EA em sua dimensão política. Essa intencionalidade está de acordo com autores como Loureiro (2003) e Guimarães (2004), que concordam que a educação ambiental transformadora requer que os processos formativos sejam orientados para a formação de sujeitos críticos, conscientes das dimensões políticas e sociais do meio ambiente.

Outros trechos desta seção do PPC demonstram a preocupação com questões ambientais ao inserir a temática de forma transversal nas práticas pedagógicas. É o caso das “Exposições Dialogadas”, descritas no documento como momentos de ensino-aprendizagem “ambientalmente responsáveis” (Ifes, 2016, p. 35), e das “Atividades Contextualizadas”, que destacam o uso de materiais alternativos em aulas práticas de Química (Ifes, 2016, p. 383). Essas práticas estão alinhadas ao artigo 11 da Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), que estabelece que a dimensão ambiental deve atravessar todas as disciplinas e níveis de ensino (Brasil, 1999). Além disso, as reflexões trazidas por Aires e Pimenta (2020) reforçam que o uso de substâncias alternativas nos laboratórios contribui para tornar o cotidiano escolar mais sustentável. Brandão, Araújo e Vasconcelos (2019) complementam ao mostrar que essas escolhas pedagógicas minimizam resíduos e reduzem impactos ambientais. Assim, pode-se afirmar que, ao adotar tais práticas, a instituição demonstra uma intencionalidade alinhada ao fortalecimento da EA no currículo. Como destacam Silva e Machado (2008), mesmo ações discretas no laboratório podem provocar reflexões de responsabilidade ambiental nos estudantes, fortalecendo o papel transversal e crítico da EA no currículo.

Na seção de estrutura curricular, a unidade de registro foi identificada em dois trechos que citam diretamente a Resolução CNE/CP nº 2/2015, que define as Diretrizes Curriculares Nacionais para cursos de licenciatura. Esses trechos deixam explícito que a EA é reconhecida um tema articulado na formação geral do curso e mencionam o conhecimento “ambiental-ecológico” (p. 62) como parte dos saberes a serem trabalhados na formação docente. Trata-se de referências normativas que orientam a estrutura curricular, sem detalhamento ou discussão aprofundada sobre como essas orientações se concretizam nas práticas pedagógicas do curso.

Por fim, vale evidenciar um dos trechos que dialoga diretamente com a temática principal deste trabalho, que é o gerenciamento de resíduos químicos. No Manual de Segurança em Laboratório, anexo E do PPC, é orientado de forma objetiva: “Não jogue os solventes diretamente na pia. Recupere os solventes.” (p. 383), indicando uma preocupação prática com o descarte responsável de resíduos químicos.

De forma geral, observa-se que a subcategoria “Preocupação com Questões Ambientais” aparece em diferentes pontos do PPC. A análise indica uma intencionalidade institucional de atender às legislações relacionadas à EA, reforçando seu papel como valor formativo transversal no currículo. Contudo, é importante reconhecer que essa análise se concentrou em identificar a presença da preocupação com questões de EA no documento, sem ainda aprofundar a forma como ela é concebida e operacionalizada no cotidiano do curso.

4.1.8 Considerações finais sobre a análise da categoria Presença de EA

Encerrada a análise das unidades de registro em cada subcategoria que tratam da presença da Educação Ambiental no currículo, conclui-se que a temática ambiental está formalmente presente no PPC da Licenciatura em Química do Ifes Campus Aracruz, indicando um reconhecimento institucional da relevância da EA para a formação docente. Identificou-se, ainda, a existência de uma disciplina específica, “Química e Educação Ambiental”, a abordagem de temas ambientais em outras oito disciplinas (sendo cinco obrigatórias e três optativas), e o discurso do “desenvolvimento sustentável” nos objetivos formativos e na missão institucional. Além disso, aparecem menções a legislações que relacionam a formação de professores a temas ambientais, demonstrando que há uma intencionalidade institucional em alinhar-se às normativas nacionais de EA na formação de professores de Química.

No entanto, a análise detalhada desses trechos aponta que a presença de EA ocorre de forma pontual. A abordagem dos temas ambientais, conforme apresentada nos planos de ensino analisados, tende a privilegiar aspectos técnicos e naturais, como poluição e química do ar, da água e do solo, com menor evidência de articulação explícita com as dimensões sociais, políticas e éticas das problemáticas ambientais. A existência de uma disciplina específica, ainda que representando um avanço, possui carga horária limitada diante da complexidade dos temas, e sua presença isolada não garante a transversalidade prevista na Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) e nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA).

Em diversos trechos, notou-se que, embora houvesse espaço para a menção direta da EA, a temática é omitida, como é o caso dos trechos exemplificados abaixo (não foram codificados em nenhuma subcategoria):

Quadro 3 - Exemplos de lacunas no PPC quanto à menção da temática ambiental.

Trecho identificado no PPC	Comentário sobre a lacuna
“Assimilar os novos conhecimentos científicos e/ou educacionais e refletir sobre o comportamento ético que a sociedade espera de sua atuação e de suas relações com o contexto cultural, socioeconômico e político” (Ifes, 2016, p. 17).	Este trecho que trata dos objetivos do curso, no que diz respeito a formação pessoal do licenciado, poderia incluir o contexto ambiental como dimensão ética relevante, ampliando o olhar para a responsabilidade ambiental do educador.
“Identificar questões e problemas socioculturais e educacionais, com postura investigativa, integrativa e propositiva, em face de realidades complexas, a fim de contribuir para a superação de exclusões sociais, étnico-raciais, econômicas, culturais, religiosas, políticas, de gênero, sexuais e outras” (Ifes, 2016, p. 23)	Este trecho diz respeito a aptidão do egresso em sua atuação profissional. A exclusão ambiental e as desigualdades socioambientais poderiam ser descritas como parte dessas realidades complexas, reconhecendo que os impactos ambientais também geram exclusões e vulnerabilidades sociais

Fonte: Elaborado pela autora.

Esses exemplos, que foram escolhidos para representar algumas lacunas sobre EA no documento, analisados conjuntamente com as unidades de registro aqui relacionadas, revelam que há, sim, um compromisso institucional com a dimensão ambiental na formação docente, mas que esse tema pode ser potencializado com maior articulação curricular.

Dessa maneira, pode-se afirmar que a EA está presente no PPC analisado, mas de maneira pontual em suas diversas seções, demonstrando desafios para integração da EA no currículo. Ademais, é importante destacar que, como afirmam Silva e Tauceda (2022) e Rozário (2023), ainda que os documentos prescritos revelem um modelo institucional a ser seguido, a efetividade prática dessas propostas depende diretamente da interpretação e atuação docente, o que evidencia a necessidade de novas investigações que verifiquem como a EA tem sido operacionalizada nas práticas cotidianas, considerando as diferenças entre o currículo prescrito e o currículo vivido (Lopes; Macedo, 2011).

Ressalta-se que, embora o foco principal desta pesquisa esteja na articulação entre o gerenciamento de resíduos químicos e a formação docente, a análise da presença da EA no currículo constitui um dos objetivos específicos do estudo. A investigação das unidades de registro aqui apresentadas buscou compreender em que medida a temática ambiental foi integrada ao PPC, para, em seguida, analisar de forma mais aprofundada como o gerenciamento de resíduos químicos se insere nesse processo formativo.

4.2 ANÁLISE DA CATEGORIA 2 - PERSPECTIVA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO PPC

A categoria “Perspectiva de Educação Ambiental no PPC” foi pensada a fim de subsidiar a análise do PPC, no que diz respeito a qual tendência pedagógica de EA o documento se aproxima. Uma vez que foi constatado a partir da análise da categoria 1 (Presença de Educação Ambiental) que a EA está presente no documento, torna-se possível o estudo que se realiza a seguir.

Essa categoria possui unidades de registro no PPC em que é possível inferir sobre a tendência de EA a partir do proposto por Layrargues e Lima (2014), onde foram delimitadas aproximações sobre concepções de três macrotendências, sendo elas a conservadora, a pragmática e a crítica. É importante esclarecer que nem todo trecho categorizado como presença de EA permitiu inferir sobre a categoria de perspectiva de EA, isso porque algumas unidades de registro codificadas na categoria anterior tinham caráter mais simbólico, sem o devido aprofundamento necessário para produzir interpretações quanto à perspectiva adotada. Já o contrário é possível de se afirmar, já que todos os trechos do PPC que foram codificados como elementos que levam à identificação de alguma abordagem de tendência de EA estava codificado também como Presença de EA.

Ao todo, foram codificadas 20 unidades de registro nesta categoria, agrupados em três subcategorias “abordagem conservadora”, “abordagem pragmática” e “abordagem crítica”. A seguir são discutidas as subcategorias de análise.

4.2.1 Abordagem Conservadora

A subcategoria “Abordagem Conservadora” agrupou unidades de registro indicam um caráter voltado ao meio ambiente como natureza e à preservação ambiental. Foram localizadas 5 unidades de registro no PPC que possibilitaram inferir a abordagem da Educação Ambiental sob a ótica da macrotendência conservadora.

De acordo com Layrargues e Lima (2014), a macrotendência conservadora possui um viés naturalista, com foco na preservação da natureza enquanto reserva de recursos naturais. Os autores explicam que essa macrotendência é forte e bem consolidada no campo dos estudos ambientais, sendo resultado do contexto histórico em que a EA surgiu no Brasil e no mundo. Esse contexto foi marcado por uma crise ambiental, ocasionada principalmente pela degradação dos ambientes naturais, o que, à época, não permitiu uma maturidade suficiente “para

compreender a complexidade das relações entre sociedade e natureza” (Layrargues e Lima, 2014, p. 27).

Esta subcategoria reuniu unidades de registro cuja unidade de contexto foram os planos de ensino de quatro disciplinas que abordam temas ambientais no currículo, bem como uma unidade de registro no Manual de Segurança em Laboratórios, anexo ao PPC. Na unidade de registro identificada no manual de segurança, essa abordagem aparece na seção de “Precauções no uso de Solventes”, onde se orienta a não despejar solventes diretamente na pia. Essa orientação caracteriza-se, de acordo com o apontado por Layrargues e Lima (2014), como uma tentativa de mudança de comportamento individual, sem considerar aspectos políticos ou sociais mais amplos, o que, segundo os autores, está alinhado à abordagem conservadora.

No que diz respeito às disciplinas codificadas com a subcategoria “Abordagem Conservadora”, destacam-se as seguintes: a disciplina optativa “Tratamento de Água para Uso Doméstico e Industrial”, cujo plano de ensino inclui, entre seus objetivos, a identificação de poluentes presentes nos corpos hídricos; a disciplina “Tratamento de Rejeitos”, em que os conteúdos relacionados ao tema são apresentados com um enfoque técnico, sem evidências de interdisciplinaridade ou de reflexões sobre os aspectos socioambientais dos resíduos sólidos; e a disciplina “Tópicos Especiais em Ciências Naturais”, onde a interdisciplinaridade é citada como objetivo geral da disciplina, ao abordar a multidisciplinaridade de conceitos das ciências naturais, mas os aspectos ambientais aparecem de forma limitada, voltados, principalmente, à preservação e aos impactos ambientais, sem explicitação das dimensões sociais e políticas dessas questões.

Por fim, a última disciplina codificada com a subcategoria “Abordagem Conservadora” foi a disciplina específica sobre EA no currículo, “Química e Educação Ambiental”. O plano de ensino estabelece, como objetivo, desenvolver nos discentes conhecimentos gerais sobre os eventos químicos que ocorrem no solo, na água e no ar, enfatizando a poluição ambiental por substâncias químicas, bem como utilizar os princípios da EA para estimular a formação de uma consciência individual e coletiva em relação ao meio ambiente, com base na legislação pertinente (Ifes, 2016, p. 138). Apesar de mencionar a preocupação com a formação de uma consciência coletiva, o plano de ensino não destaca de forma clara em sua ementa essa abordagem, sendo caracterizado por um enfoque técnico e conteudista acerca dos conceitos que envolvem a química e o meio ambiente, como, por exemplo, a química do ar, da água e do solo.

As temáticas aqui abordadas valorizam o cuidado com a natureza, incentivando o conhecimento sobre questões das ciências naturais e a adoção de atitudes individuais em relação ao meio ambiente. Layrargues e Lima (2014) afirmam que essas abordagens:

São representações conservadoras da educação e da sociedade porque não questionam a estrutura social vigente em sua totalidade, apenas pleiteiam reformas setoriais. Apontam para mudanças culturais reconhecidamente relevantes, mas que dificilmente podem ser concretizadas sem que também se transformem as bases econômicas e políticas da sociedade (Layrargues e Lima, 2014, p. 30).

Sauvé (2005) corrobora com essa análise ao apontar que, embora a perspectiva naturalista/conservacionista da EA contribua para o fortalecimento do vínculo afetivo com a natureza, ela tende a restringir a compreensão das problemáticas ambientais a um campo biológico e técnico, desconsiderando suas dimensões sociais, econômicas e políticas.

Embora a abordagem conservadora esteja presente no PPC em cinco registros relevantes, ela não caracteriza a totalidade da proposta formativa do curso. Esses registros revelam uma preocupação com a preservação ambiental e a adoção de atitudes individuais, mas limitada no que diz respeito à problematização das dimensões sociais e políticas. A análise das próximas unidades permitirá compreender, de forma mais ampla, como outras perspectivas, como a pragmática e a crítica, dialogam e tensionam essa abordagem, compondo um quadro mais completo e complexo da presença da EA no currículo.

4.2.2 Abordagem Pragmática

A subcategoria “Abordagem Pragmática” agrupou unidades de registro identificadas em trechos que indicam um caráter voltado à resolução de problemas, desenvolvimento e consumo sustentável. Foram localizadas 5 unidades no PPC que possibilitaram inferir a abordagem da EA sob a ótica da macrotendência pragmática.

Também fundamentada por Layrargues e Lima (2014), a macrotendência pragmática caracteriza-se por buscar soluções para os problemas ambientais, por meio de ajustes técnicos e administrativos, sem necessariamente estabelecer relações entre essas questões e seus aspectos sociais e políticos. Nessa abordagem, o conceito de desenvolvimento sustentável assume um papel importante, destacando-se pela defesa do crescimento econômico aliado à preservação dos recursos naturais e à minimização dos impactos ambientais. Essa perspectiva valoriza o desenvolvimento de competências práticas voltadas à redução de impactos,

frequentemente concentrando-se na melhoria de comportamentos e na adaptação de processos produtivos para torná-los mais sustentáveis.

As unidades de registro identificadas estão distribuídas entre duas seções do PPC. Duas têm como unidade de contexto a seção de Identificação do Curso, e três têm como unidades de contexto os planos de ensino de disciplinas que abordam temas ambientais no currículo. Na seção de Identificação do Curso, a abordagem pragmática foi identificada especificamente pela menção aos termos desenvolvimento humano sustentável e desenvolvimento sustentável. O primeiro aparece na missão institucional do Ifes, apresentada como: “Sua missão é: Promover educação profissional, científica e tecnológica de excelência, por meio do ensino, pesquisa e extensão, com foco no **desenvolvimento humano sustentável**” (Ifes, 2016, p. 7, grifo nosso). Em seguida, na página 9, o PPC afirma que:

Na autonomia dos personagens do processo ensino-aprendizagem a dialogicidade é estimulada em todas as etapas, havendo apreciação da intimidade entre saberes curriculares, experiência de vida e responsabilidade social para **desenvolvimento sustentável** (Ifes, 2016, p. 9, grifo nosso)

É importante destacar que, embora os termos “desenvolvimento humano sustentável” e “desenvolvimento sustentável” apareçam no documento de forma semelhante, eles apresentam diferenças relevantes, conforme já apontado na análise da categoria anterior. Segundo Rozário (2023), desenvolvimento humano sustentável (DHS) envolve um compromisso mais amplo com a formação de sujeitos críticos, relacionando o desenvolvimento aos direitos humanos, e não apenas à preservação ambiental ou ao crescimento econômico. Contudo, segundo a autora, há o risco de que o discurso em torno do DHS seja incorporado de forma superficial, reforçando práticas que, em vez de romperem com as lógicas que intensificam a crise ambiental, acabam por reproduzi-las.

Já o termo desenvolvimento sustentável (DS), amplamente utilizado em políticas educacionais e ambientais, é polissêmico e merece atenção. Pedrini e Brito (2006) chamam a atenção para o fato de que esse conceito frequentemente está associado a uma lógica que compatibiliza o crescimento econômico a conservação ambiental sem questionar as bases estruturais do modelo capitalista. Essa abordagem acaba, muitas vezes, direcionando as ações para mudanças técnicas e comportamentais, sem avançar para transformações sociais. Loureiro e Layrargues (2013) afirmam que essa definição de DS é uma característica marcante da macrotendência pragmática na EA. Assim, embora alguns trechos analisados no PPC revelem uma intencionalidade institucional de promover responsabilidade social e ambiental, é

necessário reconhecer que o uso de termos como DS, quando feito sem problematizações adicionais, pode acabar reproduzindo uma perspectiva limitada da EA.

Os outros 3 registros foram identificados nos planos de ensino do PPC. Nas unidades de registro aqui codificadas, foram encontrados conteúdos relacionados à biodegradação de detergentes, à produção de biodiesel e à temática dos resíduos químicos, todos classificados como subcategoria “Abordagem Pragmática”. Esses conteúdos indicam uma preocupação curricular com soluções ambientais práticas e aplicadas, alinhadas à minimização de impactos e a alternativas sustentáveis. Essa abordagem no currículo não é vista de forma negativa, pois promove um espaço para o diálogo sobre questões ambientais de forma interdisciplinar. Contudo, sem a mediação adequada torna-se uma abordagem limitada e pouco emancipatória.

Assim, observa-se que a abordagem pragmática no currículo aparece pontualmente, principalmente nos planos de ensino de algumas disciplinas e na apresentação do PPC, sem configurar uma perspectiva predominante no documento.

Dessa forma, a presença da abordagem pragmática, apesar de contribuir para o diálogo ambiental e para o desenvolvimento de competências práticas, demonstra limites importantes, já que não garante uma formação voltada à reflexão crítica e à transformação social, conforme previsto nas DCNEA, que afirmam que a EA deve estar “fundamentada em princípios que visam à transformação da sociedade, considerando valores éticos, sociais e ambientais, orientados para a sustentabilidade socioambiental” (Brasil, 2012). Essa evidência reforça a necessidade de avançar para propostas curriculares que articulem as dimensões técnica, social e política, sendo uma delas o gerenciamento de resíduos químicos, potencializando sua relevância no processo formativo dos futuros professores de Química.

4.2.3 Abordagem Crítica

A subcategoria “Abordagem Crítica” reúne unidades de registro que apontam para uma perspectiva de EA comprometida com a transformação social, a formação cidadã e a reflexão crítica sobre as relações entre ciência, sociedade e ambiente. Foram identificadas 10 unidades ao longo do documento nas seções de Identificação do Curso, Organização Didático-Pedagógica, Planos de Ensino e Atividades Teórico-Práticas, apresentando articulação entre temas sociais, éticos e políticos.

Conforme discutem Loureiro (2003), Guimarães (2004) e Layrargues e Lima (2014), essa vertente crítica caracteriza-se por uma postura política e emancipatória diante dos

problemas socioambientais, em contraste com abordagens conservadoras ou pragmáticas, que se restringem à mudança de comportamentos individuais ou à aplicação de soluções técnicas. Como destacam Layrargues e Lima (2014), a macrotendência crítica sugere “uma renovação multidimensional, capaz de mudar o conhecimento, os valores culturais e éticos, as instituições, as relações sociais e políticas” (Layrargues e Lima, 2014, p. 29). Nessa perspectiva, a EA deve ser entendida como um processo coletivo, dialógico e comprometido com a justiça social e ambiental.

Guimarães (2004) reforça que essa abordagem contribui para que educadores e estudantes desenvolvam a capacidade de compreender criticamente a realidade, identificando as causas sociais e históricas dos problemas ambientais, buscando alternativas transformadoras. Complementarmente, Tozoni-Reis (2008) define essa tendência como “um processo político de apropriação crítica e reflexiva de conhecimentos, atitudes, valores e comportamentos que têm como objetivo a construção de uma sociedade sustentável nas dimensões ambiental e social” (p. 157). Compreendidos nessa abrangência, os trechos aqui selecionados foram codificados como “Abordagem Crítica”.

Outrossim, os fragmentos estudados expressam preocupações com a formação cidadã participativa, com a relação entre ciência e sociedade e com a responsabilidade socioambiental do professor de Química. Esses elementos reforçam que o PPC traz uma intencionalidade voltada para uma EA que vai além do técnico e do individual. No entanto, ao analisar esses registros de forma conjunta, sem a necessidade de discutir cada trecho individualmente, percebe-se que essas intencionalidades, embora potentes, nem sempre encontram espaço para efetivação no cotidiano das disciplinas, onde ainda prevalecem abordagens pragmáticas e conservadoras.

Essa dificuldade de transformar as intenções críticas do currículo em práticas concretas também foi observada por Silva e Tauceda (2023), que, ao analisarem cursos de Licenciatura em Química do Nordeste brasileiro, identificaram a presença de discursos alinhados à EAC, mas com práticas ainda marcadas por abordagens conservadoras e pragmáticas. Segundo as autoras, isso revela que a aproximação com a EAC muitas vezes fica restrita ao plano das ideias, sem garantir sua efetivação no cotidiano da formação docente.

Na seção de Identificação do Curso, observa-se uma forte ênfase na formação cidadã e ética, destacando valores como o pluralismo de ideias, liberdade de consciência e compromisso social ao longo da vida. Esses princípios estão alinhados à EA Crítica, que defende uma formação orientada pela justiça social e pela transformação das relações socioambientais.

Portanto, chama a atenção a ausência de menções a aspectos ambientais nesse trecho, o que indica uma presença implícita da abordagem crítica, não declarada de forma direta.

Já a seção de Organização Didático-Pedagógica apresenta os registros mais potentes relacionados à perspectiva crítica da EA, visto que os trechos destacam a importância de se promover uma formação socialmente comprometida e integral; valorizar a diversidade social, cultural e ambiental; proporcionar a formação docente pautada em valores humanos, na reflexão crítica e na responsabilidade socioambiental e reconhecer espaços não formais, como reservas ambientais, como ambientes de aprendizagem (Ifes, 2016). Esses elementos apontam para uma preocupação institucional com a formação de professores reflexivos, críticos e engajados social e ambientalmente, além de evidenciarem uma preocupação institucional com a formação de professores reflexivos, críticos e engajados social e ambientalmente. Apesar disso, como apontam Lopes e Macedo (2011) e Rozário (2023), o currículo vivido nem sempre reflete integralmente o currículo prescrito, o que ajuda a compreender os limites dessa intencionalidade crítica na prática.

Como analisado na subseção 4.1.1, das 68 disciplinas previstas no PPC, apenas nove apresentam, em seus planos de ensino, alguma referência à dimensão ambiental. Dentre essas, quatro seguem uma abordagem conservadora, três assumem uma perspectiva pragmática e apenas duas apresentam indícios de uma abordagem crítica. Nessas duas disciplinas, “Metodologia de Pesquisa” e “Instrumentação para o Ensino de Ciências”, a EA é abordada por meio da perspectiva CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente). No entanto, essa presença se dá de forma indireta e pouco estruturada, sem detalhamento claro de conteúdos, metodologias ou estratégias pedagógicas. Além disso, Culpi, Morais e Orquiza (2024) discutem que a abordagem CTSA articula-se à EAC ao problematizar os impactos da ciência e tecnologia na sociedade e no ambiente, porém, essa articulação exige uma intencionalidade crítica para evitar leituras neutras e tecnicistas.

A análise desta subcategoria evidencia que o PPC possui uma predominância na intenção institucional influenciada pela perspectiva crítica da educação e da EA. No entanto, as disciplinas e os planos de ensino, que constituem o currículo mais diretamente vivenciado pelos estudantes, ainda apresentam lacunas e permanecem estruturados em abordagens pragmáticas e conservadoras. Contudo, é importante reafirmar que esta pesquisa se pauta na análise documental, não sendo possível inferir neste momento sobre as práticas do cotidiano formativo.

4.2.4 Considerações finais sobre a análise da categoria 2 - Perspectiva de Educação Ambiental no PPC

A análise da categoria “Perspectiva de Educação Ambiental” no PPC revelou a coexistência de diferentes tendências pedagógicas no documento, com destaque para a presença predominante da abordagem crítica, principalmente nas diretrizes institucionais e concepções pedagógicas gerais. Essa presença aponta para um compromisso da instituição com a formação cidadã, ética e socialmente engajada, alinhada a valores centrais da EA crítica.

Apesar desse alinhamento conceitual, foi possível identificar uma distância entre a intencionalidade institucional e os planos de ensino, onde predominam abordagens pragmáticas e conservadoras. Essa lacuna evidencia a necessidade de articular mais fortemente a dimensão crítica da EA com as práticas concretas de formação docente.

Nesse sentido, o tema do gerenciamento de resíduos químicos nos laboratórios de Química surge como uma potente oportunidade educativa para operacionalizar os princípios da EAC no currículo. Ao abordar o tratamento e o descarte adequado de resíduos, é possível promover a aquisição de competências técnicas, como identificar substâncias perigosas e adotar práticas seguras no laboratório, abrindo-se espaço, também, para debates críticos sobre consumo, produção e responsabilidade coletiva.

No contexto da formação de professores de Química, como discutido por Sousa, Oliveira e Souza (2022), Oliveira *et al.* (2020) e Ayres e Amaral (2023), essa perspectiva crítica revela-se essencial para romper com práticas de laboratórios tradicionais que negligenciam os impactos socioambientais, especialmente no que diz respeito ao gerenciamento de resíduos químicos. Logo, a EAC emerge não apenas como uma proposta educativa, mas como um convite à transformação, exigindo dos futuros docentes um compromisso ético e político com a construção de uma sociedade mais justa e sustentável por meio de sua prática profissional.

4.3 ANÁLISE DA CATEGORIA 3 - GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS

A terceira categoria temática, denominada “Gerenciamento de Resíduos Químicos”, foi pensada com o objetivo de identificar de que forma essa temática aparece no PPC da Licenciatura em Química do Ifes Campus Aracruz, considerando sua relevância para a formação de professores comprometidos com uma prática ambientalmente responsável. A presença dessa temática no currículo pode representar não apenas um atendimento à legislação

ambiental, mas uma oportunidade educativa potente, capaz de fomentar uma postura crítica e reflexiva diante das escolhas didáticas que envolvem o uso de substâncias químicas na prática docente.

Com base nas codificações realizadas no software Atlas.ti, foram identificadas 13 unidades de registro relacionadas ao gerenciamento de resíduos químicos no documento. Essas unidades foram agrupadas em três subcategorias, Técnicas Básicas de Laboratório, Poluição Ambiental por Substâncias Químicas e Procedimentos de Descarte. A seguir, são discutidas as subcategorias e as unidades de registro identificadas no PPC.

4.3.1 Poluição Ambiental por Substâncias Químicas

A subcategoria “Poluição Ambiental por Substâncias Químicas” agrupou unidades de registro identificadas em trechos que abordam conteúdos sobre impactos ambientais causados por substâncias químicas no currículo do curso. Desta forma, a subcategoria foi identificada em apenas um plano de ensino, onde pretende-se promover a compreensão dos eventos químicos que ocorrem no solo, na água e no ar, com ênfase na poluição ambiental causada por substâncias químicas. A unidade de registro tem como unidade de contexto o objetivo geral da disciplina específica de EA no currículo, “Química e Educação Ambiental” e segue destacada abaixo:

Aprender os conhecimentos gerais sobre os eventos químicos que ocorrem no solo, na água e no ar, enfatizando a **poluição ambiental por substâncias químicas**; utilizar os princípios da Educação Ambiental para estimular a formação de uma consciência individual e coletiva em relação ao meio ambiente com base na Legislação pertinente (Ifes, 2016, p. 138, grifo nosso).

Apesar desta subcategoria apresentar baixa frequência (foi codificada apenas uma vez), optou-se por incluí-la na análise, em razão de seu potencial analítico diretamente relacionado ao tema deste estudo. Inclusive, sua discussão possibilita evidenciar e problematizar uma lacuna no currículo em relação a essa temática.

Embora a unidade demonstre uma preocupação com os impactos ambientais causados por substâncias químicas, não fica claro se essa preocupação está relacionada ao contexto das práticas industriais ou às práticas experimentais realizadas em sala de aula, cujo descarte inadequado de reagentes também gera impactos relevantes. Isso pode ser visto como um ponto positivo, pois abre margem para que o docente da disciplina explore tanto os impactos industriais quanto os relacionados às práticas experimentais no ensino. No entanto, a ausência

de uma orientação mais objetiva no plano de ensino pode enfraquecer o papel formativo da disciplina, no que tange à construção de uma consciência crítica sobre o uso e o descarte responsável de substâncias químicas. Como destacam Gerbase *et al.* (2005), os resíduos gerados em experimentos didáticos apresentam elevada complexidade quanto à padronização de seu tratamento e descarte, em razão da diversidade de sua composição, o que reforça a importância de sua abordagem no contexto da formação docente.

Essa observação pode ser relacionada ao estudo de Sousa, Oliveira e Souza (2022), que defendem a importância da inserção da temática de resíduos químicos no currículo da formação inicial como estratégia para a construção de uma responsabilidade socioambiental por parte dos licenciandos. Para os autores, o manejo de resíduos químicos deve ser compreendido não apenas como um conjunto de procedimentos técnicos, mas como um processo educativo essencial à formação de professores críticos e eticamente comprometidos com a sustentabilidade e a justiça socioambiental.

Nesse sentido, Oliveira *et al.* (2020) apontam que, sem vivências que articulem o conhecimento técnico à reflexão crítica, corre-se o risco de a formação permanecer limitada a procedimentos operacionais. Para os autores, é fundamental que o gerenciamento de resíduos químicos na formação inicial seja entendido como um componente pedagógico articulado à EAC, e não como um conjunto de ações somente normativas.

Frente aos apontamentos destacados neste texto sobre a EA crítica, percebe-se que a conscientização supera a apropriação ou enculturação de conhecimentos sobre gestão e tratamento de resíduos. Todavia, considera-se que a tomada de consciência só será concretizada quando os estudantes refletirem sobre os conhecimentos construídos e conseguirem relacioná-los com os aspectos políticos, sociais, econômicos e ambientais a respeito dos reais perigos que os resíduos químicos, foco de estudo deste trabalho, podem causar aos seres humanos e ao meio ambiente. [...] assim, entende-se a pertinência do desenvolvimento de estudos e ações formativas que promovam a compreensão sobre os elementos dos processos de tomada de consciência sobre gestão e tratamento de resíduos, tanto cotidianas no meio laboral (laboratórios de ensino) como fora dele (meio industrial), alicerçados numa perspectiva da EA crítica (Oliveira *et al.*, 2020, p. 384).

Nesse sentido, embora o PPC do Ifes Campus Aracruz apresente um conteúdo relacionado à poluição ambiental por substâncias químicas, sua formulação genérica e a baixa recorrência desse tema ao longo do documento sugerem a necessidade de uma abordagem direta, integrada e comprometida com a perspectiva crítica da EA, conforme propõem Sousa, Oliveira e Souza (2022) e Oliveira *et al.* (2020).

Faz-se importante destacar que este estudo se baseia na análise do currículo prescrito, representado pelos planos de ensino e demais elementos do PPC, reconhecendo que esse recorte

pode não refletir integralmente as práticas do currículo vivido, como aponta Rozário (2023). Ainda assim, o currículo prescrito oferece indícios importantes sobre as intenções formativas da instituição e serve como base para refletir e dialogar sobre a formação inicial de professores de Química. Conforme Veiga (2009) e Schneider (2001), o PPC deve expressar a identidade da instituição e responder às demandas sociais contemporâneas. Sendo assim, a análise realizada evidencia que a temática dos resíduos químicos, especialmente em articulação com a EA, ainda demanda maior atenção e aprofundamento nos documentos curriculares analisados.

4.3.2 Técnicas Básicas de Laboratório

A subcategoria “Técnicas Básicas de Laboratório” reúne unidades de registro que mencionam boas práticas de laboratório na conduta formativa dos professores. Essas unidades aparecem no PPC principalmente relacionados à segurança, ao uso adequado dos laboratórios e ao desenvolvimento de habilidades técnica dos licenciandos para atuarem em ambientes laboratoriais com ética e responsabilidade. Foram identificadas 5 unidades de registro com essa temática, sendo localizadas na seção de Organização Didático-Pedagógica.

Ainda que não mencionem de forma direta o gerenciamento de resíduos químicos, é possível estabelecer uma relação entre essas boas práticas e a temática em questão. Isto é, para se garantir práticas de laboratório seguras e responsáveis, é imprescindível que os estudantes aprendam a manejá-las corretamente os resíduos gerados nas atividades experimentais.

De acordo como argumentado por Pereira *et al.* (2009), entende-se que as atividades práticas no ensino de Química implicam considerar compreensões sobre o gerenciamento de resíduos gerados, partindo do princípio de que qualquer boa prática de laboratório deve assegurar a coleta adequada desses resíduos, evitando seu descarte direto em pias ou lixo comum. Dessa forma, os trechos aqui identificados foram classificados na categoria de Gerenciamento de Resíduos Químicos, ainda que não citem o gerenciamento de forma explícita. Cabe destacar que essa relação não reflete uma abordagem ambiental crítica inicialmente, porém demonstra uma possibilidade curricular de integração dessa perspectiva.

Entre as unidades codificadas nesta subcategoria, apenas uma estabelece uma relação direta dos resíduos químicos com EA. Trata-se da seguinte unidade, extraída da unidade de contexto constituída pela subseção de Estratégias Pedagógicas apresentadas no PPC:

As Atividades Contextualizadas são aquelas em que o discente se apropria dos conhecimentos de forma associada à sua realidade e à sua futura atuação como

docente. Exemplo a ser destacado é do componente curricular de Química Geral Experimental em que no primeiro período **os discentes são convidados a buscar associação entre os experimentos químicos, seu próprio cotidiano e o uso de materiais alternativos na realização de atividades práticas de Química aplicáveis ao ensino médio** (Ifes, 2016, p. 28, grifo nosso).

Este trecho indica uma tentativa de relacionar a formação experimental com uma reflexão sobre o contexto em que o futuro professor irá atuar. O incentivo ao uso de materiais alternativos pode ser interpretado como uma preocupação com os impactos ambientais do uso de substâncias tóxicas, dado que essas alternativas tendem a ser mais acessíveis, de menor risco e disponíveis no comércio local. Tal postura aproxima-se dos princípios da Química Verde, que, segundo a IUPAC, busca desenvolver produtos e processos que reduzam ou eliminem o uso e a geração de substâncias perigosas. Nesse sentido, essa estratégia formativa pode ser vista como uma ação que promove atitudes ambientalmente responsáveis (Andrade; Zeidler, 2023; Ayres & Amaral, 2016).

Junto a isso, a proposta permite uma reflexão crítica sobre os modelos tradicionais de experimentação, marcados pela reprodução de procedimentos com reagentes analíticos de alto custo e difícil acesso em muitas escolas públicas (Nunes, 2022). Ao considerar o uso de materiais alternativos, o PPC abre espaço para uma abordagem inclusiva e contextualizada do ensino experimental, que leva em conta tanto as condições econômicas das escolas quanto a necessidade de minimizar impactos ambientais e riscos à saúde.

Mesmo com o destaque positivo para esse trecho do currículo, é importante observar que essa relação entre boas práticas de laboratório e o gerenciamento de resíduos químicos ainda aparece de forma implícita e pontual no PPC. A ausência de conteúdos voltados para a temática de resíduos químicos revela uma lacuna na formação inicial, logo, inserir de forma estruturada o debate sobre os resíduos gerados nos laboratórios de Química é fundamental para uma formação docente e que promova uma postura crítica, ética e ambientalmente comprometida. Como afirmam Sousa, Oliveira e Souza (2022) e Oliveira *et al.* (2020), o manejo de resíduos químicos não deve ser visto apenas como um conjunto de protocolos técnicos, mas, sim, como uma prática educativa que contribui para a construção de uma consciência socioambiental no exercício da docência.

4.3.3 Procedimentos de Descarte

A subcategoria “Procedimentos de Descarte” agrupou unidades de registro que orientam sobre o descarte adequado de resíduos químicos, abordando aspectos de segurança, segregação, armazenamento e rotulagem. Foram constituídas 7 unidades de registro diretamente relacionados à temática, 6 presentes no Anexo E - Manual de Segurança em Laboratório do PPC analisado e uma no plano de ensino da disciplina de Química Geral Experimental.

As orientações de descarte identificadas no documento seguem a legislação, e estão dispostas de acordo com os critérios da ABNT NBR 10004:2004, norma que classifica os resíduos quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, considerando propriedades como reatividade, toxicidade, inflamabilidade e incompatibilidades entre reagentes no momento do descarte.

As diretrizes descritas demonstram uma preocupação institucional com a segurança ocupacional e com os impactos ambientais decorrentes do descarte de resíduos químicos, o que pode ser compreendido como um compromisso parcial da instituição com os princípios da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)⁵. Ainda que de forma limitada, o documento reconhece a responsabilidade da instituição como geradora dos resíduos, ao instruir a não realização de descarte na rede pública de esgoto. Trata-se, portanto, de uma abordagem tecnicamente correta e necessária, mas que se restringe a um caráter normativo e procedural.

Porém, não se observa, no documento, qualquer incentivo à reflexão ou problematização sobre a própria geração dos resíduos, por exemplo, e esse tipo de conduta se aproxima da tendência pragmática de EA, a qual, conforme discutem Layrargues e Lima (2014), caracteriza-se pela priorização de soluções técnicas e mudanças comportamentais individuais, em detrimento de uma abordagem mais politizada, reflexiva e transformadora.

Essa evidência demonstra uma lacuna significativa no processo formativo em estudo. A ausência de uma perspectiva crítica sobre os resíduos químicos representa uma oportunidade não aproveitada de integrar essa temática como instrumento pedagógico para a promoção da EAC no currículo. Conforme já analisado na subseção 4.1.1, apenas a disciplina “Química Geral Experimental” prevê o tratamento do tema “resíduos” em seu conteúdo programático, o que evidencia a falta de integração da temática ao longo da formação. Soma-se a isso a

⁵ A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) estabelece o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, segundo o qual fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, **consumidores** e o poder público devem atuar de forma integrada na redução da geração de resíduos, bem como em seu manejo ambientalmente adequado.

inexistência de uma política institucional de gerenciamento de resíduos, aspecto que, segundo Arantes e Günther (2023), deveria estar presente nas Instituições de Ensino Superior (IES), uma vez que essas se configuram como fontes geradoras de resíduos, ou seja, devem se enquadrar à legislação ambiental vigente instituindo um plano de gerenciamento de resíduos químicos, realidade que ainda é pouco observada em âmbito nacional.

Diante desse contexto, é preciso destacar o potencial educativo do manejo de resíduos químicos, especialmente quando se está condicionado a uma proposta pedagógica orientada pela EAC. Os estudos como os de Abreu e Iamamoto (2003), Silva e Machado (2008), Oliveira *et al.* (2020) e Sousa, Oliveira e Souza (2022) demonstram que o trabalho com essa temática, quando conduzido sob uma perspectiva crítica, favorece a construção de uma consciência socioambiental e o desenvolvimento de uma postura ética e politicamente comprometida. Destaca-se, assim, o estudo de Sousa, Oliveira e Souza (2022), no qual a interação de licenciandas em Química com o processo de manejo de resíduos químicos durante atividades experimentais revelou, inicialmente, um distanciamento em relação ao conhecimento e à responsabilidade sobre o tema. Entretanto, ao longo das experiências propostas, as participantes demonstraram avanços na compreensão crítica da gestão de resíduos e passaram a estabelecer relações entre essa prática e suas futuras ações docentes. Os resultados indicaram que, quando oportunizadas, essas vivências podem contribuir para a construção de uma postura mais sensível e comprometida socioambientalmente, favorecendo a incorporação da EAC na formação de professores.

Nesse sentido, é importante reconhecer que promover a EAC por meio da temática de resíduos químicos vai além da aplicação de normas e do cumprimento de procedimentos técnicos. Essa abordagem deve possibilitar aos licenciandos refletir criticamente sobre a lógica de reprodução de práticas experimentais que ignoram os impactos ambientais de suas escolhas, além de questionar a toxicidade dos reagentes, a real necessidade de determinados experimentos e considerar alternativas menos agressivas ao meio ambiente, como propõe a Química Verde (Ayres; Amaral, 2023), pois são caminhos que contribuem para uma formação mais crítica e responsável. Essas reflexões podem ser conduzidas por meio do executar técnico dos procedimentos de descarte, desde que este sejam realizados pelos estudantes e não apenas um fim da atividade experimental.

De acordo com os argumentos de Silva e Machado (2008), o manejo consciente dos resíduos durante as práticas experimentais amplia o papel da experimentação na formação docente, ao articular conteúdos científicos com questões ambientais e éticas:

O fazer consciente da experimentação amplia o seu papel na formação de professores, que, além da problematização, possibilita discussões e questionamentos relacionados aos conceitos científicos e às questões ambientais. **Uma proposta pedagógica que inclua segurança e gestão de resíduos químicos torna a experimentação uma ação de educação ambiental, uma vez que favorece a obtenção de conhecimento, desenvolvimento de percepção crítica e mudança de postura dos indivíduos** (Silva; Machado, 2008, p. 246, grifo nosso).

Diante do exposto, os dados revelam que o PPC aborda os procedimentos de descarte de resíduos químicos de forma técnica e pontual, atendendo a exigências legais e de segurança. No entanto, essa abordagem ocorre de forma isolada e dissociada dos objetivos formativos do curso, sem qualquer aprofundamento crítico que se relate com a EAC.

4.3.4 Considerações Finais da Categoria 3 - Gerenciamento de Resíduos Químicos

A análise da categoria “Gerenciamento de Resíduos Químicos” evidencia que, embora o tema esteja formalmente presente no PPC do curso de Licenciatura em Química do Ifes Campus Aracruz, sua abordagem ocorre de maneira pontual, restrita a orientações técnicas e desvinculada de uma perspectiva crítica. Posto isto, as subcategorias analisadas, Poluição Ambiental por Substâncias Químicas, Técnicas Básicas de Laboratório e Procedimentos de Descarte, embora sinalizem preocupações com a segurança e a legislação, revelam, ainda, uma lacuna quanto à integração do manejo de resíduos químicos como conteúdo formativo.

Observa-se que essa lacuna se torna mais evidente quando comparada com as experiências descritas na literatura, como nos estudos de Abreu e Iamamoto (2003), Oliveira *et al.* (2020) e Sousa, Oliveira e Souza (2022), os quais demonstram que o gerenciamento de resíduos químicos, quando conduzido a partir de mediações pedagógicas e sob a perspectiva da EAC, pode promover o desenvolvimento de uma consciência ética, política e socioambiental nos futuros docentes.

A ausência de diretrizes curriculares que articulem as orientações técnicas sobre o manejo de resíduos químicos ao exercício da criticidade transfere aos professores das disciplinas experimentais a responsabilidade de ampliar essas discussões, o que, embora possível (Rozário, 2023), não está garantido pelo currículo prescrito. Esta ausência demonstra uma fragilidade institucional na consolidação de uma formação docente comprometida com a transformação social e ambiental.

Diante desse cenário, reafirma-se a relevância da proposta intervintiva desenvolvida nesta pesquisa, que é a construção de um manual de tratamento e descarte de resíduos químicos

fundamentado nos princípios da EAC. Diferente de um guia apenas técnico, o manual se propõe como um instrumento formativo, ao promover reflexões críticas sobre a origem, o destino e os impactos dos resíduos gerados nas práticas experimentais, além de orientar o tratamento e descarte corretos. Ao articular o conhecimento técnico à formação ética e política, a proposta visa contribuir para uma prática docente emancipadora e comprometida com a construção de uma sociedade mais justa e sustentável.

Por fim, embora esta análise tenha se concentrado no currículo prescrito, os resultados indicam caminhos para o fortalecimento de práticas formativas críticas no curso de Licenciatura em Química do Ifes Campus Aracruz. A integração efetiva do gerenciamento de resíduos químicos à formação inicial docente, de forma contextualizada e politizada, constitui uma estratégia potente para a consolidação da EAC no ensino de Química.

4.4 CONCLUSÃO

A análise desenvolvida a partir das três categorias temáticas investigadas neste estudo, Presença da Educação Ambiental, Perspectiva de Educação Ambiental e Gerenciamento de Resíduos Químicos, permitiu verificar como o currículo do curso de Licenciatura em Química do Ifes Campus Aracruz aborda a temática ambiental, e, especificamente, o gerenciamento de resíduos químicos enquanto possibilidade educativa para potencializar práticas de Educação Ambiental Crítica (EAC).

Os resultados indicam que, apesar da presença formal da EA no documento analisado, evidenciada por disciplinas específicas, legislações ambientais e outras abordagens pontuais, essa inserção ainda é fragmentada. Observou-se que o discurso institucional apresentado no PPC adota, predominantemente, uma perspectiva crítica, de modo a comunicar valores, intenções e compromissos que se aproximam dessa abordagem pedagógica. No entanto, ao analisar a operacionalização curricular desses discursos nos planos de ensino das disciplinas, verificou-se que prevalecem abordagens pragmáticas e conservadoras, com ênfase em conteúdos técnicos e naturalistas relacionados à conservação ambiental e aos impactos ambientais. Essa situação evidencia um distanciamento entre a intencionalidade institucional declarada e as práticas propostas para o ensino, limitando a transversalidade da EA e restringindo seu potencial para abordar criticamente as dimensões sociais, políticas e éticas envolvidas nas questões ambientais, bem como o manejo de resíduos químicos.

A análise específica sobre o Gerenciamento de Resíduos Químicos mostrou que, apesar de presente no PPC, essa temática é tratada como uma questão técnica e normativa, desvinculada de mediações pedagógicas críticas ou reflexivas. A abordagem identificada concentra-se em orientações técnicas e operacionais, sem explorar o seu potencial formativo para discutir questões éticas, sociais, econômicas e políticas associadas ao descarte de resíduos químicos no contexto educacional. A ausência de uma articulação clara entre a temática dos resíduos químicos e práticas pedagógicas críticas constitui uma importante lacuna curricular, que limita o potencial educativo dessa temática.

Por outro lado, estudos analisados evidenciam claramente que a abordagem do gerenciamento de resíduos químicos, quando realizada sob uma perspectiva crítica, pode promover práticas educativas significativas, que transcendam a dimensão técnica e promovam reflexões relevantes sobre responsabilidade socioambiental e ética profissional. Nesse sentido, o gerenciamento de resíduos químicos poderia ser integrado ao currículo por meio de abordagens que envolvam problematização das práticas de laboratórios, conexão com a Química Verde e utilização do tema como ferramenta para reflexão ética sobre as implicações das escolhas práticas no cotidiano escolar.

Portanto, os dados analisados reforçam a pertinência e a necessidade da proposta intervintiva desenvolvida nesta pesquisa, que se refere a um manual de tratamento e descarte de resíduos químicos fundamentado na EAC. Esse instrumento pedagógico visa preencher a lacuna curricular identificada, promovendo a articulação necessária entre aspectos técnicos, éticos e políticos, contribuindo efetivamente para formar professores críticos, conscientes e comprometidos com a sustentabilidade e a transformação socioambiental no contexto educacional.

Tabela 3 - Resultado da Análise das Categorias Temáticas

Categoria	Resultado encontrado	Limitações
Presença da EA	Formalmente presente no PPC.	Abordagem fragmentada
Perspectiva da EA	Predominância crítica no discurso institucional e conservadora/pragmática nos planos de ensino.	Distanciamento entre intenção institucional e conteúdo previsto.
Gerenciamento de Resíduos Químicos	Técnico, normativo presente de forma pontual.	Não articulado com uma perspectiva crítica.

Fonte: Elaborado pela autora.

5. PROPOSTA DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

Diante das reflexões e conclusões alcançadas ao longo deste Projeto de Intervenção (PI), fruto da investigação conduzida no PPC de Licenciatura em Química, no que se refere à abordagem da EA no currículo e à temática do gerenciamento de resíduos químicos como potencial articulador de práticas de EAC, optou-se pela elaboração de uma Produção Técnica-Tecnológica (PTT) intitulada “Manual de Tratamento e Descarte de Resíduos Químicos para Laboratórios de Ensino, Pesquisa e Extensão”.

Essa proposta foi elaborada com base nos resultados desta pesquisa e está em conformidade com a Orientação nº 1/2023, atualizada em 24/09/2024, pela UFBA (2024), a qual estabelece os critérios para a elaboração do PI e da PTT, no âmbito do Mestrado Profissional em Educação (MPED). Seu objetivo é funcionar como instrumento orientador que possa ser integrado ao PPC da Licenciatura em Química, contribuindo para a promoção da EAC e para a institucionalização de políticas de gestão de resíduos químicos no Ifes Campus Aracruz.

A elaboração de um manual institucional para o tratamento e descarte de resíduos químicos, além da dimensão pedagógica, está diretamente relacionada às exigências legais e ambientais que envolvem o funcionamento de instituições de ensino com atividades em laboratórios com substâncias químicas. Em cursos de formação em Química, em que práticas experimentais são frequentes e envolvem manipulação e descarte de reagentes, torna-se essencial dispor de orientações sistematizadas que assegurem o manejo adequado desses resíduos.

Dessa maneira, no que diz respeito a sua construção, o manual foi estruturado como um instrumento pedagógico, de fácil acesso e aplicação, voltado para usuários dos laboratórios da instituição. Apresenta orientações sobre identificação, segregação, armazenamento, tratamento e descarte adequado de resíduos químicos, além de propor ações de minimização da geração e recuperação sempre que possível. Busca-se, com isso, fomentar uma cultura institucional de responsabilidade socioambiental e consciência ética, integrando segurança, sustentabilidade e formação crítica.

A PTT elaborada encontra-se no apêndice B deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABREU, D. G. D.; CAMPOS, M. L. A. M.; AGUILAR, M. B. R. Educação ambiental nas escolas da região de Ribeirão Preto (SP): concepções orientadoras da prática docente e reflexões sobre a formação inicial de professores de química. **Química Nova**, v. 31, n. 3, p. 688–693, 2008.
- ABREU, D. G. D.; IAMAMOTO, Y. Relato de uma experiência pedagógica no ensino de química: formação profissional com responsabilidade ambiental. **Química Nova**, v. 26, n. 4, p. 582–584, ago. 2003.
- AIRES, C. F.; PIMENTA, H. C. D. Práticas ambientais em laboratórios químicos universitários: uma revisão sistemática de literatura. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. 1-24, 9 jul. 2020.
- ALMEIDA, V. D.; DE SÁ, M. R. G. N. Concepções de intervenção do mestrado profissional em educação: tessituras curriculares de uma pesquisa, **38º Reunião Nacional ANPED**, Maranhão, out. 2017. Disponível em:
http://38reuniao.anped.org.br/sites/default/files/resources/programacao/trabalho_38anped_2017_GT12_1323.pdf Acesso em: 05 de abril de 2024
- ANDRADE, R. D. S.; ZEIDLER, V. G. Z. Proposições acerca da experimentação formativa para Educação Química. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 29, p. e23012, 2023.
- ARANTES, M.; GÜNTHER, W. Boas práticas sustentáveis de gestão de resíduos químicos em instituições públicas de ensino superior. **Química Nova**, 2023. Disponível em: <https://quimicanova.sbj.org.br/audiencia_pdf.asp?aid2=9560&nomeArquivo=RV2022-0289.pdf>. Acesso em: 28 maio 2025.
- ARAUJO, D. S.; BRANDÃO, C. M.; VASCONCELOS, N. D. S. L. S. Programa de Gerenciamento de Resíduos para Laboratórios de Ensino de Química: Uma Proposta de Educação Ambiental no Instituto Federal do Maranhão – Campus Açailândia. **Acta Tecnológica**, v. 13, n. 2, p. 11–25, 9 nov. 2019.
- ARRAES, M. C. G. A.; VIDEIRA, M. C. M. C. Breve histórico da Educação Ambiental no Brasil. **ID online Revista de Psicologia**, v. 13, n. 46, p. 101–118, 29 jul. 2019.
- ASSIS, A. R. S. D.; CHAVES, M. R. A Educação Ambiental e a Formação de Professores. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, [S. l.], v. 4, n. 3, p. 186, 20 dez. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004**: Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro/RJ, 2004.
- AYRES, F. M.; AMARAL, C. L. C. A questão da sustentabilidade ambiental no ensino de Química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 7, n. 5, p. 01–11, 20 abr. 2023.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.

BOVO, Marcos Clair. Interdisciplinaridade e transversalidade como dimensões da ação pedagógica. Revista Urutáguia, v. 7, p. 1-12, 2004.

BRANDÃO, C. M.; ARAÚJO, D. S.; VASCONCELOS, S. L. S. Minimização de resíduos químicos: percepção ambiental de docentes e aplicação de princípios de química verde em laboratórios de ensino. **Acta Tecnológica**, v. 13, n. 2, p. 27-43, 9 nov. 2019.

BRASIL, **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, Presidência da República. [2010].

BRASIL, **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasil: Presidência da República. [1996]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm. Acesso em: 08 de junho de 2024.

BRASIL, **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, [1999]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9795.htm Acesso em: 14 abr. 2023

BRASIL, **Parecer nº 11, de 7 de outubro de 2010**. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental de 9 (nove) anos. Diário Oficial da União, Brasília, 9 de dezembro de 2010, seção 1. [2010]. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rceb007_10.pdf. Acesso em: 08 de junho de 2024.

BRASIL, **Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012**. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos [...]. Brasília: Ministério da Saúde. [2012]. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/publicacoes/legislacao/resolucao-cns-466-12>. Acesso em: 08 de junho de 2024.

BRASIL. **Constituição da República Federativa Do Brasil De 1988**. Presidência da República. [1988]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 9 mar. 2024.

BRASIL. **Decreto nº 73.030, de 30 de outubro de 1973**. Cria, no âmbito do Ministério do Interior, a Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA, e da outras providências. [1973]. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1970-1979/decreto-73030-30-outubro-1973-421650-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 08 de junho de 2024.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasil: Presidência da República, [1981]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm. Acesso em: 12 de maio de 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Química: bacharelado e licenciatura.** Brasília: MEC, 2002. Disponível em: [http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/130301Quimica.pdf]. Acesso em: 22 de setembro de 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Parceria com o PNUD. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/acesso-a-informacao/gestao-do-sus/cooperacao-em-saude/parceiros/pnud>. Acesso em: 03 jun. 2025.

BRASIL. Parecer nº 1303 de 06 de novembro de 2001. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. [2002]. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1303.pdf>>. Acesso em: 05 de julho de 2024.

BRASIL. Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. Brasil: Ministério da Educação. [2012]. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=10988-rcp002-12-pdf&category_slug=maio-2012-pdf&Itemid=30192 Acesso em: 12 de maio de 2024.

CARVALHO, I. C. M. **Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico.** São Paulo: Cortez, 2012.

CARVALHO, I. C. M.; SCHMIDT, L. S. A pesquisa em Educação Ambiental: uma análise dos trabalhos apresentados na ANPED, ANPPAS e EPEA de 2001 a 2006. **Pesquisa em Educação Ambiental.** V. 3, n. 2, p. 147-174, 2008.

CELIN, L.; CARDOSO, M. L. Ciência, tecnologia e capitalismo monopolista. **Marxismo Germinal e Educação em Debate**, v. 1, pág. 215, 2020.

COLOMBO, S. R. A Educação Ambiental como instrumento na formação da cidadania. v. 14, n. 2, 2014.

CONSELHO FEDERAL DE QUÍMICA. Resolução Normativa nº 36, de 25 de abril de 1974. Dá atribuições aos profissionais da Química e estabelece critérios para concessão das mesmas, em substituição à Resolução Normativa nº 26. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 13 maio 1974. Disponível em: <https://cfq.org.br/wp-content/uploads/2018/12/Resolu%C3%A7%C3%A3o-Normativa-n%C2%BA-36-de-25-de-abril-de-19746666666666.pdf>. Acesso em: 25 de maio de 2025.

CONSELHO FEDERAL DE QUÍMICA. Resolução Normativa nº 94, de 19 de setembro de 1986. Disciplina o registro em CRQ de portadores de diploma de Licenciado em Química com currículo de natureza “Química”. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 30 set. 1986. Disponível em: <https://cfq.org.br/wp-content/uploads/2018/12/Resolu%C3%A7%C3%A3o-Normativa-n%C2%BA-94-de-19-de-setembro-de-1986-2.pdf>. Acesso em: 25 de maio de 2025.

CORTES JUNIOR, L. P.; FERNANDEZ, C. Environmental Education In Chemistry Teacher Training: A Diagnostic Study And Social Representations. **Química Nova**, v. 39, n. 6, p. 748-756, 2016.

COSTA, C. A.; LOUREIRO, C. F. A interdisciplinaridade em Paulo Freire: aproximações político-pedagógicas para a educação ambiental crítica. Revista **Katálysis**, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 111–121, abr. 2017.

COSTA, C. A.; LOUREIRO, C. F. Educação Ambiental crítica e conflitos ambientais: Reflexões à luz da América Latina. **Revista e-Currículo**, v. 22, p 1-24, 2024.

COUTINHO, E. P. *et al.* A visão dos Estagiários sobre o Ensino de Química nas escolas públicas do município de Itapetinga-BA. **XVI ENEQ e X EDUQUI**. Salvador, julho de 2012.

CULPI, V. L. F. L.; MORAIS, J. L.; ORQUIZA, L. M. Educação Ambiental Crítica E A Educação Ciência, Tecnologia, Sociedade E Ambiente (CTSA): Possíveis Aproximações. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 19, n. 7, p. 455–466, 18 set. 2024.

SOUZA, Y. K. de; OLIVEIRA, R. C. B. de; SOUZA, A. N. de. Concepções de manejo de resíduos químicos por parte de um grupo de licenciandos em Química do CAA/UFPE. **Revista Docência do Ensino Superior**, v. 8, n. 1, p. 205–225, 11 jul. 2018.

SOUZA, Y. K. de; OLIVEIRA, R. C. B. de; SOUZA, A. N. de. Inserção do manejo de resíduos químicos na formação inicial de professores de química e suas implicações na construção de responsabilidade socioambiental. **Debates em Educação**, v. 14, n. 34, p. 127–153, 27 abr. 2022.

DELORS, J. *et al.* **Educação: um tesouro a descobrir: relatório para a UNESCO da Comissão Internacional sobre Educação para o Século XXI**. UNESCO. 1996.

ELIAS, Norbert. **A sociedade dos indivíduos**. Rio de Janeiro: Zahar, 1994.

FARIAS, N. R; DINARDI, A. J. A Temática Ambiental nos Cursos de Licenciatura da Universidade Federal do Pampa. **Educação Ambiental em Ação**, v 17, n. 64, p. 1-22, 14 jun. 2018.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila.
FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GALLO, Sílvio. Transversalidade e Meio Ambiente. Ciclo de Palestras sobre Meio Ambiente. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC, SEF, 2001.

GERBASE, A. E. *et al.* Gerenciamentos de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 3-3, fev. 2005.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIORDAN, M. O papel da experimentação no ensino de ciências. Pesquisa no Ensino de Química, **Química Nova na Escola**, n. 10, p. 43-49, 1999.

GONÇALVES, M. E. D. S.; SÁNCHEZ, D. S. A centralidade da Educação Ambiental no Projeto Pedagógico Institucional do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – IFBA. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 37, n. 3, p. 162–183, 21 ago. 2020.

GUENTHER, M.; ALMEIDA, M. C. P. D. A Educação Ambiental no Brasil: marcos legais e implementação curricular. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 1–15, 15 dez. 2023.

GUIMARÃES, M. **A dimensão ambiental na educação**. 3. ed. Campinas: Papirus, 2000.

GUIMARÃES, M. **A formação de educadores ambientais**. Campinas: Papirus, 2004.

GUIMARÃES, M. Armadilha pragmática na educação ambiental. In: LOUREIRO, C.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. **Pensamento complexo, dialética e educação ambiental**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

HOLMER, S. A. **Histórico da educação ambiental no Brasil e no mundo**. Salvador, BA: Universidade Federal da Bahia, 2021. *E-book*

IFES, **Projeto Pedagógico Do Curso De Licenciatura Em Química**, Aracruz, 2016.

IFES. **Política de comunicação do Ifes**. 1. ed. Vitória: Ifes, 2016.

IFES. **Portaria nº 348, de 20 de setembro de 2018**. Designa Responsável. Aracruz, ES, 20 set. 2018.

IFES. **Regimento Interno nº 1, de 14 de dezembro de 2018**. Regimento Interno do Núcleo de Educação Ambiental (NEA) do Ifes Campus Aracruz. Aracruz, ES, 14 dez. 2018.

JARDIM, W. F. Gerenciamento de Resíduos Químicos Em Laboratórios de Ensino e Pesquisa. **Química Nova**, v. 21, n. 5, p. 671–673, out. 1998.

LAYRARGUES, P. P. Muito além da natureza: educação ambiental e reprodução social. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. **Pensamento complexo, dialética e educação ambiental**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2011. p. 72-103.

LAYRARGUES, P. P. Para onde vai a Educação Ambiental? O Cenário Político-Ideológico da Educação Ambiental Brasileira e os Desafios de uma Agenda Política Crítica Contra Hegemônica. **Revista Contemporânea de Educação**, v. 7, n. 14, 2012.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. C. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. n. 1, 2014.

LAYRARGUES, P. P.; LIMA, G. F. C. Mapeando as macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental contemporânea no Brasil. In: **VI Encontro Pesquisa Em Educação**

Ambiental; Vi Encontro Pesquisa Em Educação Ambiental: A Pesquisa Em Educação Ambiental E A Pós-Graduação, 2011, Ribeirão Preto, p. 01-15, 2011.

LEITE, R. F.; RODRIGUES, M. A. Educação ambiental: reflexões sobre a prática de um grupo de professores de química. **Ciência & Educação**, v. 17, n 1, p. 145-161, 2011.

LIMA, G. F. da C. Educação ambiental crítica: do socioambientalismo às sociedades sustentáveis. **Educação e Pesquisa**. São Paulo, v. 35, n. 1, p. 145-163, jan./abr. 2009
LOPES, A. C.; MACEDO, E. **Teorias de Currículo**. Cortez Editora, 2011.

LOUREIRO, C. F. B. (Org.) Cidadania e meio ambiente. Salvador, Centro de Recursos Ambientais da Bahia, 2003.

LOUREIRO, C. F. B. Educação Ambiental e “Teorias Críticas”. In: GUIMARÃES, M. **Caminhos da Educação Ambiental: Da Forma à Ação**. 5^a ed. São Paulo: Papirus, 2012. P. 51-86.

LOUREIRO, C. F. B. Educação Ambiental Transformadora. **Ambiente e Educação**, Rio Grande, v. 8, p. 37–54, 2003.

LOUREIRO, C. F. B. Teoria social e questão ambiental: pressupostos para uma práxis crítica em educação ambiental. **Sociedade e meio ambiente: a educação ambiental em debate**. São Paulo: Cortez (2000) p.13-51.

LOUREIRO, C. F. B. Trajetória e fundamentos da educação ambiental. São Paulo: Cortez, 2012.

LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P. Ecologia política, justiça e educação ambiental crítica: perspectivas de aliança contra hegemônica. **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 11, n. 1, p. 53–71, abr. 2013.

LUTFI, M. **Produção social e apropriação privada do conhecimento químico**. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989.

NEPOMUCENO, A. L. de O.; MODESTO, M. A.; SANTOS, T. F. **Educação ambiental e formação de educadores: convergências para a práxis pedagógica**. 1. ed. Curitiba - PR: Appris Editora e Livraria Eireli - ME, 2018.

NUNES, I. P. **As aulas práticas de química nas escolas públicas brasileiras: existência e condições de uso dos laboratórios**. Anais VIII CONEDU. Campina Grande: Realize Editora, 2022. Disponível em: <<https://dc-mx.9c1c5777875a.conedu.com.br/artigo/visualizar/88671>>. Acesso em: 23/08/2025 15:56.

OLIVEIRA, D. B. *et al.* A Construção de Conceitos sobre Gestão e Tratamento De Resíduos Químicos: uma experiência de formação de estudantes de química. **Química Nova**, v. 43, n. 3, p. 382-390, 20 fev. 2020.

OLIVEIRA, J. R. S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, Canoas, v. 12, n. 1, p. 139–153, jan.–jun. 2010.

PEDRINI, A. G.; BRITO, M. I. M. S. Educação Ambiental Para O Desenvolvimento Ou Sociedade Sustentável? Uma Breve Reflexão Para A América Latina. **Educação Ambiental em Ação**, v.17, 2006.

PEREIRA, C. M.; NOVISKI, I. C.; SAHEB, D. A Educação Ambiental na Formação Inicial de Professores: Uma Análise das Diretrizes Curriculares Nacionais. **Cadernos da Pedagogia**, v. 16, n. 35, p. 175-184, 2022.

PEREIRA, J. B. *et al.* Um panorama sobre a abordagem ambiental no currículo de cursos de formação inicial de professores de química da região sudeste. **Química Nova**, v. 32, n. 2, p. 511–517, 2009.

PEREIRA, K. B.; DINARDI, A. J.; PESSANO, E. C. A abordagem da Educação Ambiental em um Projeto Pedagógico de um Curso de Ciências da Natureza. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 9, n. 8, pág. 32, 2020.

PINHEIRO, B. C. S.; SANTOS, C. L.; PENELUC, M. D. C. A educação ambiental na formação de professores de química da UFBA. **Educ. Form.**, v. 2, n. 4, p. 181–203, 2 jan. 2017.

REIGOTA, M. A. D. S. Ciência e Sustentabilidade: a contribuição da educação ambiental. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior (Campinas)**, v. 12, n. 2, p. 219–232, jun. 2007.

ROZÁRIO, A. **Análise da inserção da dimensão ambiental em cursos de licenciatura em Química do Espírito Santo**. 2023. 309f. Tese (Doutorado) apresentada ao Instituto de Física, ao Instituto de Química, ao Instituto de Biociências e à Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

SANTOS, E. T. A. **Educação ambiental na escola: conscientização da necessidade de proteção da camada de ozônio**. 2007. Monografia (Pós-Graduação em Educação Ambiental) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2007.

SARAIVA, A. D. A. *et al.* Aspectos Históricos da Educação Ambiental: do Global ao Local. **Revista de psicologia**, v. 15, n. 57, p. 478–501, 31 out. 2021.

SAUVÉ, L. Educação ambiental: possibilidades e limitações. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 2, p. 317–322, ago. 2005.

SAUVÉ, L. Uma cartografia das Correntes em educação ambiental. In: M. SATO; I. C. M. CARVALHO (org.). **Educação Ambiental**. Porto Alegre: Artmed. p. 17-45, 2005.

SCHNEIDER, M. P. Projeto político pedagógico e pesquisa: uma nova escola. Videira: UNOESC, 2001.

SCHNETZLER, R. P. O professor de Ciências: problemas e tendências de sua formação. In: SCHNETZLER R.P, ARAGÃO, R. M. (Org.). **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. 1 ed. Campinas: R. Vieira, 2000, v. 1, p. 12-41.

SILVA, B. A. da; OLIVEIRA, G. S. de; BRITO, A. P. G. Análise de conteúdo: uma perspectiva metodológica qualitativa no âmbito da pesquisa em educação. **Revista Cadernos da FUCAMP**, Monte Castelo, v. 20, n. 44, p. 52-66, 2021.

SILVA, N. N. E. S. D.; TAUCEADA, K. C. A educação ambiental crítica na formação inicial do professor de química: compreensões e aprendizagens dos docentes e discentes. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 18, n. 1, 2023.

SILVA, N. N. E. S. D.; TAUCEADA, K. C. Contribuições Freireanas para a educação ambiental crítico-transformadora em tempos de crises múltiplas: uma revisão sistemática (2012-2021). **Revista Lusófona de Educação**, n. 56, p. 11–26, 1 abr. 2022.

SILVA, N. N. E. S. da; TAUCEADA, K. C. A ambientalização curricular no ensino superior: uma análise de 9 cursos de licenciatura em química do nordeste brasileiro. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 39, n. Especial p. 256–276, 2022.

SILVA, R. R. D.; MACHADO, P. F. L. Experimentação no ensino médio de química: a necessária busca da consciência ético-ambiental no uso e descarte de produtos químicos - um estudo de caso. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 14, n. 2, p. 233–249, 2008.

TANNOUS, S.; GARCIA, A. Histórico e evolução da educação ambiental através dos Tratados Internacionais sobre o Meio Ambiente. **Nucleus**, v. 5, n. 2, p. 183–195, 30 nov. 2008.

TBILISI. Declaração da Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental (**Declaração de Tbilisi**), Tbilisi, 1977. Disponível em:
<https://smastr16.blob.core.windows.net/portaleducacaoambiental/sites/201/2022/02/declaracao-tbilisi-1977.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2025.

TOZONI-REIS, M. F. de C. Pesquisa-ação em educação ambiental. In: Pesquisa em Educação Ambiental. Vol.3, no. 1 (jan.-jun. 2008).

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA - UFBA. **Critérios para elaboração do Projeto de Intervenção (PI) e da Produção Técnica-tecnológica (PTT)**. 2024b. Disponível em:
http://www.ppgclip.faced.ufba.br/sites/ppgclip.faced.ufba.br/files/orientacoes_pi_ptt_mpedit_ufba_revisada_setembro_2024.pdf. Acesso em: 20 de abril de 2025.

VASCONCELLOS, C. D. S. **Planejamento: Projeto De Ensino Aprendizagem e Projeto Político-Pedagógico**. 10 ed. São Paulo, 2002.

VASCONCELOS, C. A. Possibilidades para a inserção da educação ambiental na formação docente. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 24, n. 2, 2 out. 2017.

VEIGA, I. P. A. Projeto Político-Pedagógico e gestão democrática. **Revista Retratos da Escola**, Brasília, v. 3, n. 4, p. 163-171, jan./jun. 2009.

WAGNER, C.; LIMA, R. A. A importância da temática ambiental para os cursos de Licenciatura em Ciências: uma revisão bibliográfica. **Diversitas Journal**, v. 7, n. 4, p. 2828–2840, 2022.

APÊNDICE A – QUADRO DE CATEGORIZAÇÃO: UNIDADES DE REGISTRO E DE CONTEXTO, CATEGORIAS E SUBCATEGORIAS

Unidades de Contexto	Unidade de Registro	Subcategoria	Categoria
Identificação do Curso (seção do PPC)	É guiado (o PPC) por alguns instrumentos legais de abrangência nacional, a saber: [...] Lei 9.795/99 dispõe sobre a educação ambiental , institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências e o Decreto 4.281/2002 que regulamenta a referida lei.	Legislações sobre EA	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Identificação do Curso (seção do PPC)	[...] Sua missão é: Promover a educação profissional, científica e tecnológica de excelência, por meio do ensino, pesquisa e extensão, com foco no desenvolvimento humano sustentável (CEFETES, 2009).	Desenvolvimento Sustentável na Educação	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Identificação do Curso (seção do PPC)	"Nessa linha de pensamento a autonomia dos personagens do processo ensino-aprendizagem é valorizada a dialogicidade é estimulada em todas as etapas havendo apreciação da intimidade entre saberes curriculares, experiência de vida e responsabilidade social para desenvolvimento sustentável ." Pág. 9	Desenvolvimento Sustentável na Educação	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Identificação do Curso (seção do PPC)	"O compromisso do curso aqui apresentado em buscar favorecer a formação de cidadão entendida como pluridimensional, comprometido com o pluralismo de ideias no ambiente acadêmico, liberdade de aprender e de ensinar, liberdade de consciência com seu caráter humano, social, profissional e com o exercício ético, estético e solidário de seus diferentes papéis no mundo, ao longo de toda a vida e engajado com gerações futuras." Pág. 9	Formação para a Cidadania	1. Presença da Educação Ambiental (EA)

Organização Didático Pedagógica (seção do PPC)	<p>"Formar professores de Química para lecionarem na educação básica [...] com concepção ampliada, articulada e fundamentada em questões sociais, políticas, econômicas, culturais, ambientais, éticas e estéticas em nível local e global, possibilitando ao egresso, atuando em campos relacionados ao ensino, à pesquisa e à extensão de forma socialmente comprometida e buscando promover o desenvolvimento humano sustentável, voltado para a melhoria da qualidade de vida." Pág. 17</p>	Desenvolvimento Sustentável na Educação	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Organização Didático Pedagógica (seção do PPC)	<p>"Ter formação humanística que permita exercer a sua cidadania e, enquanto profissional, o respeito pelo direito à vida e ao bem-estar dos cidadãos." Pág. 18</p>	Formação para a Cidadania	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Organização Didático Pedagógica (seção do PPC)	<p>2.3.2. Objetivos específicos b) Com relação à compreensão da Química: [...] "Compreender e avaliar criticamente os aspectos sociais, tecnológicos, ambientais, políticos e éticos relacionados às aplicações da Química na sociedade." Pág. 19</p>	Preocupação com questões ambientais	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Organização Didático Pedagógica (seção do PPC)	<p>O egresso estará apto a atuar como professor na educação básica, especificamente na educação média e nas séries finais da educação fundamental. [...] "Demonstrar consciência da diversidade, respeitando as diferenças de natureza ambiental-ecológica, étnico-racial, de gêneros, de faixas geracionais, de classes sociais, religiosas, de necessidades especiais, de diversidade sexual, entre outras." Pág. 23</p>	Preocupação com questões ambientais	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Organização Didático Pedagógica (seção do PPC)	<p>Realizar pesquisas que proporcionem conhecimento sobre os estudantes e sua realidade sociocultural; sobre processos de ensinar e de aprender, em diferentes meios ambiental-ecológicos; sobre propostas curriculares; e sobre organização do trabalho educativo e práticas pedagógicas, entre outros. Pág. 23</p>	Preocupação com questões ambientais	1. Presença da Educação Ambiental (EA)

Organização Didático Pedagógica (seção do PPC)	<p>"[...], todavia, para além dos preceitos legais e buscando subsídio na Filosofia, na Pedagogia e na Psicologia da educação, é papel do professor do curso de Licenciatura em Química do Ifes/Campus Aracruz buscar meios de oportunizar a aprendizagem do discente [...] sempre no intuito de favorecer formação de profissional competente, imbuído de valores humanos e atitudes social e ambientalmente comprometidas." Pág. 25</p>	Preocupação com questões ambientais	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Organização Didático Pedagógica (seção do PPC)	<p>As Visitas Técnicas a Espaços Não Formais de Educação serão promovidas, principalmente, por meio do componente curricular de Instrumentação para o Ensino de Ciências, momento em que o licenciando terá oportunidade de conhecer museus de ciências, parques e reservas ambientais, entre outros, tendo a chance de percebê-los como ambientes culturais políticos e sociais que favorecem a aprendizagem de forma lúdica e prazerosa. p. 31</p>	Preocupação com questões ambientais	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Organização Didático Pedagógica (seção do PPC)	<p>"As Exposições Dialogadas representam os momentos de aulas teóricas em que alunos e professores têm a oportunidade de ensinar e aprender por meio de relação que busca dialogicidade, compromisso com teoria de forma crítica, social e ambientalmente responsável." Pág. 35</p>	Preocupação com questões ambientais	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Organização Didático Pedagógica (seção do PPC)	<p>"Visa promover a discussão de temas transversais ao currículo escolar [...] Podem ser realizadas atividades relacionadas aos temas: diversidade cultural e social, movimento estudantil, violência, mercado de trabalho, legislação trabalhista e de estágio, meio ambiente, Estatuto da Criança e do Adolescente, política, ética, cidadania, sexualidade, dependência química, homofobia, inclusão social, discriminação de raça e gênero." Pág. 39</p>	Formação para a Cidadania	1. Presença da Educação Ambiental (EA)

Estrutura Curricular (Seção do PPC)	Química e Educação ambiental (35 horas) pág. 47	Disciplina específica sobre EA no currículo	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Estrutura Curricular (Seção do PPC)	i) pesquisa e estudo das relações entre educação e trabalho, educação e diversidade, direitos humanos, cidadania, educação ambiental , entre outras problemáticas centrais da sociedade contemporânea; p. 62	Preocupação com questões ambientais	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Estrutura Curricular (Seção do PPC)	Aplicação ao campo da educação de contribuições e conhecimentos, como o pedagógico, o filosófico, o histórico, o antropológico, o ambiental-ecológico , o psicológico, o linguístico, o sociológico, o político, o econômico, o cultural. Pág. 62	Preocupação com questões ambientais	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Planos de Ensino	Disciplina - Tópicos Especiais em Ciências Naturais Conteúdos: UNIDADE II: Diversidade dos Materiais 2.1 Materiais e suas propriedades 2.2 Reações químicas: ocorrência, identificação e representação 2.3 O ar – propriedades e composição 2.4 Reciclagem e preservação ambiental UNIDADE III: Formação e Manejo dos Solos e Decomposição de Materiais 3.1 Solos: formação, fertilidade e conservação 3.2 Técnicas de conservação dos solos 3.3 Ação de microrganismos na produção de alguns alimentos 3.4 Ação de microrganismos na ciclagem de materiais	Abordagem de Temas Ambientais no Currículo Prescrito	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Planos de Ensino	Disciplina - Metodologia da Pesquisa EMENTA Dimensões históricas, éticas e políticas da produção do conhecimento, enfatizando a relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). A construção do conhecimento	Abordagem de Temas Ambientais no Currículo Prescrito	1. Presença da Educação Ambiental (EA)

	<p>científico em Educação. Tendências metodológicas na pesquisa educacional. Comitê de Ética em pesquisa. Natureza qualitativa e quantitativa da pesquisa.</p> <p>Classificação da pesquisa. O planejamento da pesquisa: do problema à revisão da literatura. A construção do objeto e considerações metodológicas. Elaboração dos instrumentos de coleta e produção de dados.</p> <p>Os referenciais teóricos. A elaboração do relatório de pesquisa: artigo, monografia e etc. Sistemas de normatizações acadêmicas do Ifes.</p>		
Planos de Ensino	<p>Disciplina - Educação Ambiental no Ensino de Química</p> <p>EMENTA</p> <p>Química do ar, da água e do solo; poluentes ambientais; Currículo e Legislações da Educação Ambiental; Metodologia e Técnicas Participativas em Educação Ambiental.</p>	Legislações sobre EA	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Planos de Ensino	<p>Disciplina - Educação Ambiental no Ensino de Química</p> <p>EMENTA</p> <p>Química do ar, da água e do solo; poluentes ambientais; Currículo e Legislações da Educação Ambiental; Metodologia e Técnicas Participativas em Educação Ambiental.</p>	Abordagem de Temas Ambientais no Currículo Prescrito	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Planos de Ensino	<p>Disciplina - Instrumentação para o Ensino de Ciências</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>Criar estratégias de ensino e de produção de material didático a partir das tecnologias da informação e comunicação (TIC);</p> <p>Diferenciar educação formal, não-formal e informal;</p> <p>Conhecer espaços não formais de educação e desenvolver estratégias de ensino de Ciências e de Química utilizando esses espaços;</p> <p>Perceber nas estratégias de ensino a articulação entre Ciência e Arte;</p>	Abordagem de Temas Ambientais no Currículo Prescrito	1. Presença da Educação Ambiental (EA)

	Desenvolver estratégias de ensino e de produção de material didático à luz do movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA); Problematizar diferentes meios e estratégias de divulgação científica.		
Planos de Ensino	Disciplina Físico-Química - Conteúdos [...] Unidade VI - Emulsões, espumas e detergentes 6.1 Emulsões e espumas 6.2 Estabilidade das emulsões 6.3 Estabilidade das espumas 6.4 Molhamento e Detergência 6.5 Biodegradação do detergente	Abordagem de Temas Ambientais no Currículo Prescrito	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Planos de Ensino	Disciplina - Processos da Indústria Química - EMENTA Óleos e Gorduras; Sabões e Detergentes; Plásticos; Tintas e Correlatos; Leite e Derivados; Celulose e Papel; Álcalis e Cloro; Cerâmica e Vidro; Fertilizantes; Produção de açúcar e álcool; Produção de cerveja; Biodiesel.	Abordagem de Temas Ambientais no Currículo Prescrito	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Planos de Ensino	Disciplina - Tratamento de Água para uso doméstico e Industrial Objetivos Específicos: Conhecer as propriedades e características das águas naturais; Identificar os poluentes presentes nos corpos hídricos; Determinar padrões de qualidade segundo critérios da Portaria MS 2914/11; Conhecer técnicas de tratamento de água para fins domésticos e industriais.	Abordagem de Temas Ambientais no Currículo Prescrito	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Planos de Ensino	Disciplina - Tratamento de Rejeitos EMENTA Legislação Ambiental aplicada a rejeitos sólidos e líquidos; gerenciamento de resíduos sólidos; parâmetros ambientais e tratamento de efluentes líquidos.	Abordagem de Temas Ambientais no Currículo Prescrito	1. Presença da Educação Ambiental (EA)

Atividades Teórico-Práticas (Seção do PPC)	<p>As ATP têm por finalidade aprofundar, ampliar e consolidar a formação dos futuros docentes. Elas possibilitam o aproveitamento, por avaliação de atividades, habilidades, conhecimentos e competências dos discentes, incluindo estudos e práticas independentes, realizadas sobre formas distintas e poderão ser desenvolvidas no ambiente acadêmico ou fora dele, especialmente em meios científicos e profissionais e no mundo do trabalho. A execução dessas atividades pode ser fundamentada nos quatro pilares para uma nova educação: aprender a SER (desenvolvimento pessoal), aprender a CONVIVER (desenvolvimento social), aprender a FAZER (competência produtiva) e aprender a CONHECER (competência cognitiva). Com essas vivências o aluno poderá ter a percepção de uma educação integral e integrada, desenvolvendo competências, habilidades e a cidadania no intuito de favorecer transformação da sociedade em ambiente mais justo e igualitário. Pág. 262</p>	Formação para a Cidadania	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Atividades Teórico-Práticas (Seção do PPC)	<p>Segundo definição proposta pelo FORPROEXT, a Extensão é um processo educativo, cultural, social, científico e tecnológico que promove a interação entre as instituições, os segmentos sociais e o mundo do trabalho com ênfase em produção, desenvolvimento e difusão de conhecimentos científicos e tecnológicos, visando ao desenvolvimento socioeconômico sustentável local e regional. Pág. 265</p>	Desenvolvimento Sustentável na Educação	1. Presença da Educação Ambiental (EA)

Inovação, Pesquisa e Extensão	<p>Outras ações de participação em projetos de pesquisa para os alunos dos cursos integrados ao ensino médio se dão por meio de editais específicos de agências de fomento, a saber:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Edital 05/2014 da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES): Edital Universal Individual. Projeto: Reciclagem de Cobalto e Cobre de Baterias de Íon-Li Exauridas e sua Aplicação em Sistemas de Tratamento de Resíduos da Indústria do Petróleo. Recurso captado: R\$ 18.300,00 pág. 269 	Preocupação com questões ambientais	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Avaliação do Curso (Seção do PPC)	<p>"[...] as políticas de acompanhamento e avaliação das atividades-fim (ensino, pesquisa e extensão) [...] considerarão as dimensões estabelecidas no Art. 3º da Lei 10.861 [...] III. A responsabilidade social da instituição, considerada especialmente no que se refere à sua contribuição em relação à inclusão social, ao desenvolvimento econômico e social, à defesa do meio ambiente, da memória cultural, da produção artística e do patrimônio cultural [...]" pág. 286</p>	Preocupação com questões ambientais	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Corpo Docente (Seção do PPC)	Felipe Sarmenghi Rangel – disciplina: Química e Educação Ambiental	Docentes com Formação na Área Ambiental	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Anexo E do PPC Manual de Segurança em Laboratório	<p>"- [...] Não jogue os solventes diretamente na pia. Recupere os solventes. Pág. 383</p>	Preocupação com questões ambientais	1. Presença da Educação Ambiental (EA)

Organização Didático Pedagógica (seção do PPC)	<p>As Atividades Contextualizadas são aquelas em que o discente se apropria dos conhecimentos de forma associada à sua realidade e à sua futura atuação como docente.</p> <p>Exemplo a ser destacado é do componente curricular de Química Geral Experimental em que no primeiro período os discentes são convidados a buscar associação entre os experimentos químicos, seu próprio cotidiano e o uso de materiais alternativos na realização de atividades práticas de Química aplicáveis ao ensino médio.</p>	Preocupação com questões ambientais	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Planos de Ensino	<p>Disciplina - Química Geral Experimental I</p> <p>Unidade I: Normas de segurança</p> <p>1.1 Orientações;</p> <p>1.2 Primeiros socorros;</p> <p>1.3 Acidentes por agentes físicos e químicos;</p> <p>1.4 Resíduos.</p>	Abordagem de Temas Ambientais no Currículo Prescrito	1. Presença da Educação Ambiental (EA)
Identificação do Curso	<p>[...] Sua missão é: Promover a educação profissional, científica e tecnológica de excelência, por meio do ensino, pesquisa e extensão, com foco no desenvolvimento humano sustentável (CEFETES, 2009).</p>	Abordagem Pragmática	2. Perspectiva de Educação Ambiental no PPC
Identificação do Curso	<p>"Nessa linha de pensamento a autonomia dos personagens do processo ensino-aprendizagem é valorizada a dialogicidade é estimulada em todas as etapas havendo apreciação da intimidade entre saberes curriculares, experiência de vida e responsabilidade social para desenvolvimento sustentável." Pág. 9</p>	Abordagem Pragmática	2. Perspectiva de Educação Ambiental no PPC

Identificação do Curso	<p>"O compromisso do curso aqui apresentado em buscar favorecer a formação de cidadão entendida como pluridimensional, comprometido com o pluralismo de ideias no ambiente acadêmico, liberdade de aprender e de ensinar, liberdade de consciência com seu caráter humano, social, profissional e com o exercício ético, estético e solidário de seus diferentes papéis no mundo, ao longo de toda a vida e engajado com gerações futuras." Pág. 9</p>	Abordagem Crítica	2. Perspectiva de Educação Ambiental no PPC
Organização Didático Pedagógica	<p>"Formar professores de Química para lecionarem na educação básica [...] com concepção ampliada, articulada e fundamentada em questões sociais, políticas, econômicas, culturais, ambientais, éticas e estéticas em nível local e global, possibilitando ao egresso, atuando em campos relacionados ao ensino, à pesquisa e à extensão de forma socialmente comprometida e buscando promover o desenvolvimento humano sustentável, voltado para a melhoria da qualidade de vida." Pág. 17</p>	Abordagem Crítica	2. Perspectiva de Educação Ambiental no PPC
Organização Didático Pedagógica	<p>"Compreender e avaliar criticamente os aspectos sociais, tecnológicos, ambientais, políticos e éticos relacionados às aplicações da Química na sociedade." Pág. 19</p>	Abordagem Crítica	2. Perspectiva de Educação Ambiental no PPC
Organização Didático Pedagógica	<p>"Demonstrar consciência da diversidade, respeitando as diferenças de natureza ambiental-ecológica, étnico-racial, de gêneros, de faixas geracionais, de classes sociais, religiosas, de necessidades especiais, de diversidade sexual, entre outras." Pág. 23</p>	Abordagem Crítica	2. Perspectiva de Educação Ambiental no PPC

Organização Didático Pedagógica	<p>"[...], todavia, para além dos preceitos legais e buscando subsídio na Filosofia, na Pedagogia e na Psicologia da educação, é papel do professor do curso de Licenciatura em Química do Ifes/Campus Aracruz buscar meios de oportunizar a aprendizagem do discente [...] sempre no intuito de favorecer formação de profissional competente, imbuído de valores humanos e atitudes social e ambientalmente comprometidas." Pág. 25</p>	Abordagem Crítica	2. Perspectiva de Educação Ambiental no PPC
Organização Didático Pedagógica	<p>"As Visitas Técnicas a Espaços Não Formais de Educação serão promovidas, principalmente, por meio do componente curricular de Instrumentação para o Ensino de Ciências, momento em que o licenciando terá oportunidade de conhecer museus de ciências, parques e reservas ambientais, entre outros." Pág. 30</p>	Abordagem Crítica	2. Perspectiva de Educação Ambiental no PPC
Organização Didático Pedagógica	<p>"As Exposições Dialogadas representam os momentos de aulas teóricas em que alunos e professores têm a oportunidade de ensinar e aprender por meio de relação que busca dialogicidade, compromisso com teoria de forma crítica, social e ambientalmente responsável." Pág. 35</p>	Abordagem Crítica	2. Perspectiva de Educação Ambiental no PPC

	<p>Disciplina - Tópicos Especiais em Ciências Naturais</p> <p>Conteúdos:</p> <p>UNIDADE II: Diversidade dos Materiais</p> <p>2.1 Materiais e suas propriedades</p> <p>2.2 Reações químicas: ocorrência, identificação e representação</p> <p>2.3 O ar – propriedades e composição</p> <p>2.4 Reciclagem e preservação ambiental</p> <p>UNIDADE III: Formação e Manejo dos Solos e Decomposição de Materiais</p> <p>3.1 Solos: formação, fertilidade e conservação</p> <p>3.2 Técnicas de conservação dos solos</p> <p>3.3 Ação de microrganismos na produção de alguns alimentos</p> <p>3.4 Ação de microrganismos na ciclagem de materiais</p>	Abordagem Conservadora	2. Perspectiva de Educação Ambiental no PPC
Planos de Ensino	<p>Disciplina - Metodologia da Pesquisa</p> <p>EMENTA</p> <p>Dimensões históricas, éticas e políticas da produção do conhecimento, enfatizando a relação entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). A construção do conhecimento científico em Educação. Tendências metodológicas na pesquisa educacional. Comitê de Ética em pesquisa. Natureza qualitativa e quantitativa da pesquisa.</p> <p>Classificação da pesquisa. O planejamento da pesquisa: do problema à revisão da literatura. A construção do objeto e considerações metodológicas. Elaboração dos instrumentos de coleta e produção de dados.</p>	Abordagem Crítica	2. Perspectiva de Educação Ambiental no PPC

Planos de Ensino	<p>Educação Ambiental no Ensino de Química</p> <p>Disciplina - Educação Ambiental no Ensino de Química</p> <p>EMENTA</p> <p>Química do ar, da água e do solo; poluentes ambientais; Currículo e Legislações da Educação Ambiental; Metodologia e Técnicas Participativas em Educação Ambiental.</p>	Abordagem conservadora	2. Perspectiva de Educação Ambiental no PPC
Planos de Ensino	<p>Disciplina - Instrumentação para o Ensino de Ciências</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>Criar estratégias de ensino e de produção de material didático a partir das tecnologias da informação e comunicação (TIC);</p> <p>Diferenciar educação formal, não-formal e informal;</p> <p>Conhecer espaços não formais de educação e desenvolver estratégias de ensino de Ciências e de Química utilizando esses espaços;</p> <p>Perceber nas estratégias de ensino a articulação entre Ciência e Arte;</p> <p>Desenvolver estratégias de ensino e de produção de material didático à luz do movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA);</p> <p>Problematizar diferentes meios e estratégias de divulgação científica.</p>	Abordagem Crítica	2. Perspectiva de Educação Ambiental no PPC
Planos de Ensino	<p>Disciplina - Tratamento de Água para uso doméstico e Industrial</p> <p>Objetivos Específicos:</p> <p>Conhecer as propriedades e características das águas naturais;</p> <p>Identificar os poluentes presentes nos corpos hídricos;</p> <p>Determinar padrões de qualidade segundo critérios da Portaria MS 2914/11;</p> <p>Conhecer técnicas de tratamento de água para fins domésticos e industriais.</p>	Abordagem Conservadora	2. Perspectiva de Educação Ambiental no PPC

Planos de Ensino	Disciplina - Tratamento de Rejeitos EMENTA Legislação Ambiental aplicada a rejeitos sólidos e líquidos; gerenciamento de resíduos sólidos; parâmetros ambientais e tratamento de efluentes líquidos.	Abordagem Conservadora	2. Perspectiva de Educação Ambiental no PPC
Atividades Teórico-Práticas	As ATP têm por finalidade aprofundar, ampliar e consolidar a formação dos futuros docentes. Elas possibilitam o aproveitamento, por avaliação de atividades, habilidades, conhecimentos e competências dos discentes, incluindo estudos e práticas independentes, realizadas sobre formas distintas e poderão ser desenvolvidas no ambiente acadêmico ou fora dele, especialmente em meios científicos e profissionais e no mundo do trabalho. A execução dessas atividades pode ser fundamentada nos quatro pilares para uma nova educação: aprender a SER (desenvolvimento pessoal), aprender a CONVIVER (desenvolvimento social), aprender a FAZER (competência produtiva) e aprender a CONHECER (competência cognitiva). Com essas vivências o aluno poderá ter a percepção de uma educação integral e integrada, desenvolvendo competências, habilidades e a cidadania no intuito de favorecer transformação da sociedade em ambiente mais justo e igualitário. Pág. 262	Abordagem Crítica	2. Perspectiva de Educação Ambiental no PPC
Anexo E Manual de Segurança em Laboratório	"- [...] Não jogue os solventes diretamente na pia. Recupere os solventes. Pág. 383	Abordagem Conservadora	2. Perspectiva de Educação Ambiental no PPC

Plano de Ensino	<p>Disciplina Físico-Química - Conteúdos [...]</p> <p>Unidade VI - Emulsões, espumas e detergentes</p> <p>6.1 Emulsões e espumas</p> <p>6.2 Estabilidade das emulsões</p> <p>6.3 Estabilidade das espumas</p> <p>6.4 Molhamento e Detergência</p> <p>6.5 Biodegradação do detergente</p>	Abordagem Pragmática	2. Perspectiva de Educação Ambiental no PPC
Plano de Ensino	<p>Disciplina Processos da Indústria Química - EMENTA</p> <p>Óleos e Gorduras; Sabões e Detergentes; Plásticos; Tintas e Correlatos; Leite e Derivados; Celulose e Papel; Álcalis e Cloro; Cerâmica e Vidro; Fertilizantes; Produção de açúcar e álcool; Produção de cerveja; Biodiesel.</p>	Abordagem Pragmática	2. Perspectiva de Educação Ambiental no PPC
Plano de Ensino	<p>Disciplina - Química Geral Experimental</p> <p>Unidade I: Normas de segurança</p> <p>1.1 Orientações;</p> <p>1.2 Primeiros socorros;</p> <p>1.3 Acidentes por agentes físicos e químicos;</p> <p>1.4 Resíduos.</p>	Abordagem Pragmática	2. Perspectiva de Educação Ambiental no PPC
Organização Didático Pedagógica	"Saber trabalhar em laboratório e saber usar a experimentação em Química como recurso didático." Pág. 19	Técnicas básicas de laboratório	3. Gerenciamento de Resíduos Químicos
Organização Didático Pedagógica	Possuir conhecimento dos procedimentos e normas de segurança no trabalho. Pág. 19	Técnicas básicas de laboratório	3. Gerenciamento de Resíduos Químicos
Organização Didático Pedagógica	Organizar e usar laboratórios de Química; escrever e analisar criticamente livros didáticos e paradidáticos e indicar bibliografia para o ensino de Química. Pág. 20	Técnicas básicas de laboratório	3. Gerenciamento de Resíduos Químicos
Organização Didático Pedagógica	"As Aulas Práticas em Laboratórios de Química [...] têm como objetivos preparar o licenciando para vivenciar esse espaço de forma segura, responsável, ética, técnica competente e teoricamente fundamentada." Pág. 35	Técnicas básicas de laboratório	3. Gerenciamento de Resíduos Químicos

Planos de Ensino	<p>Educação Ambiental no Ensino de Química</p> <p>OBJETIVOS Geral:</p> <p>Aprender os conhecimentos gerais sobre os eventos químicos que ocorrem no solo, na água e no ar, enfatizando a poluição ambiental por substâncias químicas; utilizar os princípios da educação Ambiental para estimular a formação de uma consciência individual e coletiva em relação ao meio ambiente com base na Legislação pertinente.</p>	Poluição ambiental por substâncias químicas	3. Gerenciamento de Resíduos Químicos
Anexo E Manual de Segurança em Laboratório	<p>1.2. Risco Químico</p> <p>Os riscos que os produtos químicos possuem estão ligados à sua reatividade. Não é possível estabelecer uma regra geral que garanta a segurança no manuseio de todas as substâncias químicas. Faz-se necessária uma avaliação que considere as características físico-químicas, a reatividade, a toxicidade e também as condições de manipulação, as possibilidades de exposição e as vias de penetração no organismo. Cabe lembrar que aqui devem ser consideradas a disposição final do resíduo e os impactos ao meio ambiente. Pág. 374</p>	Procedimentos de descarte	3. Gerenciamento de Resíduos Químicos
Anexo E Manual de Segurança em Laboratório	<p>Os produtos químicos podem reagir de forma violenta com outra substância química, com o oxigênio do ar ou com a água, produzindo calor, combustão, explosão ou uma substância tóxica. Na avaliação dos riscos devidos à natureza física devem-se considerar os parâmetros de difusão e os parâmetros de inflamabilidade (limites de explosividade, ponto de fulgor e ponto de auto-ignição). Para prevenir os riscos devido à natureza química dos produtos, devemos conhecer a lista de substâncias químicas incompatíveis e observar os cuidados</p>	Procedimentos de descarte	3. Gerenciamento de Resíduos Químicos

	na estocagem, manipulação e descarte. Pág. 375		
Anexo E Manual de Segurança em Laboratório	<p>“Os materiais descartados devem ser colocados nos locais adequados e etiquetados.”</p> <p>“Materiais usados ou não etiquetados não devem ser acumulados no interior do laboratório e devem ser descartados imediatamente após sua identificação, seguindo os métodos adequados para descarte de material de laboratório.”</p>	Procedimentos de descarte	3. Gerenciamento de Resíduos Químicos
Anexo E Manual de Segurança em Laboratório	<p>"- [...] Não jogue os solventes diretamente na pia.</p> <p>Recupere os solventes.</p> <p>Separe os halogenados dos não halogenados.</p> <p>Guarde-os em frascos escuros rotulados: Resíduos Clorados, Resíduos Inflamáveis, Resíduos de Hidrocarbonetos e Resíduos de Metais Pesados." Pág. 383</p>	Procedimentos de descarte	3. Gerenciamento de Resíduos Químicos
Anexo E Manual de Segurança em Laboratório	<p>5.2. Vidro Quebrado</p> <p>"- Vitraria danificada deve sempre ser consertada ou descartada. Descartar vitraria quebrada em recipientes, plásticos ou de metal, etiquetados e que não sejam utilizados para coleta de outros tipos de materiais de descarte. Pág. 385</p>	Procedimentos de descarte	3. Gerenciamento de Resíduos Químicos

Anexo E Manual de Segurança em Laboratório	<p>9. RÓTULO DOS PRODUTOS</p> <p>Este item traz o modelo de rótulo utilizado, internacionalmente, por vários laboratórios de Armazenamento e Tratamento de Resíduos Químicos, seguindo as normas e códigos da Associação Nacional de Proteção ao Fogo dos Estados Unidos da América (NFPA), que é uma organização internacional de desenvolvimento de normas para proteger pessoas, bens e o meio ambiente contra os efeitos danosos de incêndios. O diagrama de Hommel (NFPA 704), mas conhecido como diamante do perigo ou diamante de risco utiliza losangos que expressam tipos de risco em graus que variam de 0 a 4, cada qual especificado por uma cor. Os resíduos são classificados quanto a: danos que podem causar à saúde, sua inflamabilidade, sua reatividade e sua capacidade de causar danos especiais. Pág. 390</p>	Procedimentos de descarte	3. Gerenciamento de Resíduos Químicos
Organização Didático Pedagógica	<p>As Atividades Contextualizadas são aquelas em que o discente se apropria dos conhecimentos de forma associada à sua realidade e à sua futura atuação como docente. Exemplo a ser destacado é do componente curricular de Química Geral Experimental em que no primeiro período os discentes são convidados a buscar associação entre os experimentos químicos, seu próprio cotidiano e o uso de materiais alternativos na realização de atividades práticas de Química aplicáveis ao ensino médio.</p>	Técnicas básicas de laboratório	3. Gerenciamento de Resíduos Químicos

Plano de Ensino	<p>Disciplina - Química Geral Experimental</p> <p>Unidade I: Normas de segurança</p> <p>1.1 Orientações;</p> <p>1.2 Primeiros socorros;</p> <p>1.3 Acidentes por agentes físicos e químicos;</p> <p>1.4 Resíduos.</p>	Procedimentos de descarte	3. Gerenciamento de Resíduos Químicos
--------------------	--	------------------------------	--



Universidade Federal Da Bahia

Faculdade De Educação



Programa de Pós-Graduação em Currículo,
Linguagens e Inovações Pedagógicas
Mestrado Profissional em Educação

APÊNDICE B – PRODUÇÃO TÉCNICO-TECNOLÓGICA

MARCELLA PIFFER ZAMPROGNO MACHADO BARREIROS

**MANUAL DE TRATAMENTO E DESCARTE DE RESÍDUOS
QUÍMICOS EM LABORATÓRIOS DE ENSINO, PESQUISA E
EXTENSÃO DO INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO -
CAMPUS ARACRUZ**

Salvador

2025

MARCELLA PIFFER ZAMPROGNO MACHADO BARREIROS

**MANUAL DE TRATAMENTO E DESCARTE DE RESÍDUOS QUÍMICOS EM
LABORATÓRIOS DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DO INSTITUTO
FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO - CAMPUS ARACRUZ**

Produção Técnico-Tecnológica apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Currículo, Linguagens e Inovações Pedagógicas, do curso de Mestrado Profissional em Educação, da Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia, como requisito para obtenção do grau de Mestre em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Pessoa Vieira.

Coorientador: Prof. Dr. Jadielson Lucas da Silva Antônio
Linha de Pesquisa: Currículo, Ensino e Formação de Profissionais da Educação ou Espaços Educativos e Linguagens.

Salvador
2025

FICHA CATOLOGRÁFICA

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por ser a base e o sustento em todos os momentos da minha vida, guiando meus passos e renovando minhas forças, quando já não as encontrava em mim. A Ele, toda honra e toda glória.

Ao meu esposo, Tiago, que foi o meu maior incentivador em todas as etapas deste processo, desde a inscrição no mestrado até as viagens, as longas horas de escrita e os momentos de incerteza. Sua dedicação, paciência e amor sempre foram demonstradas no cuidado com nossos filhos, no incentivo constante e na confiança depositada em mim, mesmo quando eu mesma duvidava. Este trabalho também é fruto de sua entrega e companheirismo. Meu amor, obrigada.

Aos meus filhos, Mirella, João Gabriel e Manuella, que são meu combustível diário para alcançar mais e melhor. Vocês são minha inspiração.

Aos meus pais, Jucineia e Marcelo, que desde cedo me instruíram em valores e caminhos que me permitiram chegar até aqui.

Ao meu amigo Marcello, cuja influência foi determinante para minha trajetória acadêmica, e, além disso, foi um grande incentivador para que eu ingressasse na pesquisa, ensinando-me sobre a importância da produção científica na carreira.

Aos meus colegas de turma, que compartilharam alegrias, desafios e aprendizados, tornando esta caminhada mais leve e significativa.

Ao Ifes Campus Aracruz, por ser o espaço que inspirou esta investigação e por todo o apoio estrutural durante o processo. À Universidade Federal da Bahia e ao MPED, pela oportunidade de formação que ressignificou minha prática profissional.

Ao meu coorientador, Jadielson, pela escuta atenta e pelas contribuições que muito enriqueceram este trabalho, e ao meu orientador Fábio, pela confiança e orientação que conduziram esta pesquisa até sua conclusão.

BARREIROS, Marcella Piffer Zamprogno Machado. **Manual de Tratamento E Descarte de Resíduos Químicos em Laboratórios de Ensino, Pesquisa e Extensão do Instituto Federal do Espírito Santo – Campus Aracruz.** 2025. Orientador: Dr. Fábio Pessoa Vieira. Coorientador: Dr. Jadielson Lucas da Silva Antônio. 56 f. il. Projeto de Intervenção (Programa de Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2025.

RESUMO

Esta Produção Técnico-Tecnológica (PTT) é fruto de um Projeto de Intervenção (PI) realizado no âmbito do Mestrado Profissional em Educação (MPED/UFBA) e tem como objetivo a elaboração de um “Manual de Tratamento e Descarte de Resíduos Químicos em Laboratórios de Ensino, Pesquisa e Extensão”. A proposta surgiu da investigação realizada no curso de Licenciatura em Química oferecido no Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) Campus Aracruz, onde foi verificada a ausência de uma abordagem crítica e sistematizada sobre o gerenciamento de resíduos químicos nos espaços formativos. O manual tem como objetivo orientar práticas seguras e ambientalmente responsáveis de gerenciamento de resíduos químicos, articulando exigências técnicas e legais às reflexões críticas sobre os aspectos ambientais do descarte de substâncias químicas. Estruturado em linguagem acessível, o manual organiza etapas de minimização, segregação, rotulagem, armazenamento, tratamento e destinação final dos resíduos mais comuns em laboratórios de ensino, pesquisa e extensão. Embora elaborado a partir da realidade do Campus Aracruz, apresenta potencial de aplicação em outros cursos e campi do Ifes, favorecendo a institucionalização de práticas sustentáveis, de modo a contribuir para a formação de profissionais críticos e comprometidos com a responsabilidade socioambiental.

Palavras-chave: Resíduos Químicos; Gerenciamento de resíduos Químicos; Educação Ambiental Crítica; Ensino de Química.

BARREIROS, Marcella Piffer Zamprogno Machado. **Manual for the Handling and Disposal of Chemical Waste in Teaching, Research, and Extension Laboratories at the Federal Institute of Espírito Santo – Aracruz Campus.** 2025. Advisor: Dr. Fábio Pessoa Vieira. Co-advisor: Dr. Jadielson Lucas da Silva Antônio. 56 p. ill. Intervention Project (Programa de Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2025.

ABSTRACT

This Technical-Technological Production (PTT) is the result of an Intervention Project (PI) carried out within the scope of the Professional Master's Program in Education (MPED/UFBA). Its objective is to elaborate a "Manual for the Treatment and Disposal of Chemical Waste in Teaching and Research Laboratories." The proposal emerged from an investigation conducted in the Chemistry Teacher Education Program (Licenciatura) at the Federal Institute of Espírito Santo (Ifes), Campus Aracruz, where a lack of a critical and systematic approach to chemical waste management in educational settings was identified. The manual aims to guide safe and environmentally responsible practices for chemical waste management, linking technical and legal requirements to critical reflections on the environmental impacts of chemical substance disposal. Written in accessible language, the manual is organized into stages covering minimization, segregation, labeling, storage, treatment, and final disposal of the most common types of waste generated in teaching, research, and extension laboratories. Although developed based on the reality of Campus Aracruz, it has potential for application in other programs and campuses at Ifes, fostering the institutionalization of sustainable practices and contributing to the training of critical professionals committed to socio-environmental responsibility.

Keywords: Chemical Waste; Chemical Waste Management; Critical Environmental Education; Chemistry Teaching.

BARREIROS, Marcella Piffer Zamprogno Machado. **Manual de Tratamiento y Eliminación de Residuos Químicos en Laboratorios de Enseñanza, Investigación y Extensión del Instituto Federal del Espírito Santo – Campus Aracruz.** 2025. Director: Dr. Fábio Pessoa Vieira. Codirector: Dr. Jadielson Lucas da Silva Antônio. 56 f. il. Proyecto de Intervención (Programa de Maestría Profesional en Educación) – Facultad de Educación, Universidad Federal de Bahia, Salvador, 2025.

RESUMEN

Esta Producción Técnico-Tecnológica (PTT) es el resultado de un Proyecto de Intervención (PI) realizado en el marco de la Maestría Profesional en Educación (MPED/UFBA) y tiene como objetivo la elaboración de un “Manual de Tratamiento y Eliminación de Residuos Químicos en Laboratorios de Enseñanza, Investigación y Extensión”. La propuesta surgió de la investigación realizada en el curso de Licenciatura en Química ofrecido por el Instituto Federal de Espírito Santo (Ifes) Campus Aracruz, donde se verificó la ausencia de un abordaje crítico y sistematizado sobre la gestión de residuos químicos en los espacios formativos. El manual tiene como objetivo orientar prácticas seguras y ambientalmente responsables de gestión de residuos químicos, articulando exigencias técnicas y legales con reflexiones críticas sobre los aspectos ambientales de la eliminación de sustancias químicas. Estructurado en lenguaje accesible, el manual organiza las etapas de minimización, segregación, etiquetado, almacenamiento, tratamiento y disposición final de los residuos más comunes en laboratorios de enseñanza, investigación y extensión. Aunque fue elaborado a partir de la realidad del Campus Aracruz, presenta potencial de aplicación en otros cursos y campus del Ifes, favoreciendo la institucionalización de prácticas sostenibles y contribuyendo a la formación de profesionales críticos y comprometidos con la responsabilidad socioambiental.

Palabras clave: Residuos Químicos; Gestión de Residuos Químicos; Educación Ambiental Crítica; Enseñanza de la Química.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

Anvisa – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

EAC – Educação Ambiental Crítica

EA – Educação Ambiental

FACED/UFBA – Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia

Ifes – Instituto Federal do Espírito Santo

MPED – Mestrado Profissional em Educação

PI – Projeto de Intervenção

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

PPC – Projeto Pedagógico de Curso

PTT – Produção Técnico-Tecnológica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 JUSTIFICATIVA	9
3 OBJETIVOS.....	11
4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
4.1 O GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS COMO POTENCIALIZADOR DE UMA EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA	12
4.2 LEGISLAÇÃO VIGENTE E NORMAS TÉCNICAS	13
4.3 A POLÍTICA DOS 5Rs APLICADA AOS LABORATÓRIOS	14
4.4 DIÁLOGO ENTRE A EAC E O TRATAMENTO DE RESÍDUOS COMO PRÁTICA PEDAGÓGICA	15
5 METODOLOGIA DA ELABORAÇÃO DO PRODUTO	16
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	17
REFERÊNCIAS	19
APÊNDICE A - MANUAL DE TRATAMENTO E DESCARTE DE RESÍDUOS QUÍMICOS EM LABORATÓRIOS DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO ...	21

1 INTRODUÇÃO

Esta Produção Técnico-Tecnológica (PTT) é fruto de um Projeto de Intervenção (PI) desenvolvido no âmbito do Mestrado Profissional em Educação (MPED), vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Currículo, Linguagens e Inovações Pedagógicas da Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia (FACED/UFBA). A proposta originou-se da investigação realizada no curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) Campus Aracruz, onde a autora atua como técnica de laboratório de Química.

A motivação surgiu a partir de inquietações observadas na prática profissional da autora, ao perceber o potencial formativo da temática dos resíduos químicos quando articulada à Educação Ambiental (EA). No contexto da formação inicial de professores, especialmente em cursos de Licenciatura em Química, que apresentam significativa carga horária em disciplinas práticas em laboratórios, a ausência de uma abordagem direcionada ao manejo responsável dos resíduos químicos revela uma lacuna entre a formação técnica e a formação ética, cidadã e ambientalmente responsável.

A EA, enquanto ação educativa, possui diferentes vertentes. Neste trabalho, adota-se como referência a Educação Ambiental Crítica (EAC), que ultrapassa as abordagens conservadora e pragmática, propondo uma ação educativa, emancipadora, que articula questões ambientais às dimensões políticas, sociais, econômicas e culturais, além de buscar transformar valores e atitudes e promover uma relação integrada entre ser humano, sociedade e natureza (Guimarães, 2000).

A pesquisa, de natureza qualitativa e abordagem documental, baseou-se na análise do Projeto Pedagógico do Curso (PPC) da Licenciatura em Química do Ifes Campus Aracruz. A partir da técnica de Análise de Conteúdo conforme proposta por Bardin (1977), identificou-se de que maneira a EA e o gerenciamento de resíduos químicos são abordados no documento, revelando lacunas e oportunidades para potencializar a integração dessa temática no currículo.

Como resposta a essa problemática, esta PTT apresenta um **Manual de Tratamento e Descarte de Resíduos Químicos em Laboratórios de Ensino, Pesquisa e Extensão**, planejado para sistematizar orientações técnicas e legais sobre o manejo adequado de resíduos químicos, articulando-as aos princípios da EAC. O manual elaborado encontra-se no apêndice A deste trabalho, e busca favorecer uma formação cidadã e ambientalmente comprometida.

2 JUSTIFICATIVA

Desde a década de 1990, o debate sobre o gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa tem se intensificado, incentivando a adoção de práticas mais sustentáveis em laboratórios que utilizam substâncias químicas no contexto educacional. Apesar do avanço, ainda é comum a ausência de orientações sistematizadas para o manejo desses resíduos nessas instituições (Jardim, 1998; Gerbase, 2005; De Souza *et al.*, 2022).

Sendo assim, a ausência de orientações sistematizadas pode ocasionar o manejo inadequado de resíduos químicos em laboratórios de ensino, pesquisa e extensão, o que representa um risco significativo à saúde humana e ao meio ambiente. No contexto educacional, especialmente na formação inicial de professores de Química, esse desafio adquire uma dimensão importante, pois além de cumprir normas técnicas e legais a respeito do descarte de resíduos, é preciso formar profissionais capazes de refletir criticamente sobre os impactos socioambientais de sua prática, atuando como multiplicadores de valores e atitudes sustentáveis.

Diante dessa necessidade, alguns autores têm relacionado a discussão sobre o manejo responsável de resíduos químicos à prática educativa da EA, defendendo a integração desses temas como estratégia para promover uma formação ética, crítica e ambientalmente comprometida (Abreu; Iamamoto, 2003; Silva; Machado, 2008; Araújo, Brandão; Vasconcelos, 2019; Sousa; Oliveira; Souza, 2022).

A partir dos resultados obtidos na pesquisa desenvolvida, foi possível evidenciar que o curso de Licenciatura em Química do Ifes campus Aracruz não possui uma articulação entre o gerenciamento de resíduos químicos à EAC, além de não possuir orientações institucionalizadas sobre o gerenciamento de resíduos químicos.

Diante desse cenário, a presente PTT propõe a elaboração de um manual institucional que oriente práticas de manejo de resíduos ambientalmente responsáveis e promova a reflexão crítica sobre os aspectos ambientais e a prática de experimentação no ensino de Química.

A elaboração e institucionalização de um manual de tratamento e descarte de resíduos químicos também se justifica pelas exigências legais previstas na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que atribui responsabilidades claras às instituições que geram resíduos, independentemente de sua natureza jurídica ou finalidade institucional. O Art. 3º, inciso XVII da Lei nº 12.305/2010 define:

Responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos: conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos **consumidores** e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei (Brasil, 2010, Art. 3º, XVII, grifo nosso).

Logo, comprehende-se o dever das instituições de ensino e pesquisa em promover e orientar a gestão adequada dos resíduos químicos, e, corroborando com essa compreensão, Arantes e Günther (2023) destacam que instituições que geram resíduos perigosos, como é o caso das instituições de ensino e pesquisa, devem elaborar um Plano de Gerenciamento de Resíduos Químicos (PGRQ), em conformidade com a legislação vigente. Esse plano deve abranger todas as etapas do manejo, incluindo a segregação, o acondicionamento, o armazenamento, o transporte, a destinação final, e, ainda, ações educativas voltadas à sensibilização ambiental. Embora o manual proposto nesta pesquisa não se configure formalmente como um PGRQ, ele representa um importante ponto de partida para a institucionalização dessas práticas, pois foi estruturado com base nos mesmos princípios e diretrizes que orientam a elaboração de um plano dessa natureza.

Esta PTT ganha ainda mais relevância ao considerar que a PNRS estabelece que a EA é instrumento fundamental para a efetivação de suas diretrizes (Brasil, 2012).

Faz-se importante destacar que o manual proposto, embora tenha sido elaborado a partir da análise do curso de Licenciatura em Química, tem potencial de uso ampliado para os demais cursos da área ofertados no Ifes Campus Aracruz. Isso se deve, principalmente, à semelhança entre os componentes curriculares de caráter experimental, como é evidenciado no quadro 1, tendo como exemplo uma disciplina de Química Geral Experimental nos cursos ofertados na área de Química.

Quadro 1 - Similaridades curriculares das disciplinas experimentais dos cursos de Química do Ifes Campus Aracruz.

Características da Disciplina	Curso Técnico em Química - Disciplina Boas Práticas de Laboratório	Bacharelado em Química Industrial - Disciplina Química Geral Experimental	Licenciatura em Química - Disciplina Química Geral Experimental I
Carga Horária	75h	30h	30h
Normas de Segurança	Sim.	Sim.	Sim.
Técnicas de Separação de Mistura	Filtração, decantação, centrifugação, extração com solvente.	Filtração, secagem, destilação.	Filtração, secagem, destilação.

Calibração de Vidrarias	Sim.	Sim.	Sim.
Preparação de Soluções	Sim.	Sim.	Sim.
Titulação	Sim.	Sim.	Sim.
Reações Químicas	Não especificado.	Sim	Sim.
Resíduos	Implícita nas normas de segurança.	Unidade específica sobre resíduos.	Unidade específica sobre resíduos.
Teste de Chama	Não ⁶ .	Sim.	Sim.
Bibliografia similar	Sim.	Sim.	Sim.
Corpo Docente Comum e Infraestrutura	Sim (uso comum dos laboratórios e docentes atuando nos três cursos).	Sim (uso comum dos laboratórios e docentes atuando nos três cursos).	Sim (uso comum dos laboratórios e docentes atuando nos três cursos).

Fonte: Elaborado pela autora em consulta ao PPC dos três cursos.

A análise dos planos de ensino de disciplinas como Química Geral Experimental (Licenciatura e Bacharelado) e Boas Práticas de Laboratórios (Técnico em Química), mostra que os três cursos desenvolvem práticas com objetivos e roteiros muito próximos entre si. Além disso, o mesmo corpo docente atua nessas disciplinas e utilizam os mesmos laboratórios na instituição. Isto também se aplica às demais disciplinas experimentais, não sendo aqui demonstrado, pois o intuito não é apresentar uma extensa análise de todos os planos, mas, sim, buscar equivalências nas ações, voltadas aos descartes de resíduos químicos.

Por conseguinte, a elaboração do manual trata-se de um documento aplicável e adaptável, que pode ser incorporado de forma gradual às rotinas acadêmicas e administrativas, fortalecendo a relação entre a prática experimental e a formação crítica e ambientalmente comprometida.

3 OBJETIVOS

O objetivo geral desta PTT é elaborar um manual institucional para o tratamento e descarte de resíduos químicos em laboratórios de ensino, pesquisa e extensão que potencialize ações de EA, em um viés crítico, no currículo da Licenciatura em Química do Ifes Campus Aracruz.

São objetivos específicos desta produção:

⁶ Embora não esteja especificado no plano de ensino, é de conhecimento da autora, por sua atuação profissional, que o roteiro prático de teste de chama também é executado no curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio, o que reforça a similaridade entre as disciplinas experimentais dos diferentes cursos.

- Sistematizar orientações para o gerenciamento de resíduos químicos com base na legislação vigente;
- Relacionar a temática do gerenciamento de resíduos químicos aos aspectos ambientais;
- Apoiar a institucionalização de procedimentos padronizados para o manejo seguro e ambientalmente responsável de resíduos químicos no Ifes Campus Aracruz.

4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A elaboração de um manual de tratamento e descarte de resíduos químicos em laboratórios de ensino, pesquisa e extensão deve estar fundamentada em referenciais técnicos, legais e pedagógicos que garantam tanto a segurança e conformidade normativa quanto a formação crítica dos estudantes.

A seguir, será apresentada a fundamentação que sustenta a elaboração desta PTT.

4.1 O gerenciamento de Resíduos Químicos como potencializador de uma Educação Ambiental Crítica

O gerenciamento de resíduos químicos, para além de sua dimensão técnica e normativa, constitui-se também como um recurso educativo, capaz de fomentar práticas ambientalmente responsáveis. Inserido no contexto dos cursos de Química, ele contribui para o fortalecimento da temática ambiental e para a formação de profissionais com sensibilidade socioambiental, consciência crítica e postura ética diante dos desafios contemporâneos.

Ademais, a literatura aponta que a inserção dessa temática no ensino de Química pode favorecer a construção de competências técnicas alinhadas a valores éticos e socioambientais. Abreu e Iamamoto (2003), ao relatarem uma experiência pedagógica no ensino de Química, demonstram que a abordagem do gerenciamento de resíduos em práticas de laboratórios amplia a compreensão dos estudantes sobre os impactos ambientais de sua atuação profissional, contribuindo para uma formação mais responsável. Nessa mesma direção, Araújo, Brandão e Vasconcelos (2019) apresentam um programa de gerenciamento de resíduos como estratégia de promoção da EA, de modo a evidenciar que ações educativas integradas ao manejo de resíduos químicos fortalecem

tanto a consciência ambiental quanto o engajamento dos estudantes, ainda que o estudo não tenha sido conduzido com professores de Química. Souza, Oliveira, Sousa (2022), por sua vez, investigaram a temática de resíduos químicos junto a licenciandos em Química e constataram mudanças significativas na postura e no entendimento dos futuros docentes, em relação às questões ambientais, a partir da vivência de práticas de manejo de resíduos em laboratórios.

Em síntese, os estudos analisados convergem ao apontar que o gerenciamento de resíduos químicos vai além da orientação técnica, assumindo, também, um papel formativo. Ao ser inserido no ensino de Química, o manejo de resíduos constitui um eixo privilegiado para a potencialização EAC, que possibilita articular conhecimentos científicos, valores éticos e responsabilidades sociais, contribuindo para a formação de profissionais preparados para enfrentar os desafios socioambientais do presente.

4.2 Legislação Vigente e Normas Técnicas

O gerenciamento adequado de resíduos químicos deve estar alinhado a legislações e normas que orientam e regulamentam as práticas de manipulação, tratamento e destinação final. Para tanto, esta PTT fundamenta-se em documentos legais e normativos, que orientam o gerenciamento de resíduos químicos. Ressalta-se, entretanto, que, no Brasil, ainda não há uma legislação específica voltada ao manejo de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. Na prática, esse manejo tem sido orientado por um conjunto de legislações e normas que, ao descreverem as características dos diferentes tipos de resíduos contemplados, acabam por se configurar como referências aplicáveis para guiar o tratamento e a destinação desses materiais.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) é um marco legal importante para essa área de estudo porque, embora tenha sido elaborada para regulamentar a gestão de resíduos sólidos em geral, ela é frequentemente utilizada como referencial para o gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa, pois apresenta a definição de resíduos perigosos. De acordo com a lei, são considerados perigosos aqueles que, em razão de suas propriedades de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade, oferecem risco à saúde pública ou ao meio ambiente (Brasil, 2010). Essa descrição abrange a maior parte dos resíduos gerados em práticas de laboratórios de Química, como solventes, ácidos e bases fortes, além de metais pesados.

Além dessa definição, a PNRS estabelece diretrizes aplicáveis a qualquer gerador de resíduos, enfatizando a ordem de prioridade na gestão, como a não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento, e, por fim, disposição final ambientalmente adequada (Brasil, 2010). Incorporada ao contexto acadêmico, essa hierarquia orienta o planejamento e a execução de práticas de laboratório mais sustentáveis, estimulando a minimização de resíduos desde a concepção das atividades experimentais.

A norma ABNT NBR 10004 estabelece critérios para a classificação dos resíduos perigosos quanto a características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. Essa classificação é fundamental para definir os procedimentos de segregação, acondicionamento e destinação final, podendo ser aplicada, também, aos resíduos gerados em laboratórios de ensino, pesquisa e extensão.

Mais recentemente, a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 222/2018 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) dispôs sobre as boas práticas de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, o que inclui os resíduos químicos no Grupo B, abrangendo, nesse escopo, aqueles gerados em laboratórios de instituições de ensino e pesquisa. Embora elaborada para regulamentar os resíduos provenientes de serviços de saúde, ao contemplar especificamente os resíduos químicos, essa resolução passou a ser amplamente utilizada como referencial também em ambientes acadêmicos, independentemente de ser da área de saúde. Assim, suas orientações reforçam a necessidade de um controle rigoroso no gerenciamento de resíduos químicos e infectantes, favorecendo práticas seguras e ambientalmente responsáveis.

4.3 A Política dos 5Rs aplicada aos laboratórios

A hierarquia dos resíduos, prevista na PNRS, estabelece uma ordem de prioridade para o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos, conforme abordagem anterior. Sob a ótica da EAC, essa hierarquia pode ser compreendida como um instrumento pedagógico, que provoca a problematização do modelo de produção e consumo vigente e incentiva escolhas mais responsáveis e conscientes.

Inserida nessa hierarquia, a Política dos 5R's (Repensar, Reduzir, Reutilizar, Reciclar e Recusar) apresenta-se como um conjunto de diretrizes voltadas para a construção de uma postura crítica frente ao consumo e à geração de resíduos (Brasil, 2017). Adaptada ao contexto dos laboratórios de ensino, pesquisa e extensão, essa política contribui para

orientar escolhas, desde a etapa de planejamento experimental até o descarte final, bem como promover uma postura de responsabilidade socioambiental.

Para tanto, o manual proposto nesta PTT parte do princípio da política do 5R's como motivadora das reflexões e ponto de partida para problematizar as práticas naturalizadas no ensino de Química, refletindo sobre como estas se relacionam com modelos produtivos que geram impactos socioambientais.

4.4 Diálogo entre a EAC e o gerenciamento de resíduos químicos como prática pedagógica

A EAC, uma vertente da EA, caracteriza-se como uma abordagem pedagógica que visa a transformação social e ambiental. Ela busca desenvolver a capacidade de análise crítica das relações entre sociedade e natureza, evidenciando as causas socioambientais na busca por promover a construção de sociedades mais justas e sustentáveis (Costa e Loureiro, 2017; Layrargues, 2011).

Sob a ótica da EAC, a manipulação responsável dos resíduos químicos reflete uma potente ação pedagógica, transformando o laboratório, espaço frequentemente visto apenas como um ambiente para realização de experimentos controlados, em um espaço para a problematização da realidade. A necessária separação, o armazenamento e a destinação correta dos resíduos químicos tornam-se oportunidades para provocar o pensamento crítico sobre as relações entre ciência, sociedade e meio ambiente, além disso, encoraja a análise crítica sobre as causas da geração de resíduos, as responsabilidades dos diferentes atores (indústrias, governos, consumidores) e os impactos negativos da falta de gestão adequada.

Nesta PTT, parte-se desse entendimento crítico, considerando que orientar licenciandos em Química para o manejo consciente de resíduos de laboratórios repercute positivamente, tanto no âmbito social quanto no ambiental. Nesse sentido, ao estimular que futuros professores adotem critérios de escolha de reagentes baseados nos impactos ambientais dos resíduos gerados, contribui-se para uma prática docente transformadora e ambientalmente comprometida. Inclusive, conforme alertam Silva e Machado (2008), grande parte dos professores não possui conhecimento aprofundado sobre a gestão de resíduos químicos, o que reforça a necessidade de incluir essa temática nos processos formativos.

Por isso, cada decisão relacionada ao manejo de substâncias químicas, da escolha de reagentes ao descarte final, deve ser compreendida como oportunidade para promover debates sobre produção, consumo, riscos e responsabilidade social vinculados ao conhecimento científico. Nesse sentido, a gestão de resíduos químicos deixa de ser apenas a etapa final das disciplinas experimentais e assume o papel de instrumento pedagógico para a formação de uma consciência crítica e ambientalmente comprometida.

5 METODOLOGIA DA ELABORAÇÃO DO PRODUTO

A elaboração do manual de tratamento e descarte de resíduos químicos proposto resultou de um processo que relacionou a vivência prática da autora como técnica de laboratório de Química no Ifes Campus Aracruz a referenciais legais, técnicas e teóricas. O documento foi concebido a partir de uma análise qualitativa dos roteiros de aulas práticas do curso de Licenciatura em Química, com o objetivo de mapear os principais resíduos gerados no cotidiano dos laboratórios e identificar fragilidades no manejo atual.

A escrita fundamentou-se na legislação vigente, especialmente a PNRS, a ABNT NBR 10004/2004 e a Resolução nº 222/2018 da Anvisa, além de guias, manuais e planos de gerenciamento de resíduos elaborados por instituições de referência, como USP, UNICAMP, UFSCar, UFPE e Embrapa.

O manual foi estruturado em oito capítulos principais, seguidos de anexos com materiais de apoio e um fluxograma das etapas de gerenciamento, que combina orientações sobre segregação, tratamento e destinação de resíduos químicos, com reflexões críticas alinhadas à EAC. Sua estrutura contempla:

- **Apresentação:** apresenta a proposta e contextualiza a importância do gerenciamento de resíduos químicos no ensino de Química.
- **O Descarte de Resíduos Químicos e a Dimensão Ambiental:** destaca a importância do descarte consciente de resíduos químicos em laboratórios, enfatizando os impactos ambientais e sociais dessas práticas.
- **5 R's - Repensar, Reduzir, Reutilizar, Reciclar E Recusar:** apresenta a política 5R's, provocando uma postura reflexiva e crítica, incentivando práticas mais conscientes e sustentáveis no uso de reagentes, no tratamento de resíduos e na condução dos experimentos.

- **Legislação Vigente:** apresenta as legislações vigentes que amparam o documento proposto.
- **Definições:** sistematiza os principais conceitos e classificações de resíduos.
- **Etapas do Gerenciamento de Resíduos Químicos:** detalha procedimentos desde o planejamento e minimização na origem até o tratamento e a destinação final, incluindo segregação, rotulagem, armazenamento e exemplos de práticas aplicáveis em laboratórios de ensino, pesquisa e extensão.
- **Boas Práticas de Segurança e Sustentabilidade:** destaca a importância do planejamento, do uso adequado de EPIs, da gestão coletiva e do descarte responsável de resíduos.
- **Considerações Finais:** retoma os objetivos do manual e reforça sua função pedagógica e prática.
- **Anexos:** reúnem materiais de apoio, como a tabela de incompatibilidades químicas, modelos de rótulo e ficha de segregação, sugestões de substituição de reagentes por alternativas menos tóxicas e fluxograma de gerenciamento de resíduos.

Com relação à integração institucional, a proposta será inicialmente submetida ao Núcleo de Educação Ambiental (NEA) do campus, responsável por articular ações educativas interdisciplinares, com foco em sustentabilidade e educação ambiental (Ifes, 2016). Após análise e parecer do NEA, o documento será encaminhado ao Colegiado do Curso de Licenciatura em Química, com a finalidade de discutir sua inserção formal no Projeto Pedagógico de Curso (PPC). Ressalta-se que o PPC se encontra em processo de revisão, conduzido por uma Comissão de Reestruturação designada pela Portaria nº 80, de 24 de março de 2025, vigente até 31 de dezembro de 2025. Dessa maneira, esse contexto representa uma oportunidade concreta para a proposição da inclusão do manual como instrumento pedagógico e de apoio à formação docente.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta PTT busca contribuir para o fortalecimento da dimensão ambiental no ensino de Química, por meio da elaboração de um manual de tratamento e descarte de resíduos químicos em laboratórios de ensino, pesquisa e extensão. O documento sistematiza orientações práticas, fundamentadas em legislações vigentes e em referenciais de

instituições de renome nacional, associando-as a uma perspectiva crítica de EA. O manual é um objeto mediador que, mais do que ensinar procedimentos, cria condições para diálogos críticos sobre ciência, sociedade e meio ambiente.

No contexto do Ifes Campus Aracruz, o manual pode ser aplicado a diferentes cursos que utilizam laboratórios de Química, uma vez que as atividades experimentais apresentam grande similaridade e compartilham os mesmos espaços físicos. Desse modo, sua utilização não se restringe ao curso de Licenciatura em Química, mas alcança também outros cursos da instituição que demandam práticas em laboratórios.

Como perspectivas, sugere-se não apenas a validação e incorporação do documento ao currículo do curso de Licenciatura em Química, mas também sua atualização periódica, de modo a acompanhar avanços normativos, técnicos e pedagógicos. Logo, o manual pode servir como ponto de partida para a criação de políticas institucionais mais abrangentes sobre resíduos químicos no Ifes como um todo, contribuindo para uma cultura de responsabilidade socioambiental e fortalecendo a formação de profissionais ambientalmente comprometidos.

REFERÊNCIAS

ABREU, D. G. D.; IAMAMOTO, Y. Relato de uma experiência pedagógica no ensino de química: formação profissional com responsabilidade ambiental. **Química Nova**, v. 26, n. 4, p. 582–584, ago. 2003.

ANVISA. **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. Disponível em:
https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2018/rdc0222_28_03_2018.pdf. Acesso em: 28 jun. 2025.

ARANTES, M.; GÜNTHER, W. Boas Práticas Sustentáveis de Gestão de Resíduos Químicos em Instituições Públicas De Ensino Superior. **Química nova**, v. 46, n. 7, p. 724-730, 2023.

ARAUJO, D. S.; BRANDÃO, C. M.; VASCONCELOS, N. D. S. L. S. Programa de Gerenciamento de Resíduos para Laboratórios de Ensino de Química: Uma Proposta de Educação Ambiental no Instituto Federal do Maranhão – Campus Açailândia. **Acta Tecnológica**, v. 13, n. 2, p. 11–25, 9 nov. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10004:** Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro/RJ, 2004.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** Lisboa: Edições 70, 1977.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 28 jun. 2025.

Brasil. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **A política dos 5 R's.** 2017. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/a3p/item/9410-a-politica-dos-5-r-s.html>. Acesso em: 17/08/25

COSTA, C. A.; LOUREIRO, C. F. A interdisciplinaridade em Paulo Freire: aproximações político-pedagógicas para a educação ambiental crítica. Revista **Katálysis**, Florianópolis, v. 20, n. 1, p. 111–121, abr. 2017.

DE SOUSA, Y. K.; DE OLIVEIRA, R. C. B.; DE SOUZA, A. N. Inserção do manejo de resíduos químicos na formação inicial de professores de química e suas implicações na construção de responsabilidade socioambiental. **Debates em Educação**, v. 14, n. 34, p. 127–153, 27 abr. 2022.

GERBASE, A. E. *et al.* Gerenciamentos de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. **Química Nova**, v. 28, n. 1, p. 3-3, fev. 2005.

GUIMARÃES, M. **A dimensão ambiental na educação.** 3. ed. Campinas: Papirus, 2000.

IFES. Campus Aracruz. **Portaria n.º 80, de 24 de março de 2025.** Designa membros da Comissão de Reestruturação do PPC do Curso de Licenciatura em Química; atribui carga horária; com validade até 31 de dezembro de 2025. Aracruz, 2025.

IFES. **Regimento Interno nº 1, de 14 de dezembro de 2018.** Regimento Interno do Núcleo de Educação Ambiental (Nea) do Ifes Campus Aracruz. Aracruz, ES, 14 dez. 2018.

JARDIM, W. F. Gerenciamento de Resíduos Químicos Em Laboratórios de Ensino e Pesquisa. **Química Nova**, v. 21, n. 5, p. 671–673, out. 1998.

LAYRARGUES, P. P. Muito além da natureza: educação ambiental e reprodução social. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. **Pensamento complexo, dialética e educação ambiental**. 2 ed. São Paulo: Cortez, p. 72-103, 2011.

MACHADO, A. M. R.; SALVADOR, N. N. B. Norma de procedimentos para segregação, identificação, acondicionamento e coleta de resíduos químicos. UGR/CEMA/UFSCar, São Carlos. 40 p. 2005. Disponível em:
<https://analiticaqmresiduos.paginas.ufsc.br/files/2013/10/UFSCar.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2025.

PAULA, V. R. de; OTENIO, M. H. Manual de Gerenciamento de Resíduos Químicos. Juiz de Fora: **Embrapa**, 2018. 36 p. Disponível em:
<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1093598>. Acesso em: 28 jun. 2025.

SILVA, R. R. D.; MACHADO, P. F. L. Experimentação no ensino médio de química: a necessária busca da consciência ético-ambiental no uso e descarte de produtos químicos - um estudo de caso. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 14, n. 2, p. 233–249, 2008.

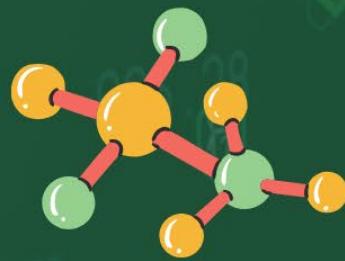
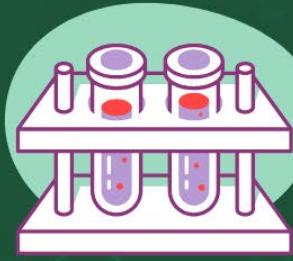
UFPE. **Guia Prático para Gerenciamento de Resíduos Químicos e Infectantes na UFPE.** 48 p. (s.d). Disponível em:
<https://www.ufpe.br/documents/40906/3374551/ANEXO+III+-+Guia+Res%C3%ADduos+Qu%C3%ADMicos+-+REVISADO+-+2017.pdf/09ddd26c-0911-4a86-b0c2-899a3a52f10f>. Acesso em: 28 jun. 2025.

UNICAMP. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos - FEA. Plano de Gestão de Resíduos Químicos - PGRQ. **Unicamp**, 2015. Disponível em: <https://www.fea.unicamp.br/sites/fea/files/PGRQ-FEA.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2024.

USP. **Cartilha de Orientação para Descarte de Resíduos na FMUSP.** 2023. Disponível em: https://www.fm.usp.br/pgrss/conteudo/cartilha_residuos_final.pdf. Acesso em: 28 jun. 2025

**APÊNDICE A - MANUAL DE TRATAMENTO E DESCARTE DE RESÍDUOS
QUÍMICOS EM LABORATÓRIOS DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DO
INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO – CAMPUS ARACRUZ**

MANUAL DE TRATAMENTO E DESCARTE DE RESÍDUOS



Autores: Marcella Piffer Zamprogno M. Barreiros

Prof. Dr. Fábio Pessoa Vieira

Prof. Dr. Jadielson Lucas da Silva Antônio

*“Não existe jogar fora. Sempre que jogamos alguma coisa
fora, ela precisa ir para algum lugar.”*

Annie Leonard

**Ativista ambiental americana, criadora do filme de
animação *The Story of Stuff* (2007)**

Sumário

APRESENTAÇÃO	3
1 O DESCARTE DE RESÍDUOS QUÍMICOS E A DIMENSÃO AMBIENTAL	4
2 5 R'S – REPENSAR, REDUZIR, REUTILIZAR, RECICLAR E RECUSAR	5
3 LEGISLAÇÃO VIGENTE	6
4 DEFINIÇÕES.....	7
4.1 RESÍDUOS QUÍMICOS.....	8
4.2 CLASSIFICAÇÃO CONFORME A ABNT	8
4.3 CLASSIFICAÇÃO CONFORME A RDC 222/2018.....	8
5 ETAPAS DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS EM	
LABORATÓRIOS DE ENSINO E PESQUISA.....	8
5.1 PLANEJAMENTO E MINIMIZAÇÃO NA ORIGEM	9
5.2 SEGREGAÇÃO E ACONDICIONAMENTO	10
5.3 ROTULAGEM E SINALIZAÇÃO.....	15
5.4 ARMAZENAMENTO TEMPORÁRIO	18
5.5 TRATAMENTO E DESTINAÇÃO FINAL.....	18
5.5.1 ORIENTAÇÕES GERAIS	18
5.5.2 Resíduos que Podem Descartados com Cuidado na Pia ou no Lixo	19
5.5.3 Resíduos que Não Devem Ser Descartados na Pia	22
5.5.3 Exemplos de Tratamentos de Resíduos que podem ser realizados nos	
laboratórios.....	23
6 BOAS PRÁTICAS DE SEGURANÇA E SUSTENTABILIDADE NO	
LABORATÓRIO BASEADAS NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA	24
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
REFERÊNCIAS.....	25
ANEXOS.....	27
ANEXO A - SUBSTITUIÇÕES DE PRODUTOS COM MENOR TOXICIDADE.	27
ANEXO B – MODELOS DE RÓTULO E FICHA DE SEGREGAÇÃO	28
ANEXO C – TABELA DE INCOMPATIBILIDADES QUÍMICAS	31
ANEXO D – FLUXOGRAMA DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS.....	33

APRESENTAÇÃO

Este manual foi elaborado como Produção Técnico-Tecnológica (PTT), vinculada ao Mestrado Profissional em Educação da Universidade Federal da Bahia (UFBA). A proposta surgiu a partir de uma pesquisa realizada no âmbito do curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal do Espírito Santo (Ifes) Campus Aracruz, que identificou a ausência de orientações sistematizadas para o tratamento e descarte de resíduos químicos articulados com a Educação Ambiental Crítica (EAC).

Diante disso, este material tem como objetivo orientar usuários de laboratórios de ensino, pesquisa e extensão sobre procedimentos seguros e ambientalmente responsáveis no manejo de resíduos químicos, atendendo as legislações vigentes, normas técnicas e boas práticas de segurança em laboratórios. Outrossim, pretende provocar reflexão e contribuir com o fortalecimento de uma cultura institucional de responsabilidade ambiental.

A estrutura do manual contempla orientações sobre a não geração, minimização, segregação, acondicionamento, armazenamento, tratamento local e destinação final dos resíduos, além de um fluxograma com as instruções básicas para o manejo adequado dos resíduos químicos.

Para além de seu caráter técnico-operacional, o manual adota uma abordagem formativa, alinhada aos princípios da Educação Ambiental Crítica (EAC), ou seja, parte-se do entendimento de que as escolhas realizadas em laboratório, da seleção de reagentes à destinação final dos resíduos, carregam implicações éticas, políticas e sociais. Nesse sentido, as orientações aqui reunidas convidam à reflexão sobre o consumo de recursos, a produção de resíduos e os impactos dessas práticas.

Com isso, pretende-se que o gerenciamento de resíduos químicos seja compreendido não somente como uma exigência normativa, mas como parte de uma prática educativa comprometida com a responsabilidade socioambiental. Espera-se que o manual contribua para a consolidação de uma formação mais crítica, ética e ambientalmente responsável.

1 O DESCARTE DE RESÍDUOS QUÍMICOS E A DIMENSÃO AMBIENTAL

Vivencia-se um tempo marcado pelo consumo acelerado e descarte quase automático. Essa lógica de funcionamento da sociedade afeta diretamente o meio ambiente e a qualidade de vida das pessoas. No dia a dia de instituições educacionais, essas questões podem parecer distantes, mas elas estão presentes em escolhas simples, inclusive dentro dos laboratórios de ensino, pesquisa e extensão.

Nos laboratórios de Química, é comum que as atividades experimentais gerem resíduos químicos, sobras de reagentes, soluções usadas, entre outros. Esses resíduos, se descartados de forma incorreta, podem causar sérios danos à saúde e ao meio ambiente. Por isso, o cuidado com o descarte não deve ser visto apenas como uma etapa final do experimento, mas como parte importante da formação de quem aprende e ensina Química.

Você que usa os laboratórios de Química já parou para pensar o que acontece com os resíduos químicos após a o término da aula? Para onde vão? Quem se responsabiliza por eles? Como esse descarte afeta o ambiente e a saúde coletiva?

Falar sobre o gerenciamento de resíduos químicos nos laboratórios é, antes de tudo, uma oportunidade de repensar as práticas cotidianas. Além de seguir regras técnicas de descarte, trata-se de compreender que cada ação, como escolher um reagente ou armazenar um resíduo, envolve decisões que podem (e devem) ser feitas com consciência ambiental crítica e responsabilidade social.

Este manual foi elaborado com o objetivo de orientar o tratamento e o descarte de resíduos químicos de forma segura e de acordo com a legislação, além de estimular a reflexão crítica sobre o papel das instituições de ensino e pesquisa na construção de uma cultura ambientalmente responsável.

2 5 R's – REPENSAR, REDUZIR, REUTILIZAR, RECICLAR E RECUSAR

Diante do compromisso deste manual de provocar a reflexão e a responsabilidade ambiental, começamos chamando atenção para a política dos 5 R's: **Repensar, Reduzir, Reutilizar, Reciclar e Recusar**. Esses princípios provocam uma postura responsável e crítica além de ser um motivador de reflexões no que diz respeito às práticas em laboratório. Veja como eles podem ser aplicados:

- **Repensar:** Antes de iniciar um experimento avalie se é possível usar menos reagentes. Existe uma opção menos tóxica dessa prática? Há alternativas mais seguras e que gerem menos impacto?
- **Reduzir:** Usar só o necessário. Isso inclui preparar apenas o volume que será usado, aplicar técnicas em microescala e evitar desperdícios ou repetições desnecessárias.
- **Reutilizar:** Sempre que possível, aproveite materiais que ainda podem ser usados sem comprometer a segurança, como vidrarias, soluções já prontas ou solventes recuperados.
- **Reciclar/Recuperar:** Em alguns casos, é possível o reaproveitamento de substâncias químicas presentes nos resíduos, como a recuperação de solventes (etanol, acetona) e a recuperação de alguns sais após evaporação.
- **Recusar:** No ambiente acadêmico, o “R” da recusa, significa desenvolver a capacidade crítica para identificar práticas que geram riscos desnecessários ou resíduos de difícil tratamento, refletindo sobre sua real necessidade. Também significa recusar práticas que normalizam o desperdício e o descompromisso com o ambiente, como a desatenção durante a realização dos experimentos que leva a repetição “desnecessária” e consequente maior geração de resíduos.

Essas orientações contribuem para que o laboratório seja um espaço formativo crítico, no qual a segurança, a sustentabilidade e a responsabilidade ambiental não se reduzem a normas de conduta, mas se articulam à construção de uma formação ética e transformadora.

3 LEGISLAÇÃO VIGENTE

Para garantir o manejo seguro e ambientalmente adequado dos resíduos químicos em ambientes de ensino, pesquisa e extensão, é fundamental considerar os principais marcos normativos que regem essa prática no Brasil:

Entre os principais documentos legais que orientam essas práticas, destacam-se:

- Lei nº 12.305/2010 – Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

Define resíduos sólidos como todo material descartado a partir de atividades humanas, inclusive líquidos, que, pelas suas características, não podem ser lançados diretamente em redes públicas ou corpos d’água. Essa definição abrange resíduos perigosos, exigindo destinação final adequada e tecnicamente viável.

- ABNT NBR 10004/2004 - Classificação de Resíduos Sólidos

Classifica os resíduos quanto à periculosidade: Classe I - Perigosos; Classe II A - Não inertes e Classe II B – Inertes.

- RDC 222/2018 da Anvisa

Estabelece as diretrizes para o gerenciamento de resíduos em serviços de saúde, sendo frequentemente utilizada como referência para o manuseio de resíduos de laboratórios de instituições de ensino e pesquisa. Os resíduos com risco químico estão inseridos no **Grupo B**⁷.

- Lei nº 9.795/1999 – Política Nacional de Educação Ambiental

Estabelece que a Educação Ambiental deve estar presente de forma integrada e contínua em todos os níveis e modalidades de ensino. Isso reforça que o gerenciamento de resíduos químicos também é uma prática educativa que se enquadra nessa temática.

⁷ De acordo com a RDC nº 222/2018, os resíduos de serviços de saúde são classificados em cinco grupos, sendo: **Grupo A** - resíduos com risco biológico; **Grupo B** - resíduos contendo produtos químicos perigosos (como reagentes de laboratório, medicamentos vencidos e substâncias inflamáveis ou tóxicas); **Grupo C** - rejeitos radioativos; **Grupo D** - resíduos comuns, sem risco biológico, químico ou radiológico, semelhantes aos domiciliares; **Grupo E** - resíduos perfurocortantes (agulhas, lâminas de bisturi).

4 DEFINIÇÕES

4.1 Resíduos Químicos

Resíduos químicos são materiais resultantes de atividades humanas, que, por sua composição, apresentam propriedades perigosas, como inflamabilidade, reatividade, corrosividade ou toxicidade, capazes de causar danos à saúde humana e ao meio ambiente (Conama, 2005; Anvisa, 2018). Esses resíduos podem estar presentes em diversos contextos, incluindo indústrias, serviços de saúde e instituições de ensino, pesquisa e extensão que utilizam substâncias químicas em atividades experimentais.

4.2 Classificação conforme a ABNT NBR 10004/2004

- **Classe I – Perigosos:** Resíduos que apresentam uma ou mais das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade. Exigem tratamento e destinação especial. Exemplos: solventes orgânicos, ácidos fortes, metais pesados, dentre outros.
- **Classe II A - Não perigosos e não inertes:** Podem sofrer biodegradação, combustão ou solubilização, com potencial impacto ambiental. Exemplos: soluções aquosas com sais, resíduos de detergentes.
- **Classe II B - Inertes:** Não apresentam solubilização significativa de substâncias tóxicas. Exemplos: vidraria quebrada.

4.3 Classificação conforme a RDC 222/2018

- **Grupo B - Resíduos com risco químico:** Incluem produtos químicos que apresentam risco à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposição específicos.
- **Grupo E - Materiais perfurocortantes:** Entre eles destacam-se lâminas de bisturi e lancetas, tubos capilares, ponteiras de micropipetas, lâminas e lamínulas, espátulas, utensílios de vidro quebrados e outros objetos similares que possam cortar ou perfurar.

5 ETAPAS DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS EM LABORATÓRIOS DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO

O gerenciamento de resíduos químicos, quando devidamente orientado, constitui uma prática com elevado potencial educativo para a formação de uma cidadania ambientalmente responsável e ética. Essa abordagem permite aproximar os estudantes das implicações ambientais e sociais da ciência, promovendo a compreensão de que cada ação no laboratório possui reflexos no meio ambiente e na sociedade.

Cada etapa do gerenciamento, ao ser conduzida de forma consciente, representa uma oportunidade para que professores, técnicos e estudantes reflitam criticamente sobre a geração de resíduos e assumam responsabilidades frente à crise ambiental contemporânea. Assim, o processo deixa de ser apenas uma exigência normativa ou técnica e se transforma em um instrumento de formação integral.

As etapas apresentadas a seguir estão alinhadas à hierarquia de gestão de resíduos, prevista no artigo 9º da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), que estabelece uma ordem de prioridade com o objetivo de minimizar impactos ambientais e maximizar o aproveitamento dos recursos contidos nos resíduos. Essa hierarquia é composta por seis etapas, que devem ser aplicadas sempre que possível: não geração, redução, reutilização, reciclagem/recuperação, tratamento dos resíduos e disposição final ambientalmente adequada.

5.1 Planejamento e minimização na origem

A etapa mais importante da gestão de resíduos químicos acontece antes mesmo de sua geração: o planejamento das atividades experimentais. Logo, refletir de forma antecipada e crítica sobre os impactos ambientais de cada escolha feita no laboratório demonstra compromisso ético e responsabilidade socioambiental.

Nesse momento, é fundamental tomar decisões conscientes, como revisar os roteiros experimentais, optar por reagentes menos agressivos e dimensionar adequadamente as quantidades a serem utilizadas. Incorporar estratégias de minimização desde a origem estimula nos estudantes a compreensão de que toda prática científica carrega valores, impactos e responsabilidades.

Entre as principais ações de minimização, destaca-se a substituição de substâncias perigosas por alternativas menos nocivas, sempre que possível (algumas sugestões estão apresentadas no Anexo A). Outra ação eficaz é a escolha de experimentos em menor escala em tubos de ensaio, que mantêm a aprendizagem e reduzem o volume de resíduos, além disso, a elaboração de experimentos em série, onde o produto de uma prática é aproveitado como reagente na próxima, pois representa uma solução criativa para diminuir desperdícios e promover uma abordagem integrada do conhecimento químico. Recomenda-se, ainda, a elaboração de apostilas fixas com roteiros das disciplinas experimentais, possibilitando prever os resíduos que serão gerados, e, consequentemente, planejar de forma mais eficiente as ações para mitigação de impactos ambientais.

Embora a adoção dessas práticas não elimine completamente a geração de resíduos, ela reduz significativamente seu volume e toxicidade, contribuindo para uma gestão segura, sustentável e alinhada aos princípios da Educação Ambiental Crítica.

5.2 Segregação e Acondicionamento

Após a etapa de planejamento para a não geração e minimização do resíduo, o primeiro passo para lidar corretamente com resíduos químicos que foram gerados é entender que eles não podem ser misturados aleatoriamente, já que cada resíduo tem propriedades específicas que determinam os riscos associados ao seu descarte. Misturar resíduos incompatíveis pode gerar reações perigosas, além de dificultar o tratamento e a destinação final.

Por isso, é fundamental realizar a segregação, ou seja, separar os resíduos quando são gerados, de acordo com seu grupo químico. De forma prática, isso significa organizar os resíduos de aula e pesquisa em recipientes identificados por categorias.

Além da segregação, é necessário garantir o acondicionamento adequado dos resíduos, ou seja, armazená-los em recipientes compatíveis com suas características físico-químicas. A escolha correta do recipiente evita vazamentos, reações indesejadas e facilita o transporte e o armazenamento temporário do resíduo até a disposição final.

Nos laboratórios de ensino, pesquisa e extensão, os recipientes mais comuns para acondicionamento de resíduos são:

- **Frascos de vidro âmbar:** indicados principalmente para resíduos orgânicos. Devem possuir tampa com boa vedação.

Figura 1 – Exemplo de frasco de vidro âmbar para segregação de resíduo.



Fonte: Imagem da autora.

- **Frascos de polietileno (PEAD) ou polipropileno (PP):** ideais para resíduos aquosos, ácidos, básicos e oxidantes. Devem possuir tampa com boa vedação.

Figura 2 – Exemplo de frasco de PEAD para segregação de resíduos.



Fonte: Imagem da autora.

- **Caixa coletora de material perfurocortante:** ideal para vidraria quebrada e demais resíduos perfurocortantes.

Figura 3 – Exemplo de caixa coletora de material perfurocortante.



Fonte: Imagem da autora.

Todos os frascos devem ser mantidos fechados, rotulados e posicionados longe de fontes de calor, preferencialmente em locais ventilados e sinalizados. É importante, também, que os resíduos sejam adicionados sempre com auxílio de funis e com o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's), evitando o contato direto com as substâncias. As caixas coletoras devem ser lacradas sempre que atingirem o limite de armazenamento.

Sugere-se, para o Ifes campus Aracruz, as seguintes categorias de resíduos químicos:

Quadro 1 - Grupos Químicos sugeridos para segregação de resíduos

Grupo de Resíduo	Exemplos Comuns	Tipo de Frasco Recomendado	Observações Importantes
Orgânicos halogenados	Todos os solventes e misturas contendo solventes halogenados (clorofórmio, diclorometano, tetracloreto de	Armazenar em frascos de vidro âmbar.	Armazenar separadamente dos não-halogenados. Nunca descartar na pia.

	carbono, tricloroetano etc.).		
Orgânicos não halogenados	Etanol, metanol, acetona, butanol, hidrocarbonetos (pentano, hexano, xileno, tolueno e derivados etc.), ésteres e éteres (acetato de etila, éter etílico etc.).	Armazenar em frascos plásticos ou de vidro âmbar.	Armazenar separadamente dos halogenados. Nunca descartar na pia.
Fenol	Soluções com fenol.	Armazenar em frascos de vidro âmbar.	Extremamente tóxico. Separar de outros grupos. Nunca descartar na pia.
Soluções aquosas com metais pesados	Soluções contendo metais pesados. Observe que é necessário segregar cada metal em um frasco diferente.	Usar frascos separados por tipo de metal.	Nunca descartar na pia.
Resíduo contendo Mercúrio (Hg)	Soluções contendo mercúrio.	Armazenar em frascos plásticos compatíveis.	Nunca descartar na pia.
Resíduo contendo Prata (Ag)	Soluções contendo prata.	Armazenar em frascos vidro âmbar.	Nunca descartar na pia.
Resíduo contendo Cromo (Cr)	Soluções contendo cromo.	Armazenar em frascos de vidro ou plásticos compatíveis.	Nunca descartar na pia.
Ácidos fortes	Ácido sulfúrico, nítrico, clorídrico (concentrados ou diluídos).	Armazenar em frascos plásticos compatíveis.	Evitar mistura com outros grupos. Pode ser neutralizado e descartado na pia.
Bases fortes	Hidróxido de sódio, potássio (soluções concentradas ou diluídas).	Armazenar em frascos plásticos compatíveis.	Pode ser neutralizado e descartado na pia.
Oxidantes	Hipocloritos, cloratos, bromatos, iodatos, periodatos, peróxidos e hidroperóxidos	Armazenar em Frascos de vidro.	Reativos. Evitar contato com materiais combustíveis.

	inorgânicos, cromatos, dicromatos, molibdatos, manganatos e permanganatos.		
Redutores	Sulfitos, tiossulfato.	Armazenar em Frascos de plástico.	Sensíveis ao oxigênio e calor. Armazenar em local ventilado.
Misturas não classificadas	Soluções residuais não identificadas	Armazenar em Frascos de plástico.	Evitar misturar com qualquer outro grupo até caracterização e orientação técnica.
Resíduo sólido químico	Papel contaminado, Papel de filtro, compostos sólidos	Armazenar em recipiente adequado devidamente identificado.	Nunca descartar no lixo comum. Sempre encaminhar para disposição adequada por empresa especializada.
Perfurocortantes	Vidraria Quebrada	Armazenar em caixa coletora do tipo descarpack	

Fonte: UNESP (2002); Machado e Salvador (2005); USP (sd); Paula (2018); adaptado pela autora.

5.2.1 Resíduos de Química Analítica Qualitativa

As práticas de Química Analítica Qualitativa geram resíduos de elevada complexidade, devido à variedade de substâncias utilizadas nas marchas analíticas de identificação de cátions e ânions. Esses resíduos incluem metais pesados como chumbo, mercúrio, cádmio, prata e crômio (entre outros), que são tóxicos, bioacumulativos e não podem ser eliminados por processos simples de destruição (Abreu & Iamamoto, 2003).

Orientações para o gerenciamento:

- Os resíduos devem ser **segregados por grupo de cátions**, acompanhando a lógica da marcha analítica. Essa estratégia reduz a quantidade de frascos e facilita o controle do manejo, evitando a inviabilidade operacional de armazenar cada resíduo separadamente.
- Recomenda-se a supressão experimental de alguns cátions de comportamento semelhante (ex.: Sr^{2+} , Zn^{2+} , Co^{2+} , Bi^{3+}), mantendo apenas a abordagem teórica de suas propriedades. Essa prática minimiza a geração de resíduos sem prejuízo ao aprendizado, conforme apontado em estudo realizado por Abreu et al. (2006).

- Deve-se reforçar que resíduos contendo metais pesados não podem ser descartados em pia ou rede de esgoto e o encaminhamento deve sempre considerar alternativas de recuperação, inertização ou disposição por empresa especializada.

Figura 3 - Segregação de grupo de cátions.



Fonte: Imagem da autora.

A segregação proposta, tanto no quadro 1 quanto para a disciplina de Química Analítica Qualitativa, deve ser criteriosamente seguida pelos usuários dos laboratórios para a garantia do descarte ambientalmente correto dos resíduos, podendo ser adaptada e ampliada com novos grupos de segregação, conforme as especificidades de cada experimento realizado no laboratório. Essa prática representa um compromisso com a minimização de riscos e impactos ambientais, e, ao mesmo tempo, pode viabilizar que alguns resíduos sejam tratados ou neutralizados no próprio ambiente de trabalho, como é o caso de ácidos e bases, reduzindo o volume de resíduos químicos que necessitam de destinação por empresa especializada.

É importante lembrar que o gerador do resíduo é responsável por sua segregação adequada e pelo tratamento, quando aplicável. Para isso, frascos de segregação padronizados deverão estar disponíveis nos laboratórios e, caso haja necessidade, poderão ser disponibilizados frascos adicionais para atender demandas específicas.

5.3 Rotulagem e sinalização

Após a etapa de segregação e acondicionamento, rotular adequadamente os resíduos químicos é fundamental para segurança e responsabilidade coletiva, pois, ao garantir que cada recipiente esteja identificado de forma clara e padronizada, contribui-se para a proteção de todos

os envolvidos nas atividades do laboratório, além de favorecer o descarte correto e responsável dos resíduos químicos. Inclusive, informações claras nos recipientes ajudam a evitar misturas perigosas e orientam o encaminhamento posterior.

Para isso, recomenda-se a utilização de um modelo de rótulo padrão, que deve conter, no mínimo:

- Nome do resíduo (grupo químico);
- Composição aproximada;
- Data de início de uso do frasco;
- Estado Físico;
- Local de origem (ex.: disciplina ou laboratório);
- Diagrama de Hommel.

O diagrama de Hommel é um sistema visual de identificação rápida dos perigos associados a um produto químico (NFPA, 2017; Machado; Salvador, 2005). Ele é composto por um losango dividido em quatro quadrantes coloridos, cada um representando um tipo de risco:

- **Azul (Saúde):** indica o risco à saúde humana, variando de 0 (nenhum perigo) a 4 (perigo grave ou morte).
- **Vermelho (Inflamabilidade):** indica o nível de inflamabilidade da substância, de 0 (não inflamável) a 4 (extremamente inflamável).
- **Amarelo (Reatividade):** indica o risco de reações perigosas, de 0 (estável) a 4 (pode explodir).
- **Branco (Riscos Específicos):** usado para informações adicionais, como “OX” (oxidante), “ACID” (ácido), “ALK” (base), “COR” (corrosivo) ou “W” (reage com água).

Sempre consulte o frasco do reagente ou a Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico (FISPQ) para atribuir os valores corretos. Essa informação deve estar visível no rótulo para garantir o manuseio e o descarte seguros.

O anexo B apresenta uma versão modelo do rótulo para impressão.

Figura 4 - Diagrama de Hommel.

	Riscos à Saúde	Inflamabilidade
4 - Letal	4 - Abaixo de 23°C	
3 - Muito Perigoso	3 - Abaixo de 38°C	
2 - Perigoso	2 - Abaixo de 93°C	
1 - Risco Leve	1 - Acima de 93°C	
0 - Material Normal	0 - Não queima	
Riscos Específicos	Reatividade	
OX - Oxidante	4 - Pode explodir	
ACID - Ácido	3 - Pode explodir com choque mecânico ou calor	
ALK - Álcali (Base)	2 - Reação química violenta	
COR - Corrosivo	1 - Instável se aquecido	
W - Não misture com água	0 - Estável	

Fonte: Machado e Salvador (2005).

Figura 5 - Exemplo de frasco de resíduo rotulado.



Fonte: Imagem da autora.

Figura 6 - Exemplo do rótulo de segregação de resíduo preenchido.



Fonte: Imagem da autora.

5.4 Armazenamento temporário

Os resíduos químicos devem ser mantidos em recipientes adequados e encaminhados para um abrigo específico para armazenamento. Para garantir a segurança, é fundamental evitar o acúmulo excessivo de frascos contendo resíduos, pois mesmo os resíduos não recuperáveis devem ser acondicionados em frascos adequados, devidamente rotulados, até que possam ser encaminhados para tratamento ou disposição final.

Periodicamente, a instituição deve realizar a contratação de empresa especializada, responsável pela destinação e disposição ambientalmente adequada dos resíduos químicos acumulados.

5.5 Tratamento e destinação final

5.5.1 Orientações Gerais

O tratamento dos resíduos químicos na própria fonte de geração é uma etapa estratégica do gerenciamento, pois contribui para a redução do volume acumulado e evita o armazenamento prolongado de substâncias perigosas. Quando realizado com responsabilidade e de acordo com orientações técnicas, o tratamento prévio pode permitir que determinados resíduos, após neutralização ou diluição segura, sejam descartados diretamente na rede sanitária, sem comprometer a saúde humana nem o meio ambiente.

Faz-se importante destacar que nem todos os resíduos podem ser tratados localmente, e que tais procedimentos devem sempre considerar a natureza do resíduo, a legislação vigente e as orientações institucionais. Nos casos em que o tratamento prévio for possível, ele deve ser realizado com planejamento, uso adequado de EPI's e supervisão técnica.

5.5.2 Resíduos que podem ser descartados com cuidado na pia ou no lixo

Nem todo resíduo químico apresenta risco significativo, e, quando não classificado como perigoso (ABNT, 2004), pode ser encaminhado como resíduo comum. Ainda assim, é fundamental ter atenção no manejo desses compostos, e, em caso de dúvidas quanto à periculosidade, não realizar o descarte no lixo ou na rede de esgoto, e buscar orientação do servidor responsável (técnico ou docente). Quando o descarte em lixo comum ou esgoto for realmente a opção mais adequada, as regras específicas devem ser seguidas com rigor.

- Líquidos:

Quadro 2 - Resíduo Químicos Líquidos que podem ser descartados na rede de esgoto.

Categoria	Exemplos	Observações
Sulfatos e carbonatos	Sódio, potássio, magnésio, cálcio, estrôncio, bário, amônio.	O descarte deve ser realizado sob água corrente, somente após diluição mínima de 100 vezes e sob água corrente para evitar concentrações elevadas na rede de esgoto. Evitar volumes diários superiores a 100 g ou 100 mL por laboratório.
Cloreto	Sódio, potássio, magnésio.	O descarte deve ser realizado sob água corrente, somente após diluição mínima de 100 vezes e sob água corrente para evitar concentrações elevadas na rede de esgoto. Evitar volumes diários superiores a 100 g ou 100 mL por laboratório.
Fluoretos	Fluoreto de cálcio.	O descarte deve ser realizado sob água corrente, somente após diluição mínima de 100 vezes e sob água corrente para evitar concentrações elevadas na rede de esgoto. Evitar volumes diários superiores a 100 g ou 100 mL por laboratório.
Boratos	Sódio, potássio, magnésio, cálcio.	O descarte deve ser realizado sob água corrente, somente após diluição mínima de 100 vezes e sob água corrente para evitar concentrações elevadas na rede de esgoto. Evitar volumes diários superiores a 100 g ou 100 mL por laboratório.
Óxidos	Boro, magnésio, cálcio, estrôncio, silício, titânio, manganês, cobre, zinco, alumínio, ferro, cobalto.	O descarte deve ser realizado sob água corrente, somente após diluição mínima de 100 vezes e sob água corrente para evitar concentrações elevadas na rede de esgoto. Evitar

		volumes diários superiores a 100 g ou 100 mL por laboratório.
Ácidos e bases inorgânicos (neutralizados)	HCl, H ₂ SO ₄ , HNO ₃ , NaOH, KOH, NH ₄ OH.	Neutralizar previamente até pH 6–8. O descarte deve ser realizado sob água corrente, somente após diluição mínima de 100 vezes e sob água corrente para evitar concentrações elevadas na rede de esgoto. Evitar volumes diários superiores a 100 g ou 100 mL por laboratório.
Compostos orgânicos naturais	Soluções de proteínas, aminoácidos, açúcares.	O descarte deve ser realizado sob água corrente, somente após diluição mínima de 100 vezes e sob água corrente para evitar concentrações elevadas na rede de esgoto. Evitar volumes diários superiores a 100 g ou 100 mL por laboratório.
Soluções-tampão	-	O descarte deve ser realizado sob água corrente, somente após diluição mínima de 100 vezes e sob água corrente para evitar concentrações elevadas na rede de esgoto. Evitar volumes diários superiores a 100 g ou 100 mL por laboratório.

Fonte: UNESP (2002); Machado e Salvador (2005); USP (sd); Paula (2018); adaptado pela autora.

Obs.: apesar do fosfato (PO_4^{3-}) não ter alta toxicidade, deve ser evitado o descarte na pia por risco de eutrofização (contribui para o excesso de nutrientes em corpos d'água e pode acelerar o crescimento de algas e cianobactérias. Isso leva à diminuição do oxigênio dissolvido e à morte de peixes e outros organismos aquáticos).

- Sólidos:

Quadro 3 – Resíduos Químicos Sólidos que podem ser descartados no lixo.

Categoría	Exemplos	Observações
Orgânicos	<ul style="list-style-type: none"> - Enzimas. - Açúcares (sacarose, glicose, frutose). - Amido. - Aminoácidos e sais de ocorrência natural. - Ácido cítrico e seus sais de Na, K, Mg, Ca, NH₄. - Ácido láctico e seus sais de Na, K, Mg, Ca, NH₄. - Meio biológico seco. 	Não podem estar contaminados com outros produtos.
Inorgânicos	<ul style="list-style-type: none"> - Sulfatos: Na, K, Mg, Ca, Sr, NH₄. - Carbonatos: Na, K, Mg, Ca, Sr, NH₄. - Óxidos: B, Mg, Ca, Sr, Al, Si, Ti, Mn, Fe, Co. - Cloreto: Ca, Na, K, Mg, NH₄. - Borato: Na, K, Mg, Ca. - Fosfato: Na, K, Mg, Ca, Sr, Ba, NH₄. 	Garantir ausência de metais pesados ou solventes orgânicos.

Fonte: UNESP (2002); Machado e Salvador (2005); USP (sd); Paula (2018); adaptado pela autora.

Importante:

Esses resíduos só podem ser descartados na pia ou lixo quando não estiverem misturados a substâncias perigosas, como solventes orgânicos, metais pesados, ácidos ou bases concentrados, corantes tóxicos ou compostos voláteis. É importante sempre utilizar água corrente abundante e seguir as orientações da coordenadoria de laboratórios ou servidor responsável (docente ou técnico).

5.4.3 Resíduos que não devem ser descartados na pia

Quadro 4 - Resíduos Químicos que Não Devem Ser Descartados na Pia.

Grupo de Resíduo	Exemplos Comuns	Motivo para Proibição
Compostos orgânicos voláteis	Acetona, etanol, metanol, éteres.	São inflamáveis, tóxicos por inalação e podem liberar vapores perigosos.
Soluções contendo metais pesados	Mercúrio, cádmio, prata, arsênio, bário, cobre, chumbo, manganês, molibdênio, níquel, ósmio, tálio, zinco.	Altamente tóxicos e bioacumulativos. Contaminam o solo e os corpos d'água mesmo em pequenas quantidades.
Ácidos ou bases concentradas	Ácido sulfúrico, ácido nítrico, hidróxido de sódio, hidróxido de potássio concentrados.	Corrosivos, representam risco à integridade da rede de esgoto e à segurança dos usuários além de alterar o pH afetando a vida aquática e qualidade da água.
Compostos malcheirosos ou reativos com água	Compostos sulfurosos, aminas, cianetos, sulfetos.	Podem gerar gases tóxicos ou inflamáveis e desencadear reações perigosas em contato com a água.
Substâncias tóxicas e/ou carcinogênicas	Fenol, hidrazina, acrilamida, formamida.	Apresentam alto risco à saúde e ao meio ambiente. Algumas são mutagênicas ou cancerígenas.
Materiais contaminados com produtos químicos	Papel filtro usado, luvas descartáveis contaminadas, sílica.	Podem conter resíduos perigosos adsorvidos. Devem ser tratados como resíduos sólidos químicos.

Fonte: UNESP (2002); Machado (2005); USP (sd); Paula (2018); adaptado pela autora.

5.5.3 Exemplos de tratamentos de resíduos que podem ser realizados nos laboratórios

Quadro 5 - Tratamentos de Resíduos Químicos que podem ser realizados nos laboratórios.

Tipo de Resíduo	Exemplo(s)	Tratamento Recomendado	Destino Após Tratamento
Ácidos	Clorídrico, sulfúrico, nítrico, acético, perclórico, etc.	Neutralizar com base (NaOH 0,1 mol/L ou bicarbonato de sódio) até pH 6–8	Descarte na pia com água.
Bases	Soluções de hidróxidos e amônia.	Neutralizar com ácido fraco ou diluído (HCl)	Descarte na pia com água.

		ou ácido acético) até pH 6–8.	
Agentes oxidantes	Permanganato ($KMnO_4$), hipoclorito ($NaOCl$), peróxidos.	Reducir com tiosulfato de sódio até desaparecimento da cor.	Descartar na pia com diluição.
Soluções com mercúrio (Hg^{2+})	Soluções contendo mercúrio (Hg^{2+}).	Ajustar pH > 10 com NaOH 10%. Deixar repousar 12h, filtrar e verificar precipitação com sulfeto (Na_2S ou CaS). Recolher o precipitado (hidróxido/sulfeto) em recipientes separados. Diluir o sobrenadante e descartar no esgoto.	Descartar o sobrenadante na pia com diluição.
Soluções contendo cromo (Cr^{6+})	Soluções contendo cromatos (CrO_4^{2-}) e dicromatos ($Cr_2O_7^{2-}$).	Ajustar pH da solução para < 3 com H_2SO_4 3 $mol \cdot L^{-1}$. Adicionar tiosulfato de sódio, sob agitação, até mudança de cor de laranja (Cr^{6+}) para verde (Cr^{3+}). Elevar pH para 9–10 adicionando NaOH 3 $mol \cdot L^{-1}$. Evaporar a solução até quase secura, ou deixar decantar por até 1 semana. Filtrar o precipitado ($Cr(OH)_3$). Testar o sobrenadante para confirmar ausência de Cr. Armazenar o precipitado em frasco plástico com tampa e rótulo.	Neutralizar e descartar o sobrenadante na pia com água corrente.

Fonte: UNESP (2002); Machado (2005); USP (sd); Paula (2018); adaptado pela autora.

6 BOAS PRÁTICAS DE SEGURANÇA E SUSTENTABILIDADE NO LABORATÓRIO BASEADAS NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA

A segurança no laboratório e o cuidado com o meio ambiente caminham juntos e demonstram responsabilidade coletiva, ética profissional e consciência socioambiental. Além da conduta adequada para as normas de segurança quanto às técnicas básicas de laboratório e uso de EPI's e EPC's, adotar boas práticas no uso, tratamento e descarte de substâncias químicas é parte essencial da formação de profissionais comprometidos com uma ciência que prioriza a vida.

No contexto da EAC, as práticas em laboratórios devem ser compreendidas como espaços formativos que são oportunidades para refletir sobre os impactos das atividades humanas no ambiente, os riscos ocupacionais, as desigualdades no acesso à ciência e os modos como reproduzimos (ou transformamos) lógicas de consumo, descarte e invisibilização dos resíduos.

Adotar essas práticas é, também, formar-se como educador (a) e profissional comprometido (a) com a construção de uma cultura de segurança e de responsabilidade ambiental nos espaços de ensino, pesquisa e extensão que repercute para outras esferas da sociedade.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este manual foi elaborado com o propósito de contribuir para a formação de estudantes da área de Química, no que se refere ao manejo consciente de resíduos químicos em laboratórios de ensino, pesquisa e extensão. Ao longo do conteúdo, buscou-se apresentar orientações práticas, viáveis e seguras, sem perder de vista a dimensão crítica que envolve o gerenciamento de resíduos no contexto educativo.

Na perspectiva da Educação Ambiental Crítica, tratar o resíduo como tema gerador é uma oportunidade de problematizar o modelo de produção e descarte vigente, de desenvolver a autonomia dos sujeitos em formação e de fomentar práticas pedagógicas que conectem o ensino de Química às urgências ambientais do presente.

Com isso, espera-se que este manual auxilie nas decisões técnicas dentro dos laboratórios e inspire uma atuação mais crítica, ética e transformadora nos diferentes espaços de atuação profissional dos futuros profissionais da Química.

REFERÊNCIAS

ABNT NBR 10004:2004. **Resíduos sólidos – Classificação.** Disponível em: <https://analiticaqmresiduos.pginas.ufsc.br/files/2014/07/Nbr-10004-2004-Classificacao-De-Residuos-Solidos.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2025.

ABNT NBR 16725:2023. **Resíduo químico perigoso - Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente - Ficha com dados de segurança de resíduos (FDSR)** e rotulagem. Disponível em: <https://www.target.com.br/produtos/normas-tecnicas/42162/nbr16725-residuo-quimico-perigoso-informacoes-sobre-seguranca-saude-e-meio-ambiente-ficha-com-dados-de-seguranca-de-residuos-fdsr-e-rotulagem>. Acesso em: 28 jun. 2025.

ABREU, D. G. D. et al. Uma Proposta Para o Ensino Da Química Analítica Qualitativa. **Química Nova**, v. 29, n. 6, p. 1381–1386, dez. 2006.

ABREU, D. G. D.; IAMAMOTO, Y. Relato de uma experiência pedagógica no ensino de química: formação profissional com responsabilidade ambiental. **Química Nova**, v. 26, n. 4, p. 582–584, ago. 2003.

ANVISA. **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. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2018/rdc0222_28_03_2018.pdf. Acesso em: 28 jun. 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/lei/l12305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm). Acesso em: 28 jun. 2025.

CONAMA. **Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005.** Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=453. Acesso em: 28 jun. 2025.

MACHADO, A. M. R.; SALVADOR, N. N. B. NR 01/UGR – **Normas de procedimentos para segregação, identificação, acondicionamento e coleta de resíduos químicos.** São Carlos: UFSCar, Unidade de Gestão de Resíduos, 2005. 36 p.

NFPA. NFPA 704: Standard System for the Identification of the Hazards of Materials for Emergency Response. Quincy, MA: National Fire Protection Association, 2017.

PAULA, V. R. de. Manual de gerenciamento de resíduos químicos / Editor Técnico, Vanessa Romário de Paula. – Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2018.

UFPE. ANEXO III - **Guia Resíduos Químicos - REVISADO - 2017.** Disponível em: <https://www.ufpe.br/documents/40906/3374551/ANEXO+III+>

[+Guia+Res%C3%ADduos+Qu%C3%ADmicos+-+REVISADO+-+2017.pdf/09ddd26c-0911-4a86-b0c2-899a3a52f10f](#). Acesso em: 28 jun. 2025.

UFSC. Guia prático de descarte de resíduos. Disponível em:
https://gestaoderesiduos.ufsc.br/files/2016/02/Butantan_guia_pratico.pdf. Acesso em: 28 jun. 2025.

UNESP. Instituto de Química. Gerenciamento de resíduos químicos. Normas Gerais – revisão 2002. Araraquara, 2002. 19 p. Aprovada pela Congregação do IQ/UNESP em dezembro/2002. Disponível em:
https://www.sorocaba.unesp.br/Home/CIPA/normas_gerenciamento.pdf. Acesso em: 28 jun. 2025.

UNICAMP. Normas de Gerenciamento de Resíduos Químicos do Instituto de Química. Disponível em: <https://www.iqm.unicamp.br/arquivos/normasResiduos.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2025.

USP. Cartilha de Orientação para Descarte de Resíduos na FMUSP. 2023. Disponível em:
https://www.fm.usp.br/pgrss/conteudo/cartilha_residuos_final.pdf. Acesso em: 28 jun. 2025

ANEXOS

Anexo A - Substituições de produtos com menor toxicidade.

Quadro 6 - Substituições de produtos com menor toxicidade.

Produto	Substituições Sugeridas
Benzeno	Ciclohexano, Tolueno
Clorofórmio, Tetracloreto de Carbono, Tricloroetileno	Diclorometano
1,4-Dioxano	Tetraidrofurano
n-Hexano, n-Pentano	n-Heptano
Acetonitrila	Acetona
N,N-Dimetilformamida	N-Metilpirrolidina
Etilenoglicol	Propilenoglicol
Metanol	Etanol

Fonte: UFPE (2017).

Anexo B – Modelos de rótulo e ficha de segregação

Figura 2 – Rótulo de Resíduo Químico

 INSTITUTO FEDERAL
Espírito Santo
Campus Aracruz

RESÍDUO QUÍMICO

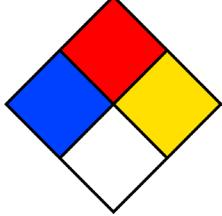
Grupo de Resíduo: _____

Composição aproximada: _____

Estado Físico: () Líquido () Sólido

Data de início do uso do frasco: ____ / ____ / ____

Local de origem do resíduo: _____



Riscos à Saúde <ul style="list-style-type: none">• 4 - Leta• 3 - Muito Perigoso• 2 - Perigoso• 1 - Risco Leve• 0 - Material Normal	Inflamabilidade <ul style="list-style-type: none">• 4 - Abaixo de 23°C• 3 - Abaixo de 38°C• 2 - Abaixo de 93°C• 1 - Acima de 93°C• 0 - Não queima
Riscos Específicos <ul style="list-style-type: none">• OX - Oxidante• ACID - Ácido• ALK - Álcali (Base)• COR - Corrosivo• W - Não misture com água	Reatividade <ul style="list-style-type: none">• 4 - Pode explodir• 3 - Pode explodir com choque mecânico ou calor• 2 - Reação química violenta• 1 - Instável se aquecido• 0 - Estável

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 3 – Rótulo de Produto Químico Preenchido



Fonte: Elaborado pela autora.

Anexo C – Tabela de incompatibilidades químicas

Esta tabela apresenta substâncias que não devem ser misturadas em hipótese alguma, devido ao risco de reações perigosas, como explosões, liberação de gases tóxicos ou fogo. Ela segue os critérios da RDC nº 222/2018 da Anvisa e deve ser utilizada como referência na organização e segregação de resíduos químicos.

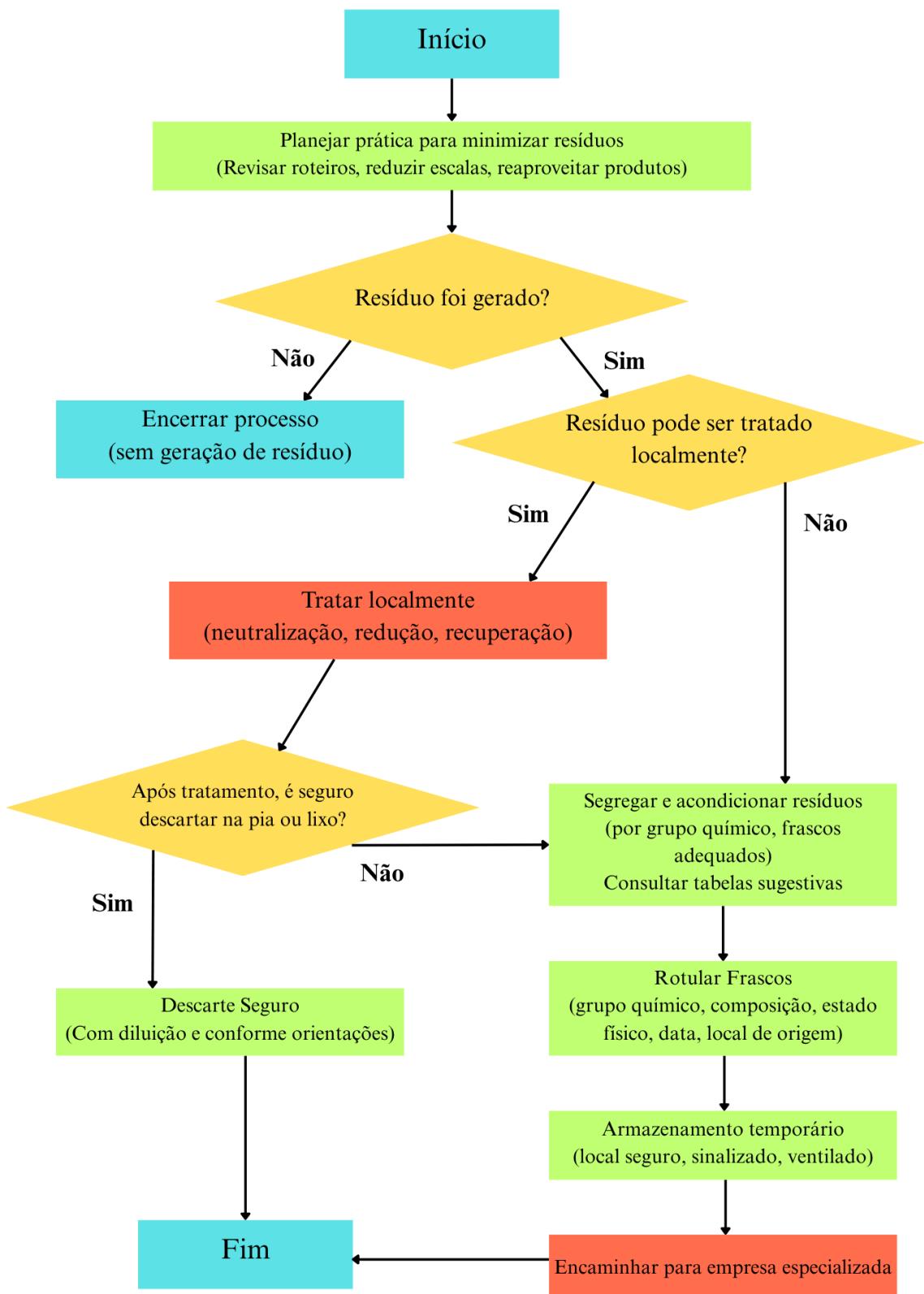
Substância	Incompatibilidade química
Acetileno	Cloro, Bromo, Flúor, Cobre, Prata, Mercúrio.
Ácido acético	Ácido crômico, ácido perclórico, peróxidos, permanganatos, ácido nítrico, etilenoglicol.
Acetona	Misturas de ácidos sulfúrico e nítrico concentrados, Peróxido de hidrogênio.
Ácido crômico	Ácido acético, naftaleno, cânfora, glicerol, terebintina, álcool, outros líquidos inflamáveis.
Ácido hidrociânico	Ácido nítrico, ácalis.
Ácido fluorídrico anidro, fluoreto de hidrogênio	Amônia (aquosa ou anidra).
Ácido nítrico concentrado	Ácido cianídrico, anilinas, Óxidos de cromo VI, Sulfeto de hidrogênio, líquidos e gases combustíveis, ácido acético, ácido crômico.
Ácido oxálico	Prata e Mercúrio.
Ácido perclórico	Anidrido acético, álcoois, Bismuto e suas ligas, papel, madeira.
Ácido sulfúrico	Cloratos, percloratos, permanganatos e água.
Alquil alumínio	Água.
Amônia anidra	Mercúrio, Cloro, hipoclorito de cálcio, Iodo, Bromo, ácido fluorídrico.
Anidrido acético	Compostos contendo hidroxila tais como etilenoglicol, ácido perclórico.
Anilina	Ácido nítrico, peróxido de hidrogênio.
Azida sódica	Chumbo, Cobre e outros metais.
Bromo e Cloro	Benzeno, hidróxido de amônia, benzina de petróleo, Hidrogênio, acetileno, etano, propano, butadienos, pós-metálicos.
Carvão ativo	Dicromatos, permanganatos, ácido nítrico, ácido sulfúrico, hipoclorito de sódio.
Cloro	Amônia, acetileno, butadieno, butano, outros gases de petróleo, Hidrogênio, carbeto de sódio, terebintina, benzeno, metais finamente divididos, benzinas e outras frações de petróleo.
Cianetos	Ácidos e ácalis.
Cloratos, Percloratos	Sais de amônio, ácidos, metais em pó, materiais orgânicos particulados, substâncias combustíveis.
Cobre metálico	Acetileno, peróxido de hidrogênio, azidas.
Dióxido de cloro	Amônia, metano, fósforo, sulfeto de hidrogênio.
Flúor	Manter isolado de outros produtos químicos.

Fósforo	Enxofre, compostos oxigenados, cloratos, percloratos, nitratos, permanganatos.
Halogênios (flúor, cloro, bromo e iodo)	Amônia, acetileno e hidrocarbonetos.
Hidrazida	Peróxido de hidrogênio, ácido nítrico e outros oxidantes.
Hidrocarbonetos (butano, propano, tolueno)	Ácido crômico, Flúor, Cloro, Bromo, peróxidos.
Iodo	Acetileno, hidróxido de amônio, Hidrogênio.
Líquidos inflamáveis	Ácido nítrico, nitrato de amônio, óxido de cromo VI, peróxidos, Flúor, Cloro, Bromo, Hidrogênio.
Mercúrio	Acetileno, ácido fulmínico, amônia.
Metais alcalinos	Dióxido de carbono, tetracloreto de carbono, outros hidrocarbonetos clorados.
Nitrato de amônio	Ácidos, pós-metálicos, líquidos inflamáveis, cloretos, Enxofre, compostos orgânicos em pó.
Nitrato de sódio	Nitrato de amônio e outros sais de amônio.
Óxido de cálcio	Água.
Óxido de cromo VI	Ácido acético, glicerina, benzina de petróleo, líquidos inflamáveis, naftaleno.
Oxigênio	Óleos, graxas, hidrogênio, líquidos, sólidos e gases inflamáveis.
Perclorato de potássio	Ácidos.
Permanganato de potássio	Glicerina, etilenoglicol, ácido sulfúrico.
Peróxido de hidrogênio	Cobre, cromo, ferro, álcalis, acetona, acetonas, substâncias combustíveis.
Peróxido de sódio	Ácido acético, Anidrido acético, benzaldeído, etanol, metanol, etilenoglicol, acetatos de metila e etila, furfural.
Prata e sais de prata	Acetileno, ácido tartárico, ácido oxálico, compostos de amônio.
Sódio	Dióxido de carbono, tetracloreto de carbono, outros hidrocarbonetos clorados.
Sulfeto de hidrogênio	Ácido nítrico fumegante, gases oxidantes.

Fonte: RDC 222/2018.

Anexo D – Fluxograma de Gerenciamento de Resíduos Químicos

Figura 1 – Fluxograma de Gerenciamento de Resíduos



Fonte: Elaborado pela autora.