

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA
PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

**Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos: conhecimentos dos
estudantes dos cursos de Química e Engenharia Química da UFRGS**

Dissertação de Mestrado

Diego Biegler de Oliveira

Porto Alegre, Maio de 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA
PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

**Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos: conhecimentos dos
estudantes dos cursos de Química e Engenharia Química da UFRGS**

Dissertação de Mestrado

Diego Biegler de Oliveira

Dissertação apresentada como requisito parcial
para a obtenção do grau de Mestre em Química

Prof. Dra. Camila Greff Passos
Orientadora

Prof. Dra. Carla Sirtori
Co-orientadora

Porto Alegre, Maio de 2019

“El arte más poderoso de la vida es hacer del dolor un
talismán que cura.
¡Una mariposa que renace florecida en fiesta de colores!”
Frida Kahlo.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos aqueles que de alguma forma estiveram ao meu lado ao longo desta jornada. Graças aos pares, o trajeto ficou mais florido.

Dedico este trabalho à minha mãe, Clorinda Elsa da Silva Biegler, que em todos os momentos que trilhei, esteve sempre ao meu lado, incondicionalmente. Te amo, mãe!

Agradeço por ter a honra em ser orientado pelas professoras doutoras Carla Sirtori e Camila Greff Passos, que sempre me apoiaram e orientaram durante essa jornada, com muito companheirismo e sabedoria. Muito obrigado, vocês são demais!

Ao Programa de Pós Graduação em Química do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Ao Centro de Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos (CGTRQ), em especial à MSc. Greice Vanin Oliveira pela colaboração, apoio e disponibilidade.

A todos os professores e funcionários do Programa de Pós Graduação em Química.

TRABALHOS GERADOS DURANTE A ELABORAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

- BIEGLER, D. O.; PASSOS, C. G.; SITORI, C. Percepções sobre conceitos e procedimentos de gestão e tratamento de resíduos químicos no ensino superior. *In: Encontro de Debates sobre Ensino de Química - EDEQ. 38º. 2018. Canoas. Anais... Canoas: ULBRA. 2018. p.1-6.*
- BIEGLER, D. O.; SITORI, C; PASSOS, C. G. O ensino de conceitos sobre gestão e tratamento de resíduos: experiência em uma universidade brasileira. *In: Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias – SIEC. IV. 2018. Universidade de Vigo. Anais... Ourense: Editora Educación. 2018. p.1-5.*

Sumário

Lista de figuras.....	VIII
Lista de abreviaturas.....	X
Lista de tabelas.....	XI
Lista de quadro.....	XII
Resumo.....	XIII
Abstract.....	XIV
1- Introdução	01
2- Objetivos	04
2.1- Objetivo geral.....	04
2.2 – Objetivos específicos.....	04
3- Revisão bibliográfica	05
3.1- Gerenciamento de resíduos.....	05
3.1.1 - O princípio dos 3r's (reduzir, reutilizar e reciclar).....	08
3.2 - Perfil dos químicos e engenheiros químicos.....	09
3.3 – Legislação.....	12
3.3.1 – Lei 6.938 – 31/08/1981.....	13
3.3.2 – Constituição Federal – 05/10/1988.....	13
3.3.3 – Lei 9.605 – 12/02/1998.....	14
3.3.4 – Lei 9.795 – 27/04/1999.....	15
3.3.5 – Lei 12.305 – 02/08/2010.....	16
3.3.6 – Resolução 430 – 13/05/2011.....	17
3.3.7 – Resolução 02 – 15/06/2012.....	17
3.4 – O CGTRQ UFRGS.....	18
3.4.1 – Histórico.....	18
3.4.2 – Princípio.....	18
3.4.3 – Missão.....	18

3.4.4 – Serviços prestados.....	19
3.4.5 – Panorama da demanda e atendimento.....	20
3.4.6 – Tipos de tratamentos e encaminhamentos.....	21
3.5 – O ensino de conceitos científicos.....	25
3.6 – Educação Ambiental.....	29
4- Metodologia.....	33
5- Resultados e Discussão.....	37
5.1- Diagnóstico Inicial.....	37
5.1.1- Perfil dos estudantes.....	38
5.1.2- Conhecimentos prévios sobre gestão e tratamento de resíduos químicos e atribuições por curso.....	41
5.2 – Diagnóstico Final.....	53
5.3 – Proposta de reestruturação da apostila.....	68
5.4 – Perspectivas futuras da disciplina.....	71
6 - Conclusões.....	73
7- Referências Bibliográficas.....	75
Anexo.....	83
Anexo A – Rótulos Padronizados CGTRQ/UFRGS.....	84
Apêndices.....	86
Apêndice A – Instrumento de Diagnóstico Inicial.....	87
Apêndice B – Instrumento de Diagnóstico Final.....	91
Apêndice C – Capítulo Introdutório da Apostila utilizada na Química Geral Experimental (QUI01003).....	94
Apêndice D – Questões Novas da Apostila utilizada na Química Geral Experimental (QUI01003).....	97
Apêndice E - Apresentação criada e utilizada na Ação de Extensão.....	99
Apêndice F – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	107
Apêndice G – Respostas Descritivas aos Instrumentos de Diagnóstico Inicial e Final dos Investigados.....	108

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Quantidade de resíduos gerada no IQ e na UFRGS, encaminhada pelo CGTRQ entre os anos 2013-2017.....	20
Figura 02. Quantidade de resíduos gerada no IQ e na UFRGS, encaminhada para Coprocessamento pelo CGTRQ entre os anos 2013-2017.....	22
Figura 03. Desenho esquemático de um incinerador.....	23
Figura 04. Quantidade de resíduos gerada no IQ e na UFRGS, encaminhada para Incineração pelo CGTRQ entre os anos 2013-2017.....	24
Figura 05. Quantidade de resíduos gerada no IQ e na UFRGS, encaminhada para Aterro Industrial pelo CGTRQ entre os anos 2013-2017.....	25
Figura 06. Expressão matemática para cálculo do Escore, utilizado para verificar o grau de concordância ou discordância dos estudantes para as questões com Escala Likert.....	38
Figura 07. Identificação do código construído para reconhecimento e diferenciação das respostas descritivas fornecidas pelos estudantes às questões dos questionário inicial e final.....	39
Figura 08. Imagens geradas pelo software NVivo 12 [®] para as definições sobre o Princípio dos 3R's.....	41
Figura 09. Escore dos estudantes frente às afirmativas elaboradas sobre o Princípio dos 3R's.....	45
Figura 10. Escore dos estudantes frente às afirmativas elaboradas sobre os resíduos gerados nas aulas experimentais e nos laboratórios de pesquisa na UFRGS.....	47
Figura 11. Alternativas assinaladas pelo grupo de investigados quando questionados sobre a responsabilidade legal dos resíduos químicos gerados nas atividades experimentais da UFRGS.....	49
Figura 12. Alternativas assinaladas pelos estudantes quando indagados sobre quais as atribuições adquiridas após conclusão do curso.....	50
Figura 13. . Comparação dos Escores obtidos a partir das respostas dos estudantes frente às afirmativas elaboradas sobre o Princípio dos 3R's para o questionário inicial e final.....	57
Figura 14. Comparação dos Escores obtidos a partir das respostas dos estudantes frente às afirmativas elaboradas sobre os resíduos gerados nas aulas experimentais e nos laboratórios de pesquisa na UFRGS para o questionário inicial e final.....	59
Figura 15. Alternativas assinaladas pelo grupo de investigados quando questionados sobre a responsabilidade legal dos resíduos químicos gerados nas atividades experimentais da UFRGS.....	61

Figura 16. Alternativas assinaladas pelos estudantes quando indagados sobre quais as atribuições adquiridas após conclusão do curso.....	62
Figura 17. Imagens geradas pelo software NVivo 12 [®] para as definições de Coprocessamento apresentadas pelos alunos: (a) Questionário Inicial; (b) Questionário Final.....	64
Figura 18. Imagens geradas pelo software NVivo 12 [®] para as definições de Incineração apresentadas pelos alunos: (a) Questionário Inicial; (b) Questionário Final.....	66
Figura 19. Imagens geradas pelo software NVivo 12 [®] para as definições de Aterro Sanitário apresentadas pelos alunos: (a) Questionário Inicial; (b) Questionário Final.....	67
Figura 20. Exemplo das alterações do capítulo inicial da apostila utilizada na disciplina Química Geral Experimental (QUI01003).....	70
Figura 21. Exemplo dos questionamentos acrescidos na apostila utilizada na disciplina Química Geral Experimental (QUI01003).....	71

LISTA DE ABREVIATURAS

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

CF: Concordo Fortemente

CFQ: Conselho Federal de Química

CGTRQ: Centro de Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente

CP: Concordo Parcialmente

CRQ: Conselho Regional de Química

DCNEA: Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental

DF: Discordo Fortemente

DP: Discordo Parcialmente

EA: Educação Ambiental

IQ: Instituto de Química

LDB: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MMA: Ministério do Meio Ambiente

NBR: Norma Brasileira

NO: Não tenho Opinião

PGR: Programa de Gestão de Resíduos

PNEA: Política Nacional de Educação Ambiental

PNMA: Política Nacional do Meio Ambiente

PNRS: Política Nacional de Resíduos Sólidos

PPC: Projeto Pedagógico do Curso

QF: Questionário Final

QGE: Química Geral Experimental

QI: Questionário Inicial

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Classificação para as respostas descritivas dos estudantes ao definirem Coprocessamento nos instrumentos de diagnóstico inicial e final.....	65
Tabela 02. Classificação para as respostas descritivas dos estudantes ao definirem Incineração nos instrumentos de diagnóstico inicial e final.....	66
Tabela 03. Classificação para as respostas descritivas dos estudantes ao definirem Aterro Sanitário nos instrumentos de diagnóstico inicial e final.....	68

LISTA DE QUADRO

Quadro 01. Atribuições de Químicos e Engenheiros Químicos segundo o CFQ.....	09
--	----

Resumo

Este trabalho visa analisar as formas de contribuição de uma ação de formação para a conscientização e aperfeiçoamento dos conhecimentos de estudantes dos cursos de Química e Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), quanto aos processos de gestão e tratamento de resíduos químicos gerados nas aulas experimentais. A pesquisa foi desenvolvida com 66 alunos ingressantes nos cursos de Química e Engenharia Química, os quais cursaram a disciplina de Química Geral Experimental no segundo semestre de 2017. Para tanto, foi oferecido um curso de formação a estes alunos na modalidade de ação de extensão de 2 horas-aula. Como instrumentos de coleta de dados, aplicou-se o Questionário Inicial, respondido antes da ação de formação, e o Questionário Final, aplicado após a atividade de formação. Estes instrumentos foram preparados com questões abertas e fechadas, assim como questões que apresentavam Escala Likert, ambos utilizando como referencial o exposto por Hartmut Günther. Para a análise das respostas obtidas nos questionários aplicados elaborou-se gráficos com escores médios, e imagens sobre a frequência das palavras com o software NVivo 12[®]. Este estudo qualitativo fundamenta-se no aporte teórico dos pesquisadores Eduardo F. Mortimer, Attico Chassot e Marília Freitas de Campos Tozoni-Reis. O conjunto de dados aponta para a enculturação/alfabetização científica de conceitos dos estudantes quanto aos principais tipos de tratamentos utilizados para mitigar os resíduos gerados nos laboratórios de ensino, como Coprocessamento, Incineração e Aterro Sanitário. Pode-se inferir também, que a atividade oferecida aos alunos contribuiu para a formação tanto profissional, como social dos alunos, aperfeiçoando conceitos úteis para serem utilizados em suas futuras práticas profissionais, assim como conscientizando sobre a importância dos processos de gestão e tratamento de resíduos químicos para a construção de uma sociedade sustentável.

Palavras-chave: estudantes de Química, tratamento de resíduos, gestão de resíduos, educação ambiental.

Abstract

This work aims to analyze the contribution of a training action to the awareness and improvement of the knowledge of students of Chemistry and Chemical Engineering of Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) courses, regarding the processes of management and treatment of chemical wastes generated in the experimental classes. The research was made with 66 Chemistry and Chemistry Engineering students enrolled in the Experimental General Chemistry subject in the second semester of 2017. For that purpose, a two-hour lesson action training course was offered. As data collecting tools, an Initial Questionnaire was applied before the training stage and a Final Questionnaire was applied after the training stage. These tools were arranged with open and closed questions, as well as questions presenting the Likert Scale, all of them using Hartmut Gunther referential pattern. In order to do the analyses of the questionnaire answers, average score charts were elaborated, and also images about the frequency of the words by using software NVivo 12[®]. This qualitative study is based on researchers Eduardo F. Mortimer, Attico Chassot e Marília Freitas de Campos Tozoni-Reis theoretical input. The data set indicates to scientific inculturation/alphabetization of concepts by students in terms of the main treatment types used to mitigate residues that are generated in teaching labs, as Coprocessing, Incineration and Sanitary Landfill. It may also be inferred that the activity offered has contributed both to the professional and the social development of students, improving useful concepts to be applied in their future professional practices. The activity has also raised awareness about the importance of chemical waste management and treatment processes for the construction of a sustainable society.

Key words: Chemistry students, waste treatment, waste management, environmental education

1 Introdução

Atualmente, no contexto internacional há uma tendência crescente no que diz respeito à conscientização dos sujeitos sobre seu papel de pertencentes, atuantes e impactantes do meio ambiente. Esta noção de protagonismo ambiental traz também a necessidade de que se busquem formas de se manter um equilíbrio com todas as espécies envolvidas (ENGELMAN *et al.*, 2009; TEIXEIRA, RIBEIRO, 2015; DI VITTA *et al.*, 2017).

No Brasil, a partir da década de 1990, acompanhando a mudança mundial no movimento de zelo e preservação do meio ambiente, e com a implementação de legislação mais rigorosa sobre o tema, a sociedade teve que rever atitudes e posturas frente ao descarte de resíduos gerados, necessitando um olhar mais atento para a questão ambiental (MOZETO, JARDIM, 2002; GERBASE *et al.*, 2005; CANELA *et al.*, 2017).

As Universidades brasileiras, principalmente as públicas, cientes de sua responsabilidade social e ambiental, foram pioneiras na elaboração de ações para mitigar o descarte incorreto dos resíduos. Até o início da década de 1990, as disciplinas experimentais que produziam resíduos químicos, apresentavam como forma de destinação final o descarte diretamente em pias para os resíduos no estado líquido e no lixo comum para aqueles em estado sólido (JARDIM, 1998; AMARAL *et al.*, 2001; CUNHA, 2001; AFONSO *et al.*, 2003) Estas práticas antigas ofereciam grandes riscos, tanto à população como ao meio ambiente, visto que a diversidade e periculosidade dos resíduos gerados eram elevadas, mesmo que o seu volume fosse menor quando comparados aos resíduos gerados, por exemplo, pelo setor industrial (BENDASSOLLI *et al.*, 2003; PERGHER *et al.*, 2004; TAVARES, BENDASSOLI, 2005; GERBASE *et al.*, 2005; GUARITÁ-SANTOS *et al.*, 2006).

Além da necessidade de se ajustar às orientações da legislação ambiental brasileira, muitas recomendações internacionais contribuíram para fomentar a adequação dos procedimentos de gestão e tratamento de resíduos, tais como as oriundas do evento ECO-92, que ocorreu na cidade do Rio de Janeiro e onde foi lançada a Agenda 21 (BRASIL, 2004). Esse documento apresentava orientações para se alcançar uma sociedade mais sustentável e responsável por seus hábitos (GERBASE, 2005). Frente ao exposto, ao final da década de 1990 e início dos anos 2000, as Universidades passaram a ajustar suas práticas às necessidades de uma sociedade mais consciente e sustentável, e para tal foram criados Programas de Gestão de Resíduos (PGR) de acordo

com as especificidades de cada local, para que os hábitos antigos de descarte incorretos não se mantivessem. Com a criação de um PGR, que necessita de apoio institucional irrestrito e colaboração de toda comunidade acadêmica (alunos, professores, funcionários...), percebe-se a necessidade de mudanças de atitudes de forma coletiva, para que sejam alcançados os objetivos de forma eficiente. De modo geral, antes do advento dos PGR's as Universidades não apresentavam grande estoque de resíduos passivos (aqueles não caracterizados), dado que os mesmos eram descartados de forma indiscriminada, porém com a implementação de um PGR esse passivo passou a ser analisado para, posteriormente, ser classificado e então receber a destinação final adequada. Visando extinguir os resíduos passivos, criam-se rótulos padrões para que seja mais fácil o gerenciamento e em seguida o pré-tratamento possível e/ou descarte adequado de acordo com a classificação do resíduo (JARDIM, 1998; AMARAL *et al.*, 2001; CUNHA, 2001; AFONSO *et al.*, 2003; BENDASSOLLI *et al.*, 2003; PERGHER *et al.*, 2004; TAVARES, BENDASSOLI, 2005; GERBASE *et al.*, 2005; GUARITÁ-SANTOS *et al.*, 2006).

Concomitantemente à legislação ambiental e recomendações internacionais (BRASIL, 2005; 2010; 2012; SOLLA, 2012; UN, 2015; PNUD, 2015; IPEA, 2018), viu-se também a crescente necessidade de se atuar em todos os níveis de ensino com a temática “Educação Ambiental” - EA (BRASIL, 1996), almejando uma maior conscientização ambiental de todos envolvidos. Por tal motivo, depois de implementado o PGR, este deve ser constantemente revisitado e reformulado sempre que necessário, atendendo às novas demandas que surgirem com o passar do tempo.

Nesta realidade está inserido o presente estudo, que visou contribuir para a conscientização dos estudantes dos cursos de graduação em Química e em Engenharia Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), quanto aos conhecimentos da área de gestão e tratamento de resíduos químicos gerados nas aulas experimentais e nos laboratórios de pesquisa. Para tanto, inicialmente, foi realizada uma análise dos Relatórios anuais elaborados pelo Centro de Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos (CGTRQ) da UFRGS, entre 2013 e 2017, para o conhecimento dos volumes e dos tipos de resíduos gerados pela instituição. Adicionalmente, com vistas à redução dos resíduos gerados na disciplina de Química Geral Experimental (QUI1003) oferecida no início dos cursos de Química (Licenciatura, Bacharelado, Industrial) e Engenharia Química, avaliou-se os roteiros das aulas experimentais quanto à

conscientização dos procedimentos de tratamento de resíduos necessários após a separação e à coleta realizada nas aulas visando aprimorá-los. A proposta foi conscientizar sobre as contribuições do CGTRQ para a manutenção de práticas sustentáveis nesta instituição e dos encaminhamentos necessários para o correto tratamento dos diferentes tipos de resíduos gerados nos laboratórios de ensino e pesquisa. Para esse fim, foi oferecido um curso de formação, na modalidade extensão, para os estudantes da graduação que cursaram a referida disciplina no segundo semestre de 2017. A atividade teve registro junto à Pró-Reitoria de Extensão da UFRGS, podendo ser encontrado pelo título “Formação sobre Gestão e Tratamento de Resíduos para Graduação” (<https://www1.ufrgs.br/extensao/catalogo/catalogo.php>). O registro foi realizado com o número 35672, pela professora orientadora, Camila Greff Passos.

Além disso, a execução do presente trabalho foi motivada pela necessidade de oportunizar uma retroalimentação (JARDIM, 1998) do PGR da UFRGS. Para tanto, se planejou a ação de formação citada acima, com alunos da graduação para que os mesmos tivessem a possibilidade de vivenciar atividade com enfoque na EA, voltada para a temática de gestão e tratamento de resíduos químicos. A ação foi realizada na disciplina de Química Geral Experimental, pois esta é ofertada nos primeiros semestres letivos, para os cursos com ênfase em Química. No curso, foram apresentadas aos alunos as diferentes classificações existentes para os resíduos químicos, a evolução na legislação ambiental brasileira, além dos tratamentos possíveis para os quais são encaminhados os resíduos pelo CGTRQ, a fim de dar a destinação final adequada a tais rejeitos.

Os alunos participantes da atividade formativa que se inscreveram para a ação, obtiveram o certificado de 2h da ação de extensão emitido pela Pró-Reitoria de Extensão/UFRGS. Este poderá ser utilizado para atingir a carga horária de atividades complementares, necessárias para colação de grau dos estudantes investigados.

2 Objetivos

2.1 Objetivo geral

Este trabalho visa analisar as potencialidades de uma ação de formação para a conscientização e aperfeiçoamento dos conhecimentos de estudantes dos cursos de Química e Engenharia Química da UFRGS, quanto aos processos de gestão e tratamento de resíduos químicos gerados nas aulas experimentais.

2.2 Objetivos específicos

A partir do objetivo geral detalhado anteriormente surgiram os objetivos específicos descritos a seguir:

- Realizar um diagnóstico inicial, mediante consulta via questionário, dos conhecimentos dos estudantes da disciplina Química Geral Experimental (QUI1003) no semestre 2017/02 dos cursos de graduação de Química e Engenharia Química sobre gestão e tratamento de resíduos químicos;
- Oferecer um curso de formação, na modalidade de atividade de extensão, para os estudantes da disciplina Química Geral Experimental (QUI1003) do semestre 2017/02 dos cursos de graduação de Química e Engenharia Química;
- Realizar o diagnóstico final, mediante consulta via questionário, dos conhecimentos dos estudantes da disciplina Química Geral Experimental (QUI1003) do semestre 2017/02 dos cursos de graduação de Química e Engenharia Química sobre gestão e tratamento de resíduos químicos;
- Aperfeiçoar o material didático utilizado na disciplina Química Geral Experimental (QUI1003) no que se refere aos processos de gestão, tratamento e disposição final dos resíduos químicos gerados.

3 Revisão bibliográfica

3.1 Gerenciamento de resíduos

Em quaisquer processos de obtenção ou transformação de materiais são gerados, além do produto(s) de interesse, produto(s) que não ostentam valor comercial, benefício ou utilidade para o ser humano. Esses produtos “inservíveis” são chamados de resíduos. Os resíduos podem ser classificados em não perigosos, perigosos, passivos e ativos e de acordo com sua classificação, quando descartados de forma inapropriada, são capazes de contaminar as águas (superficiais, subterrâneas, etc.), o solo, os sedimentos, o ar e, até mesmo, os seres humanos (ABNT, 2004; NOLASCO *et al.*, 2006).

Grande parte das instituições de ensino e de pesquisa é também responsável pela produção de resíduos químicos. Esses tipos de resíduos necessitam de grande atenção, visto que, se comparados aos resíduos industriais ou até mesmo domiciliares, possuem volume menor, mas apresentam grande diversidade, o que os tornam de difícil descarte, visto que não há uma forma de realizar um tratamento “padrão”. Além disso, o descarte indevido/incorreto dado a estes resíduos é responsável pela contaminação dos diferentes compartimentos ambientais, resultando assim em situações de poluição ambiental. Para evitar tais impactos, as Universidades estão cada vez mais, ou pelo menos deveriam estar, buscando soluções para conseguir minimizar ao máximo os riscos ambientais causados pelos resíduos gerados em suas atividades.

Nesse sentido, conforme indicado por Gerbase *et al.* (2005), é recomendado, a partir da Carta de Niterói (documento elaborado no 3º Encontro Nacional de Segurança em Química ocorrido na Universidade Federal Fluminense em 2004), que as Instituições formulassem ações de gerenciamento de resíduos a fim de atender às legislações ambientais vigentes. Desde 1990 houve uma preocupação em vários países do mundo com a busca por melhorias para tentar diminuir os impactos causados pelo incorreto descarte de resíduos ou até mesmo a implementar novos processos de tratamento.

A problemática em relação aos resíduos gerados nos laboratórios é um assunto mundialmente discutido. Várias alternativas que almejam o desenvolvimento sustentável das ações de pesquisa e ensino estão sendo colocadas em prática. Ashbrook e Reinhardt (1985) citam diversas instituições que introduziram seus PGR a partir de

1970, como a Universidade do Estado do Novo México, a Universidade da Califórnia, a Universidade de Winscosin, a Universidade de Minnesota e a Universidade de Illinois. Nessas duas últimas, foram catalogados em torno de 2000 produtos químicos empregados em rotina, ocasionando em grande variedade de resíduos. Izzo (2000) também descreve relevante programa de prevenção e combate à poluição, além da redução na geração de resíduos pelos laboratórios da Universidade de Princeton.

No Brasil, tentativas nesse sentido vêm sendo praticadas desde 1990, majoritariamente em algumas das mais antigas e maiores universidades públicas e privadas (DI VITTA, 2002; ALBERGUINI *et al.*, 2003; AMARAL *et al.*, 2001; DALSTON, 2004). A apreensão com a temática ambiental faz com que o gerenciamento de resíduos seja um processo de grande importância na defesa da qualidade do meio ambiente e da saúde. A gestão compartilhada de resíduos deve levar em conta primeiramente a não geração, a redução da geração e o reaproveitamento dos resíduos, objetivando evitar os efeitos de degradação do meio ambiente (UFPA, 2009).

De modo geral, o tratamento e a gestão de resíduos tornam-se um problema que é capaz, em algumas ocasiões, de alcançar graves dimensões e/ou ser ignorado a um plano secundário. Na maior parte das ocorrências os resíduos químicos, por exemplo, são armazenados de forma inapropriada e acabam convertendo-se em passivos ambientais, os quais permanecem depositados, apropriada ou inapropriadamente, até a sua destinação final, isso quando são armazenados (MCGARRY *et al.*, 2013).

Embora existam ações isoladas, o correto descarte de resíduos químicos deve ser assumido coletivamente, abrangendo toda a comunidade científica, dada sua importância. Primeiramente, para encarar este desafio é preciso ter consciência de nossa responsabilidade com relação aos resíduos gerados em nossos laboratórios e, posteriormente, trabalhar no sentido de criar uma política institucional de gerenciamento de tais resíduos. As Universidades, responsáveis pela formação de mão de obra especializada, precisam atentar os alunos de graduação e pós-graduação para essa problemática e também fomentar o desenvolvimento de práticas educacionais e de pesquisas que gerem pouco ou nenhum resíduo. Não podemos esquecer que, além de formar químicos, tais instituições deveriam estar contribuindo para a formação de cidadãos comprometidos com o ambiente em que vivemos (GERBASE *et al.*, 2005).

O Instituto de Química da UFRGS, demonstrando preocupação com este problema, atua desde 1994 estimulando atividades como: coleta seletiva e tratamento de

rejeitos vindos de laboratórios tanto de pesquisa como os resultantes das disciplinas experimentais de graduação e pós-graduação. No que tange aos laboratórios de ensino utilizados para aulas ministradas na graduação, existem disciplinas que realizam atividades almejando tanto recuperação dos resíduos como obtenção de reagentes para serem utilizados por outros laboratórios, como a disciplina de Química Geral Experimental, que foi objeto de investigação desta pesquisa.

O projeto-piloto que foi nomeado “Ensino e a Química Limpa” iniciou em 1998 e possuía como objetivo a formação de profissionais em química preocupados com a qualidade e conservação do meio ambiente, além de visar o desenvolvimento e utilização de tecnologias limpas. Os responsáveis por este projeto estavam convencidos de que os profissionais da Química diplomados pela UFRGS deveriam ter consciência da preocupação de se evitar a poluição do meio ambiente. Acredita-se que nas suas atividades, estes mesmos profissionais poderiam desenvolver formas que minimizassem as emissões de agentes poluentes ou, se possível, eliminassem os mesmos (AMARAL *et al.*, 2001). Além disso, dito projeto foi apresentado e aprovado de acordo com edital do PADCT III – Apoio a Cursos de Graduação em Química e Engenharia Química, divulgado em 1998 – e neste projeto havia a previsão de criar o “Programa em Química Limpa”, no qual esteve contemplada a atividade “Fluxo de Resíduos e Produtos” que é de grande importância e que propaga o lema “O resíduo de hoje pode ser o reagente de amanhã e o prejuízo ao meio ambiente pode ser reduzido”. Assim, para que fossem atingidos os objetivos de tal atividade, inspirando-se em ideais expostos na Agenda 21 (BRASIL, 2004), além de buscar por maior eficiência no processo de gestão, descarte e tratamento de resíduos químicos produzidos nos laboratórios de ensino e pesquisa da UFRGS, foi criado um arquivo digital onde constavam os reagentes utilizados, reações envolvidas, além das etapas de tratamento a que certos resíduos poderiam ser submetidos com a finalidade de servir como insumo em outros laboratórios da instituição. Com o objetivo de facilitar a localização e intercâmbio de resíduos e/ou insumos entre os laboratórios de ensino, para que assim pudessem ser utilizados em outras disciplinas, foi criado um fluxograma, na forma de um esquema que apresentasse o processo de reaproveitamento de resíduos dentro do IQ da UFRGS (AMARAL *et al.*, 2001). Para que tal fluxo de resíduos/insumos fosse realizado criou-se e foram utilizados rótulos padrões para que o gerenciamento dos resíduos produzidos fosse realizado nas atividades experimentais. Estes rótulos apresentam um referencial para

que fossem desenvolvidos os rótulos padrões empregados atualmente pelo CGTRQ, vide Anexo A (<http://www.iq.ufrgs.br/cgtrq/images/rotulo.xls>).

3.1.1. O princípio dos 3R's (*reduzir, reutilizar e reciclar*)

O “Programa em Química Limpa”, do qual a disciplina de Química Geral Experimental participa, utiliza o princípio dos 3R's. Neste sentido, neste projeto, considera-se a premissa de que nos cursos de graduação com enfoque em Química, um dos objetivos fundamentais é que os estudantes tenham conhecimento e estejam preparados para trabalharem com materiais perigosos de maneira correta e responsável (AMARAL *et al.*, 2001).

A prática do gerenciamento de resíduos permite ao aluno uma conscientização em relação à problemática que é a geração, o processamento e o descarte de resíduos químicos, tendo a possibilidade de aumentar e interpretar corretamente os conhecimentos químicos levando sempre em consideração as questões ambientais. Uma maneira de colocar em prática a busca pela consciência ambiental no cotidiano da Universidade é através da implementação da política dos três erres (“3R's”: Reduzir, Reutilizar e Reciclar). Essa política faz referência a um princípio voltado para a preocupação com a gestão dos resíduos sólidos, sugerido na Conferência da Terra (BRASIL, 2004), com a intenção de diminuir o consumo desmedido pela população. Os principais objetivos são: a redução ao mínimo dos resíduos e a maximização ambientalmente saudável do reaproveitamento e da reciclagem dos resíduos (HIRATA *et al.*, 2015; BRASIL, 2004).

As aulas experimentais nas instituições de ensino devem ser planejadas de forma a reduzir-se ao máximo a escala de trabalho utilizada, a fim de que se produzam o mínimo de resíduos possíveis, sem comprometer a realização da prática e o entendimento da mesma pelos alunos (AMARAL *et al.*, 2001). Além disso, as atividades práticas precisam priorizar a utilização de reagentes menos tóxicos e agravantes de problemas ambientais que refletem na saúde humana, do mesmo modo que sejam executadas de forma que permita a reutilização dos resíduos em outros experimentos sempre que possível. Práticas de ensino assim, ajudam a despertar a responsabilidade socioambiental e a promover o desenvolvimento de uma consciência ética, se opondo à prática comum e não sustentável de descartar inadequadamente (jogar na pia ou no lixo, por exemplo) qualquer resíduo/rejeito gerado em aulas experimentais (AMARAL *et al.*, 2001).

Segundo Paim, Palma e Eifler-Lima (2002, p. 24), as práticas implementadas num laboratório de ensino devem seguir uma determinada hierarquia e procedimentos padronizados, que podem ser assim definidos:

- 1- Prevenir a geração de resíduos;
- 2- Minimizar a proporção de resíduos perigosos que são inevitavelmente gerados;
- 3- Segregar e concentrar correntes de resíduos de modo a tornar viável a atividade gerenciadora;
- 4- Reusar internamente ou externamente;
- 5- Reciclar o material ou componente energético do resíduo;
- 6- Manter todo o resíduo produzido na forma mais passível de tratamento;
- 7- Tratar e dispor o resíduo de maneira segura.

Nota-se que a hierarquia apresentada pelos autores vai de acordo com o proposto na Conferência da Terra, que ocorreu em 1992 no Rio de Janeiro.

3.2. Perfil dos químicos e engenheiros químicos

Segundo o Conselho Federal de Química (CFQ), competem ao Químico bacharel, licenciado e industrial, assim como ao Engenheiro Químico as atribuições indicadas no Quadro 01 (CFQ, 1974).

Quadro 01. Atribuições de Químicos e Engenheiros Químicos segundo o CRQ.

Atribuições	Engenheiro Químico	Químico Industrial	Químico Bacharel	Químico Licenciado
1. Direção, Supervisão e Responsabilidade Técnica	*	*	*	*
2. Assessoria, Consultoria e Comercialização	*	*	*	*
3. Perícia, Serviços Técnicos e Laudos	*	*	*	*
4. Magistério	*	*	*	*
5. Desempenho de Cargos e Funções Técnicas	*	*	*	*
6. Pesquisa e Desenvolvimento	*	*	*	*
7. Análise Química e Físico-química, Padronização e CQ	*	*	*	*
8. Produção, Tratamentos de Resíduos	*	*		
9. Operação e Manutenção de Equipamentos	*	*		
10. Controle de Operações e Processos	*	*		
11. Pesquisa e Desenvolvimento de Processos Industriais	*	*		
12. Execução de Projetos de Processamento	*	*		
13. Estudo de Viabilidade Técnico - Econômica	*	*		
14. Projeto e Especificações de Equipamentos	*			
15. Fiscalização de Montagem e Instalação de Equipamentos	*			
16. Condução de Equipe de Montagem e Manutenção	*			

Pode-se notar que apenas para os Químicos Industriais e Engenheiros Químicos cabe a atribuição número 8, que se refere à “Produção, Tratamentos de Resíduos”. Partindo desta constatação, observa-se uma maior necessidade para o preparo desta competência nos demais cursos, visto que os mesmos também produzem resíduos nas atividades de ensino e/ou pesquisa e, principalmente, porque tanto os bacharéis como os licenciados, uma vez formados, poderão produzir resíduos químicos em seu labor diário (CFQ, 1974). Dessa forma, a necessidade de saber o que pode e deve ser feito com tais resíduos é um tema essencial para todos os profissionais da área de Química e Engenharia Química.

De acordo com os Projetos Pedagógicos dos Cursos de Química da UFRGS (PPC's) pode-se perceber que em todos está descrito que o perfil dos egressos nos cursos de Química é: “O profissional de Química deve ser capaz de aplicar os conhecimentos adquiridos, adaptando-os a situações novas, utilizando a Química em benefício da sociedade, com a consciência voltada para a preservação do meio ambiente”, tornando este um perfil geral para os cursos de Química nas três habilitações possíveis (UFRGS, 2009a; 2009b; 2017).

Cabe destacar ainda que analisando o PPC do curso de Bacharelado em Química (UFRGS, 2009a) observa-se que o mesmo destaca para o perfil específico dos egressos do curso que estes, em se tratando de da formação pessoal, apresentem:

Formação humanística que lhe permita exercer plenamente sua cidadania e respeitar o direito à vida e ao bem-estar dos cidadãos que são alvo, direta ou indiretamente, do resultado de suas atividades.

Para o curso de Licenciatura em Química, no PPC está expresso que o aluno receba formação adequada e que “dê condições ao egresso de exercer a profissão em defesa da vida, do ambiente e do bem-estar dos cidadãos” (UFRGS, 2017, p. 10). Além de apontar como um dos princípios formativos da graduação o componente relacionado ao vínculo entre Educação e Cidadania, posto que o futuro egresso seja capaz de relacionar suas práticas como docente com o objetivo de educar também seus discentes para a prática da cidadania. Onde estes devem ser encorajados a serem protagonistas de boas práticas, com a consciência ambiental necessária para gestão de resíduos sólidos da forma mais adequada possível, não agredindo o meio ambiente, assim como evitar os possíveis riscos oferecidos pelo descarte incorreto de resíduos.

Já no PPC de Química Industrial (UFRGS, 2009b, p. 12) no que diz respeito ao compromisso do egresso para com a sociedade destaca-se:

- Exercer plenamente sua cidadania, respeitando o meio ambiente, o direito à vida e ao bem-estar dos cidadãos que direta ou indiretamente são alvo do resultado de suas atividades como profissional da Química.
- Tomar decisões considerando questões ambientais, de segurança e éticas, quanto a métodos de análise, de caracterização e de transformação de materiais.
- Conhecer e saber utilizar diferentes processos de descarte de materiais e resíduos químicos, tendo em vista a preservação da qualidade do meio ambiente.

Nota-se que é esperado que o egresso do curso esteja consciente de suas responsabilidades tanto em relação ao meio ambiente, como em relação aos demais cidadãos, visto que suas ações podem impactar direta ou indiretamente outras pessoas. De modo que exerça suas atividades de forma responsável para manter o equilíbrio do meio ambiente e que seja capaz de relacionar que o desequilíbrio afeta tanto a si, como os demais (UFRGS, 2009a; 2009b; 2009c; 2017).

Por sua vez, analisando as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) para os Cursos de Química - Parecer nº 1.303/2001, aprovado pela Resolução CNE/CES nº 08 em 11/03/2002 - (BRASIL, 2002a) e Engenharia - Parecer nº 1.362/2001, aprovado pela Resolução CNE/CES nº 11 em 11/03/2002 - (BRASIL 2002b), aprovadas pela Câmara de Educação Superior (CES) do Conselho Nacional de Educação (CNE) encontram-se referências no texto a assuntos relacionados com a consciência ambiental, principalmente no disposto para os Cursos de Química.

Para os Cursos de Engenharia encontra-se como perfil do egresso no PPC (UFRGS, 2009c, p. 8):

O profissional deverá possuir conhecimento profundo dos fundamentos da Engenharia Química e ser consciente das suas responsabilidades para com a sociedade, tanto do ponto de vista econômico, como no cuidado com o meio ambiente e no bem estar social.

O que demonstra a preocupação que este profissional deverá ter ao exercer suas atividades como engenheiro, avaliando os possíveis impactos que pode causar tanto ao meio ambiente como aos demais cidadãos que o compõem.

Conforme disposto na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB (BRASIL, 1996), no Capítulo IV, artigo 43 que trata sobre a Educação Superior

corroborando com os PPC's dos cursos investigados (UFRGS, 2009a; 2009b; 2009c; 2017), atribuições esperadas para os profissionais com ênfase em Química (CFQ, 1974), percebe-se que a mesma tem como uma das finalidades:

estimular o conhecimento dos problemas do mundo presente, em particular os nacionais e regionais, prestar serviços especializados à comunidade e estabelecer com esta uma relação de reciprocidade (BRASIL, 1996, p.14);

Na mesma lei, o anteposto é reforçado através do artigo 52 que define as universidades como instituições pluridisciplinares de formação de profissionais de nível superior, de pesquisa, de extensão bem como de domínio e cultivo do saber humano, e são caracterizadas por:

produção intelectual institucionalizada mediante o estudo sistemático dos temas e problemas mais relevantes, tanto do ponto de vista científico e cultural, quanto regional e nacional; (BRASIL, 1996, p.16);

Além disso, conforme o PPC dos cursos de Bacharelado em Química, Licenciatura em Química, Química Industrial e Engenharia Química, os futuros profissionais em Química deverão receber a formação adequada para: manuseio, tratamento de reagentes assim como descarte de resíduos de maneira correta; elaborar meios e processos para solucionar problemas sociais onde sejam decorrentes de má informação, como de processos utilizados que resultem na agressão ao meio ambiente. Nos currículos de cada um destes cursos na UFRGS existem disciplinas que possuem maior enfoque para a questão ambiental, a saber: Segurança em Laboratório Químico, Legislação e Normas, Gestão Ambiental, Introdução à Química Ambiental, Educação e Questões Ambientais (UFRGS, 2009a; 2009b; 2009c; 2017).

Assim sendo, constata-se que é essencial que os discentes da educação superior vivenciem, participem e conheçam com detalhamento ações de gestão e tratamento de resíduos durante a sua formação, dado que a execução do seu labor, independente da instituição/órgão/empresa, poderá requerer conhecimentos e habilidades diretamente relacionados com a temática de sustentabilidade ambiental.

3.3. Legislação

Atualmente, seja pela conscientização ambiental, seja pela severidade e ampliação da legislação ambiental brasileira, houve uma demanda crescente por

desenvolver e ampliar sistemas de gestão mais eficientes desde o ponto de vista ambiental, econômico e social em diferentes âmbitos (industrial, educacional, etc.).

Para análise da legislação brasileira a respeito da temática escolhida, partiu-se de buscas na base de dados do Governo Federal, investigando desde a Constituição Federal, além das principais leis federais vigentes, decretos federais, pareceres, normas e resoluções. Como a temática escolhida estava pautada em questões ambientais, pesquisou-se através de buscas nas páginas com os documentos oficiais por palavras como: educação, ambiental, meio ambiente, resíduos, tratamentos.

A seguir, abordaremos alguns tópicos dos principais documentos oficiais que foram analisados e que corroboram com a temática escolhida.

3.3.1. Lei 6.938 – 31/08/1981

Esta lei “dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências”. No capítulo “Da Política Nacional do Meio Ambiente” define os seus objetivos no artigo 2º como sendo: “a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana” (BRASIL, 1981, p.1). Onde um dos princípios para que sejam conquistados estes objetivos é a EA em todos os níveis de ensino, inclusive no âmbito da educação superior.

Dessa forma, para que estes desígnios sejam alcançados, a Política Nacional do Meio Ambiente visará ao “desenvolvimento de pesquisas e de tecnologias nacionais orientadas para o uso racional de recursos ambientais”, bem como a propagação de tecnologias de manejo do meio ambiente, à publicação de dados e informações ambientais e à geração de uma consciência pública sobre a imprescindibilidade da preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico (BRASIL, 1981).

3.3.2. Constituição Federal – 05/10/1988

Nos artigos 23 e 24 da Constituição Federal, são atribuídas à União, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios a competência de proteger o meio ambiente, além de combater a poluição de qualquer espécie. Da mesma forma, competem aos mesmos formular leis referentes à conservação da natureza, proteção do solo e dos recursos

naturais, zelando pelo meio ambiente e controle da poluição. Além de legislar quanto à responsabilidade pelos danos ao meio ambiente. A legislação nacional define um parâmetro mínimo, podendo apenas ser mais restritiva na esfera estadual. O mesmo ocorre nos municípios, que podem criar leis apenas mais restritivas que as aplicadas pelos governos estaduais (BRASIL, 1988).

Discorre no artigo 170, o dever da atividade econômica em assegurar a todos existência digna, seguindo os preceitos da justiça social e confere princípios para tal. Sendo um deles a “defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação” que foi atribuída pela Emenda Constitucional nº 42 de 19/12/2003 (BRASIL, 2003).

Já no capítulo que trata especificamente sobre o meio ambiente está presente o artigo 225, que define como direito de todos: o meio ambiente ecologicamente equilibrado, assim como de uso comum do povo e fundamental para uma qualidade de vida sadia, sendo imposto ao Poder Público e à sociedade a obrigação de defendê-lo e conservá-lo para as gerações atuais, bem como para as futuras. No parágrafo 1º incumbe ao Poder Público para efetivar o direito disposto no artigo, fiscalizar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que ofereçam prejuízo para a vida, à qualidade de vida e o meio ambiente. É dever do Poder Público também oferecer EA em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a conservação do meio ambiente (BRASIL, 1988).

A partir do parágrafo 3º nota-se que as atitudes e práticas consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os responsáveis, pessoas físicas ou jurídicas, a deferimentos penais e administrativos, independentemente da obrigação de reparar os danos causados (BRASIL, 1988).

3.3.3. Lei 9.605 – 12/02/1998

Esta lei dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. No artigo 2º define que o autor de qualquer crime previsto na forma desta lei, será julgado, mesmo que não pratique a infração diretamente. Visto que aquela pessoa que presenciar algum crime contra o meio ambiente e, no caso de poder, não agir para evitar possui culpabilidade pelo ato lesivo também. Os Decretos Federais de nº 6.514 de 22/07/2008 e o de nº 6.686

de 10/12/2008 regulamentam a referida lei, e nos casos necessários alteram sua redação. (BRASIL, 1998).

3.3.4. Lei 9.795 – 27/04/1999

Organiza na forma da lei, sobre a EA, institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) e dá outras providências. O artigo 3º aponta para uma EA ampla e de direito a todos, cabendo às instituições de ensino promover ações integradas aos programas que desenvolvem. Alguns dos princípios básicos da EA, encontrados no artigo 4º, são o pluralismo de ideias e concepções pedagógicas, com perspectivas de inter, multi e transdisciplinaridade com respeito a questões ambientais tanto locais, regionais, nacionais como globais; além de considerar o meio ambiente em sua totalidade, levando em conta a interdependência entre o meio natural, o socioeconômico e o cultural a fim de alcançar maior sustentabilidade (BRASIL, 1999).

Alguns dos objetivos fundamentais da EA, presentes do artigo 5º, são os seguintes: fácil acesso a informações ambientais; desenvolvimento de uma compreensão ampla do assunto; fomento pela consciência crítica sobre a problemática ambiental e social; dever do cidadão em zelar pelo meio ambiente; estimular a integração entre ciência e tecnologia. Algumas atividades vinculadas à PNEA que devem ser desenvolvidas visam a capacitação dos recursos humanos tanto para profissionais da educação como das demais áreas, afim de que incorporem a dimensão ambiental em seus locais de serviço. Também deve ter atuação na produção e divulgação de material educativo, bem como fomentar os estudos, pesquisas e experimentações de forma a se inter-relacionarem estas atividades (BRASIL, 1999).

A EA desenvolvida na educação escolar formal é entendida para todos os níveis de ensino tanto na Educação Básica como na Educação Superior, tanto no ensino público como no particular. A lei dispõe que a EA deve ser desenvolvida de forma integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades de ensino formal. Para cursos formadores de professores devem constar no currículo, em todos os níveis e de todas as disciplinas, os aspectos a EA. Como é um assunto que deve ser abordado por todos os níveis e todas as disciplinas, não se pode implementar a EA em uma disciplina específica. Apenas para cursos de pós-graduação, para que possam abordar este assunto com maior relevância, fica facultada a criação de disciplina específica (BRASIL, 1999).

3.3.5. Lei 12.305 – 02/08/2010

Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e altera a redação da Lei 9.605 de 1998 que fora abordada anteriormente, incluindo no capítulo sobre os Crimes Contra o Meio Ambiente o artigo 56. Este artigo estabelece que a pessoa física ou jurídica que por ventura “abandona os produtos ou substâncias referidos no caput ou os utiliza em desacordo com as normas ambientais ou de segurança, assim como manipula, acondiciona, armazena, coleta, transporta, reutiliza, recicla ou dá destinação final a resíduos perigosos de forma diversa da estabelecida em lei ou regulamento”, estará sujeita à pena de reclusão, de um a quatro anos, mais multa, se comprovado estar em desacordo com as normas estabelecidas (BRASIL, 2010).

Nesta lei, percebe-se uma evolução em termos de escrita e definições necessárias para melhor entendimento com respeito à temática ambiental. Posteriormente, serão destacadas as definições de maior importância para esta pesquisa, bem como as classificações possíveis para os resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Os princípios norteadores destacados da PNRS são: “a prevenção e o cuidado; o poluidor-pagador e o protetor-recebedor; a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;”. Assim como o reconhecimento de resíduos sólidos reutilizáveis ou recicláveis como bem econômico e com valor social associado a eles.

São objetivos PNRS: a política dos “3R’s” (redução, reutilização e reciclagem), quando possível a não geração, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos sempre levando em conta uma perspectiva de gestão compartilhada, além do estímulo pela adoção de padrões sustentáveis de produção e consumo de bens e serviços, fomentando a utilização de rotulagem ambiental.

Os principais instrumentos da PNRS presentes no artigo 8º, destacados para esta pesquisa são os planos de resíduos sólidos e a EA. No artigo 9º, que se refere à gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, onde deve ser levada em conta a ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. A Universidade que possui laboratórios de ensino e pesquisa que produzem resíduos que não são equiparáveis com os resíduos domiciliares ou gerem resíduos perigosos deve possuir um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, por se tratarem de estabelecimentos de prestação de serviço, presente no artigo 20 desta lei. O Decreto Federal nº 7.404 de

23/12/2010 regulamenta a Lei 12.305, além de criar o Comitê Internacional da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para Implantação dos Sistemas de Logística Reversa. O referido Decreto trata que a EA na Gestão de Resíduos Sólidos faz parte integrante da PNRS e tem como objetivo o aperfeiçoamento do conhecimento, dos valores, dos comportamentos e do estilo de vida relacionados com a gestão e gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

3.3.6. Resolução 430 – 13/05/2011

Tal Resolução completa e altera a Resolução nº 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e aborda as condições e parâmetros para lançamento de efluentes. No artigo 3º, prevê que “os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos na Resolução e em outras normas aplicáveis”. Ainda assim, considera que o órgão responsável pode alterar os parâmetros exigidos, tornando mais restritivo o lançamento em corpos receptores que se fizerem de tal necessidade. As condições para correto lançamento de efluentes em corpos hídricos são: pH, temperatura, presença de sedimentos ou materiais flutuantes, assim como a Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio e concentração de solutos pré-estabelecidos de acordo com a legislação (BRASIL, 2011).

3.3.7. Resolução 02 – 15/06/2012

Corroborando as orientações apresentadas, tem-se as atuais Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental, Resolução nº 02, de 15 de junho de 2012, do Conselho Nacional de Educação (CNE) do Ministério da Educação (MEC). Estas Diretrizes definem nos artigos 5º, 10, 13 e 16 que a temática ambiental deve ser desenvolvida de forma transversal em todo o currículo, visando uma prática educativa integrada e que desenvolva aspectos conceituais, procedimentais e atitudinais direcionados ao respeito e preservação do ambiente.

Ademais as Diretrizes apresentam que a EA brasileira e latinoamericana se constitui em elemento estruturante que “demarca um campo político de valores e práticas, mobilizando atores sociais comprometidos com a prática político-pedagógica transformadora e emancipatória capaz de promover a ética e a cidadania ambiental” (BRASIL, 2012)

No Artigo 10 desta Resolução há a especificação de que as instituições de Educação Superior devem desenvolver ações de ensino, pesquisa e extensão orientadoras dos objetivos e princípios da Educação Ambiental.

3.4. O CGTRQ UFRGS

3.4.1. Histórico

Há mais de vinte anos o IQ/UFRGS realiza programas piloto para coleta, transporte e tratamento de resíduos, tanto os orgânicos quanto os inorgânicos. Tendo esse tipo de iniciativa notável entre as Universidades do Brasil. Em 2001, foi criado o "Centro de Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos" - CGTRQ, sendo este um Órgão Auxiliar do Instituto de Química da UFRGS, com o propósito de ser uma entidade de destaque, que se dedica à construção e à propagação de conhecimentos científicos e tecnológicos na área ambiental, em especial na gestão de resíduos químicos e de segurança química. O CGTRQ passou a funcionar em 15 de julho de 2002, sem destaque orçamentário (<http://www.iq.ufrgs.br/cgtrq/index.php/institucional>).

3.4.2. Princípio

Elaborar atividades, mediante ação unificada e transdisciplinar dos indivíduos representantes dos quadros: técnico-administrativos, docente e discente, partindo de uma estratégia ambiental de prevenção e pró-ativa, sendo parte integrante dos processos e serviços, almejando aumentar a eco-eficiência e diminuir os riscos às pessoas e ao meio ambiente (<http://www.iq.ufrgs.br/cgtrq/index.php/institucional>).

3.4.3. Missão

Ser uma entidade de ponta, voltada ao desenvolvimento e a ampliação de conhecimentos científicos e tecnológicos na área ambiental, focada na gestão de resíduos químicos e de segurança química, oferecendo suporte às atividades de ensino, de pesquisa e de extensão do Instituto de Química da UFRGS e abrangendo sua ação, quando permitida devido a sua capacidade, para outras unidades da UFRGS e ainda para outras entidades públicas ou privadas (<http://www.iq.ufrgs.br/cgtrq/index.php/institucional>).

3.4.4. Serviços prestados

Os serviços prestados pelo CGTRQ vão desde a visita técnica para reconhecimento do Gerador; formulação de planejamento e criação de padrões para retirar o passivo químico, adequação de um plano de coleta de acordo com a demanda, oferecimento de curso para capacitação dos usuários com relação às ações do sistema de coleta de resíduos químicos, onde esta explanação se dá de forma teórica e *in loco*, além de definir as medidas para o correto transporte dos resíduos entre os Campi da UFRGS e dentro do Campus. O CGTRQ assume responsabilidade técnica dos serviços do gerador até o destino final, emitindo os documentos legais que são necessários em conformidade com a legislação ambiental vigente (Nota Fiscal, MTR, Ficha de Emergência).

Também é prestado o serviço de descontaminação de embalagens para que possam ser recicladas mediante a desativação de resíduos classificados como perigosos. O CGTRQ efetua o pré-tratamento de resíduos (neutralização, por exemplo) para adequação e descarte correto dos mesmos, além do controle e armazenamento transitório dos resíduos até sua destinação fora do CGTRQ. A saber, podem ser encaminhados para destinação fora do CGTRQ os solventes que possuem como destino final a incineração, os resíduos químicos aquosos destinados para Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), resíduos sólidos encaminhados para Aterro de Resíduos Industriais Perigosos, Coprocessamento.

O CGTRQ além de receber os resíduos, que passam por uma triagem, entrega as embalagens para recolhimento dos mesmos, bem como a rotulagem adequada, facilitando o registro de entrada destes resíduos, e por fim, elabora relatório final para o gerador. Encarregado pelo recolhimento de solventes, o CGTRQ faz a destilação dos solventes e caracterização dos mesmos. Também realiza a triagem dos reagentes não necessários nos geradores, de forma a concedê-los para o almoxarifado e potenciais usuários. O CGTRQ não realiza o tratamento de resíduos perigosos nas suas dependências, sendo necessário encaminhamento para os prestadores deste serviço fora do campi da UFRGS. Para os resíduos perigosos há a necessidade de transporte até empresa terceirizada, que fica responsável pela documentação necessária para o transporte destes resíduos (<http://www.iq.ufrgs.br/cgtrq/index.php/servicos/servicos-prestados-pelo-cgtrq>).

3.4.5. Panorama da demanda e atendimento

Analisando os dados contidos nos relatórios fornecidos, pela Msc. Greice V. Oliveira, referentes ao ano de 2014 (Figura 01) percebe-se que houve a entrada de 45907,1 kg de resíduos gerados pela UFRGS de resíduos entregues ao CGTRQ. Já no ano de 2015 os resíduos recolhidos pelo centro vindos das unidades da UFRGS somou 52343,7 kg. Em 2016, o CGTRQ recebeu a quantia de 51199,5 kg de resíduos vindos da UFRGS. No ano de 2017, no qual foi realizada a atividade de formação, assim como a coleta dos dados, que foram alvos desta pesquisa, tivemos um total de 48013,59 kg de resíduos que foram destinados, de acordo com sua classificação, pelo CGTRQ (OLIVEIRA, 2013; 2014; 2015; 2016; 2017).

Pode-se observar na Figura 01 que o Instituto de Química é um dos principais geradores de resíduos que são geridos pelo CGTRQ da UFRGS. Sendo que em 2017, as quantidades enviadas pelo IQ para gerenciamento do CGTRQ representou pouco menos de 25% do total encaminhado para disposição pelo CGTRQ.

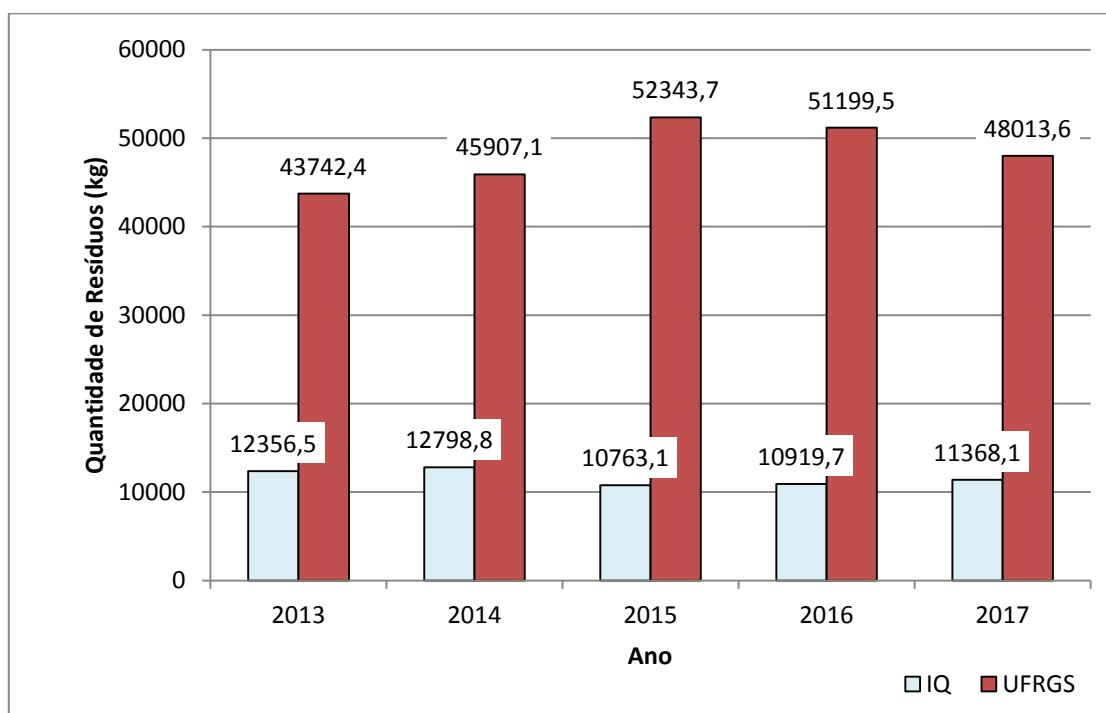


Figura 01. Quantidade de resíduos, em kg, gerada no IQ e em todos campi da UFRGS, encaminhada pelo CGTRQ entre os anos 2013-2017. Fonte: Oliveira, 2013; 2014; 2015; 2016; 2017.

O CGTRQ realiza o encaminhamento dos resíduos que não podem ser tratados *in loco*, para empresas parceiras, que realizam os processos de coprocessamento, incineração ou disposição em aterro sanitário. Estes tipos de procedimentos serão descritos a seguir.

3.4.6. Tipos de tratamentos e encaminhamentos

- Coprocessamento: é a técnica que permite a queima de resíduos em fornos de cimento mediante dois critérios básicos: reaproveitamento de energia, para que o material seja utilizado como substituto ao combustível bem como gerar energia através de sistemas de geradores integrados, e reaproveitamento das cinzas como substituto da matéria-prima, de forma que o resíduo a ser eliminado apresente características similares às dos componentes normalmente empregados na produção de clínquer, que posteriormente se junta à massa para produção de cimento.

No forno de produção de clínquer, local onde os resíduos são destruídos, basicamente o processo consiste em adicionar-se resíduos químicos, combustíveis ou não, na forma de sólidos, líquidos ou pastas, ao forno de cimento para posterior obtenção do clínquer. Os líquidos combustíveis são misturados e queimados com o combustível auxiliar do forno, os sólidos e os pastosos são adicionados em bocas de lobo que levam ao interior da parte alta do forno e os aquosos são adicionados junto com a água de resfriamento dos gases do forno. A temperatura na entrada é da ordem de 1200 °C, sendo que na chamada zona do maçarico a temperatura chega até 2000 °C. As altas temperaturas nos fornos, aliados ao tempo de detenção e a alta turbulência do interior dos equipamentos, resultam na destruição de quase toda carga orgânica. Pela técnica de coprocessamento são proibidas as queimas de organoclorados, lixo urbano, radioativo, explosivos, hospitalar, além de metais como mercúrio, cádmio e tálio (CUNHA, 2001; PAIM *et al.*, 2002; MAZZER, CAVALCANTI, 2004).

Esse tipo de processo é empregado para mitigar os resíduos orgânicos não halogenados, como, por exemplo, solventes, óleos e papéis contaminados (exceto por compostos nocivos ao meio ambiente). A seguir, na Figura 02 se identifica as quantidades geradas de resíduos sólidos e de solventes orgânicos não halogenados, destinados ao coprocessamento, pela UFRGS e IQ entre os anos de 2013 e 2017.

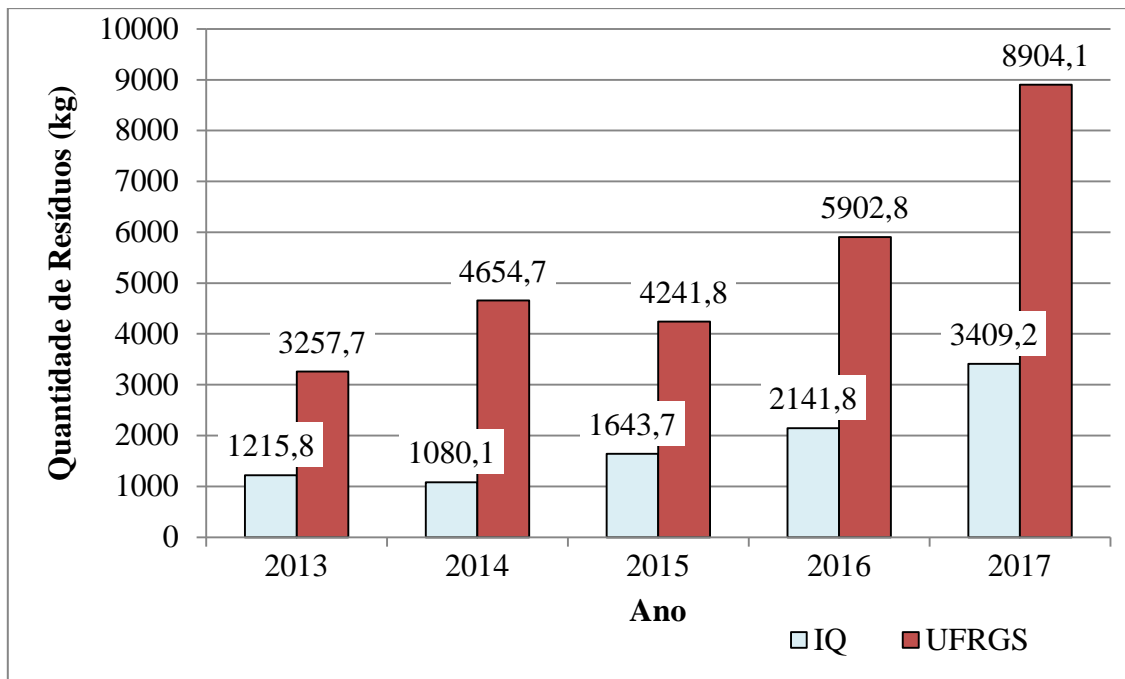


Figura 02. Quantidade de resíduos, em kg, gerada no IQ e em todos campi da UFRGS, encaminhada para Coprocessamento pelo CGTRQ entre os anos 2013-2017. Fonte: Oliveira, 2013; 2014; 2015; 2016; 2017.

- Incineração: Segundo Paim *et al.* (2002) e Mazzer e Cavalcanti (2004) corresponde ao processo pelo qual os resíduos químicos são decompostos por oxidação térmica a altas temperaturas (1200 °C) objetivando destruir a fração orgânica do resíduo e reduzir o seu volume. O processo adequado alcança baixíssima emissão de gases. Em geral os incineradores são constituídos por uma câmara de combustão primária onde ocorre a secagem, decomposição e gaseificação e uma câmara de combustão secundária, o ciclone, que trabalha com temperatura superior (1000 a 1500 °C), responsável pela queima dos gases emitidos. A Figura 03 apresenta o desenho esquemático de um incinerador.

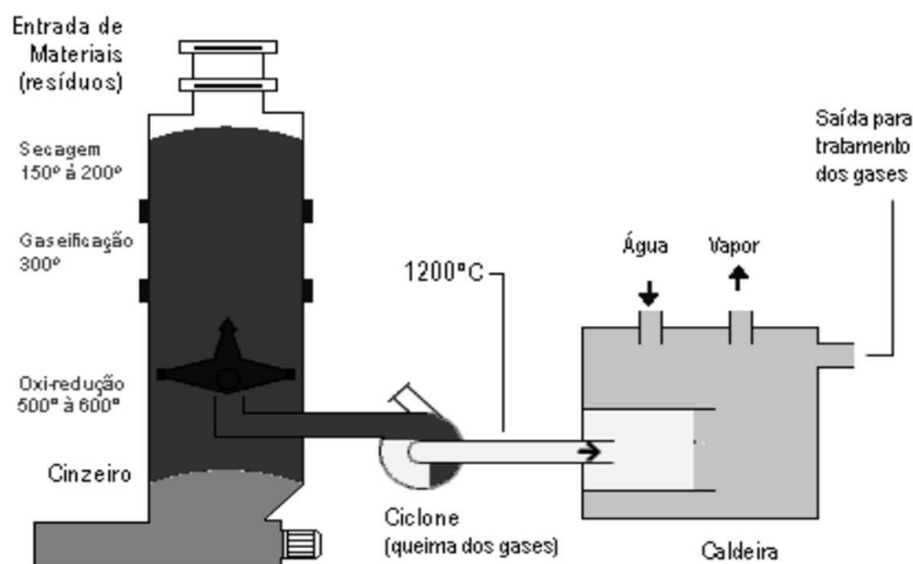


Figura 03. Desenho esquemático de um incinerador. Fonte: Cunha, 2001.

Na queima de materiais com alto poder calorífico a temperatura da câmara de combustão pode atingir 1600 °C, apesar de operar com uma faixa de 1000 a 1250 °C com tempo de retenção entre 0,2 e 0,5 segundos, podendo chegar até 2 segundos. No entanto, temperaturas superiores a 1250 °C não são recomendadas, pois aumentam o teor de óxido de nitrogênio nos gases provenientes da queima do resíduo, além de lançar na atmosfera uma grande quantidade de metais pesados. No caso de materiais tóxicos e perigosos, estas instalações requerem equipamentos adicionais de controle de poluição do ar, necessitando de maiores investimentos. Com um processo de incineração eficiente, podemos ter a queima completa do resíduo químico com quantidade mínima de cinzas e emissão dos gases poluentes dentro dos limites aceites pelas normas técnicas em vigor. Os processos informatizados de monitoramento permitem o controle de parâmetros de emissão de O₂, CO, NO_x, SO_x, material particulado, além de temperatura e vazão, garantindo a segurança do processo. As principais características dos resíduos que apresentam maior potencial para o processo de incineração são: resíduos orgânicos constituídos basicamente de carbono, hidrogênio e/ou oxigênio; resíduos que contêm carbono, hidrogênio, e cloro com teor inferior a 30% em peso e/ou oxigênio; e resíduos que apresentam poder calorífico inferior (PCI) maior que 4700 kcal.kg⁻¹ (não necessitando de combustível auxiliar para queima).

Esse tipo de processo é empregado para mitigar os resíduos aquosos, quando estes não puderem ser enviados para estações de tratamento de efluentes (ETE) e os solventes orgânicos halogenados, gestionados pelo CGTRQ. Em 2017, foram enviados

para Incineração 2038,59 kg sendo composto por resíduos aquosos e solventes orgânicos halogenados. A seguir, na Figura 04, se identifica as quantidades geradas de resíduos sólidos e de solventes orgânicos não halogenados, destinados à incineração, pela UFRGS e IQ entre os anos de 2013 e 2017.

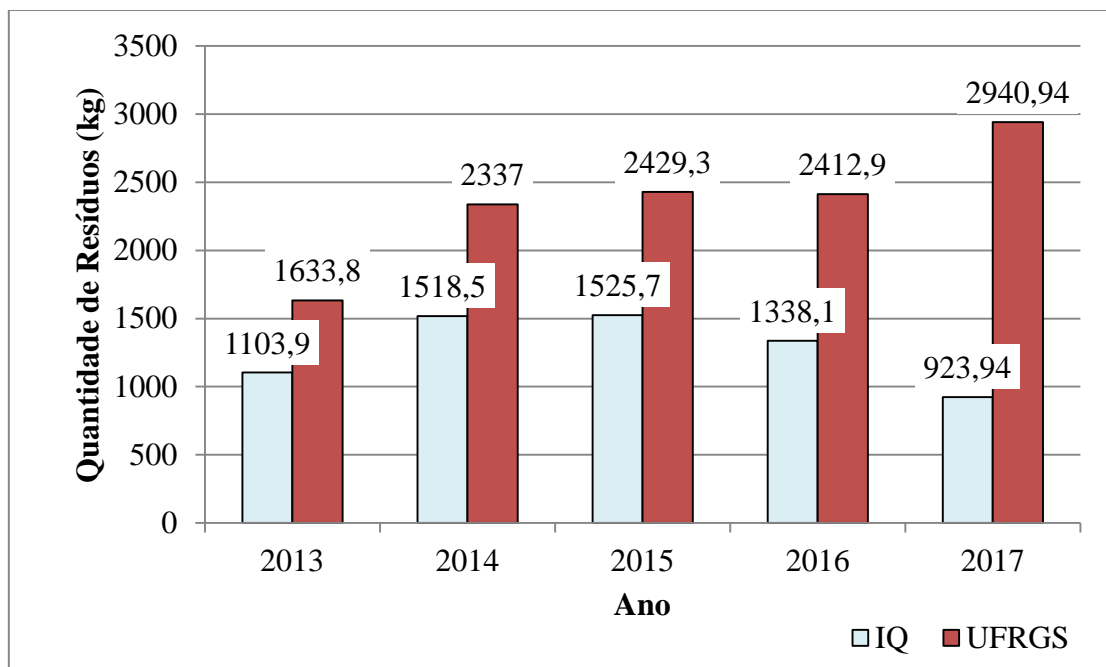


Figura 04. Quantidade de resíduos, em kg, gerada no IQ e em todos campi da UFRGS, encaminhada para Incineração pelo CGTRQ entre os anos 2013-2017. Fonte: Oliveira, 2013; 2014; 2015; 2016; 2017.

- Aterro de Resíduos Industriais: é uma técnica de disposição de resíduos sólidos tóxicos, que, fundamentado em critérios de engenharia e normas técnicas e operacionais específicas, vide ABNT NBR13896/1997 e ABNT NBR 10157/1987, que levam em consideração a classe na qual o resíduo se enquadra, de acordo com ABNT NBR 10004/2004, permite, em área adequada e que seja monitorada constantemente, um confinamento eficaz em termos de controle de proteção ambiental e saúde pública. Neste texto utiliza-se Aterro de Resíduos Industriais para referir Aterro de Resíduos Perigosos, Classe I. O local de deposição dos resíduos são células ou valas de deposição, revestidas com polietileno de alta densidade, sobre três camadas de argila compactada. O transporte até estas estações pode ser realizado apenas por empresas autorizadas (ABNT, 1987; 1997; 2004).

Se comparados aos aterros sanitários, que demandam grandes áreas, mas que necessita de igual proteção contra chuva, para evitar uma possível lixiviação do

percolado. Nos aterros sanitários o resíduo é coberto diariamente e sempre ocorre uma pré-seleção para identificação de resíduos aptos para serem reciclados, evitando assim um maior volume a ser destinado de fato para o aterro. Enquanto que nos aterros industriais pode ser necessário um pré-tratamento para posterior disposição final, sendo alguns desses processos o de estabilização do resíduo, solidificação, encapsulamento ou neutralização.

Esse tipo de processo é empregado para mitigar os resíduos sólidos perigosos gerenciados pelo CGTRQ. Em 2017, foram encaminhados para aterro industrial 3200,76 kg de resíduos perigosos. A seguir, na Figura 05, se identificam as quantidades geradas de resíduos sólidos e de solventes orgânicos não halogenados, destinados para Aterro Industrial, pela UFRGS e IQ entre os anos de 2013 e 2017.

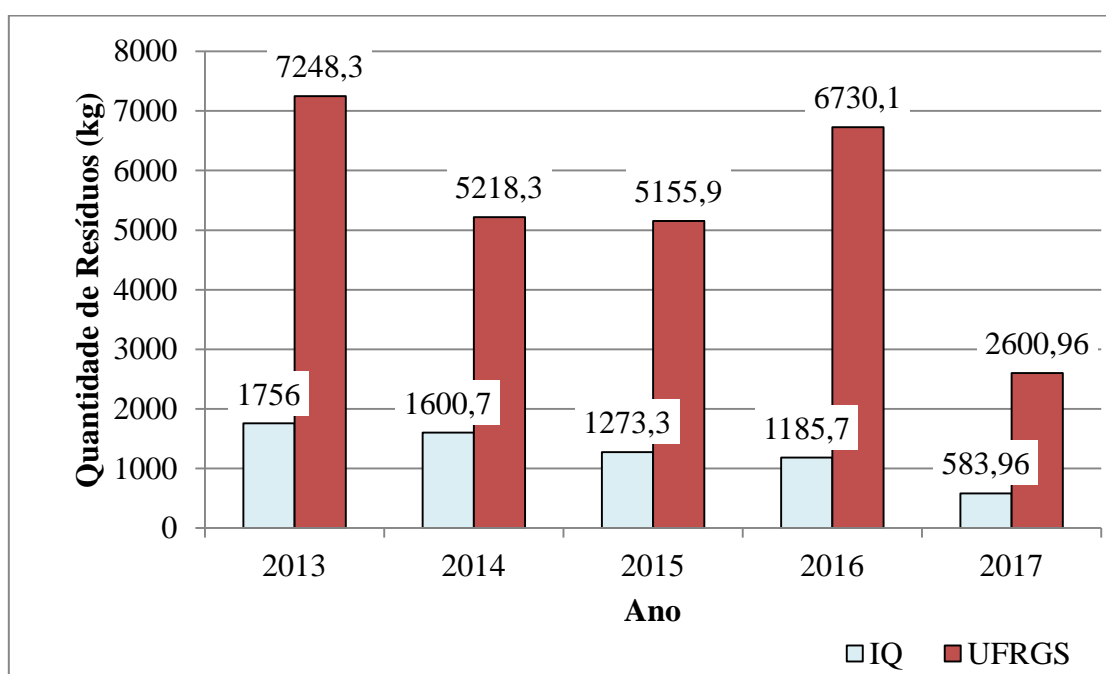


Figura 05. Quantidade de resíduos, em kg, gerada no IQ e em todos campi da UFRGS, encaminhada para Aterro Industrial pelo CGTRQ entre os anos 2013-2017. Oliveira, 2013; 2014; 2015; 2016; 2017.

3.5 O ensino de conceitos científicos

Fundamentados nas contribuições de Lev Vygotsky, Driver *et al.* (1999) apresentam que a construção do conhecimento científico é favorecida quando as rotinas de sala de aula contemplam uma perspectiva socioconstrutivista. Nesse sentido, as atividades devem priorizar a discussão entre estudantes e professor para que, em

conjunto, possam reorganizar as teorias pessoais (conhecimento prévio ou senso comum) dos aprendentes.

Nesta contemporânea concepção de ensino de ciências, o papel do professor é o de organizar o processo pelo qual os indivíduos geram significados sobre os fenômenos que são estudados. O professor é o orientador dos aprendizes, para que estes consigam atribuir sentido pessoal à maneira como os conhecimentos científicos são gerados e validados (AMARAL; MORTIMER, 2006).

Assim, considera-se que o propósito da educação científica, e conseqüentemente da EA, não é o de eliminar os conhecimentos que os alunos já possuem, mas sim de possibilitar a sua enculturação. Enfim, incorporar novos símbolos e culturas aos conhecimentos existentes, pluralizando estes conceitos, para que possam ser utilizados em distintos momentos e situações, conforme o meio cultural/social em que o aluno se encontra (DRIVER *et al.*, 1999).

A partir dessa perspectiva, o conhecimento e o entendimento, inclusive o entendimento científico, são construídos quando os indivíduos se engajam socialmente em conversações e atividades sobre problemas e tarefas comuns. Conferir significado é, portanto, um processo dialógico que envolve pessoas em conversação e aprendizagem é vista como o processo pelo qual os indivíduos são introduzidos em uma cultura por seus membros mais experientes. À medida que isso acontece, eles ‘apropriam-se’ das ferramentas culturais por meio do seu desenvolvimento nas atividades dessa cultura (DRIVER *et al.*, 1999, p. 34).

Com essas premissas, a aprendizagem envolve a introdução em um mundo simbólico, o contato com novas culturas, a divergência de ideias, para assim favorecer a enculturação dos conceitos.

Entretanto, não é tarefa fácil implementar com êxito o processo de ensino focado na enculturação. As dificuldades iniciam com o conflito gerado quando a cultura científica que o professor representa e apresenta diverge do conhecimento prévio dos alunos (AMARAL; MORTIMER, 2006). Os estudantes normalmente utilizam os conhecimentos desenvolvidos em suas experiências pessoais e sociais para explicar os fenômenos do cotidiano. Esses esquemas de conhecimento informais são adequados, muitas vezes, para interpretar as experiências do dia a dia. Todavia, a cultura científica difere do senso comum na sua entidade ontológica e epistemológica, pois apresenta

natureza diferente e utiliza símbolos, teorias, modelos e representações específicas para analisar e explicar os fenômenos naturais.

Em outras palavras, as estruturas ontológicas cotidianas da criança desenvolvem-se com a experiência e com a utilização da linguagem dentro de uma cultura (DRIVER *et al.*, 1999, p. 35).

Frente a esta compreensão, ensinar ciências não é apenas ampliar ou organizar os conhecimentos dos alunos sobre os fenômenos a partir de atividades que gerem conflitos de ideias. A aprendizagem de ciências engloba o processo de socialização “em maior ou menor grau, nas práticas da comunidade científica, com seus objetivos específicos, suas maneiras de ver o mundo e suas formas de dar suporte às assertivas do conhecimento” (DRIVER *et al.*, 1999, p. 36).

Para tanto, os estudantes devem envolver-se em um processo pessoal de construção e de atribuição de significados. Assim, aprender ciências envolve tanto processos pessoais como sociais. No plano pessoal, os alunos desenvolvem significados próprios dentro do contexto social da sala de aula, para apropriar-se dos conhecimentos científicos. No plano social, o indivíduo é apresentado aos conhecimentos científicos, no entanto não no sentido de abandonar os seus de senso comum. As pessoas atuam em diferentes comunidades ou contextos sociais, nas quais podem optar pelo uso da linguagem científica ou do cotidiano. O foco principal está na compreensão de que o conhecimento científico é socialmente construído, validado, comunicado (DRIVER *et al.*, 1999) e que pode ser falível e não neutro, pois é uma construção humana (CHASSOT, 2010).

No entanto, o que é comum em ambos os casos é o processo pelo qual o professor, familiarizado com o modo de ver científico, torna acessíveis aos alunos as ferramentas culturais da ciência, apoiando a (re)construção de suas ideias por meio do discurso sobre eventos físicos comuns (DRIVER *et al.*, 1999, p. 39).

Para os educadores de ciências a provocação está em difundir, entre os alunos, uma perspectiva crítica sobre a cultura científica (AMARAL, MORTIMER, 2006).

Neste viés de pensamento, Chassot (2010) aponta que a responsabilidade maior do professor ao ensinar Ciências é possibilitar a transformação dos alunos em cidadãos mais críticos, para que estes possam melhorar o mundo. Diante de tal objetivo, é pertinente esclarecer que o autor defende uma proposta para a educação: a da alfabetização científica.

Para Chassot (2010, p. 62), a alfabetização científica pode ser vista “como o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem[...]”. Enfim, são os conhecimentos científicos mínimos necessários para que as pessoas possam exercer seus direitos na sociedade.

Sasseron e Carvalho (2011, p.61) consideram que a alfabetização científica possibilita aos alunos “interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos[...]”.

Nesse sentido, Gil-Pérez e Vilches (2006) defendem que a Alfabetização Científica é necessária para que os cidadãos utilizem os conhecimentos científicos para tomar decisões na vida cotidiana, que possam compreender como os conhecimentos foram construídos, para assim participarem de discussões sobre temáticas que envolvam tecnologia e ciência.

Entretanto, as pessoas não ligadas à área das Ciências argumentam que não precisam dos conhecimentos das ciências para tarefas simples do cotidiano como o uso de sabões e detergentes. Conforme Chassot (2010), muitos estudantes da área não conhecem sobre a história da Ciência e a construção dos conhecimentos, o que facilitaria o processo de alfabetização científica.

Todavia, Chassot (2010) enfatiza que ser alfabetizado cientificamente é saber interpretar a linguagem em que está escrita a natureza, já que a Ciência foi construída pelos homens para explicar o mundo do qual fazem parte.

No contexto deste trabalho, entende-se que a discussão e orientação sobre os tipos de resíduos, formas de armazenamento e rotulagem, tratamentos e riscos possam contribuir para a alfabetização científica dos estudantes da disciplina de Química Geral Experimental quanto à gestão e tratamento de resíduos químicos.

Como destaca Chassot (2010) com as tentativas de modificações de práticas e posturas de ações cotidianas podem-se almejar novos valores quanto à preservação do ambiente. O autor sugere envolver os estudantes em atividades de EA focadas em temáticas sociais, políticas e econômicas. Assim, os sujeitos poderão exercer sua cidadania com postura crítica na busca de melhorias do ambiente natural.

3.6 Educação Ambiental

As aflições humanas com respeito ao meio ambiente existem nas diversas sociedades há algumas décadas. Mesmo que tenha sido na década de 1980 que ocorreu a popularização da questão ambiental, o movimento ecológico, como um movimento social global, data os anos 1960. Os discursos ambientalistas, porém, não são recentes, no século 18 afloravam na Inglaterra (CHASSOT, 2010).

Entretanto, a incorporação da EA como método para almejar sociedades ambientalmente mais conscientes e responsáveis não é uniforme. Há variados princípios, estratégias e objetivos para aqueles que a exercitam, definindo, do ponto de vista conceitual, diferentes abordagens educativas. Dentre essas, pode-se distinguir algumas das possíveis abordagens como:

Disciplinatória-moralista: que orienta sua prática para “mudanças de comportamentos” ambientalmente inadequados, identificada também como “adestramento ambiental”;

Ingênuo-imobilista: que se pauta fundamentalmente pela “contemplação” da natureza, centrando o processo educativo na sensibilização ambiental;

Ativista-imediatista: que supervaloriza a ação imediata sobre o ambiente, substituindo o processo de ação-reflexão-ação pelo ativismo ambientalista;

Conteudista-racionalista: que orienta o processo educativo para a transmissão de conhecimentos técnicos científicos sobre o ambiente, considerando que essa transmissão/assimilação tem como consequência uma relação mais adequada dos sujeitos com o ambiente;

Crítica-transformadora: que concebe a educação ambiental 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. (TOZONI-REIS, 2008, p. 157)

Estas distintas abordagens de EA apontam concepções transformadoras ou perspectivas adaptadora-reprodutoras (TOZONI-REIS, 2007). A visão adaptadora é definida pela ideia de que a EA possui como incumbência a “adaptação” dos cidadãos a um “renovado” padrão de sociedade que, apesar de mais inquieto com a temática ambiental, não indaga o modelo de desenvolvimento em curso.

Nesse aspecto, com sentidos e métodos diferenciados (disciplinatória, ingênuo, ativista e conteudista), tais abordagens colaboram para a propagação das relações entre os grupos sociais e deles com o ambiente determinadas pela contemporaneidade. A

perspectiva transformadora surge de diagnósticos críticos das relações entre os grupos sociais e deles com o ambiente em que se encontram, percebendo-as como relações históricas, cujo perfil é a degradação ambiental e a desigualdade social. Estes distintos pontos de vistas apontam que a atividade educativa a respeito do ambiente carece reflexão e crítica para que, com vistas no enfoque prático e conceitual, seja estabelecida de forma mais consciente e competente (TOZONI-REIS, 2008).

Entretanto, nesse trabalho defende-se a perspectiva da EA crítica. O ponto de partida para determinar a EA como crítica é seu desassossego com as concepções socioambientais das relações humanas, ou seja, com as relações que os indivíduos concebem entre si e com o ambiente onde interagem, assimilando-os de modo crítico e transformador. Nesse sentido a teoria crítica na EA apresenta a finalidade maior de formar cidadãos que possam transformar a sociedade em que vivem (CHASSOT, 2010; TOZONI-REIS, 2007; 2008).

Resultante de um modo de produção majoritariamente capitalista em que o mundo se encontra, a degradação ambiental se intensifica continuamente em nossa sociedade. Dessa maneira, surge a necessidade de uma EA crítica, garantindo propostas e projetos que visam rigor teórico e aprofundamento reflexivo sobre seus fundamentos, e que realmente possa tornar as pesquisas em EA relevantes para a comunidade (TEIXEIRA *et al.*, 2007). Essa necessidade de estudos ambientais, que realmente propicie um pensamento crítico e reflexivo nas pessoas, torna-se ainda mais necessária no espaço acadêmico.

De acordo com Tozoni-Reis (2001), a origem da ação educativa ambiental é o movimento de fazer-se plenamente humano pela apropriação e/ou transmissão crítica e transformadora da totalidade histórica e concreta da vida dos seres humanos no meio ambiente. Segundo a autora, esse processo educativo ambiental faz a mediação da apropriação, pelos sujeitos, das qualidades e capacidades fundamentais à ação transformadora responsável diante do ambiente em que vivem (TOZONI-REIS, 2001).

Pesquisadores na área de educação vêm trazendo valiosas contribuições para significar e ressignificar fundamentos e conceitos da EA, no sentido de proporcionar no processo de construção do seu campo teórico uma sedimentação epistemológica (GUIMARÃES, 2004; LOUREIRO, 2005; TOZONI-REIS, 2007). Esses autores, em suas obras, problematizam e contextualizam a EA em uma perspectiva crítica e dialógica.

Tozoni-Reis (2007) explica que uma importante abordagem na compreensão da EA é entendê-la “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 do ponto de vista ambiental e social” (p. 180).

A colaboração da pedagogia crítica para a EA é mais veementemente apontada pela existência notável de autores como Paulo Freire e Demerval Saviani entre os que têm destaque na quantidade de referências em trabalhos considerados na categoria de EA, utilizada nesta dissertação.

Os conceitos da “educação libertadora” freireana ocupam espaço nas práticas e pesquisas de uma EA que se apresentam como críticas, emancipatórias e políticas. Considera-se ser fundamental que seus pressupostos sejam levados em conta e difundidos. De acordo com Loureiro (2005), Paulo Freire fez uma associação exclusiva entre o existencialismo fenomenológico francês, o pensamento marxista, essencialmente de Martin Buber, e princípios da esquerda católica e do pensamento hoje em dia denominado de pós-colonialista. A pedagogia freireana sugere uma educação diferenciada daquela que ele se refere como “educação bancária”, não crítica, tradicional. A educação libertadora beneficia a tomada de consciência, por parte dos discentes, de sua situação social e de seu “praticar a cidadania”, para que consigam quebrar com a organização de uma sociedade capitalista elitista e que alterem sua própria existência: uma educação emancipatória, dialógica, política.

Desta forma, a implementação de suas ideias na EA diz respeito à problematização da realidade socioambiental dos indivíduos para superar, tanto o discernimento ingênuo destes quanto as desigualdades e injustiças que os dominam (TOZONI-REIS, 2007).

Nesse contexto, a educação crítica situa-se no horizonte da ação política da educação se voltada para a transformação social, como reflete Guimarães (2004, p.25): “Senti necessidade de ressignificar a EA como ‘crítica’, por compreender ser necessário diferenciar uma ação educativa que seja capaz de contribuir com a transformação de uma realidade que, historicamente, coloca-se em uma grave crise socioambiental”.

Nessa linha de pensamento, Teixeira *et al.*, (2007) afirmam que “a pesquisa em EA deve ser mediada a partir de reflexões dos seus fundamentos e conceitos, para que esta não acabe legitimando as contradições produzidas pelo modo de produção capitalista” (p. 3). Os mesmos autores acreditam que apenas por meio de uma rigorosa e

densa reflexão dos princípios teóricos da EA, seremos capazes de problematizar as práticas educativas e as tendências teóricas, “proporcionando a reflexão destas contradições e, conseqüentemente, apontando para a necessidade de mudança qualitativa nos processos determinantes da problemática ambiental que se materializa na organização social em situações concretas e de modo concreto” (TEIXEIRA *et al.*, 2007, p. 3).

Acredita-se que a finalidade precípua da Universidade é desenvolver a formação sólida dos estudantes, por intermédio de uma aprendizagem que privilegie experiências vividas por estes e os faça refletir profundamente sobre a realidade que os cerca, contribuindo assim para que possam se tornar cidadãos críticos e reflexivos. Uma EA crítica e reflexiva adquire especial relevância quando se tem em vista o contexto social em que os estudantes vivem.

Tendo em vista esses aportes teóricos sobre EA crítica, percebe-se que a conscientização supera a apropriação ou enculturação de conhecimentos sobre gestão e tratamento de resíduos, considerando que essa conscientização só será concretizada quando os estudantes refletirem sobre esses conhecimentos adquiridos e conseguirem relacioná-los com os aspectos políticos, sociais, econômicos e ambientais a respeito dos reais perigos que essas substâncias químicas podem causar aos seres humanos e ao meio ambiente, visto que os egressos dos cursos de Química e Engenharia Química possivelmente terão que manuseá-los mesmo assim. Mas deve-se buscar a interação de forma que promova a maior sustentabilidade cabível nas situações, tanto cotidianas no meio laboral como fora dele.

4 Metodologia

A investigação realizada nesta dissertação tem natureza qualitativa. Ao interpretar o processo de pesquisa como um mosaico que descreve um fenômeno complexo a ser compreendido, Günther (2006) justifica a associação da análise hermenêutica da pesquisa qualitativa, através do estudo de documentos, sujeitos e contextos, com a clareza da interpretação dos dados numéricos (frequências, medidas, desvios) da pesquisa quantitativa e da sua possibilidade de generalizações.

O autor ainda pondera que o pesquisador, enquanto participante do processo de construção de conhecimento, idealmente, não deveria escolher entre um método ou outro, mas utilizar as várias abordagens, qualitativas e quantitativas que se adéquam à sua questão de pesquisa (GÜNTHER, 2006).

Neste sentido, esta dissertação, inicialmente, utilizou de abordagens quantitativas para identificar o volume e os tipos de resíduos gerados pela UFRGS e encaminhados ao CGTRQ da UFRGS, assim como recebidos de outras instituições e empresas. Estas informações foram obtidas a partir dos relatórios anuais enviados pelo CGTRQ através da Chefa da Divisão Técnica, química Greice Vanin Oliveira (OLIVEIRA, 2013; 2014; 2015; 2016; 2017).

Desta forma, os dados e informações coletados foram utilizados como subsídios para a preparação do material que foi utilizado na ação de formação realizada com os alunos da graduação dos cursos de Química e Engenharia Química. Assim, os tipos de tratamento comumente empregados, as razões e formas de segregação dos resíduos, entre outros pontos, foram pesquisados e utilizados como fonte para as informações que foram inseridas no material didático utilizado na disciplina Química Geral Experimental (QUI1003). Tais informações foram preparadas com auxílio das legislações, normativas, NBR's e artigos técnico-científicos para aprofundar definições de termos necessários, em especial, em relação à parte técnica dos processamentos para tratamento de diferentes resíduos gerados no IQ, assim como em relação às condições e padrões estabelecidos através da legislação brasileira.

Para verificar o nível de conscientização dos sujeitos participantes desta investigação sobre a gestão e o tratamento de resíduos, foi utilizado um instrumento diagnóstico inicial (Apêndice A) com questões abertas e fechadas para um total de 66 alunos. A pesquisa foi realizada com 9 turmas de Química Geral Experimental (QUI1003). Este instrumento inicial foi aplicado na primeira semana de aula, cerca de

dois meses antes da data que ocorreu a ação de formação, e teve duração em torno de 15 minutos. Depois de transcorridos dois meses da ação de extensão oferecida para os graduandos, foi aplicado um instrumento diagnóstico final (Apêndice B) com questões abertas e fechadas, para verificar a enculturação dos conhecimentos dos estudantes sobre os processos de gestão e tratamento de resíduos, assim como o desenvolvimento da conscientização sobre sustentabilidade.

Nos questionários inicial e final utilizou-se também de questões com assertivas aplicando uma escala do tipo Likert. Os questionários do tipo Likert possuem afirmações ou perguntas fechadas em que o respondente deve avaliar um fenômeno numa escala de concordância. Este tipo de escala é muito utilizado em pesquisas em que se deseja realizar um levantamento de opiniões, avaliações e atitudes a respeito de um determinado tema a partir de afirmações feitas, no caso do presente estudo, as afirmações feitas estavam relacionadas ao CGTRQ e Princípio dos 3R's (GÜNTHER, 2003).

Para interpretar os dados obtidos através do questionário com uma escala do tipo Likert realizou-se uma análise através da construção de gráficos. Para obter o gráfico, renormalizou-se os dados a partir de uma tabulação e escalonamento das pontuações atribuídas a cada valor de concordância concedido, sendo “-2” para “Discordo fortemente”, “-1” para “Discordo parcialmente”, “zero” para “Não tenho uma opinião formada”, “+1” para “Concordo parcialmente” e “+2” para “Concordo fortemente” (STRACK, 2013). O cálculo do valor de concordância foi determinado através do somatório do número de vezes em que a opção foi marcada, multiplicado pela pontuação atribuída a ela e dividido pelo número total de respostas. Dessa forma pode-se construir um gráfico para averiguar se houve um melhor entendimento por parte dos alunos sobre os processos de gestão e tratamento dos resíduos, assim como maior conscientização destes futuros profissionais.

Para as questões abertas foi utilizado o software NVivo 12[®] que permitiu a construção de imagens onde as palavras apresentam tamanho proporcional com a frequência, ou seja, quanto mais a palavra se repetir nas respostas dos alunos, maior será o tamanho da fonte utilizada na construção da imagem. Para o uso do software foi feita a transcrição das respostas dos alunos, e após transferir para o software foram criadas as imagens para cada questão analisada. As imagens geradas para as respostas dos instrumentos de diagnóstico inicial e final foram comparadas para permitir a análise

desejada. Buscou-se assim diagnosticar se ocorreu evolução conceitual por parte dos estudantes, ou seja, se ocorreu a enculturação de conceitos discutidos durante a atividade de formação oferecida (AMARAL; MORTIMER, 2006).

A utilização do software para a análise das respostas dos alunos permitiu gerar informações quanto ao grau de frequência das palavras utilizadas, podendo assim realizar uma análise com maior diversidade de fonte de dados, sejam eles numéricos ou descritivos (GUIZZO *et al.*, 2003; CAVALCANTI *et al.*, 2017). Além disso, possibilitou a análise comparativa entre os instrumentos de diagnóstico inicial e final.

Os documentos oficiais dos cursos estudados, como, por exemplo, os Projetos Pedagógicos dos cursos de Bacharelado em Química, Química Industrial, Licenciatura em Química e Engenharia Química, também foram analisados através da análise documental (LÜDKE; ANDRÉ, 1986).

Como etapa final, o material didático utilizado na disciplina de Química Geral Experimental (QUI1003) foi aperfeiçoado com a inserção de um capítulo introdutório sobre gestão e tratamento de resíduos químicos (Apêndice C). Os roteiros e questionários das práticas utilizadas também foram aprimorados quanto às questões sobre o tratamento e a gestão dos resíduos, considerando os critérios de redução, reutilização e reciclagem descritos anteriormente em Amaral *et al.* (2001), conforme pode-se verificar no Apêndice D, onde as questões acrescidas em cada prática estão apresentadas.

Com o objetivo de apresentar para os alunos os conceitos relacionados aos tipos de resíduos, atribuições dos profissionais em Química, o papel do CGTRQ, os tratamentos para os quais são encaminhados os resíduos gerados nos laboratórios de ensino e pesquisa da UFRGS, assim como de contratantes externos à UFRGS, foi realizada uma ação formativa de extensão, onde o pesquisador apresentou para os alunos dos cursos de graduação com ênfase em Química e que estavam matriculados na disciplina de Química Geral Experimental do 2º semestre de 2017.

A atividade foi oferecida no horário regular de aula das 9 turmas investigadas. A apresentação dos conceitos teve duração em torno de 45 minutos em cada turma, onde inicialmente se fez a evolução histórica da legislação ambiental brasileira, tanto em termos de responsabilidades civil e penal, como sobre EA em todos os níveis de ensino. A partir de tal evolução buscou-se a relação com as responsabilidades de cada um na Universidade, seja como aluno, seja como professores e demais funcionários e

posteriormente foram apresentados os tratamentos encaminhados pelo CGTRQ juntamente com suas respectivas quantidades e valores gastos para cada tipo de encaminhamento, a saber, os tratamentos trabalhados foram: coprocessamento, incineração, aterro industrial e estação de tratamento de efluentes. A atividade formativa ocorreu de forma expositiva-dialogada, e ao final da formação era aberto tempo, cerca de 15 minutos, para discussão do tema abordado. Buscou-se nessa metodologia que os alunos pudessem expor e ampliar seus conceitos a respeito desta temática, podendo assim, posteriormente, constatar a enculturação de conceitos tratados durante a formação oferecida. A íntegra da apresentação utilizada com os estudantes no curso de extensão pode ser vista no Apêndice E.

Com o intuito de aprimorar e divulgar os diferentes tipos de tratamentos que são utilizados pelos resíduos gerenciados e encaminhados pelo CGTRQ, foi feito um capítulo inicial e teórico para o material didático utilizado na disciplina de Química Geral Experimental (QUI1003). A partir deste capítulo, os alunos terão acesso aos conceitos que posteriormente serão necessários para a resolução de questões ao final de cada atividade prática. Neste capítulo foram abordados conceitos que vão desde a classificação para os resíduos sólidos, de acordo com a NBR 10004, os processos envolvidos nos diferentes tipos de tratamentos dos quais são encaminhados os resíduos químicos pelo CGTRQ, o princípio dos 3R's, além de trazer dados quantitativos relacionados às quantidades de resíduos químicos gerenciadas pelo CGTRQ, bem como os valores necessários para custear cada tipo de encaminhamento.

Ao final de cada atividade prática, os alunos devem responder às questões envolvidas na atividade realizada. O presente estudo propôs a reelaboração das questões que envolviam o assunto sobre gerenciamento e tratamento dos resíduos químicos formados durante a prática, de acordo com a sua classificação.

As mudanças realizadas na apostila da disciplina de Química Geral Experimental foram enviadas para os professores, após concordância e aprovação prévia da professora regente.

5 Resultados e Discussão

5.1 Diagnóstico Inicial

Com o instrumento inicial foi possível verificar o perfil dos alunos participantes da pesquisa, além de conter também questões relacionadas à percepção inicial de tais estudantes sobre gestão, descarte e tratamento de resíduos químicos, assim como o conhecimento sobre as atribuições dos egressos em cursos de Química e Engenharia Química. Tal informação inicial foi, posteriormente, considerada na elaboração do material apresentado durante a atividade de formação ofertada aos discentes pesquisados. Também, essas percepções iniciais foram levadas em conta na etapa de reestruturação do material que é utilizado na disciplina Química Geral Experimental. Espera-se que tais alterações sejam implementadas a partir do segundo semestre de 2019, após aprovação da professora regente da disciplina, que também realizou a divulgação das alterações feitas aos demais professores que atuam na disciplina em questão.

Nesse contexto, o instrumento inicial foi aplicado a 66 alunos que, de forma conjunta, completaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE F). Esse termo garante aos respondentes sigilo de suas informações pessoais, assim como o anonimato das respostas recolhidas no questionário.

Nas questões onde se utilizou uma escala do tipo Likert para ver o grau de concordância ou discordância dos alunos a partir de afirmativas relacionadas ao Princípio dos 3R's e ao CGTRQ da UFRGS, tanto no instrumento de diagnóstico inicial, como no instrumento de diagnóstico final e, também, para analisar os resultados obtidos utilizou-se a construção de figuras com os gráficos a partir dos dados obtidos com os questionários. Estes gráficos são obtidos pela renormalização dos dados, após a tabulação e escalonamento das pontuações (STRACK, 2013). Para cada grau de concordância foi atribuído um valor, sendo -2 para “Discordo Fortemente” (DF), -1 para “Discordo Parcialmente” (DP), zero para “Não tenho uma Opinião formada” (NO), 1 para “Concordo Parcialmente” (CP) e 2 para “Concordo Fortemente” (CF). Na sequência, para construção da figura foi realizado o cálculo do valor do grau concordância (score) que é determinado através do somatório do número de vezes em que a opção foi marcada, vezes a pontuação atribuída a ela e dividido pelo número total de respostas. Na Figura 06, encontra-se a equação para o cálculo citado. Observe que

não está sendo calculada a contribuição para as respostas dadas como NO, visto que qualquer valor de respondentes maior ou igual a 1, quando multiplicado por zero, terá seu resultado sempre o mesmo, zero.

$$\text{Escore} = \frac{\{[(-2) \cdot n^{\circ}_{\text{DF}}] + [(-1) \cdot n^{\circ}_{\text{DP}}] + [(+1) \cdot n^{\circ}_{\text{CP}}] + [(+2) \cdot n^{\circ}_{\text{CF}}]\}}{n^{\circ} \text{ total de respondentes}}$$

Figura 06. Expressão matemática para cálculo do Escore, utilizado para verificar o grau de concordância ou discordância dos estudantes para as questões com Escala Likert. Fonte: o Autor, adaptado de Strack (2013).

5.1.1. Perfil dos estudantes

A partir da análise das primeiras cinco questões (de 1 até 6) do instrumento para diagnóstico inicial foi traçado o perfil dos ingressos nos cursos de Química (Bacharelado, Industrial, Licenciatura) e Engenharia Química para as turmas investigadas da disciplina Química Geral Experimental, ofertada no segundo semestre do ano letivo de 2017.

A questão 01 evidenciou um perfil de jovens ingressos, onde dos 66 respondentes iniciais, 52 deles possuem idade entre 17 e 20 anos. O que corrobora com o esperado para uma disciplina oferecida na etapa inicial da graduação. Além disso, independente do curso da área de Química, essa disciplina tem caráter obrigatório e é pré-requisito para outras duas disciplinas, que contam com atividades experimentais, a saber: Química Inorgânica II e Físico-Química Experimental.

De acordo com a questão 02 percebe-se que o público estudado apresenta um total de 35 pessoas do sexo feminino, enquanto que 31 respondentes são do sexo masculino.

Na questão 03, ao serem questionados se possuíam alguma experiência profissional, apenas 13 alunos indicaram positivamente. Dentre as funções desempenhadas pelos estudantes, pode-se destacar: técnico em Química, técnico de laboratório, assistente de laboratório em escola, controle de qualidade, técnico de análises clínicas, estágio em Química Ambiental, estágio técnico. Ademais, dos 13 alunos que possuíam experiência, 6 indivíduos disseram possuir experiência de até 1 ano. Enquanto outros 5 afirmaram ter vivências profissionais superiores a 1 ano. Finalmente, 2 respondentes não indicaram o tempo de experiência que possuíam, ou

seja, deixaram a resposta em branco. Possivelmente, devido ao perfil etário dos respondentes, aproximadamente 20% destes possui experiência profissional.

Quando se analisa as respostas à questão 04, que está relacionada ao nível de formação dos estudantes, constata-se que dos 66 respondentes, 15 alunos já possuíam estudos prévios: 13 estudantes apresentam formação como técnicos e os outros 2 alunos, declararam ser tecnólogos em Gestão Ambiental, ou seja, tecnólogo de nível superior. Dos que informaram possuir título de técnico, 9 respondentes possuem o título de técnico em Química. Esse perfil de formação converge com as respostas obtidas na questão relativa às experiências profissionais.

Com o propósito de traçar um perfil dos alunos com respeito à separação de resíduos sólidos (lixo orgânico e reciclável), a questão 05 indicou que dos 66 respondentes, 55 afirmaram realizar a separação dos resíduos sólidos. Sendo que destes, 53 alunos fazem a segregação dos resíduos sólidos em suas casas. Já no ambiente de trabalho, dos 13 alunos que apresentavam experiência profissional, 9 estudantes disseram fazer a separação. Em relação à prática de separar os resíduos sólidos na Universidade, 20 alunos confirmaram colaborar com a coleta seletiva realizada em nossa instituição em ensino superior, onde tal prática teve lugar a partir da Portaria 3.450 (UFRGS, 2008; CONTO, 2010).

Por sua vez, a questão 06 indaga sobre o conhecimento a respeito do Princípio dos 3R's instituídos pela Agenda 21 a partir da ECO-RIO/92 (BRASIL, 2004). Cabe destacar que as respostas dos investigados foram transcritas e organizadas conforme as tabelas presentes no Apêndice G. Assim, as respostas fornecidas foram organizadas e são apresentadas, a seguir, de acordo com a seguinte codificação (Figura 07):

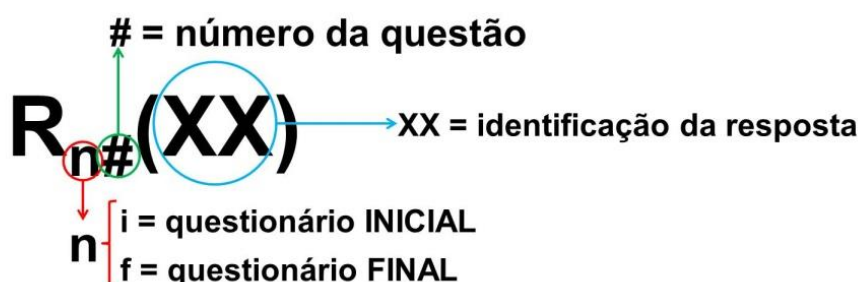


Figura 07. Identificação do código construído para reconhecimento e diferenciação das respostas descritivas fornecidas pelos estudantes às questões dos questionário inicial e final. Fonte: o Autor.

Nesse contexto, ao serem indagados sobre o Princípio dos 3R's, dos 66 respondentes, 23 alunos afirmaram ter conhecimento sobre dito princípio. Ademais, desses 23 alunos, 20 estudantes definiram corretamente o que significa os “3R's”: “Reduzir, Reutilizar, Reciclar”. Ainda assim, as outras 3 definições apresentadas traziam a aceção de forma incompleta, como por exemplo:

R_{i6}(01): “Política para diminuir o lixo.”;

R_{i6}(02): “Um princípio relacionado a hábitos sustentáveis envolvendo reciclagem, etc.”;

R_{i6}(03): “Reutilizar (não lembro os outros 2).”

O conhecimento sobre o Princípio dos 3R's se faz muito importante para profissionais da área da Química, até por estar presente no artigo 15 da Lei 12.305, que trata da PNRS (BRASIL, 2010), além de estar articulado à PNEA (BRASIL, 1999). A PNEA é referida como instrumento para implementação da PNRS a EA. Objetivando-se formas de pensar a relação dos impactos danosos ao meio ambiente para que estes sejam reduzidos, promove-se a segregação e o descarte dos resíduos químicos de forma adequada através da aplicação da EA.

Assim, com base nas respostas dadas pelos alunos à questão 06, pode-se obter o seguinte perfil de resposta pela análise com o software NVivo 12[®] que relaciona a ocorrência da palavra com o tamanho com a qual é apresentada na respectiva figura. Nesse caso, foram destacadas as palavras que apresentaram maior frequência nas respostas, onde o termo “Reutilizar” esteve presente em 21 das 23 respostas fornecidas pelos estudantes (vide Figura 08). Enquanto que as palavras “Reduzir” e “Reciclar” foram utilizadas em 20 das 23 definições apresentadas pelos alunos. Em compensação as demais palavras aparecem com fonte reduzida por serem encontradas apenas uma vez nas respostas analisadas. Nesse caso, percebe-se que os demais termos tais como “política”, “hábitos”, “reciclagem”, entre outros foram utilizados com menos assiduidade nas respostas.



Figura 08. Imagens geradas pelo software NVivo 12[®] para as definições sobre o Princípio dos 3R's. Fonte: o Autor.

5.1.2 Conhecimentos prévios sobre gestão e tratamento de resíduos químicos e atribuições por curso

A partir da questão 07, do instrumento inicial, os questionamentos se centraram em assuntos relacionados à gestão, aos tipos de tratamento de resíduos químicos, também, às atribuições para os egressos dos cursos de Química e Engenharia Química. As perguntas foram realizadas com o intuito de observar o nível de compreensão inicial dos alunos pesquisados em relação a estas temáticas e que possa, mediante a análise comparativa com o instrumento de diagnóstico final, identificar se ocorreu uma enculturação/alfabetização dos principais conceitos relacionados com os tópicos anteriormente indicados (CHASSOT, 2010; DRIVER *et al.*, 1999). Cabe destacar ainda que tais conceitos foram abordados durante a atividade formativa realizada com os estudantes investigados. Igualmente, muitos destes tópicos puderam ser vistos nas atividades práticas realizadas durante o semestre na disciplina de Química Geral Experimental.

Os discentes, ao responderem se a sua formação profissional teria alguma contribuição por se praticar a coleta dos resíduos químicos nas aulas experimentais desenvolvidas, 63 dos respondentes afirmaram que haveria um acréscimo a vivência de realizar a coleta no laboratório de ensino. Sendo que destes que afirmam ocorrer

contribuição na sua formação, 7 alunos dos 63, não apresentaram explicação a respeito da contribuição exercida pela prática da coleta. Apenas 3 alunos não consideram que a coleta realizada irá contribuir para sua formação profissional. Dos que acreditam na contribuição, 17 respostas demonstram que a formação contribui por ter impactos também na interação com o meio (ambiente), conforme alguns exemplos a seguir.

R₁₇(07): “Evidencia a importância da separação e correto destino dos resíduos, que é fundamental para preservação do meio ambiente.”;

R₁₇(14): “Auxilia na conscientização dos alunos, para a importância de toda etapa desenvolvida, principalmente nos riscos ao meio ambiente.”;

R₁₇(55): “Esta é minha 1ª aula, contudo compreendo que a coleta de resíduos é importante para o exercício da cidadania e para a preservação ambiental.”.

Adicionalmente, 2 estudantes destacaram preocupação com a questão da saúde humana, possibilitando a percepção de que o ser humano está em contato direto com o meio ambiente e que a qualidade do mesmo afeta diretamente a saúde humana.

R₁₇(12): “A coleta de resíduos permite a nós alunos a conscientização ambiental, além de diagnosticar seus riscos em contato humano ou ambiental.”;

R₁₇(13): “Além de resíduos destinados incorretamente, afetam o meio ambiente, podem ser prejudiciais a saúde quando contaminados. Crescendo a conscientização da pessoa.”.

Dos respondentes, 5 alunos consideram que as atividades realizadas servem para que o aluno se aproprie dos hábitos comuns ao laboratório com reagentes químicos.

R₁₇(18): “Porque assim eu ganho o costume de fazer isso.”;

R₁₇(56): “Pois me doutrina a reduzir o gasto excessivo de elementos.”.

Para 20 alunos, há a necessidade de se ter essa prática para que as empresas que estão engajadas com questões de sustentabilidade, seja por cultura própria ou imposição às leis ambientais, possam contar com profissionais capacitados e que atuem de forma consciente de suas práticas no ambiente laboral.

R₁₇(45): “Pois as empresas demonstram interesse na questão ambiental da coleta de resíduos, sendo interessante para o mercado de trabalho.”;

R₁₇(47): “Pois será necessário aprender para minha vida profissional, uma vez que as empresas estão cada vez mais ecologicamente engajadas.”;

R₁₇(53): “Sim, pois nos prepara para os processos de coleta que serão futuramente realizados em ambiente profissional”.

Vale ressaltar que as respostas obtidas na questão 07 apresentaram, em muitas situações, mais de um tipo de contribuição. Como se pode observar nas respostas anteriores, vide R₁₇(12) e R₁₇(13) que relacionam, por exemplo, na mesma resposta

apontamentos referentes ao meio ambiente, exercício da cidadania e/ou saúde dos seres humanos.

Na questão 08, sobre os impactos que ocorreriam ao se realizar um descarte incorreto de resíduos químicos gerados nas atividades de laboratórios de ensino da UFRGS, identificou-se que para 62, dos 66 respondentes, o descarte incorreto ocasionaria algum tipo de prejuízo seja ele em termos ambientais, econômicos ou sociais. Dos respondentes, 3 não escreveram os possíveis prejuízos. Do restante, 45 consideram que disposição incorreta afeta o meio ambiente.

R₁₈(17): “Grande prejuízo ao ambiente (solos, rios/lagos e animais).”;

R₁₈(36): “Pode ocasionar a contaminação de solos, águas e do próprio ar.”;

R₁₈(43): “Pode-se poluir água, o bioma e a fauna, sendo muitas vezes danoso ao meio ambiente.”.

Já para 29 há prejuízos à saúde humana, corroborando com a ideia de que os alunos ao final do curso devem exercer a cidadania priorizando o lado humano ao tecnológico, como exposto na Carta Niterói (GERBASE *et al.*, 2005).

R₁₈(04): “Alguém pode mexer no lixo, desconhecendo seu caráter muitas vezes tóxico e isso pode ocasionar problemas graves de saúde.”;

R₁₈(38): “Podem ocorrer alguns acidentes ou reações que podem afetar todos.”;

R₁₈(60): “Sim, visto que boa parte das substâncias são tóxicas para o corpo humano. Dessa forma, o descarte incorreto pode trazer prejuízos a saúde quando em contato direto com a pessoa.”.

Percebe-se que para 7 alunos, o descarte inadequado está relacionado a prejuízos financeiros, seja por custos operacionais, multas ou por danificação de material.

R₁₈(01): “Acredito que sim, pois já li em algum lugar (que não me recordo) que o dinheiro gasto para identificar e separar os resíduos é absurdamente grande.”;

R₁₈(57): “Prejuízos ambientais e estruturais na universidade ou outra instalação, pois podem ou não ser nocivos, desta forma, sempre se deve ter o cuidado com o descarte dos resíduos químicos.”.

Deve-se ressaltar que para alguns alunos foi utilizado a união de mais de um viés, como é possível identificar em respostas como exemplo, as citadas abaixo:

R₁₈(06): “Causa danos materiais, doenças, e principalmente ambientais.”;

R₁₈(37): “Pode ocasionar danos ambientais, desperdício de recursos, o risco de intoxicação ou acidentes dentro das dependências da universidade.”;

R₁₈(46): “Pois podem causar acidentes de diversas escalas, podendo prejudicar o meio ambiente, as pessoas ou mesmo o patrimônio da Universidade.”.

Nas questões 09 e 10, que se utiliza da Escala do tipo Likert, foi possível identificar o grau de concordância ou discordância que os alunos possuíam a respeito de 5 afirmativas que estavam relacionadas ao Princípio dos 3R's na questão 09 e a respeito dos resíduos químicos gerados nos laboratórios, foram feitas 7 afirmações na questão 10. Para analisar estas questões se levou em conta os maiores e menores valores de escores, de modo que seja possível analisar as afirmações em que os alunos apresentam maior e menor concordância.

Lembra-se que serão utilizados os valores do escore calculado de acordo com a Figura 06, para que seja verificado o grau de concordância dos alunos para cada uma das afirmativas da questão (Figura 09). Na primeira afirmativa: “São importantes para a realização de práticas sustentáveis.”; o escore equivaleu a + 1,89, em uma escala que vai de - 2,0 (DF) a + 2,0 (CF). Isso demonstra que os alunos possuem um alto grau de concordância com a afirmativa e consciência da relação entre estes princípios e a sustentabilidade no âmbito das atividades experimentais.

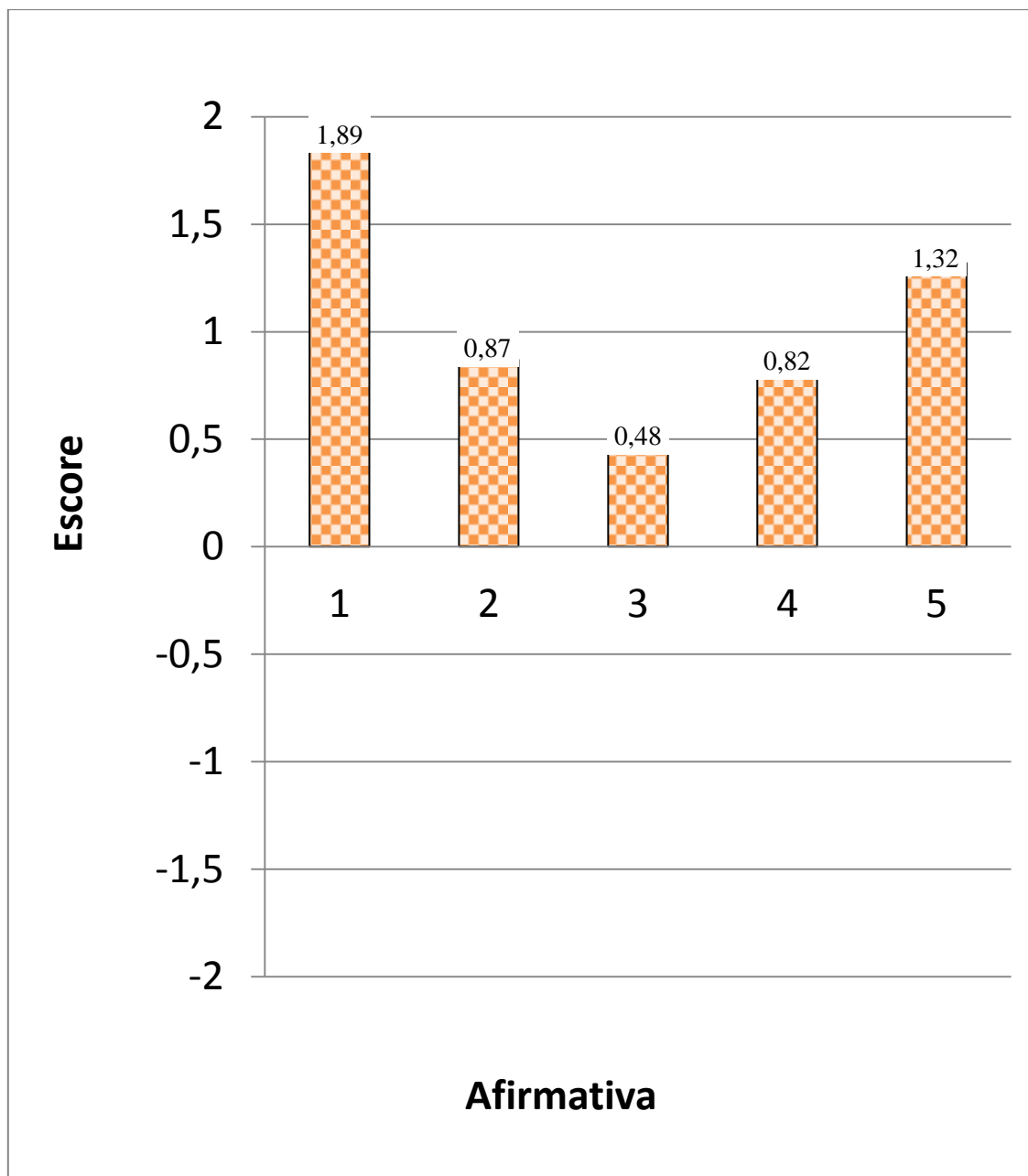


Figura 09. Escore dos estudantes frente às afirmativas elaboradas sobre o Princípio dos 3R's. Onde as afirmativas analisadas correspondem a: 1. *São importantes para a realização de práticas sustentáveis;* 2. *A Redução pode ser viabilizada utilizando um menor volume de reagentes durante os experimentos;* 3. *A Redução prevê minimizar a periculosidade dos resíduos;* 4. *Os produtos gerados durante uma aula experimental podem ser utilizados como reagentes (insumos) em outras atividades;* 5. *Reciclar é o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes.* Fonte: o Autor.

Já na última afirmativa, relacionada ao Princípio dos 3R's, constatou-se o valor de + 1,32, corroborando com a ideia de que os estudantes apresentam uma concordância parcial relacionada a esta afirmação. Por ser uma definição correta e abrangente em termos de classificações utilizadas para os tipos de transformações necessárias para se reciclar (físicas, físico-químicas, biológicas), esta afirmação foi feita com o objetivo de despertar no aluno a reflexão dos termos reutilizar e reciclar, que comumente são confundidos e trocados, mas que apresentam significados distintos de acordo com a PNRS (BRASIL, 2010).

Reutilização: processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e, se couber, do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS) e do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa);

Reciclagem: processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes do Sisnama e, se couber, do SNVS e do Suasa; (BRASIL, 2010)

Porém, ao verificar o valor observado para a terceira afirmativa, “A Redução prevê minimizar a periculosidade dos resíduos.”, que foi + 0,48. Pode-se concluir que os alunos apresentaram um valor mais próximo à ideia da declaração “NO” com peso nulo (Ø) (Figura 09).

Acredita-se que este resultado possa estar relacionado ao grau de compreensão do termo periculosidade:

Característica apresentada por um resíduo que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, pode apresentar: risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices; riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada. (ABNT, 2004, p2).

A partir desta definição, entende-se que os respondentes podem ter dúvidas em relação à aplicabilidade do grau de periculosidade dos resíduos e como ela pode variar, posto que substâncias químicas (resíduos químicos) apresentam constituição conhecidas, entretanto complexas. Para fins de descarte não se pondera apenas a classificação do resíduo e quantidade, pois a periculosidade está diretamente

relacionada com suas características (propriedades físicas, químicas, etc), e sua interação com o meio (ABNT, 2004).

A análise dos escores obtidos na questão 10, a qual remete à questão dos resíduos gerados nas aulas experimentais e nos laboratórios de pesquisa da UFRGS, permitiu a construção do seguinte gráfico (Figura 10).

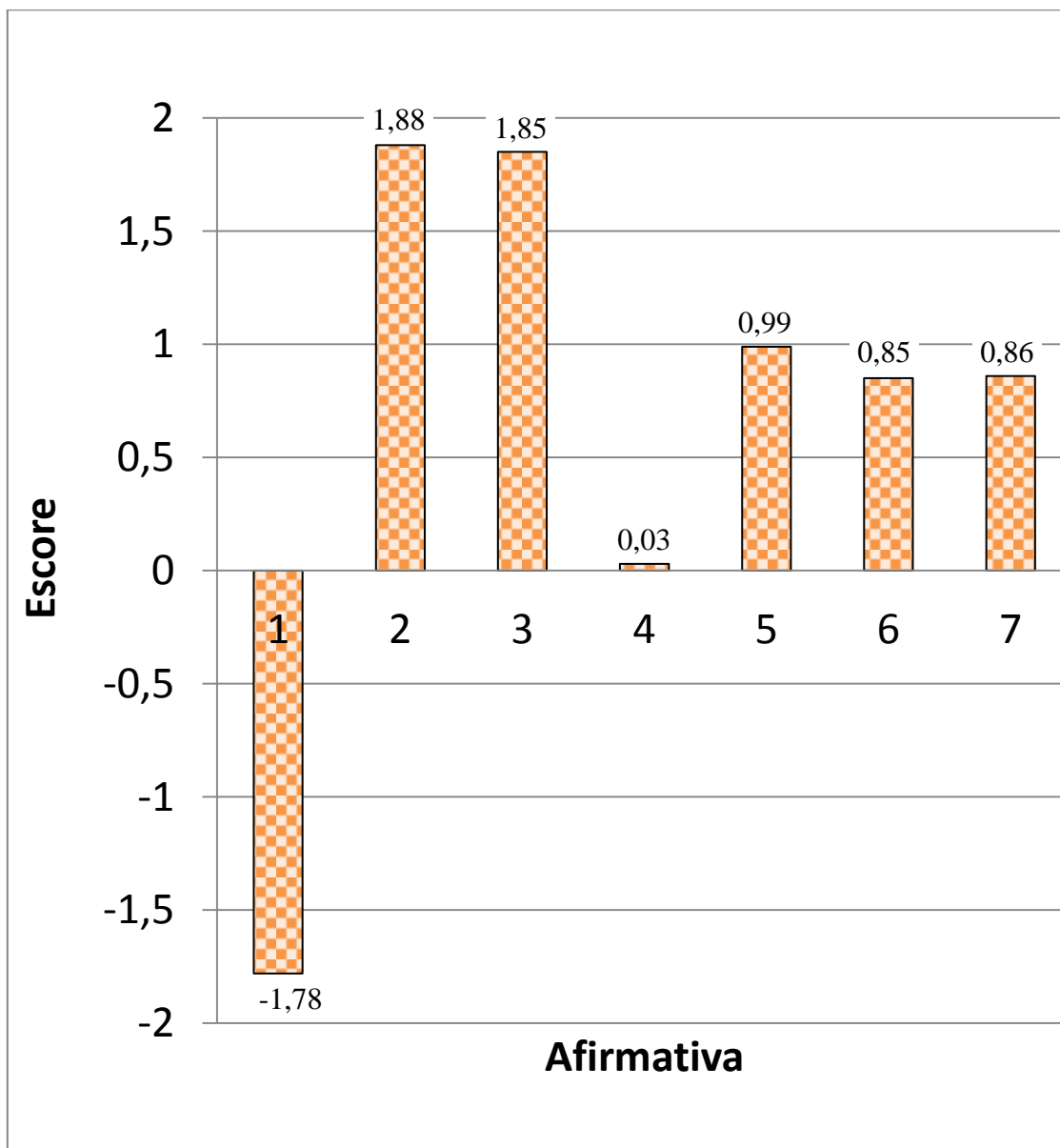


Figura 10. Escore dos estudantes frente às afirmativas elaboradas sobre os resíduos gerados nas aulas experimentais e nos laboratórios de pesquisa na UFRGS. Onde as afirmativas analisadas correspondem a: 1. Podem ser coletados em qualquer tipo de frasco; 2. Devem ser separados para o correto descarte; 3. Necessitam de identificação padrão para permitir a correta destinação final; 4. Os resíduos produzidos nos laboratórios de ensino e pesquisa da UFRGS são encaminhados diretamente para empresas terceirizadas que realizam o tratamento destes; 5. Os resíduos produzidos

nos laboratórios de ensino e pesquisa da UFRGS são encaminhados para o Centro de Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos (CGTRQ); 6. No CGTRQ é realizado o gerenciamento dos resíduos produzidos nos laboratórios de ensino e pesquisa da UFRGS; 7. No CGTRQ são tratados os resíduos produzidos nos laboratórios de ensino e pesquisa da UFRGS. Fonte: o Autor.

Na primeira afirmativa, “Podem ser coletados em qualquer tipo de frasco.”, o valor na Escala Likert foi de - 1,78, demonstrando o elevado grau de discordância em relação à prática de descarte inadequado dos resíduos (Figura 10). Resultado que pode sinalizar que os alunos intuem que os resíduos de laboratório não devem ser descartados como lixo comum e tão pouco armazenados ou estocados de forma aleatória.

Essa compreensão vai ao encontro com as colocações positivas para as afirmativas 2 (escore + 1,88) e 3 (escore + 1,85), quanto à necessidade de separação dos resíduos e identificação, respectivamente. Convergindo com a resposta obtida com a pergunta 8, onde a maior parte dos alunos afirmara que o descarte incorreto acarreta algum tipo de prejuízo.

Para a quarta afirmativa: “Os resíduos produzidos nos laboratórios de ensino e pesquisa da UFRGS são encaminhados diretamente para empresas terceirizadas que realizam o tratamento destes.”, através das respostas dos alunos, foi constatado o valor igual a + 0,03 (Figura 10), evidenciando o desconhecimento dos alunos em relação ao gerenciamento e encaminhamentos realizados pelo CGTRQ para estes resíduos, já que o valor zero (\emptyset) é atribuído a declaração “NO”. Resultado compreensível, por se tratar de alunos iniciantes nos cursos.

Observando o resultado para análise das respostas à quinta, sexta e sétima afirmações, o mesmo corrobora com o colhido na quarta afirmação, mostrando que para o grupo o CGTRQ não é amplamente conhecido assim como suas atribuições dentro do IQ na UFRGS.

Na questão 11 os alunos foram questionados sobre a responsabilidade pelos resíduos químicos gerados nos laboratórios de ensino, durante o semestre nas aulas práticas. Para 51 alunos a responsabilidade é da UFRGS, 27 estudantes consideram os professores como responsáveis, 26 afirmando que a responsabilidade é dos alunos, 22 da comunidade acadêmica e 13 do Governo (Figura 11). Vale lembrar que o somatório ultrapassa o número de 66 respondentes, isto ocorre pelo fato dos alunos terem a liberdade de marcar mais de uma alternativa.

QUESTÃO 10 – QUESTIONÁRIO INICIAL

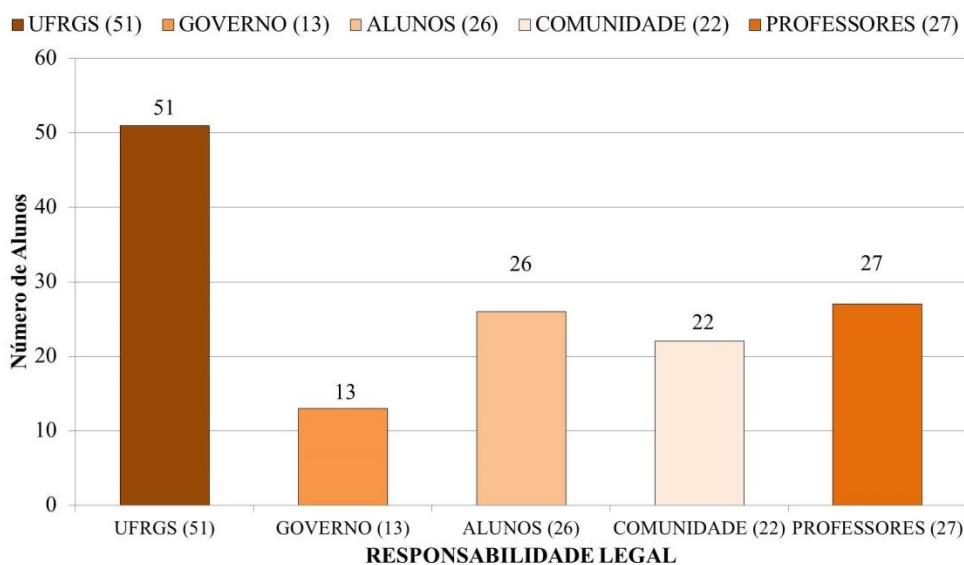


Figura 11. Alternativas assinaladas pelo grupo de investigados quando questionados sobre a responsabilidade legal dos resíduos químicos gerados nas atividades experimentais da UFRGS. Fonte: o Autor.

Buscando identificar se os ingressantes tinham conhecimento das futuras atribuições que serão concedidas após conclusão do curso, os alunos responderam à questão 12, marcando aquelas atribuições que consideram (Figura 12). Pode se perceber através das alternativas assinaladas que as atribuições “Pesquisa e Desenvolvimento” e “Produção, Tratamento de Resíduos” foram marcadas por 43 alunos, “Análise Química e Físico-Química, Padronização e Controle de Qualidade” para 41, “Perícia, Serviços Técnicos e Laudos” para 30, “Desempenho de Cargos e Funções Técnicas” para 21, “Operação e Manutenção de Equipamentos” para 16 e atribuição para “Magistério” foi assinalada apenas por 3 respondentes. O que mostra o desconhecimento de que todos os cursos analisados apresentam como atribuições, todas alternativas disponíveis para que o aluno assinalasse, exceto a relacionada a “Produção, Tratamento de Resíduos”, que é atribuição adquirida apenas pelos egressos dos cursos de Química Industrial e Engenharia Química. Não sendo habilitados para esta, os alunos dos cursos de Química Licenciatura e Bacharelado (CFQ, 1974).

QUESTÃO 12 – QUESTIONÁRIO INICIAL

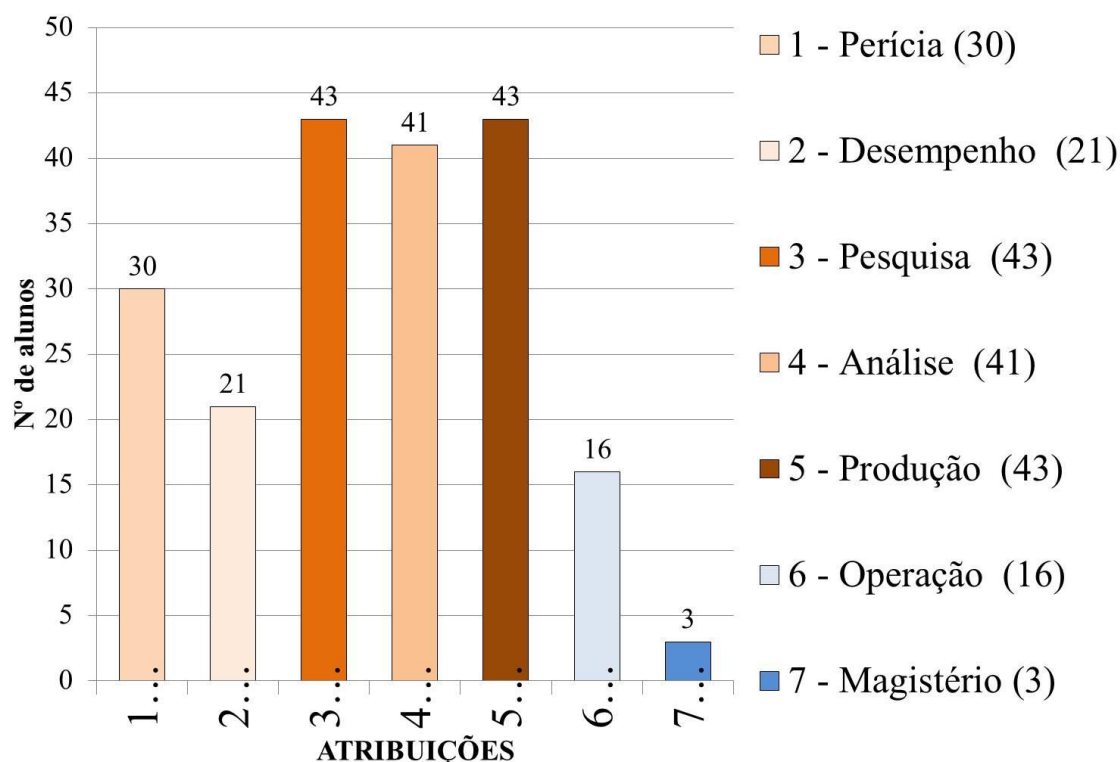


Figura 12. Alternativas assinaladas pelos estudantes quando indagados sobre quais as atribuições adquiridas após conclusão do curso. Fonte: o Autor.

Na questão 13, os estudantes foram questionados sobre o conhecimento de alguns dos principais tratamentos utilizados para disposição final de resíduos sólidos. O primeiro tratamento a ser verificado foi o coprocessamento, processo utilizado para tratar resíduos tipo Classe II (ABNT, 2004), que são sólidos e solventes orgânicos não halogenados, e que possa gerar energia e matéria-prima como substituintes de outras (MAZZER, CAVALCANTI, 2004). Para essa pergunta, 62 dos 66 participantes do instrumento de diagnóstico inicial afirmaram não ter conhecimento sobre este tratamento. E quando se analisa a definição apresentada pelos 4 alunos que afirmaram possuir conhecimento sobre coprocessamento, 2 se aproximavam com a definição encontrada na literatura, a saber:

R_{i13a}(02): “Reprocessar os produtos/reagentes que "sobram" da operação, para obter melhor produtividade.”;

R_{i13a}(04): “Utilização de um resíduo, algo descartado que sofre um processo para transformação de outro material.”.

Já em relação à incineração, tratamento utilizado para encaminhar os resíduos sólidos do tipo Classe-I (ABNT, 2004) pelo CGTRQ, 49 alunos afirmaram ter conhecimento. Para os 45 alunos que apresentaram alguma definição, 34 ficaram limitados ao fato de queimar o resíduo. Acredita-se que esta maioria vinculou-se aos primeiros significados que a palavra incineração nos remete. De certa forma não está errado considerar que na incineração ocorre a queima, mas cientificamente existem muitos critérios a serem considerados além da simples decomposição térmica. A incineração é o processo no qual os resíduos químicos são decompostos por oxidação térmica a altas temperaturas (1200 °C) objetivando destruir a fração orgânica do resíduo e reduzir o seu volume, com o uso de equipamentos para minimizar a emissão de gases e os impactos relacionados a estes (PAIM *et al.*, 2002; MAZZER, CAVALCANTI, 2004).

Para 7 estudantes, a definição se deu de forma superficial, mas com conceitos pouco mais próximos ao aceito pela literatura para incineração, como pode ser observado a partir da leitura da resposta abaixo.

R_{i13b}(41): “Queima integral do material.”.

Enquanto que para 4 alunos a definição dada está coerente ou utilizou exemplo de resíduo encaminhado para este tipo de tratamento, como é observado:

R_{i13b}(01): “O resíduo é submetido a altas temperaturas para reduzir o impacto ambiental.”;

R_{i13b}(44): “Lixo hospitalar”;

R_{i13b}(47): “Resíduos são incinerados e é dado um destino para o gás.”;

R_{i13b}(48): “Queima completa de resíduos em ambiente controlado para impedir contaminação.”.

Como forma de disposição final para maioria dos resíduos sólidos orgânicos gerados pela população é, ou deveria ser de acordo com a PNRS, utilizando Aterros Sanitários para tal função (BRASIL, 2010). Dos pesquisados, 54 afirmaram saber o que são Aterros Sanitários, sendo que destes, 38 apresentaram definição coerente com o conceito científico para esse tipo de disposição. Em 16 respostas os alunos definiram de forma muito simplificada e limitada. Por exemplo, percebe-se que as respostas estão relacionadas ao Aterro Controlado, que funciona como um Lixão, mas que possui uma estrutura para proteção da chuva, contudo sem preocupações com a disposição e os impactos causados a partir da decomposição destes resíduos. A seguir algumas respostas que representam este tipo de relação.

R_{i13c}(22): “É onde despejam os resíduos em um lugar afastado.”;

R_{i13c}(33): “É o descarte de resíduos através da absorção do solo.”;

R_{i13c}(40): “Uma porção de terra é retirada, há deposição de diversos resíduos que posteriormente é coberta.”.

Dos respondentes, 6 apresentaram uma definição coerente com a literatura quanto à ideia de funcionamento e cuidados que um Aterro Sanitário necessita.

R_{i13c}(04): “Soterramento de resíduos com a aplicação de processos de contenção para evitar contaminação.”;

R_{i13c}(06): “Lixo sob o solo, porém diferente do "lixão", visto que há cuidado maior no aterro sanitário, a fim de não prejudicar o solo.”;

R_{i13c}(25): “O material é isolado e aterrado e é acompanhado o chorume.”.

Já para 16 alunos, a definição estava relacionada à utilização desse tipo de destinação para prover apropriada disposição dos resíduos gerados pela população.

R_{i13c}(18): “É um local definido, onde são deixados os resíduos gerados por certa população.”;

R_{i13c}(28): “Destinado aos resíduos sólidos domésticos.”;

R_{i13c}(31): “Onde é descartado os rejeitos da maioria da população.”.

A partir dos resultados obtidos nas questões acima discutidas, pode-se perceber que os alunos ingressantes nos cursos de Química e Engenharia Química apresentam conhecimento de suas atribuições como futuros profissionais. Identificou-se a necessidade de aperfeiçoamento dos conceitos sobre os diferentes tipos de tratamento dos resíduos químicos. Além disso, notou-se que a proposta de formação seria uma oportunidade para enculturação dos conceitos e discussão sobre as responsabilidades pelos resíduos químicos gerados nos laboratórios. Também, para realizar a retroalimentação do tema gestão e tratamento de resíduos, para a formação de profissionais conscientes de suas atitudes tanto no seu ambiente laboral como fora dele (JARDIM, 1998; AMARAL *et al.*, 2001; GERBASE *et al.*, 2005).

Considera-se que a linguagem escrita utilizada pelos estudantes para expressar seus conhecimentos prévios sobre a temática em discussão, oriunda dos saberes prévios relacionados aos aspectos intuitivos e empíricos, pode ser ampliada no sentido de se aproximar da linguagem científica (CHASSOT, 2010).

De acordo com Teixeira *et al.* (2007), acredita-se que apenas por meio de uma rigorosa e densa reflexão dos princípios teóricos da EA, seremos capazes de problematizar as práticas educativas e as tendências teóricas, “proporcionando a reflexão destas contradições e, conseqüentemente, apontando para a necessidade de mudança qualitativa nos processos determinantes da problemática ambiental que se materializa na organização social em situações concretas e de modo concreto” (p. 3).

5.2 Diagnóstico Final

A ação de formação foi realizada no horário regular de aula, totalizando 45 min. A apresentação de *slides* foi referência para a discussão dos temas propostos. Nela foram abordados os conceitos sobre as atribuições dos cursos de Química e Engenharia Química, evolução da legislação ambiental e educação ambiental no Brasil, sobre o CGTRQ, assim como os principais tratamentos que são utilizados para mitigar os resíduos químicos produzidos nos laboratórios do IQ/UFRGS. Estes conceitos foram abordados e esclarecidos em uma apresentação expositivo-dialogada. Após foi aberto um momento de discussão com o grande grupo, no qual alguns questionamentos e contribuições foram levantados como: O processo de reciclagem do óleo de soja utilizado; O uso de plantas para biorremediação; O tipo de sanção penal para crimes ambientais; As atribuições específicas de cada formação na área da química.

Salienta-se que os princípios da EA crítica correspondem justamente à problematização da realidade socioambiental dos indivíduos, para buscar desenvolver novas práticas quanto à preservação do ambiente (TOZONI-REIS, 2007), como novos valores a partir de ações focadas em temáticas sociais, políticas e econômicas (CHASSOT, 2010). O objetivo do curso foi a construção de novos conceitos químicos, a partir dos conhecimentos prévios.

Após o período de formação, o Questionário Final utilizado para realizar o diagnóstico final foi aplicado como última etapa da pesquisa com o grupo de alunos. Esta ferramenta foi utilizada ao final do semestre, o que pode explicar o fato de ter ocorrido o não comparecimento de 20 alunos em comparação ao número de respondentes no instrumento inicial (66). No total, 46 sujeitos responderam dito questionário.

Dos 46 respondentes, 45 afirmaram de forma positiva que a prática de coletar os resíduos gerados ao longo das aulas experimentais na disciplina de Química Geral Experimental contribuiu para sua formação sim. Vale salientar, que no questionário inicial 63 dos 66 alunos afirmaram que praticar a coleta iria contribuir na sua formação, porém destes, 7 alunos não justificaram sua resposta no instrumento inicial. Enquanto no diagnóstico final, todos que afirmaram haver contribuição, justificaram sua posição.

Destaca-se que os alunos apresentaram nas suas respostas conceitos abordados ao longo da atividade de formação e provavelmente reforçados ao longo do semestre durante as aulas experimentais. De modo geral, as respostas apresentadas foram mais

elaboradas do que as apresentadas no questionário inicial, como os objetivos do Princípio dos 3R's, como pode se observar:

R_{fi}(19): “É importante a coleta dos resíduos para a não poluição do meio ambiente e **reaproveitamento**.”;

R_{fi}(30): “Pois aprendi que alguns resíduos podem ser **reutilizados** se descartados corretamente.”;

R_{fi}(44): “Posso **reutilizar** alguns resíduos e **aproveitar** para uma outra atividade.”. (grifo do autor)

Um ponto que fora reforçado durante a aplicação da atividade formativa foi a importância de se reutilizar os resíduos gerados nos laboratórios de Química Geral Experimental e que esta prática de reaproveitamento ocorre no IQ desde o projeto “Ensino e a Química Limpa” (AMARAL *et al.*, 2001). Ao se praticar este tipo de ação, além de reduzir os gastos com tratamento dos resíduos, pode ocasionar também a economia por reduzir a quantidade necessária de reagentes novos. Nota-se que este tipo de argumento estava presente nas respostas dos alunos, como apresentado abaixo:

R_{fi}(07): “A realização da coleta me auxiliou a perceber a importância da reutilização dos resíduos a fim de diminuir os gastos.”;

R_{fi}(26): “Pois ajuda a analisar que tipo de reação irá formar a substância, se ela é tóxica, se tem um componente "caro", etc.”.

Ressaltam-se também as respostas dos estudantes que apresentaram argumentos em termos de classificação do resíduo gerado. A seguir alguns exemplos:

R_{fi}(06): “A gente aprende o caminho adequado para cada resíduo e o porquê do resíduo ser encaminhado para um destino e não para o outro.”;

R_{fi}(08): “Ajudou a desenvolver o hábito de descartar seletivamente os resíduos e também questionar a destinação destes.”;

R_{fi}(12): “Conscientização tanto da quantidade e qualidade de resíduo que geramos, como seu destino final, sua possível reutilização, seu impacto ambiental.”;

R_{fi}(18): “Durante todos experimentos respondemos nos relatórios os modos corretos de descarte, e aprendemos vários critérios que devemos levar em conta.”.

A partir da análise das respostas à questão 01, é possível afirmar que os alunos apresentaram evolução conceitual a respeito de conhecimentos desenvolvidos ao longo do processo formativo, o que permite evidenciar a enculturação de conceitos abordados, pois distintas respostas apresentavam maior aprofundamento conceitual.

Para todos os 46 alunos o descarte incorreto pode resultar em algum tipo de prejuízo. Em comparação ao questionário inicial, onde 64 dos 66 apontaram que o

descarte inadequado é responsável por possíveis prejuízos, porém destes 64, 3 não apresentaram justificativa. Enquanto que para o diagnóstico final, todos que afirmaram acarretar algum prejuízo ao ser descartado incorretamente, apresentaram alguma explicação.

Dentre as justificativas elaboradas pelos alunos, a vinculação do potencial tóxico e os prejuízos causados ao meio ambiente estiveram presentes na grande maioria das respostas.

R_{f2}(05): “Ao ser descartado incorretamente, determinado resíduo químico pode causar problemas ambientais por exemplo, para o sistema hídrico.”;

R_{f2}(26): “Resíduos químicos descartados de maneira errada muitas vezes prejudica o equilíbrio do meio ambiente.”;

R_{f2}(27): “Se o resíduo não é tratado, em alguns casos pode causar danos nas águas residuais, por exemplo.”.

Além disso, ao se comparar as respostas dadas ao questionário inicial, é possível notar o uso de argumentos como prejuízos financeiros, que inicialmente foi pouco utilizado pelos estudantes, principalmente vinculando à impossibilidade de reaproveitamento dos resíduos.

R_{f2}(35): “Causa prejuízo a faculdade ao meio ambiente, a faculdade descartando substâncias que poderiam ser reaproveitadas e com alto valor agregado e ao meio ambiente causando problemas ambientais conforme a substância.”;

R_{f2}(36): “Prejudica o meio ambiente, como também impede que sejam reutilizados, ou seja, maior gasto.”;

R_{f2}(37): “Prejuízo econômico, ao impedir reuso, e ambiental ao contaminar cursos de água e semelhantes.”.

Como já exposto neste trabalho, o ensino de ciências e por sua vez a EA não visa suprimir os conhecimentos que os alunos já possuem, mas sim possibilitar a sua pluralização, através da incorporação de símbolos e costumes (DRIVER *et al.*, 1999).

Nas respostas também foram identificadas justificativas relacionadas às condições de lançamento nas redes de esgoto, à toxicidade do resíduo, e principalmente ao pH dos resíduos (BRASIL, 2011). Isto pode ser explicado pelo fato dessas ações serem bastante reforçadas em aula, inclusive através do questionário presente na apostila utilizada. Como por exemplo, nas respostas abaixo:

R_{f2}(01): “Pois no CGTRQ deve ser realizado análises, como pH, para descobrir e dar o destino correto.”;

R_{f2}(03): “Alguns são ecotóxicos para jogar no esgoto e outros, podendo alterar o pH.”;

R_{f2}(20): “Pode gerar alteração no pH dos cursos d’água, acaba ocasionando a morte de peixes e outros animais aquáticos que tenham contato com esses cursos d’água contaminado.”;

R_{f2}(21): “Podem alterar o meio com o descarte de metais ou mudanças de pH, ocasionando mudança na fauna e na flora.”;

R_{f2}(39): “Elas podem ser tóxicas ao meio ambiente, além de que muitos resíduos poderiam ser reutilizados.”;

R_{f2}(46): “Pois em certas aulas trabalhamos com produtos químicos tóxicos, corrosivos ou até mesmo cancerígenos.”.

Partindo-se dos argumentos trazidos pelos alunos à questão 02, é possível identificar que as respostas se tornaram mais fundamentadas, além de utilizarem de conceitos estudados durante a atividade formativa, corroborando com a ideia de que ocorreu a alfabetização científica por parte dos estudantes quanto aos prejuízos causados pelo descarte incorreto.

Nas questões 03 e 04, que se utilizam de uma escala do tipo Likert, foi possível identificar o grau de concordância ou discordância que os alunos possuíam a respeito de 5 afirmativas que estavam relacionadas ao Princípio dos 3R’s, na questão 03, e a respeito dos resíduos químicos gerados nos laboratórios, foram feitas 7 afirmações na questão 04. Para analisar estas questões utilizou-se os valores de escore obtidos para cada afirmação no questionário inicial comparadas ao questionário final. Realizou-se a análise da questão 03, a partir da Figura 13, que permite identificar aquelas afirmações em que os estudantes apresentaram maior variação quanto ao grau de concordância ou discordância se comparados ao instrumento inicial.

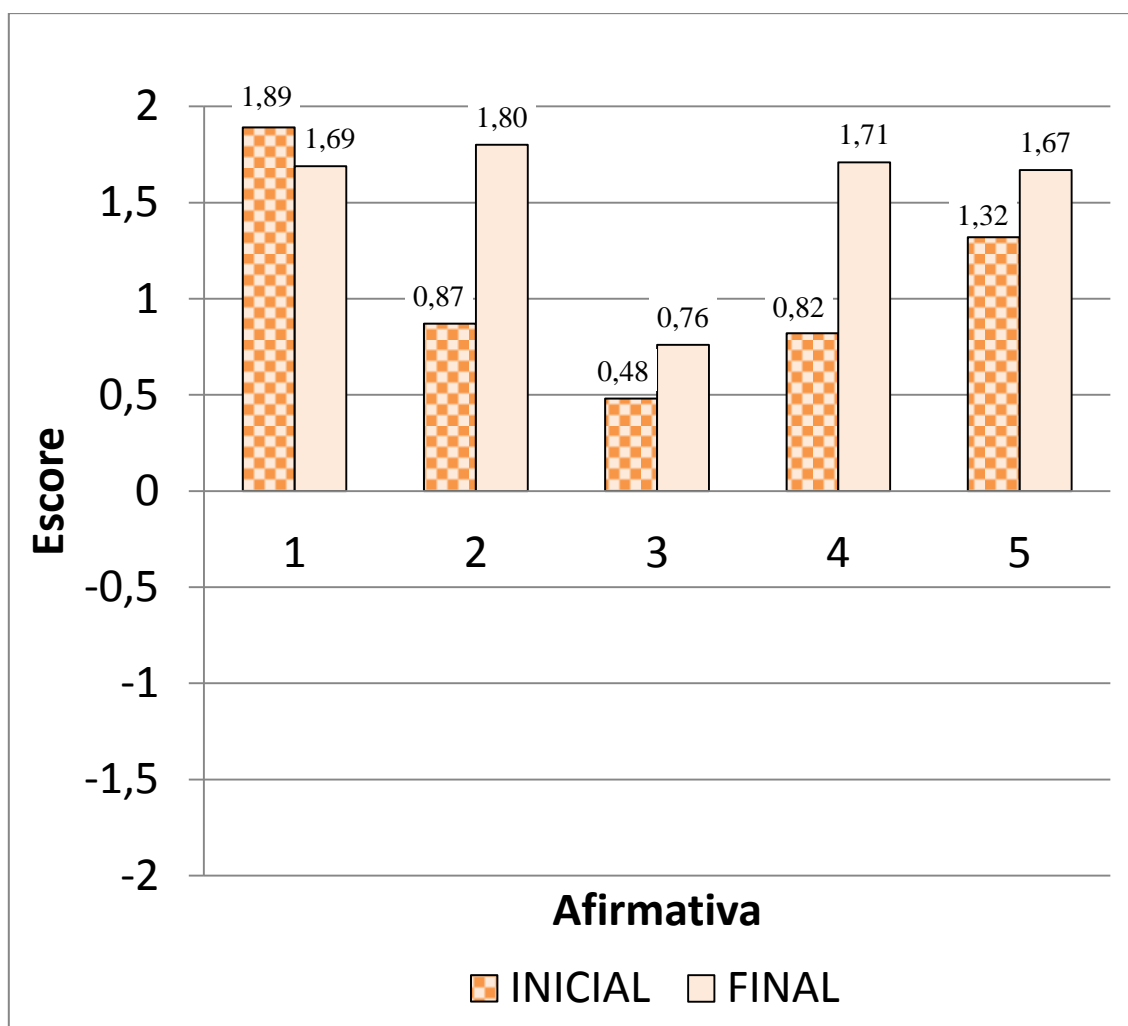


Figura 13. Comparação dos Escores obtidos a partir das respostas dos estudantes frente às afirmativas elaboradas sobre o Princípio dos 3R's para o questionário inicial e final. Onde as afirmativas analisadas correspondem a: 1. *São importantes para a realização de práticas sustentáveis*; 2. *A Redução pode ser viabilizada utilizando um menor volume de reagentes durante os experimentos*; 3. *A Redução prevê minimizar a periculosidade dos resíduos*; 4. *Os produtos gerados durante uma aula experimental podem ser utilizados como reagentes (insumos) em outras atividades*; 5. *Reciclar é o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes*. Fonte: o Autor.

Percebe-se que as duas afirmações que apresentaram maior variação, quando comparadas ao questionário inicial, foram as afirmativas 2 e 4. Entende-se que inicialmente os alunos não demonstravam amplo conhecimento sobre a prática do

Princípio dos 3R's aplicados ao contexto das atividades experimentais de laboratório. Entretanto, após a atividade de formação, onde foram apresentadas ações desenvolvidas no IQ e que vão de acordo com o Princípio dos 3R's, como exemplo a redução do volume de resíduos gerados através da mudança de buretas de 50 mL para buretas de 25 mL, ou da utilização de microescala em análises qualitativas, verificou-se a enculturação das respostas dos estudantes, assim como a conscientização da importância destes princípios no cotidiano das práticas de laboratório. Destaca-se que essas evidências também foram percebidas nas respostas dissertativas das questões 1 e 2. O que corrobora com a concordância apresentada pelos alunos à afirmação 2, que inicialmente apresentou escore igual a + 0,87 e após a formação, subiu para + 1,80, valor próximo à expressão CF.

Durante a ação de formação foi discutido sobre o intercâmbio de resíduos no IQ. Certos resíduos que são gerados em algumas disciplinas e que podem ser reutilizados diretamente ou após tratamento prévio são aproveitados em outras disciplinas. Evidenciado pela mudança no escore de + 0,82 para + 1,71 que é similar ao valor atribuído a CF, para a afirmação 4.

Do mesmo modo que o observado no questionário inicial, ainda é perceptível na afirmação 3 que os alunos apresentam dificuldade em relacionar a quantidade do resíduo gerado e sua periculosidade.

A partir do gráfico (Figura 14) obtida ao comparar os escores calculados para cada afirmação da questão 04, que está relacionada aos resíduos químicos gerados durante as atividades experimentais do IQ, evidenciam-se as maiores mudanças no grau de concordância para as afirmativas 4, 5 e 6.

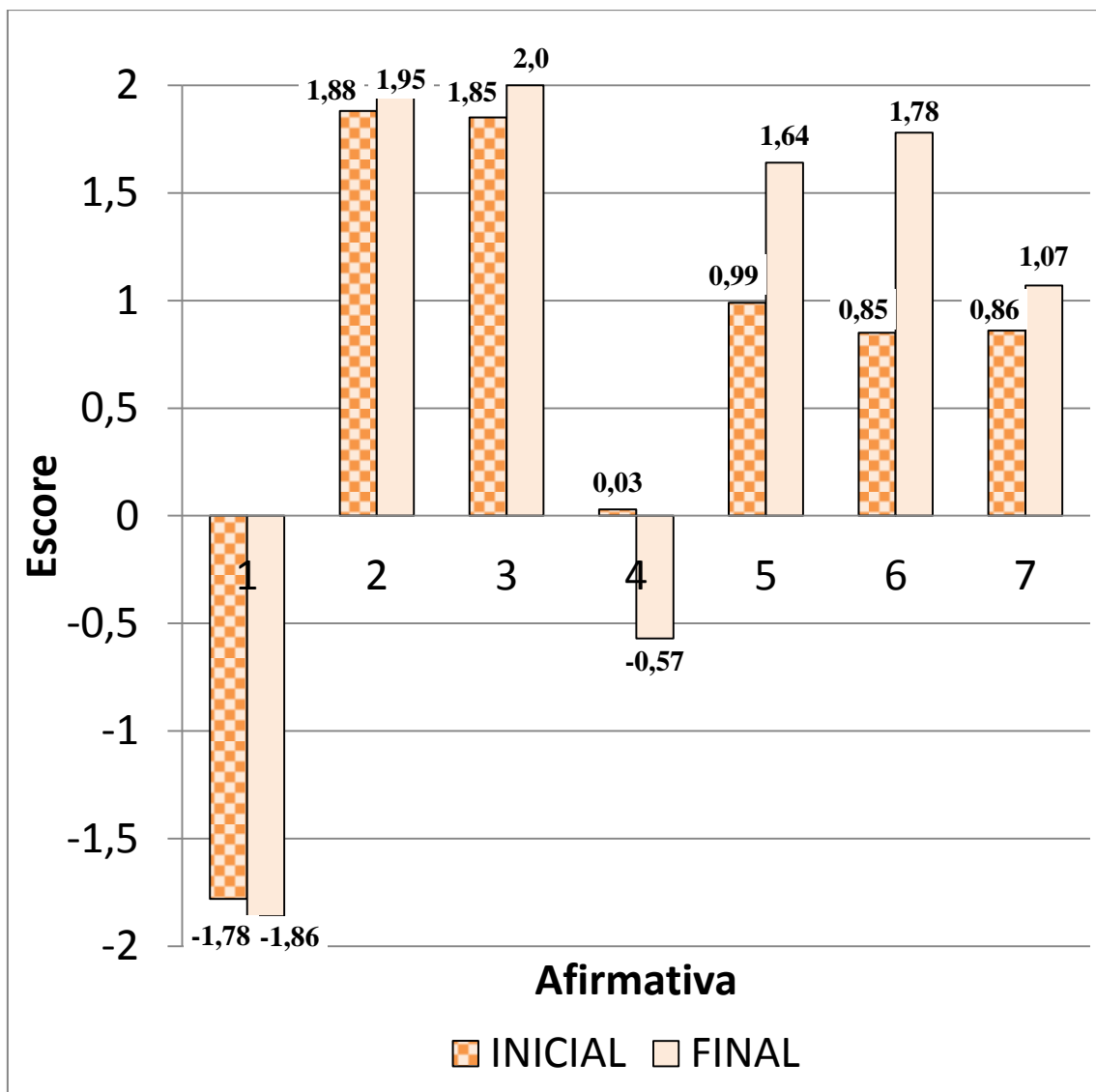


Figura 14. Comparação dos Escores obtidos a partir das respostas dos estudantes frente às afirmativas elaboradas sobre os resíduos gerados nas aulas experimentais e nos laboratórios de pesquisa na UFRGS para o questionário inicial e final. Onde as afirmativas analisadas correspondem a: 1. Podem ser coletados em qualquer tipo de frasco; 2. Devem ser separados para o correto descarte; 3. Necessitam de identificação padrão para permitir a correta destinação final; 4. Os resíduos produzidos nos laboratórios de ensino e pesquisa da UFRGS são encaminhados diretamente para empresas terceirizadas que realizam o tratamento destes; 5. Os resíduos produzidos nos laboratórios de ensino e pesquisa da UFRGS são encaminhados para o Centro de Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos (CGTRQ); 6. No CGTRQ é realizado o gerenciamento dos resíduos produzidos nos laboratórios de ensino e pesquisa da UFRGS; 7. No CGTRQ são tratados os resíduos produzidos nos laboratórios de ensino e pesquisa da UFRGS. Fonte: o Autor.

Ao comparar os valores de escore da quarta afirmação é possível identificar que os alunos apresentaram mudança quanto à compreensão dos encaminhamentos dados aos resíduos químicos formados no IQ. Apesar de não apresentarem a variação mais significativa, nota-se pelo valor negativo que os estudantes passam a apresentar um grau de discordância maior que de concordância.

O que vai ao encontro ao esperado, por serem tratados durante a atividade de formação os serviços prestados pelo CGTRQ. Além de reforçar a evolução das respostas dadas à quinta afirmação, passando o escore de + 0,99 para + 1,64. O que demonstra a compreensão da função exercida pelo CGTRQ. Assim como na sexta afirmação, onde os alunos passaram a ter um grau de concordância mais próximo ao CF, tendo os escores alterados de + 0,85 para + 1,78.

Esta questão foi utilizada para identificar se foi possível conscientizar os estudantes sobre o relevante papel desempenhado pelo CGTRQ há mais de 17 anos (AMARAL *et al.*, 2001; GERBASE *et al.*, 2005; CONTO, 2010).

Com base nas respostas, pode-se constatar que os alunos conseguiram compreender melhor o que é o CGTRQ, bem como as funções que desempenha como órgão auxiliar da UFRGS.

Na questão 05, relativa à responsabilidade dos resíduos gerados nos laboratórios de ensino e pesquisa, para 33 (72%) dos 46 alunos (Figura 15), a responsabilidade é da Comunidade Acadêmica. Este dado se comparado ao obtido no questionário inicial mostra que o aumento em número de respondentes foi significativo, visto que no instrumento inicial esta opção foi escolhida por 22 estudantes (33%), em um total de 66 respondentes iniciais. Saliencia-se que o entendimento de Comunidade Acadêmica está vinculado a todos aqueles setores e indivíduos que a compõem seja de funcionários internos (concursados) ou terceirizados (externos à UFRGS) e aqueles que dela usufruem (alunos).

Questão 05 – Questionário Final

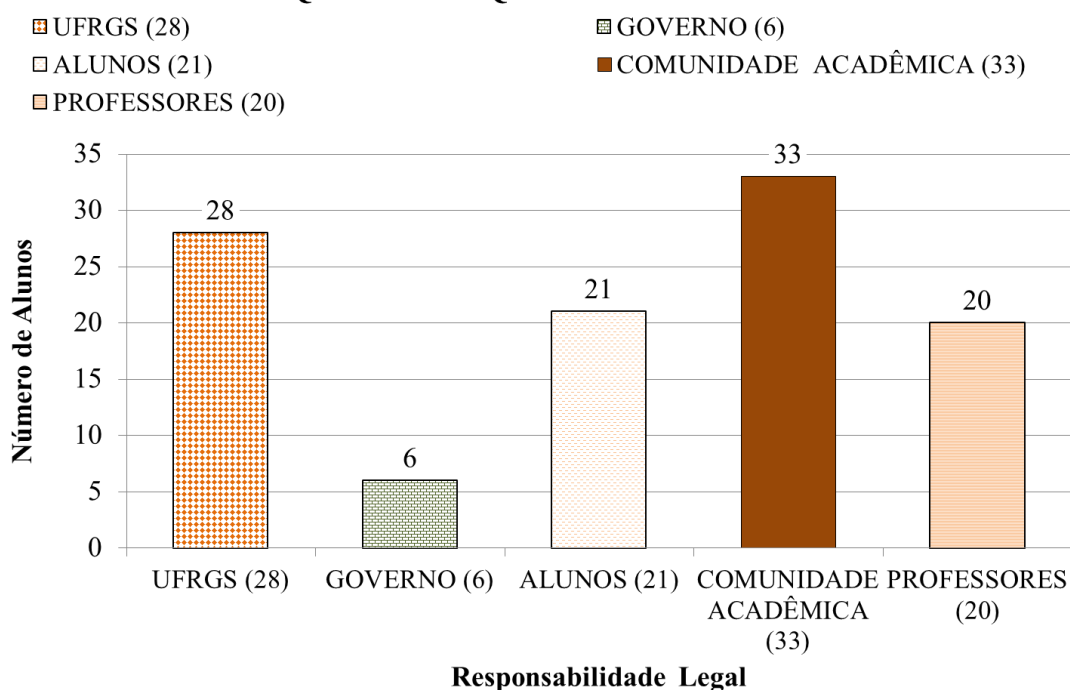


Figura 15. Alternativas assinaladas pelo grupo de investigados quando questionados sobre a responsabilidade legal dos resíduos químicos gerados nas atividades experimentais da UFRGS. Fonte: o Autor.

Isto pode ser justificado pelo fato de a ação de formação esclarecer que os resíduos gerados necessitam de uma gestão compartilhada, onde todos os envolvidos são responsáveis, tanto pelos seus atos como daqueles de omissão das medidas cabíveis, como exposto na PNRs (BRASIL, 2010). De modo geral, os alunos marcaram menos a responsabilidade como sendo da UFRGS, inicialmente escolhida por 51 alunos dos 66. Já no instrumento final, dos 46 alunos respondentes, 28 apontaram a Universidade como responsável. Para as demais alternativas: 6 apontaram o Governo, 20 os professores e 21 os alunos como tendo responsabilidade legal pelos resíduos produzidos nos laboratórios de ensino e pesquisa da UFRGS. Porém, pode-se justificar o aumento por parte dos alunos em assumir a responsabilidade pelos resíduos gerados na Universidade, sentindo-se parte do processo e como indivíduo que interage com o meio e que com este deve manter os cuidados necessários.

Quando o grupo investigado assinalou as atribuições que acredita estar habilitado após a conclusão do curso, na questão 06, todas as atribuições foram mencionadas com maior frequência se comparadas de modo proporcional ao instrumento recolhido ao início da pesquisa (Figura 16).

QUESTÃO 06 – QUESTIONÁRIO FINAL

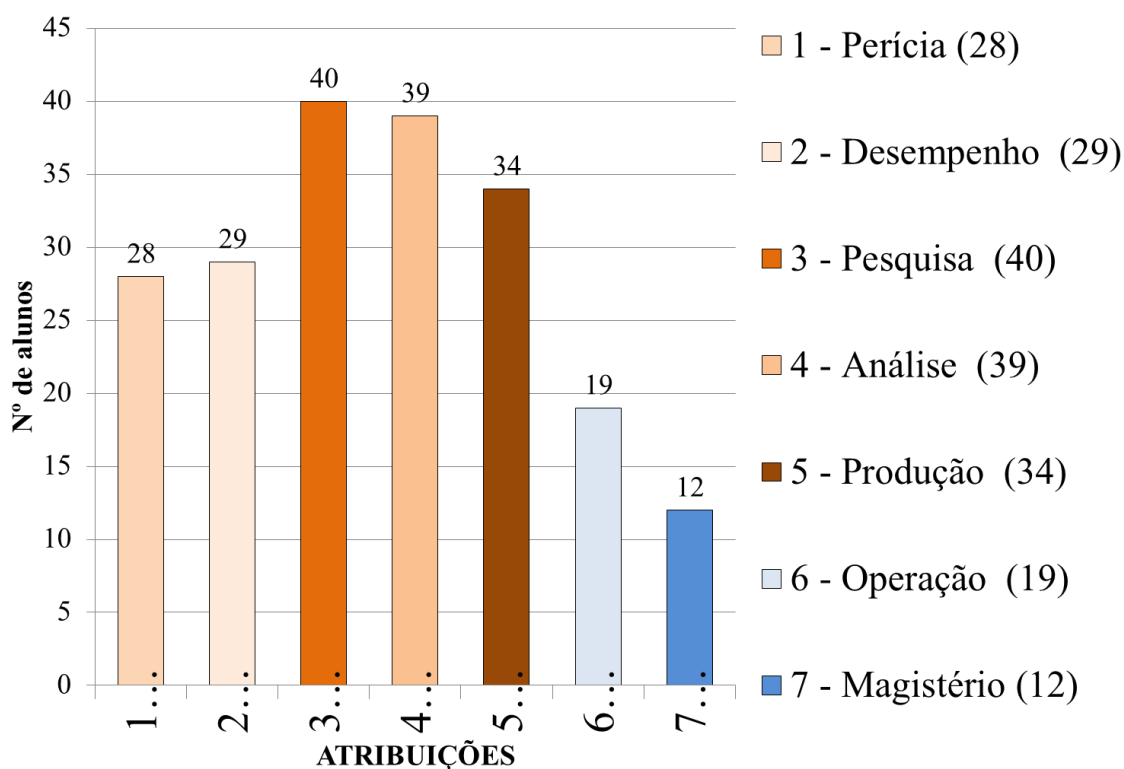


Figura 16. Alternativas assinaladas pelos estudantes quando indagados sobre quais as atribuições adquiridas após conclusão do curso. Fonte: o Autor.

Salienta-se que inicialmente 3 dos 66 respondentes indicaram como atribuição após a conclusão seria o Magistério. Porém ao final, dos 46, 12 afirmaram que possuiriam esta atribuição. O que pode evidenciar a maior percepção por parte dos alunos que mesmo possuindo formação distinta à do curso de Química Licenciatura, é possível atuarem como professores, mesmo que não seja assumindo turmas por um ano letivo inteiro, atuando, por exemplo, de forma intermitente e/ou em cursos não regulares/formais. E isto foi esclarecido durante a atividade de formação oferecida aos estudantes, que inicialmente demonstraram desconhecimento desta atribuição como sendo habilitada a todos egressos dos cursos de Química e Engenharia Química (CFQ, 1974). Para 40 estudantes, de 46, a atribuição que foi mencionada com o maior número de vezes foi “Pesquisa e Desenvolvimento”. Seguida da opção “Análise Química e Físico-química, Padronização e CQ”, que obteve frequência igual a 39, dentre os 46 respondentes do instrumento final.

Na questão 07, em que os estudantes foram questionados sobre o conhecimento de alguns dos tratamentos que são utilizados pelo CGTRQ para encaminhar os resíduos dos quais realizam a gestão, os alunos apresentaram evolução conceitual em dois dos três tipos de tratamentos. A seguir, será analisado separadamente cada um dos tratamentos questionados.

Sobre coprocessamento, 16 alunos, dos 46 investigados no instrumento final, afirmaram ter conhecimento do que se trata esse processo, porém destes, 4 não apresentaram uma definição para tal tratamento, deixando a definição em branco. O coprocessamento é uma técnica que se utiliza para mitigar os resíduos orgânicos não halogenados, assim como aqueles classificados como classe II de acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004). Notou-se também que dos 46 estudantes, 3 deles não responderam à questão. Comparado ao questionário inicial, onde 2 alunos apresentaram conceitos coerentes aos aportes da literatura, no questionário final ocorreu um aumento na proporção de alunos que afirmaram ter conhecimento sobre esta técnica de tratamento de resíduos, dado que suas respostas enfatizam termos abordados na ação de formação, como os dois critérios básicos para o resíduo ser encaminhado para o coprocessamento.

Dos 12 que descreveram uma definição para a técnica, 7 respondentes apresentaram estes conceitos de forma coerente com o científico, destacando em suas respostas o critério usado para o tipo de resíduo, produção de energia e a aplicação do material após remediação, como ilustra-se a seguir:

R_{f7a}(01): “É a forma de eliminação total de um resíduo químico, sendo transformado após incineração em **matéria para o cimento**.”;

R_{f7a}(02): “É um processo que, geralmente, envolve a queima do material onde este é **reutilizado** na fabricação de novos produtos, como o **cimento**.”;

R_{f7a}(03): “É uma forma mais barata que serve para resíduos conhecidos.”;

R_{f7a}(04): “Os resíduos são misturados, entram no processo de **produção do cimento**.”;

R_{f7a}(11): “Utiliza o **resíduo** como parte da **matéria prima**.”. (grifo do autor).

Para verificar o nível de alfabetização científica representada pelas respostas dos alunos, foram expostas as imagens obtidas a partir do software NVivo 12[®], nas quais destacam-se os termos de maior frequência.

Utilizando as imagens de representação e visualização dos dados geradas com o software NVivo 12[®] (Figura 17), corrobora-se a compreensão sobre a enculturação do conceito de coprocessamento. As imagens geradas pelo software, a partir da frequência

de aparição de termos nas respostas, aponta para a apropriação dos conceitos trabalhados na atividade formativa, visto que os termos em tamanho maior estão mais relacionados aos princípios fundamentais do tratamento do tipo coprocessamento. Como "cimento", no qual algumas das matérias-primas podem ser substituídas ou misturadas com o subproduto gerado no processo de fabricação do cimento. Esta evolução conceitual pode ser identificada com a análise da Figura 17.



Figura 17. Imagens geradas pelo software NVivo 12[®] para as definições de Coprocessamento apresentadas pelos alunos: (a) Questionário Inicial; (b) Questionário Final.

A partir da classificação realizada para analisar as respostas dos sujeitos sobre o Coprocessamento, é possível perceber que houve um aumento de 8 respondentes que apresentaram conceitos que convergem com aqueles encontrados na literatura (Tabela 02). Nesse contexto pode-se observar que as respostas foram aperfeiçoadas, apontando que os conceitos científicos apresentados no curso de formação, construído a partir de conceitos presentes na literatura, contribuiriam para pluralizar os conhecimentos iniciais dos estudantes. O que pode ser evidenciado com o aumento no número de respondentes que afirmaram apresentar conhecimento sobre este tipo de tratamento e o definiram, posto que passaram de 4 alunos no questionário inicial para 12 alunos no questionário final conforme Tabela 01.

Tabela 01. Classificação para as respostas descritivas dos estudantes ao definirem Coprocessamento nos instrumentos de diagnóstico inicial e final.

TRATAMENTO	RESPOSTA		FREQUÊNCIA	
			INICIAL	FINAL
COPROCESSAMENTO	SIM	CONVERGENTE	2	10
		DIVERGENTE	2	2
		BRANCO	- x -	4
	NÃO CONHECEM		62	27
	NÃO RESPONDERAM		- x -	3

Com respeito à Incineração, no questionário final, 42 (91%) dos 46 respondentes afirmaram ter conhecimento deste tratamento. Se comparado ao questionário inicial, onde 49 (74%) dos 66 respondentes afirmaram ter conhecimento, evidencia-se um crescimento proporcional em termos de alunos que conceituaram esse tratamento de forma coerente ao conceito científico. Destacando-se as seguintes definições apresentadas pelos estudantes:

R_{f7b}(02): “É indicado para descarte de resíduos tóxicos.”;

R_{f7b}(28): “Queima dos resíduos, diminui o volume de resíduo e transforma em espécies menos perigosas.”;

R_{f7b}(36): “O resíduo é desintegrado a altas temperaturas, é eficaz em uma ampla gama de resíduos com algumas exceções.”;

R_{f7b}(39): “Queima de resíduos em equipamentos adequados.”;

R_{f7b}(40): “Serve de último caso para resíduos desconhecidos de suas substâncias.”;

R_{f7b}(41): “Utilização do calor para conter um composto halogenado.”.

Considerando Incineração como o processo pelo qual os resíduos químicos, classificados como classe I, são decompostos por oxidação térmica a altas temperaturas e com controle dos gases emitidos, verificou-se que as respostas contemplaram termos correspondentes usualmente para definir esse tratamento, de acordo com a imagem gerada no NVivo 12[®] (Figura 18) e dados coletados através da classificação das respostas (Tabela 02).



Figura 18. Imagens geradas pelo software NVivo 12[®] para as definições de Incineração apresentadas pelos alunos: (a) Questionário Inicial; (b) Questionário Final.

Na imagem da figura 18 destaca-se o uso mais frequente de termos como "temperaturas" e "altas", condições utilizadas no processo de Incineração. A partir da classificação realizada para analisar o aprimoramento dos respondentes frente aos conceitos envolvidos na Incineração, é possível perceber que houve um aumento de 7 respondentes que apresentaram conceitos que convergem com aqueles encontrados na literatura (Tabela 02).

Tabela 02. Classificação para as respostas descritivas dos estudantes ao definirem Incineração nos instrumentos de diagnóstico inicial e final.

TRATAMENTO	RESPOSTA		FREQUÊNCIA	
			INICIAL	FINAL
INCINERAÇÃO	SIM	CONVERGENTE	11	18
		DIVERGENTE	37	23
		BRANCO	1	1
	NÃO CONHECEM		17	3
	NÃO RESPONDERAM		- x -	1

Para o tratamento que utiliza Aterros Sanitários como forma de disposição final, 42 alunos (91%) dos 46 respondentes afirmaram conhecer este processo. Evidenciando o crescimento por parte do grupo pesquisado que começaram a ter conhecimento desta técnica, pois no questionário inicial 56 (81%) dos 66 respondentes apontaram conhecer. Porém no questionário final, 6 estudantes deixaram a definição do tratamento em

A partir da classificação feita das respostas dadas pelos estudantes (Tabela 03), percebe-se que a proporção de respostas coerentes aos conceitos científicos aumentaram proporcionalmente, pois no questionário inicial 32 (48%) dos 66 estudantes apresentaram respostas com esse perfil, enquanto que no final 24 (52%) dos 46 respondentes apontaram conceitos coerentes ao científico.

Tabela 03. Classificação para as respostas descritivas dos estudantes ao definirem Aterro Sanitário nos instrumentos de diagnóstico inicial e final.

TRATAMENTO	RESPOSTA		FREQUÊNCIA	
			INICIAL	FINAL
ATERRO SANITÁRIO	SIM	CONVERGENTE	32	24
		DIVERGENTE	16	12
		BRANCO	6	6
	NÃO CONHECEM		12	2
	NÃO RESPONDERAM		- x -	2

Frente ao conjunto de dados, percebe-se que houve alunos que apresentaram conceitos informais, mas com a maior parte dos estudantes foi possível observar a evolução no conceito referente aos tratamentos que foram discutidos na ação de formação, quanto à aproximação do conceito cientificamente aceito, ou seja, a enculturação (DRIVER *et al.*, 1999) destes conceitos. Com as imagens e respostas apresentadas acima, exemplifica-se esse processo, pois as respostas identificadas no questionário final estão mais convergentes aos aportes da literatura. É pertinente salientar que o objetivo da atividade formativa não foi de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes, para depois substituí-los pelo conhecimento científico, mas sim o de buscar aperfeiçoá-los.

Desta forma, considera-se que a atividade formativa contribuiu para que os estudantes se apropriassem dos conceitos formais apresentados e discutidos com o grupo. Pensar a qualificação de futuros profissionais, com ênfase na educação ambiental crítica, pode permitir a reorientação de concepções e práticas dos profissionais da área de química com o intuito de guiar ações sociais e culturais para melhor qualidade de vida (LOUREIRO, TORRES, 2014).

5.3 Proposta de reestruturação da apostila

Como material produzido durante esta pesquisa consta também a produção de um capítulo inicial que será introduzido na Apostila, que é utilizada pelos professores e alunos da disciplina de Química Geral Experimental a partir do primeiro semestre de 2019. Para que pudesse ser introduzido o capítulo, este foi encaminhado para verificação da professora regente, e após aprovação e reunião, optou-se em divulgar para os demais professores o novo capítulo, assim como as demais alterações no questionário que os alunos devem realizar ao final de cada atividade prática. Estas modificações também foram aprovadas pela professora regente e encaminhadas aos demais professores.

O capítulo inicial produzido apresenta informações que vão desde o tipo de classificação de acordo com a NBR 10004 (ABNT, 2004), os principais tratamentos utilizados para os resíduos químicos e que servem para encaminhamento dos resíduos geridos pelo CGTRQ, assim como o apoio que o CGTRQ oferece ao IQ/UFRGS. Ao final do capítulo são apresentadas as quantidades de resíduos geridas pelo IQ de acordo com suas classificações e encaminhamentos, abordando juntamente com dados quantitativos de peso ou volume, e os valores que são cobrados para cada tipo de disposição final. Abordou-se também o Princípio dos 3R's que deve ser levado em conta tanto nos laboratórios de ensino e pesquisa da UFRGS, como na vida pessoal e profissional.

As alterações propostas e posteriormente aprovadas pela professora regente da disciplina de Química Geral Experimental buscavam que o aluno fizesse o uso do capítulo inicial novo, assim como realizasse a busca nas FISPQ's, que obrigatoriamente eles deveriam levar para as atividades práticas, como também mostrando documentos que tratam sobre as normas vigentes com relação aos tipos de condições para lançamento de efluente em corpos d'água, conforme Figura 20.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL INSTITUTO DE QUÍMICA DEPARTAMENTO DE QUÍMICA INORGÂNICA QUÍMICA GERAL EXPERIMENTAL - QUI-01-003	Descarte e Tratamento
--	--

DESCARTE E TRATAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS GERADOS NOS LABORATÓRIOS

Desde o final da década de 1990, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) desenvolve diferentes ações de gerenciamento e tratamento de resíduos químicos. Entre estas ações, destacamos a redução de volumes de reagentes, a substituição de reagentes tóxicos, a reutilização de resíduos gerados nos laboratórios de ensino e pesquisa e a reciclagem de solventes impuros. O intuito é mitigar os passivos existentes, gerenciar os diferentes resíduos e reduzir sua geração. Para tanto, é importante que toda a comunidade acadêmica (alunos, professores, funcionários, técnicos, reitores, etc.) tenha ciência de que quem gera o resíduo é o responsável legal por tal. Assim, todos somos responsáveis por aquilo que geramos tanto nos laboratórios de ensino, como nos demais locais da Universidade.

Segundo a NBR 10.004 (ABNT, 2004), resíduos sólidos são resíduos apresentados na forma de sólidos ou semi-sólidos, assim como resíduos aquosos que não podem ser descartados diretamente em redes públicas de esgoto ou corpos d'água. De acordo com a referida NBR, podemos classificar os resíduos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente. Podem ser classificados em:

- Classe I – Perigosos: caracterizados de acordo com suas propriedades tais como inflamabilidade, corrosividade, toxicidade, reatividade e patogenicidade.
- Classe IIA – Não Perigosos e Não Inertes: apresentam propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade e solubilidade em água.
- Classe IIB – Não Perigosos e Inertes: em água possuem concentrações dentro dos limites estabelecidos por órgão competente ou não são solubilizados.

Para reconhecimento de qual classe o resíduo se enquadra, devemos utilizar a Ficha de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) ou a própria NBR 10.004, além de observar nos reagentes utilizados em cada aula, informações como os Pictogramas (Figura 1), que apresentam imagens de acordo com sua periculosidade.

Explosivo Inflamável Comburente Gás comprimido Corrosivo

Tóxico Perigoso Carcinogênico Mutagênico Poluente

Figura 1- Principais Pictogramas

Figura 200. Exemplo das alterações do capítulo inicial da apostila utilizada na disciplina Química Geral Experimental (QUI01003). Apêndice C.

Também visando uma melhor reflexão sobre o assunto, foram alterados os questionamentos relativos a tratamentos e descarte de resíduos (Figura 21), objetivando a compreensão e capacidade de reflexão por parte dos alunos quanto à disposição final que deve ser dada para cada tipo de resíduo gerado no laboratório de ensino. Para verificar se as modificações estavam de acordo com a proposta e sua viabilidade foi realizada uma reunião com a professora regente da disciplina, onde foram apresentadas as modificações (Apêndice D) e que posteriormente obtiveram o aval da professora regente.

	<p>4) Busque na FISPQ do BaCO_3, informações que justifiquem a utilização do seguinte pictograma:</p>
	<p>OBS: Recolha os resíduos (precipitado), junto com o papel de filtro, para o frasco de resíduos sólidos.</p>
<p>5) Sabendo que o resíduo aquoso é constituído principalmente de $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$ e $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ e que dois entre outros parâmetros para disposição final seja feita diretamente na rede de esgoto são de possuir pH entre 5,0 - 9,0 e temperatura inferior a 40°C (Resolução nº 430, Conama). Diga se este resíduo líquido poderá ser descartado diretamente na pia e justifique.</p>	
<p>9) De que forma seria possível tratar os resíduos formados durante a prática para que possam ser descartados diretamente na pia. Justifique.</p>	
<p>10) Calcule a quantidade de resíduo gerado na prática da Técnica III, considerando que as 12 turmas de Química Geral Experimental, formadas por 5 duplas realizaram tal a prática. Cada dupla preparou 250 mL de solução HCl e de NaOH a 0,1 mol/L. Demonstre através de cálculos.</p>	
<p>11) Considerando os valores calculados na questão 9, indique o valor total que seria gasto para a disposição final dos resíduos gerados na referida prática, caso as soluções não fossem neutralizadas.</p>	
<p>12) Qual o princípio dos 3'Rs estamos contemplando com esse procedimento? Justifique.</p>	
<p>() Reduzir () Reutilizar () Reciclar</p>	

Figura 211. Exemplo dos questionamentos acrescentados na apostila utilizada na disciplina Química Geral Experimental (QUI01003). Fonte: o Autor.

5.4 Perspectivas futuras da disciplina

Como perspectivas futuras das disciplinas experimentais de início dos cursos de graduação, busca-se a construção de estudos de caso sobre as temáticas discutidas neste trabalho que possam ser utilizados ao longo do semestre e que abordem, a partir de suas especificidades, a capacidade de reflexão crítica por parte dos alunos em relação ao meio ambiente e como suas ações impactam o mesmo. Acredita-se que, por ser uma disciplina experimental de início de graduação, contribuiria para a formação dos estudantes a vivência de estratégias que busquem esta reflexão e que coloquem os

alunos como protagonistas de mudanças e atitudes baseadas nos pilares da sustentabilidade: ambiental, econômico e social.

Faz-se necessária também a contribuição ativa e participativa dos professores, e que estes estejam conscientes das suas responsabilidades na formação de estudantes. De forma a proporcionar aos estudantes vivências que os capacitem para atuar de forma cidadã no ambiente de trabalho, como fora dele. Assim, encoraja-se a união e discussão continuada (JARDIM, 1998) destes assuntos pelo grupo de professores, com o intuito de aperfeiçoar e dar segmento ao ensino de uma EA crítica e de qualidade.

6 Conclusões

O presente trabalho buscou avaliar a partir dos resultados obtidos através dos instrumentos de diagnóstico inicial e diagnóstico final, se os estudantes dos cursos de graduação da UFRGS em Química (Bacharelado em Química, Química Industrial e Licenciatura em Química) e Engenharia Química, do segundo semestre de 2017, apresentaram aperfeiçoamento de conceitos relacionados ao tratamento de resíduos químicos. Por se tratar de conceitos pertinentes à formação de profissionais da área da química (UFRGS, 2009a; 2009b; 2009c; 2017), assim como para sua vida pessoal, foi realizada, com as turmas pesquisadas, uma atividade de formação com o propósito de discutir conceitos e procedimentos envolvidos na gestão e tratamento dos resíduos químicos.

A disciplina escolhida para aplicação da presente investigação e realização da atividade formativa foi a Química Geral Experimental (QUI01003). Esta escolha ocorreu por ser uma disciplina em que se desenvolvem ações desta natureza desde a década de 1990 (AMARAL *et al.*, 2001), além da necessidade de realizar a retroalimentação dos conceitos necessários para compreensão e reflexão dos alunos quanto aos resíduos químicos que são gerados tanto nos laboratórios de ensino e pesquisa, como aqueles resíduos produzidos ao longo das atividades profissionais e pessoais (JARDIM, 1998).

Dos conceitos desenvolvidos ao longo da ação de formação, podemos destacar a classificação de resíduos químicos de acordo com a NBR 10004 (ABNT, 2004) e sua importância para o correto descarte, além da evolução legislativa quanto à temática ambiental, seja através de sanções penais, sejam aquelas voltadas para educação. Também foi discutido a respeito das atribuições concedidas pelo CRQ, que estão baseadas pela Resolução Normativa nº36 (CFQ, 1974) e nos principais tipos de tratamentos que são utilizados para encaminhar os resíduos geridos pelo CGTRQ, as quantidades e valores relacionados para cada destinação, bem como os serviços e funções desempenhados pelo CGTRQ.

Com a ação de formação, teve-se juntamente o objetivo de despertar a curiosidade e interesse nos estudantes com respeito a esta temática. Para tal, buscou-se realizar uma atividade que estivesse corroborando com a prática da Educação Ambiental Crítico-Transformadora (TOZONI-REIS, 2008) e que, ao analisar as respostas dadas ao questionário inicial e ao questionário final, consiga ser evidenciado

se ocorreu a enculturação dos conceitos trabalhados na formação por parte dos estudantes (DRIVER *et al.*, 1999).

Verificou-se, a partir dos resultados apresentados, que a abordagem proposta no presente estudo favoreceu a conscientização e a evolução conceitual dos estudantes da graduação, que participaram da pesquisa, sobre gestão e tratamento de resíduos químicos. Pode-se inferir também que a atividade de formação oferecida aos alunos contribuiu para a formação tanto profissional, como social dos alunos, aperfeiçoando conceitos úteis para serem aplicados em suas futuras práticas profissionais, assim como conscientizando sobre a importância dos processos de gestão e tratamento de resíduos químicos.

Destaca-se que para o tratamento Coprocessamento os estudantes demonstraram aperfeiçoamento na escrita dos conceitos relacionados à definição de forma mais evidente, tanto quanto ao número de respondentes que apontaram conhecê-lo no questionário final. Para os outros dois tipos de tratamento a enculturação dos conceitos também foi identificada, mesmo que de forma não tão evidente.

Neste contexto, a reformulação da apostila e implementação da discussão sobre gestão e tratamento de resíduos durante o semestre letivo poderão fomentar o processo de alfabetização científica dos estudantes, contemplando assim dos objetivos deste trabalho.

Este tipo de ação foi pensada visando o aprimoramento e afrontamento com a temática ambiental já no início de curso, mas se faz necessário que hajam outras ações para que os objetivos da sociedade atual sejam alcançados, de forma sustentável. E que o aluno egresso tenha aporte suficiente para ser um sujeito atuante e responsável por práticas cidadãs tanto no seu ambiente de trabalho como fora dele.

7 Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT/NBR 10157: Aterros de resíduos perigosos – Critérios para projeto, construção e operação. Rio de Janeiro/RJ, **1987**, p.13.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT/NBR 13896: Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação. Rio de Janeiro/RJ, **1997**, p.12.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). ABNT/NBR 10004: Resíduos Sólidos - Classificação. Rio de Janeiro/RJ, **2004**, p.71.

AFONSO, J. C.; NORONHA, L. A.; FELIPE, R. P.; FREIDINGER, N. Gerenciamento de resíduos laboratoriais: recuperação de elementos e preparo para descarte final. *Química Nova*, **2003**, v.26, n.4, p.602-611.

ALBERGUINI, L. B. A.; SILVA, L. C.; REZENDE, M. O. O. Laboratório de resíduos químicos do campus USP-São Carlos – Resultados da experiência pioneira em gestão e gerenciamento de resíduos químicos em um campus universitário. *Química Nova*, **2003**, São Paulo, v.26, n.2, p.291-295.

AMARAL, S. T.; MACHADO, P. F. L.; PERALBA, M. C. R.; CAMARA, M. R.; SANTOS, T.; BERLEZE, A. L.; FALCÃO, H. L.; MARTINELLI, M.; GONÇALVES, R. S.; OLIVEIRA, E. R.; BRASIL, J. L.; ARAÚJO, M. A.; BORGES, A. C. A. Relato de uma experiência: recuperação e cadastramento de resíduos dos laboratórios de graduação do Instituto de Química da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, *Química Nova*, **2001**, v.24, n.3, p.419-423.

AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Uma metodologia para análise da dinâmica entre zonas de um perfil conceitual no discurso da sala de aula. In: SANTOS, F. M. T. DOS; GRECA, I. M. (Orgs.). A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias. 1ed.Unijuí: Editora Unijuí, **2006**, p.239-296.

ASHBROOK, P. C.; REINHARDT, P. A. Hazardous wastes in academia. *Environmental Science & Technology*, **1985**, v.19, n.2, p.1150-1155.

BENDASSOLLI, J. A.; MÁXIMO, E.; TAVARES, G. A.; IGNOTO, R. DE F. Gerenciamento de resíduos químicos e águas servidas no Laboratório de Isótopos Estáveis do CENA/USP. *Química Nova*, **2003**, v.26, n.4, p.612-617.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de **1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras

providências. Recuperado de <www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>, acesso em 04/março/2019.

BRASIL. Constituição. Constituição da República Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Recuperado de <www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>, acesso em 04/março/2019.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Recuperado de <www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm>, acesso em 04/março/2019.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Recuperado de <www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm>, acesso em 04/março/2019.

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. Recuperado de <www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm>, acesso em 04/março/2019.

BRASIL. Parecer CNE/CES nº 1.303/01, de 7 de dezembro de 2001a. Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química. Recuperado de <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1303.pdf>>, acesso em 04/março/2019.

BRASIL. Parecer CNE/CES nº 1.362/01, de 12 de dezembro de 2001b. Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia. Recuperado de <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1362.pdf>>, acesso em 04/março/2019.

BRASIL. Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002a. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Recuperado de <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>>, acesso em 04/março/2019.

BRASIL. Resolução CNE/CES nº 08, de 11 de março de 2002b. Estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Bacharelado e Licenciatura em Química. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces08_02.pdf>, acesso em 04/março/2019.

BRASIL. Emenda Constitucional nº 42, de 19 de dezembro de 2003. Altera o Sistema Tributário Nacional e dá outras providências. In: Constituição da República Federativa do Brasil (1988). Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2016, p.496. Recuperado de

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Emendas/Emc/emc42.htm>, acesso em 04/março/2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Agenda 21 Brasileira: Ações Prioritárias/Ministério do Meio Ambiente. Brasília: MMA, **2004**. Recuperado de <www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/consulta2edicao.pdf>, acesso em 04/março/2019.

BRASIL. Programa nacional de educação ambiental - ProNEA / Ministério do Meio Ambiente, Diretoria de Educação Ambiental; Ministério da Educação. Coordenação Geral de Educação Ambiental. - 3. ed - Brasília : Ministério do Meio Ambiente, **2005**, p.102. Recuperado de <http://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/_arquivos/pronea3.pdf>, acesso em 04/março/2019.

BRASIL. Decreto nº 5.940, de 25 de outubro de **2006**. Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências. Recuperado de <www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Decreto/D5940.htm>, acesso em 04/março/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. Recuperado de <www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>, acesso em 04/março/2019.

BRASIL. Resolução nº 430, de 13 de maio de **2011**. Dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. 9 p. Recuperado de <www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>, acesso em 04/março/2019.

BRASIL. Resolução CNE/CP nº 02, de 15 de junho de **2012**. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. Recuperado de <<http://conferenciainfante.mec.gov.br/images/conteudo/iv-cnijma/diretrizes.pdf>>, acesso em 04/março/2019.

CANELA, M. C.; FOSTIER, A. H.; GRASSI, M. T. A química ambiental no Brasil nos 40 anos da SBQ. *Química Nova*, **2017**, v.40, n.6, p.634-642.

CAVALCANTI, V. O. DE.; NETA, O. M. DE M.; CAVALCANTI, I. S. S.; NASCIMENTO, B. L. C. A análise de conteúdo com a utilização do software nvivo: a aplicação no campo da educação profissional. In: Encontro Ibérico EDICIC, 8., **2017**, Coimbra. Anais eletrônicos... Coimbra, 2017. Recuperado de <<http://sci.uc.pt/eventos/atas/edicic2017.pdf>>, acesso em 04/março/2019.

Centro de Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos (CGTRQ). Site: <http://www.iq.ufrgs.br/cgtrq/> (acesso 04/março/2019)

CHASSOT, A. Alfabetização científica: questões e desafios para educação. Ijuí: Ed. Unijuí, 5ed, **2010**, p.365.

CONTO, S. M. DE (Org.). Gestão de resíduos em universidades. Caxias do Sul: EDUCS, **2010**, p.299.

CUNHA, C. J. DA. O programa de gerenciamento dos resíduos laboratoriais do depto de química da UFPR. *Química Nova*, **2001**, v.24, n.3, p.424-427.

CFQ (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. Recuperado de <<http://cfq.org.br/resolucoes-normativas/>>, acesso em 04/março/2019.

DALSTON, R. C. R. Resíduos químicos e de saúde das USSF/UCB. In: 3º Encontro Nacional de Segurança em Química, 2004, Niterói. Resumos... 1 CD ROM. **2004**.

DI VITTA, P. B. Gerenciamento de Resíduos no Instituto de Química da Universidade de São Paulo. In: Encontro Nacional de Segurança em Química. 2º Anais... Porto Alegre, UFRGS, 1 CD ROM. **2002**.

DI VITTA, C.; MARTINS, C. R.; DI VITTA, P. B.; MARZORATI, L. Avaliação dos impactos ambientais dos tratamentos de resíduos de solventes no instituto de química da Universidade de São Paulo. *Química Nova*, **2017**, v.40, n.2, p.214-218.

DRIVER, R.; ASOKO, H.; LEACH, J. ; MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Construindo conhecimento científico em sala de aula. *Química Nova na Escola*, **1999**, São Paulo, n.9, p.31-40.

ENGELMAN, R.; GUISSO, R. M.; FRACASSO, E. M. Ações de gestão ambiental nas instituições de ensino superior: o que tem sido feito. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, **2009**, v.3, n.1, p.22-33.

GERBASE, A. E.; COELHO, F. S.; MACHADO, P. F. L.; FERREIRA, V. F. Gerenciamentos de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. *Química Nova*, **2005**, v.18, n.1, p.3.

GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. Educación ciudadana y alfabetización científica: mitos y realidades. *Revista Iberoamericana de Educación*, **2006**, n.42, p.31-53.

GUARITÁ-SANTOS, J. M.; IMBROISI, D.; BARBOSA, S. S.; SHINTAKU, S. DA F.; MONTEIRO, H. J.; PONCE, G. A. E.; FURTADO, J. G.; TINOCO, C. J.; MELLO, D. C.; MACHADO, P. F. L. Gestão de resíduos químicos em universidades: Universidade de Brasília em foco. *Química Nova*, **2006**, v.29, n.2, p.404-409.

GUIMARÃES, M. Educação ambiental crítica. In: Identidades da educação ambiental brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. **2004**, p. 25-35.

GUIZZO, B. S.; KRZIMINSKI, C. DE O.; OLIVEIRA, D. L. L. C. DE. O software QSR Nvivo 2.0 na análise qualitativa de dados: ferramenta para a pesquisa em ciências sociais e da saúde. *Revista Gaúcha Enfermagem*, v.24, n.1, **2003**, p.53-60. Recuperado de <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/23510/000397047.pdf>>, acesso em 04/março/2019.

GÜNTHER, H. Como Elaborar um Questionário (Série: Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais, Nº 01). Brasília, DF: UnB, Laboratório de Psicologia Ambiental, **2003**. Recuperado de <http://www.psi-ambiental.net/XTextos/01Questionario.pdf>>, acesso em 05/junho/2017.

GÜNTHER, H. Pesquisa Qualitativa Versus Pesquisa Quantitativa: Esta É a Questão. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, **2006**, v.22, n.2, p.201-210.

HIRATA, S.; PANTALEÃO, E. O.; PIRES, W. L. R.; BRESSAN, I. Ecoeficiência e Inovação nas Micro e Pequenas Empresas: Um Estudo na Prillav Lavanderia. In: Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade, 4., 2015, São Paulo, SP. Anais... São Paulo: Universidade Nove de Julho, **2015**, p.1-10.

IPEA. Agenda 2030: ODS – Metas Nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **2018**, p. 538.

IZZO, R. M. Waste minimization and pollution prevention in university laboratories. *Chemical Health & Safety*, **2000**, p.29-33.

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

LOUREIRO, C. F. B. Teoria Crítica. In: Encontros e Caminhos: formação de educadoras(es) ambientais e coletivos educadores.. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, **2005**, p.323-332.

LOUREIRO, C. F. B.; TORRES, J. R. (Orgs.). Educação Ambiental: dialogando com Paulo Freire. São Paulo: Cortez, **2014**, p.184.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. Pesquisa em Educação: Abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, **1986**, p.99.

MCGARRY, K. A.; MCGARRY, K. R.; HURLEY, K. A.; VOLP, I. M. HILL, B. A.; MERRITT, K. L.; PETERSON, P.; ALEX RUDD, N. C.; ERICKSON, L. A.; SEILER, G. P.; BATES, F. S.; TOLMAN, W. B. Student Involvement In Improving The Culture Of Safety In Academic Laboratories. *J. Chem. Educ.* **2013**, v. 90, n. 1, p. 1414–1417.

MAZZER, C.; CAVALCANTI, O. A. Introdução a Gestão Ambiental de Resíduos. *Infarma*, **2004**, v.16, n.11-12, p. 67-77.

MOZETO, A. A.; JARDIM, W. DE F. A química ambiental no Brasil. *Química Nova*, **2002**, v.25, supl.1, p.7-11.

NOLASCO, F. R.; TAVARES, G. A.; BENDASSOLLI, J. A. Implantação de programas de gerenciamento de resíduos químicos laboratoriais em universidades: análise crítica e recomendações. *Engenharia Sanitária Ambiental*, **2006**, v.11, n.2, p.118-124.

OLIVEIRA, G. V. Relatórios Internos CGTRQ-IQ/UFRGS. **2013**.

OLIVEIRA, G. V. Relatórios Internos CGTRQ-IQ/UFRGS. **2014**.

OLIVEIRA, G. V. Relatórios Internos CGTRQ-IQ/UFRGS. **2015**.

OLIVEIRA, G. V. Relatórios Internos CGTRQ-IQ/UFRGS. **2016**.

OLIVEIRA, G. V. Relatórios Internos CGTRQ-IQ/UFRGS. **2017**.

PAIM, C. P.; PALMA, E. C.; EIFLER-LIMA, V. L. Gerenciar Resíduos Químicos: Uma necessidade. *Caderno de Farmácia*, **2002**, v.18, n.1, p.23-31.

PERGHER, S. B. C.; DEMAMAN, A. S.; FUNK, S.; HEPP, L. U.; ADÁRIO, A. M. DOS S. Programa de gerenciamento de resíduos dos laboratórios de graduação da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Campus Erechim. *Química Nova*, **2004**, v.27, n.4, p.674-677.

PNUD (PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO). Acompanhando a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável: subsídios iniciais do Sistema das Nações Unidas no Brasil sobre a identificação de indicadores nacionais referentes aos objetivos de desenvolvimento sustentável/Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Brasília: PNUD, **2015**, p.250.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências (Online)*, **2011**, v.16, n.1, p.59-77.

SOLLA, J. (Org.). Relatório Rio+20: o modelo brasileiro : relatório de sustentabilidade da organização da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável /

Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável. Brasília: FUNAG, **2012**, p.75.

STRACK, R. Concepções e consenso dos estudantes de Química: entre a epistemologia e o aprendizado (dissertação). Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Química UFRGS. Porto Alegre. 2013

TAVARES, G. A.; BENDASSOLLI, J. A. Implantação de um Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos e Águas Servidas nos Laboratórios de Ensino e Pesquisa no CENA/USP. *Química Nova*, **2005**, v.28, n.4, p.732-738.

TEIXEIRA, L. A., NEVES, J. P., SILVA, F. P., TOZONI-REIS, M. F. C., NARDI, R. Referenciais teóricos da pesquisa em educação ambiental em trabalhos acadêmicos. ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, Santa Catarina, **2007**, p. 6.

TEIXEIRA, R. A.; RIBEIRO, A. P. Ações para minimizar a produção de resíduos nas aulas práticas de química em laboratórios de uma instituição de ensino superior. In: IV Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, **2015**, p.1-10.

TOZONI-REIS, M. F. C. Environmental education: theoretical references in higher education. *Interface - Comunic, Saúde, Educ*, v.5, n.9, **2001**, p.33-50.

TOZONI-REIS, M. F. C. Contribuições para uma pedagogia crítica na educação ambiental: reflexões teóricas. In: LOUREIRO. C. F. B. A questão ambiental no pensamento crítico: natureza, trabalho e educação. Rio de Janeiro: Quartet, **2007**, p. 177-221.

TOZONI-REIS, M. F. C. Pesquisa-ação em Educação Ambiental. *Pesquisa em Educação Ambiental*, v.3, n.1, **2008**, p.155-169.

UFPA (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ). Plano de gerenciamento de resíduos de saúde do HUBFS, Belém/Pará, **2009**.

UN (UNITED NATIONS). UN General Assembly, Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, 21 October **2015**, A/RES/70/1. Recuperado de <www.refworld.org/docid/57b6e3e44.html>, acesso em 04/março/2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). Parecer nº 3.450, de 15 de setembro de **2008**. Institui a obrigatoriedade de segregação, na origem, dos resíduos sólidos gerados nas Unidades da UFRGS. Recuperado de <www.ufrgs.br/sga/legislacao-ambiental-2/portarias/portarias-da-ufrgs/portaria3450.pdf/view>, acesso em 04/março/2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). Comissão de Graduação em Química. Projeto pedagógico do curso de bacharelado em Química da UFRGS. Porto Alegre, **2009a**. Recuperado de <www.iq.ufrgs.br/graduacao/images/ppedagogicos/PPC_BACHARELADO-.pdf>, acesso em 04/março/2019.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). Comissão de Graduação em Química. Projeto pedagógico para a Química Industrial da UFRGS. Porto Alegre, **2009b**. Recuperado de <www.iq.ufrgs.br/graduacao/images/ppedagogicos/PPC_INDUSTRIAL.pdf>, acesso em 04/março/2019.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). Comissão de Graduação em Química. Projeto pedagógico para a Engenharia Química da UFRGS. Porto Alegre, **2009c**. Recuperado de <www.engenharia.ufrgs.br/uploads/files/ppc_enq.pdf>, acesso em 04/março/2019.



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL (UFRGS). Comissão de Graduação em Química. Projeto pedagógico para a Licenciatura em Química da UFRGS. Porto Alegre, **2017**. Recuperado de <www.iq.ufrgs.br/graduacao/images/ppedagogicos/LICENCIATURA-EM-QUMICA_revisao-23-05.pdf>, acesso em 04/março/2019.



ANEXO

Anexo A:

		Centro de Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos					
http://www.iq.ufrgs.br/cgtrq/		Ramal: 7362		cgtrq@ufrgs.br			
FONTE DOADORA DO PRODUTO QUÍMICO							
Unidade: () Grad. () Pesq. () Serviço							
Departamento:					Prédio:		
Laboratório:			Sala:		Ramal:		
Responsável Legal:							
Responsável Técnico:							
Periculosidade: () Inflamável () Corrosivo () Tóxico () Reativo							
REAGENTE NÃO DESEJÁVEL (substância química não mais utilizada ou vencida)							
Item	Quant	Nome Produto Químico	Fórmula Química	Marca	Pureza	Validade	
01							
02							
03							
04							
05							

		CGTRQ cgtrq@iq.ufrgs.br			
http://www.iq.ufrgs.br/cgtrq/		Ramal: 7362			
SOLVENTE ORGÂNICO não HALOGENADO (Reciclagem)					
Descrever o <u>Solvente</u> em ordem decrescente de <u>concentração</u> :					
Descrever o <u>Soluto</u> em ordem decrescente de <u>concentração</u> :					
Data inicial de envase / /					
() Inflamável () Corrosivo () Tóxico () Reativo					
FONTE GERADORA DO RESÍDUO QUÍMICO					
Unidade: () Grad. () Pesq. () Serviço					
Departamento:					
Laboratório:					
Prédio:		Sala:		Ramal Lab:	
Responsável Legal:					
Responsável Técnico:					

		CGTRQ cgtrq@iq.ufrgs.br			
http://www.iq.ufrgs.br/cgtrq/		Ramal: 7362			
SOLVENTE ORGÂNICO HALOGENADO e BENZENO					
TRATAMENTO POR INCINERAÇÃO					
Descrever o <u>Solvente</u> em ordem decrescente de <u>concentração</u> :					
Descrever o <u>Soluto</u> em ordem decrescente de <u>concentração</u> :					
Data inicial de envase / /					
() Inflamável () Corrosivo () Tóxico () Reativo					
FONTE GERADORA DO RESÍDUO QUÍMICO					
Unidade: () Grad. () Pesq. () Serviço					
Departamento:					
Laboratório:					
Prédio:		Sala:		Ramal Lab:	
Responsável Legal:					
Responsável Técnico:					

		CGTRQ cgtrq@iq.ufrgs.br			
http://www.iq.ufrgs.br/cgtrq/		Ramal: 7362			
SOLVENTES ORGÂNICOS PASSÍVEIS DE PURIFICAÇÃO					
Assinale qual técnica foi utilizada na geração do resíduo:					
() ROTA-EVAPORAÇÃO		() UM COMPONENTE			
() LAVAGEM DE MATERIAL		() OXIDADO			
() EXTRAÇÃO		() COM ÁGUA			
() CROMATOGRAFIA		() USO EM SOLUÇÕES			
Descrever o <u>Solvente</u> em ordem crescente de <u>ponto de ebulição</u> :					
Descrever o <u>Soluto</u> em ordem decrescente de <u>concentração</u> :					
Data inicial de envase / /					
() Inflamável () Corrosivo () Tóxico () Reativo					
FONTE GERADORA DO RESÍDUO QUÍMICO					
Unidade: () Grad. () Pesq. () Serviço					
Departamento:					
Laboratório:					
Prédio:		Sala:		Ramal Lab:	
Responsável Legal:					
Responsável Técnico:					

APÊNDICES

Apêndice A:

QUESTIONÁRIO INICIAL DA DISSERTAÇÃO:

O objetivo deste questionário é realizar um diagnóstico sobre as percepções dos alunos dos cursos de graduação da UFRGS sobre gestão e tratamento de resíduos químicos.

A maioria das questões são abertas e, por isso, é importante que você responda-as de forma completa e expresse a sua opinião livremente, pois **sua identidade será mantida em sigilo.**

1. Qual sua idade? _____ anos.
2. Qual seu sexo? () F () M.
3. Você trabalha ou trabalhou na área de química ou afins?
() Não.
() Sim. Em que função e por quanto tempo? _____.
4. Você já possui algum curso técnico e/ou graduação?
() Não
() Sim.
Qual? _____.
5. Em seu cotidiano você realiza separação de resíduos sólidos (lixo orgânico e reciclável)?
() Não
() Sim. Onde? () casa () universidade () trabalho () outros
6. Você conhece o princípio dos 3R's?
() Não
() Sim. Indique uma
Definição: _____.
7. Na universidade, a realização da coleta dos resíduos nas aulas experimentais contribui para a sua formação profissional?
() Não
() Sim.
Explique: _____

_____.

8. O descarte incorreto dos resíduos químicos gerados nas aulas experimentais ocasiona algum tipo de prejuízo?

() Não

() Sim.

Explique: _____

Para as próximas duas questões, assinale um "X" para expressar sua concordância ou discordância em relação às declarações listadas nas tabelas, de acordo com a seguinte escala:

Discordo Fortemente (DF);

Discordo Parcialmente (DP);

Não tenho Opinião (NO);

Concordo Parcialmente (CP);

Concordo Fortemente (CF);

9. Sobre os princípios dos 3R's (Reduzir, Reutilizar, Reciclar) pode-se considerar que:

Os princípios dos 3R's:		DF	DP	NO	CP	CF
1	São importantes para a realização de práticas sustentáveis.					
2	A Redução pode ser viabilizada utilizando um menor volume de reagentes durante os experimentos.					
3	A Redução prevê minimizar a periculosidade dos resíduos.					
4	Os produtos gerados durante uma aula experimental podem ser utilizados como reagentes (insumos) em outras atividades.					
5	Reciclar é o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes.					

13. Sobre os processos/técnicas que podem ser utilizados para tratar os resíduos, você conhece:

a) Coprocessamento?

Não

Sim.

Defina: _____

b) Incineração?

Não

Sim.

Defina: _____

c) Aterro sanitário?

Não

Sim.

Indique uma definição:

d) Existe alguma diferença entre aterro sanitário e aterro industrial?

Não

Sim.

Explique: _____

Apêndice B:

QUESTIONÁRIO FINAL DA DISSERTAÇÃO:

O objetivo deste questionário é realizar um diagnóstico sobre a evolução das percepções dos alunos dos cursos de graduação da UFRGS sobre gestão e tratamento de resíduos químicos.

A maioria das questões são abertas e, por isso, é importante que você responda-as de forma completa e expresse a sua opinião livremente, pois **sua identidade será mantida em sigilo**.

1. Na universidade, a realização da coleta dos resíduos nas aulas experimentais contribuiu para a sua formação profissional?

() Não

() Sim.

Explique: _____

2. O descarte incorreto dos resíduos químicos gerados nas aulas experimentais ocasiona algum tipo de prejuízo?

() Não

() Sim.

Explique: _____

Para as próximas duas questões, assinale um "X" para expressar sua concordância ou discordância em relação às declarações listadas nas tabelas, de acordo com a seguinte escala:

**Discordo Fortemente (DF); Discordo Parcialmente (DP); Não tenho Opinião (NO);
Concordo Parcialmente (CP); Concordo Fortemente (CF);**

3. Sobre os princípios dos 3R's (Reduzir, Reutilizar, Reciclar) pode-se considerar que:

Os princípios dos 3R's:		DF	DP	NO	CP	CF
1	São importantes para a realização de práticas sustentáveis.					
2	A Redução pode ser viabilizada utilizando um menor volume de reagentes durante os experimentos.					
3	A Redução prevê minimizar a periculosidade dos resíduos.					
4	Os produtos gerados durante uma aula experimental podem ser utilizados como reagentes (insumos) em outras atividades.					
5	Reciclar é o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes.					

7. Sobre os processos/técnicas que podem ser utilizados para tratar os resíduos, você conhece:

a) Coprocessamento?

Não

Sim.

Defina: _____
_____.

b) Incineração?

Não

Sim. Indique uma definição:

_____.

c) Aterro sanitário?

Não

Sim. Indique uma definição:

_____.

d) Existe alguma diferença entre aterro sanitário e aterro industrial?

Não

Sim.

Explique: _____
_____.

Apêndice C:

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL INSTITUTO DE QUÍMICA DEPARTAMENTO DE QUÍMICA INORGÂNICA QUÍMICA GERAL EXPERIMENTAL - QUI-01-003	Descarte e Tratamento
--	--------------------------------------

DESCARTE E TRATAMENTO DE RESÍDUOS QUÍMICOS GERADOS NOS LABORATÓRIOS

Desde o final da década de 1990, a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) desenvolve diferentes ações de gerenciamento e tratamento de resíduos químicos. Entre estas ações, destacamos a redução de volumes de reagentes, a substituição de reagentes tóxicos, a reutilização de resíduos gerados nos laboratórios de ensino e pesquisa e a reciclagem de solventes impuros. O intuito é mitigar os passivos existentes, gerenciar os diferentes resíduos e reduzir sua geração. Para tanto, é importante que toda a comunidade acadêmica (alunos, professores, funcionários, técnicos, reitores, etc.) tenha ciência de que quem gera o resíduo é o responsável legal por tal. Assim, todos somos responsáveis por aquilo que geramos tanto nos laboratórios de ensino, como nos demais locais da Universidade.

Segundo a NBR 10004 (ABNT, 2004), resíduos sólidos são resíduos apresentados na forma de sólidos ou semissólidos, assim como resíduos aquosos que não podem ser descartados diretamente em redes públicas de esgoto ou corpos d'água. De acordo com a referida NBR, podemos classificar os resíduos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente. Podem ser classificados em:

- Classe I – Perigosos: caracterizados de acordo com suas propriedades tais como inflamabilidade, corrosividade, toxicidade, reatividade e patogenicidade.
- Classe IIA – Não Perigosos e Não Inertes: apresentam propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade e solubilidade em água.
- Classe IIB – Não Perigosos e Inertes: em água possuem concentrações dentro dos limites estabelecidos por órgão competente ou não são solubilizados.

Para reconhecimento de qual classe o resíduo se enquadra, devemos utilizar a Ficha de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ) ou a própria NBR 10.004, além de observar nos reagentes utilizados em cada aula, informações como os Pictogramas (Figura 1), que apresentam imagens de acordo com sua periculosidade.



Figura 01- Principais Pictogramas

Portanto, esses tipos de resíduos gerados nos laboratórios necessitam de grande atenção, visto que se comparados aos resíduos industriais ou até mesmo domiciliares, possuem volume menor, mas apresentam grande diversidade o que os tornam de difícil descarte ou tratamento padrão. Porém, o descarte indevido/incorreto dado a estes resíduos é responsável pela contaminação de solos, ar e águas; resultando assim em situações de poluição ambiental. Para evitar tais impactos, a UFRGS conta com o Centro de Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos (CGTRQ) que é um Órgão Auxiliar do Instituto de Química (IQ) criado em 2001. O CGTRQ se dedica à construção e à propagação de conhecimentos científicos e tecnológicos na área ambiental, em especial na gestão de resíduos químicos e de segurança química.

O CGTRQ realiza o encaminhamento dos resíduos que não podem ser tratados *in loco*, para empresas parceiras, que realizam os processos de Coprocessamento, Incineração ou disposição em Aterro Sanitário. Estes tipos de tratamento são descritos a seguir.

- **Coprocessamento:** é a técnica que permite a **queima de resíduos em fornos rotativos de cimento** considerando a integração de dois critérios básicos: **reaproveitamento de energia** e **reaproveitamento das cinzas** como **substituto** da matéria-prima. Assim, o resíduo poderá ser utilizado como substituto ao combustível, bem como gerar energia através de sistemas de geradores integrados (ex. biomassa, óleos usados, pneus inservíveis, lamas de esgoto, etc.). O reaproveitamento das cinzas ocorre na substituição da matéria-prima (matérias-primas alternativas), de forma que o resíduo a ser eliminado apresente características similares às dos componentes normalmente empregados na produção de clínquer, que posteriormente se junta à massa para produção de cimento.

O **coprocessamento** é empregado para mitigar os **resíduos orgânicos não halogenados, como por exemplo, solventes, óleos, papéis contaminados**. Em 2017 foram gerados pelo Instituto de Química da UFRGS e enviados para coprocessamento 846,13 kg de resíduos sólidos e 2563,02 L de solventes orgânicos não halogenados. O custo deste tratamento é de R\$2,64/kg para resíduos sólidos e R\$ 3,30/kg para resíduos líquidos. Desta forma, em 2017 foram gastos R\$10.691,75 para o encaminhamento de resíduos para esse tipo de tratamento.

- **Incineração:** corresponde ao processo pelo qual os **resíduos químicos são decompostos por oxidação térmica a altas temperaturas** (1200°C) objetivando **destruir a fração orgânica** do resíduo e **reduzir o seu volume** em torno de 90%. O processo adequado alcança baixíssima emissão de gases e estes serão tratados utilizando-se filtros específicos ao final do processo. De modo geral, os incineradores são formados por uma câmara de combustão primária onde ocorre a secagem, decomposição e gaseificação; e uma câmara de combustão secundária, que opera com temperaturas superiores (1000 a 1500°C), encarregado pela queima dos gases emitidos. A esse tipo de processo é empregado para mitigar os resíduos **aquosos**, quando estes **não puderem** ser enviados para estações de tratamento de efluentes (**ETE**) e os **solventes orgânicos halogenados** gerenciados pelo CGTRQ.

A **incineração** é empregada para mitigar os resíduos **aquosos**, quando estes **não puderem** ser enviados para estações de tratamento de efluentes (**ETE**) e os **solventes orgânicos halogenados** gerenciados pelo CGTRQ. Em 2017, foram enviados para incineração **923,94 L de solventes orgânicos halogenados**. O custo deste tratamento é de R\$ 3,61/kg. Desta forma, em 2017 foram gastos R\$3.335,42 para o encaminhamento de resíduos para esse tipo de tratamento, levando em conta apenas os resíduos enviados pelo IQ.

• **Aterro de Resíduos Industriais:** é uma técnica de disposição de resíduos sólidos tóxicos **fundamentada no confinamento e controle dos resíduos em termos de proteção ambiental e saúde pública.** O local de **deposição** dos resíduos são células ou **valas** de deposição, **revestidas com polietileno de alta densidade (PEAD),** sobre **três** camadas de **argila compactada.** O transporte até estas estações pode ser realizado apenas por empresas autorizadas. Nos aterros sanitários o resíduo é coberto diariamente, e sempre ocorre uma pré-seleção para identificação de resíduos aptos para serem reciclados, evitando assim um maior volume a ser destinado de fato para o aterro. Enquanto que nos aterros industriais pode ser necessário um pré-tratamento para posterior disposição final, sendo alguns desses processos o de estabilização do resíduo, solidificação, encapsulamento ou neutralização.

O **Aterro Industrial** é empregado para mitigar os **resíduos sólidos perigosos** gerenciados pelo CGTRQ. Em **2017,** foram encaminhados para aterro industrial **583,96 kg** de **resíduos perigosos** gerados pelo IQ. O custo deste tratamento é de R\$3,02/kg. Desta forma, em 2017 foram gastos R\$1.763,56 para o encaminhamento de resíduos para esse tipo de tratamento.

A tabela abaixo apresenta as quantidades de resíduos encaminhados para o CGTRQ em 2017, além de trazer os valores de gastos resultante para cada encaminhamento. As siglas utilizadas são: SOH (Solvente Orgânico Halogenado), SoñH (Solvente Orgânico não Halogenado), SOPP (Solvente Orgânico Passível de Purificação).

2017					
CLASSE	TRATAMENTO DESTINO	Outras Unidades (kg)	IQ (kg)	Total (kg)	Custo Total (R\$)
SOH	INCINERAÇÃO	1114,65	923,94	2038,59	7.359,31
SoñH	COPROCESSAMENTO	2694,08	2563,02	5257,10	17.348,43
AQUOSO	ETE	19174,52	5304,61	24479,13	24.833,10
SOPP	RECUPERAÇÃO	586,48	281,39	867,87	*
MPR	RECICLAGEM	7428,85	862,64	8291,49	sem custo
SÓLIDO	ATERRO	2616,8	583,96	3200,76	9.666,29
SÓLIDO	COPROCESSAMENTO	2800,82	846,13	3646,95	9.627,95
* Depende do resíduo				Total gastos (R\$)	68.835,08

Ao praticar o gerenciamento integrado de resíduos nos laboratórios de ensino e pesquisa, os estudantes poderão desenvolver a conscientização em relação à problemática que é a geração, o processamento e o descarte de resíduos químicos. Uma maneira de colocar em prática a busca pela consciência ambiental no cotidiano da Universidade é através da implementação da política dos três erres (“3R’s”: Reduzir, Reutilizar e Reciclar). Essa política faz referência a um conjunto de princípios voltados a cuidados como relação a gestão de resíduos sólidos, sugerido na Conferência da Terra (Rio de Janeiro, 1992), com a intenção de diminuir o consumo desmedido pela população. Os principais objetivos são: a redução ao mínimo dos resíduos e a maximização ambientalmente saudável do reaproveitamento e da reciclagem dos resíduos. Se a formação dos discentes for direcionada ao estudo dos conhecimentos químicos integrados às questões ambientais, poderemos reduzir a geração de resíduos, além de minimizar gastos e os impactos que estes resíduos podem trazer ao meio ambiente.

Apêndice D:

LIMPEZA DE VIDRARIA, MEDIDAS DE VOLUME, DECANTAÇÃO E FILTRAÇÃO

4) Busque na FISPQ do BaCO_3 , informações que justifiquem a utilização do seguinte pictograma:



OBS: Recolha os resíduos (precipitado), junto com o papel de filtro, para o frasco de resíduos sólidos.

5) Sabendo que o resíduo aquoso é constituído principalmente de $\text{Na}^+_{(\text{aq})}$ e $\text{Cl}^-_{(\text{aq})}$ e que dois entre outros parâmetros para disposição final seja feita diretamente na rede de esgoto são de possuir pH entre 5,0 - 9,0 e temperatura inferior a 40°C (Resolução nº 430, Conama). Diga se este resíduo líquido poderá ser descartado diretamente na pia e justifique.

PREPARAÇÃO, DILUIÇÃO E MISTURA DE SOLUÇÕES

12) Qual o princípio dos 3Rs estamos contemplando com esse procedimento? Justifique.

() Reduzir () Reutilizar () Reciclar

PADRONIZAÇÃO DE SOLUÇÕES

9) De que forma seria possível tratar os resíduos formados durante a prática para que possam ser descartados diretamente na pia. Justifique.

10) Calcule a quantidade de resíduo gerado na prática da Técnica III, considerando que as 12 turmas de Química Geral Experimental, formadas por 5 duplas realizaram tal a prática. Cada dupla preparou 250 mL de solução HCl e de NaOH a 0,1 mol/L. Demonstre através de cálculos.

11) Considerando os valores calculados na questão 9, indique o valor total que seria gasto para a disposição final dos resíduos gerados na referida prática, caso as soluções não fossem neutralizadas.

MASSA MOLAR DE UM VAPOR

5) Busque na FISPQ do CHCl_3 , informações que justifiquem a utilização dos seguintes pictogramas?



6) Caso houvesse resíduo de Clorofórmio, qual tipo de encaminhamento dado pelo CGTRQ para descartá-lo? Explique.

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DE UMA MISTURA DE CLORETO/CLORATO DE POTÁSSIO

5) Qual o tipo de descarte para ambos os resíduos (KCl e MnO_2) conforme a classificação usada pelo CGTRQ?

CALIBRAÇÃO E UTILIZAÇÃO DE UM CALORÍMETRO

7) Busque na FISPQ do KNO_3 , informações que justifiquem a utilização do seguinte pictograma:



PRINCÍPIO DE LE CHATELIER

9) Busque na FISPQ do $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$, informações que justifiquem a utilização dos seguintes pictogramas:



10) Os resíduos contendo cobalto e prata podem ser descartados diretamente na pia? Explique considerando o princípio dos 3 R's.

PRODUTO DE SOLUBILIDADE DO IODATO CÚPRICO

6) Justifique de que forma a precipitação do hidróxido de cobre (II) pode auxiliar o descarte e tratamento posteriormente pelo CGTRQ.

Dica: consulte a classificação dos tipos de resíduos do CGTRQ.

COMPORTAMENTO ÁCIDO / BÁSICO DE SAIS

5) Quais das soluções estudadas você não descartaria na pia? Por que? (Lembre-se que a Resolução nº 430 do Conama especifica alguns parâmetros para que a disposição final seja feita diretamente na rede de esgoto).

CONSTANTES DE IONIZAÇÃO DE ÁCIDOS E BASES FRACOS E EFEITO TAMPÃO

7) Qual a classificação destes resíduos conforme as categorias do CGTRQ? Com essa informação, indique qual deve ser o destino final deste resíduo?

Apêndice E:

Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos

Orientadora: Dra Camila G. Passos
Co-orientadora: Carla Sirtori
Mestrando: Diego Biegler

Quais atribuições tu acreditas que terás após conclusão do curso de graduação?

- Conselho Federal de Química(CFQ):
RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 36 (25/04/1974)

ATRIBUIÇÕES
1. Direção, Supervisão e Responsabilidade Técnica
2. Assessoria, Consultoria e Comercialização
3. Perícia, Serviços Técnicos e Laudos
4. Magistério
5. Desempenho de Cargos e Funções Técnicas
6. Pesquisa e Desenvolvimento
7. Análise Química e Físico-química, Padronização e CQ
8. Produção, Tratamentos de Resíduos
9. Operação e Manutenção de Equipamentos
10. Controle de Operações e Processos
11. Pesquisa e Desenvolvimento de Processos Industriais.
12. Execução de Projetos de Processamento.
13. Estudo de Viabilidade Técnico - Econômica.
14. Projeto e Especificações de Equipamentos
15. Fiscalização de Montagem e Instalação de Equipam.
16. Condução de Equipe de Montagem e Manutenção.

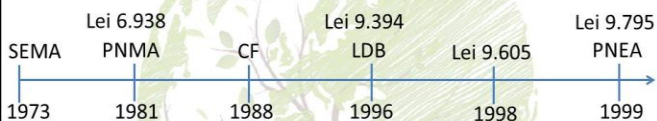


ATRIBUIÇÕES DOS PROFISSIONAIS RN Nº36 / CFQ

ATRIBUIÇÕES	Engenheiro Químico	Químico Industrial	Químico Rel. e Lic.	Técnico Químico
1. Direção, Supervisão e Responsabilidade Técnica	X	X	X	X(*)
2. Assessoria, Consultoria e Comercialização	X	X	X	
3. Perícia, Serviços Técnicos e Laudos	X	X	X	
4. Magistério	X	X	X	
5. Desempenho de Cargos e Funções Técnicas	X	X	X	X
6. Pesquisa e Desenvolvimento	X	X	X	X
7. Análise Química e Físico-química, Padronização e CQ	X	X	X	X
8. Produção, Tratamentos de Resíduos	X	X		X
9. Operação e Manutenção de Equipamentos	X	X		X
10. Controle de Operações e Processos	X	X		X(*)
11. Pesquisa e Desenvolvimento de Processos Industriais.	X	X		
12. Execução de Projetos de Processamento.	X	X		
13. Estudo de Viabilidade Técnico - Econômica.	X	X		
14. Projeto e Especificações de Equipamentos	X			
15. Fiscalização de Montagem e Instalação de Equipam.	X			
16. Condução de Equipe de Montagem e Manutenção.	X			

* Empresa de pequeno porte;

Legislação Ambiental:



- Lei 12.305 (2010):
- o Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)
- Resolução nº2 (2012):
- o Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Ambiental (DCNEA)

Quem é responsável pelo resíduo gerado?

Quem gera o resíduo é responsável pelo mesmo!

Podem ser responsabilizados:

- Aluno
- Técnico
- Professor
- Reitor ...
- TODA COMUNIDADE ACADÊMICA



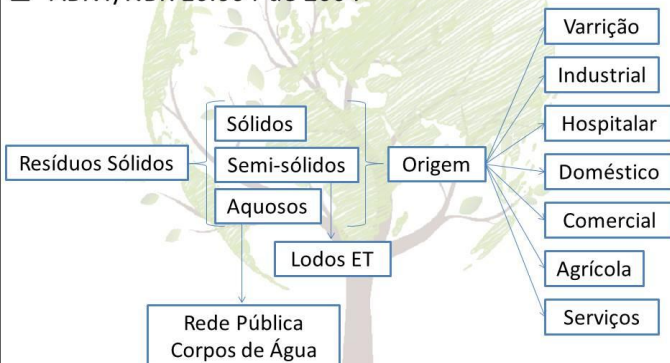
Formação para conscientização:

Gestão Integrada de Resíduos Sólidos



Definições:

ABNT/NBR 10.004 de 2004



Definições:

ABNT/NBR 10.004 de 2004

Classificação dos Resíduos Sólidos: quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente. Podem ser classificados em:

- Resíduos Classe I - Perigosos
- Resíduos Classe II – Não Perigosos:
 - Resíduos Classe IIA – Não Inertes
 - Resíduos Classe IIB – Inertes

Definições:

ABNT/NBR 10.004 de 2004

Resíduos Classe I - Perigosos, são aqueles caracterizados de acordo com sua:

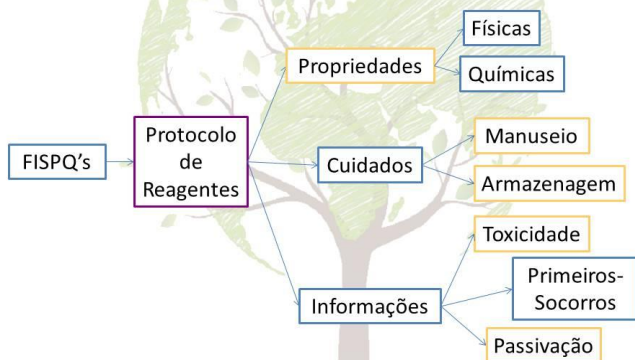
- Inflamabilidade
 - Corrosividade
 - Toxicidade
 - Reatividade
 - Patogenicidade
-

Definições:

□ ABNT/NBR 10.004 de 2004

- Resíduos **Classe IIA - Não Perigosos e Não Inertes**, podem apresentar propriedades como:
 - **Biodegradabilidade**
 - **Combustibilidade**
 - **Solubilidade em água**
- Resíduos **Classe IIB - Não Perigosos e Inertes**, quando em H₂O **não** são **solubilizados** ou atingem **concentrações** dentro dos **limites** para **solubilidade**.

□ Importância de conhecer a classificação e os pictogramas para interpretar as FISPQ's - (**Ficha de Segurança de Produtos Químicos**):



Porque gerenciar?

□ Por razões **éticas** e de responsabilidade **socioambiental**

➤ Além de evitar:



- Imputação de **Responsabilidade Penal** (crime inafiançável)
- Pena de **1 a 6 anos de reclusão**
- Multa: **R\$50,00 a R\$50.000.000,00** (50 milhões de reais)
- Prevenir: Acidentes

Princípios para Gestão:

□ Destinação final ambientalmente adequada

➤ 3R's (Agenda 21-Eco92)



Reutilização:



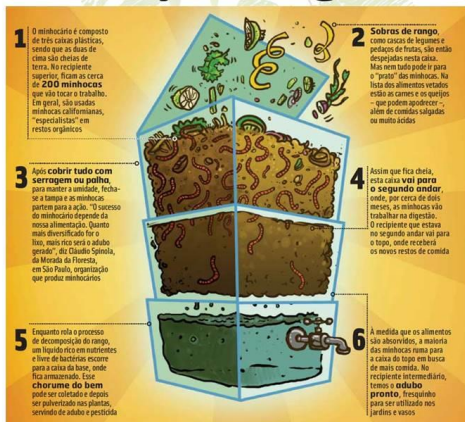
➤ Reutilização: processo de **aproveitamento** dos resíduos sólidos **sem** sua **transformação** biológica, física ou físico-química.

Reciclagem:



➤ Reciclagem: processo de **transformação** dos resíduos sólidos que envolve a **alteração** de suas propriedades **físicas**, **físico-químicas** ou **biológicas**, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos.

Compostagem:



Definições:

- Rejeitos: **resíduos** que, depois de **esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação** por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis.

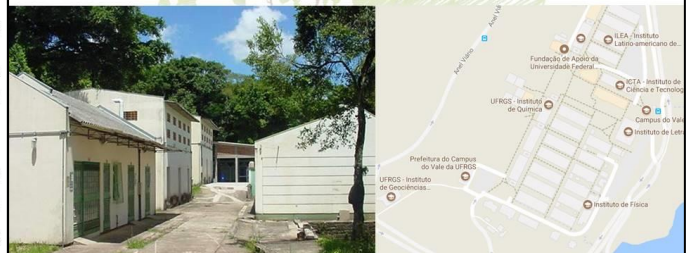


CGTRQ:

❑ Histórico:

- Em 2001 foi criado o "**Centro de Gestão e Tratamento de Resíduos Químicos**" - CGTRQ, sendo um Órgão Auxiliar do Instituto de Química da UFRGS.
- Se dedica à **construção** e à **propagação de conhecimentos** científicos e tecnológicos na área **ambiental**, em **especial** na **gestão** de resíduos químicos e de **segurança** química.
- O CGTRQ passou a funcionar em **2002**.

CGTRQ:



Av. Bento Gonçalves, nº 9500 – Prédio 43159 – Campus do Vale
Caixa Postal 15003 – CEP 91.501-970 – Porto Alegre, RS, BRASIL
Fone (51) (51) 3308-7362 – Fax (51) 3308-7304
E-mail: cgtrq@iq.ufrgs.br

CGTRQ:

- ❑ Oferece **suporte** às atividades de **ensino**, de **pesquisa** e de **extensão** do Instituto de Química da UFRGS e **abrangendo** sua ação para **outras** unidades da **UFRGS** e ainda para outras **entidades** públicas ou privadas.

CGTRQ:

❑ Serviços prestados:

- Visita técnica para **reconhecimento** do Gerador.
- Adequação de um **plano de coleta** de acordo com a demanda.
- Curso para **capacitação** dos usuários com relação às ações do sistema de coleta de resíduos químicos.
- **Descontaminação** de embalagens para que possam vir a serem **recicladas**.

CGTRQ: 1

- ❑ Serviços prestados:
 - Define as medidas para o correto transporte dos resíduos entre os Campi da UFRGS e dentro do Campus. **Gestão – Segregação – Encaminhamento**
 - O CGTRQ **assume responsabilidade técnica dos serviços do gerador até o destino final**, emitindo documentos legais que são necessários em conformidade com a legislação ambiental vigente.

OUTRAS AÇÕES NA UFRGS

- Uso do **Princípio dos 3 R's** nas disciplinas de:

Química Geral Experimental: volume das titulações **Reduzido** e enxofre sólido que é **Reutilizado** em outras disciplinas.

Química Analítica Qualitativa: Análises utilizado **microescala** (gotas de reagente), **reduzindo** assim o volume de **resíduo** gerado, além de ser mais econômico, **reduz gasto** com reagentes.

Tipos de Tratamentos:

- ❑ Os resíduos e rejeitos químicos podem ser encaminhados para os seguintes tratamentos:
 - **Co-processamento**
 - **Incineração**
 - **Aterro de Resíduos Industriais**
 - **ETE**

Co-processamento:

- ❑ Técnica que permite a **queima** de resíduos em **fornos de cimento**. Dois critérios básicos: **reaproveitamento de energia** e **reaproveitamento das cinzas** como **substituto** da matéria-prima na produção de **clínquer**, que posteriormente se junta à massa para **produção de cimento**.

Co-processamento:

- ❑ **Clínquer:**



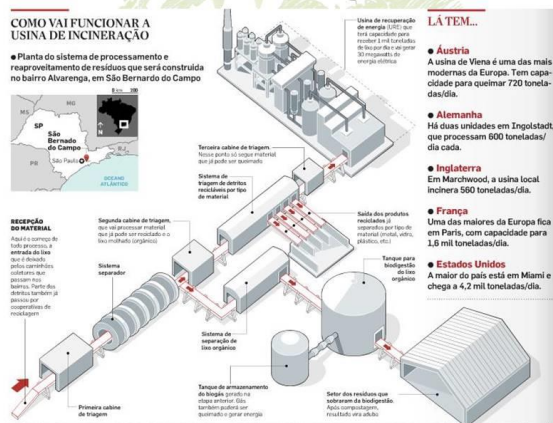
Panorama de Atendimento CGTRQ:

- ❑ Co-processamento: Esse tipo de processo é empregado para mitigar os **resíduos orgânicos não halogenados**, como por exemplo **solventes, óleos, papéis contaminados**. Em **2016** foram enviados para co-processamento **1530kg de resíduos sólidos** e **6200L de solventes orgânicos não halogenados**.
- ❑ R\$ 3,30/kg → Total: **R\$25.509,00**
- ❑ Local: Silicon Ambiental LTDA - SP

Incineração:

- ❑ Corresponde ao processo pelo qual os resíduos químicos são **decompostos** por **oxidação térmica** a altas temperaturas objetivando **destruir a fração orgânica** do resíduo e **reduzir** o seu **volume**.

Incineração:



Panorama de Atendimento CGTRQ:

- ❑ **Incineração**: esse tipo de processo é empregado para mitigar os resíduos **aquosos**, quando estes **não puderem** ser enviados para estações de tratamento de efluentes (ETE) e os **solventes orgânicos halogenados** gerenciados pelo CGTRQ.

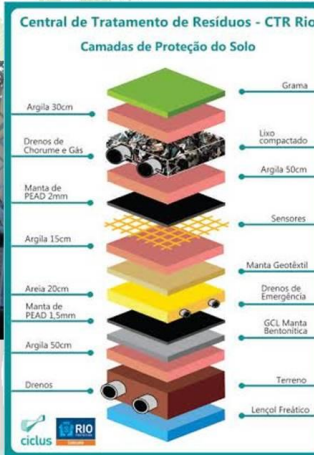
Panorama de Atendimento CGTRQ:

- ❑ Em 2016, foram enviados para Incineração **17.000L de resíduos aquosos** e **8000L de solventes orgânicos halogenados**.
- ❑ R\$3,61/kg → Total: **R\$90.250,00**
- ❑ Local: Silicon Ambiental LTDA – SP

Aterro de Resíduos Industriais:

- ❑ Área adequada e que seja **monitorada constantemente**, apresenta **confinamento eficaz** em termos de **controle** de proteção **ambiental** e **saúde pública**. O **local** de **deposição** dos resíduos são células ou **valas de deposição**, **revestidas** com **polietileno de alta densidade**, sobre **três** camadas de **argila compactada**.

Aterro de Resíduos Industriais:



Panorama de Atendimento CGTRQ:

- ❑ **Aterro Industrial:** esse tipo de processo é empregado para mitigar os **resíduos sólidos perigosos** gerenciados pelo CGTRQ. Em **2016**, foram encaminhados para aterro industrial **7000kg** de **resíduos perigosos**.
- ❑ **R\$2,64/kg → Total: R\$18.480,00**
- ❑ **Local: Essencis - RS**

ETE:

- ❑ Ampla variedade de tratamentos biológicos.
- ❑ Consórcio de micro-organismos:
 - Aeróbico (na presença de O₂)



- Anaeróbico (na ausência de O₂)



Conclusão

Profissionais da química:

- ❑ **Considerar** o princípio dos **3R's** para elaboração e execução das práticas:
 - Ex: **Redução** de volumes de **reagentes**, **substituição** de reagentes **tóxicos**; **Reutilizar** os resíduos **gerados** em outras práticas; **Reciclar** solventes impuros.
- ❑ **Segregação/separação** e rotulagem logo após o término do experimento. Usar recomendações presentes nas **FISQP's**;
- ❑ **Destinação final:** tratamento e disposição final na rede de esgoto (Ex. neutralização, soluções aquosas **sem** metais tóxicos, em acordo com a legislação vigente) **ou** encaminhar para órgãos como o **CGTRQ**.

Panorama de Atendimento CGTRQ:

Classe	Destino	Local	Empresa	Custo
SOH	INCINERAÇÃO	SP	Silicon Ambiental Ltda	R\$3,61/kg
SOÑH	CO-PROCESSAMENTO	SP	Silicon Ambiental Ltda	R\$3,30/kg
AQUOSO	ETE	SP	Silicon Ambiental Ltda	R\$1014,46/m³
SOPP	Laboratórios UFRGS e externos	RS		*
MPR	RECICLAGEM (vidro, plástico e papel)	RS	DMLU	sem custo
	REFINO (óleo mineral)	RS	IPS	sem custo
	RECICLAGEM (óleo vegetal)	RS	Ecológica	sem custo
	RECICLAGEM (mercúrio)		<i>não definido</i>	Indefinido
SÓLIDO	ATERRO	RS	Essencis	R\$2,64/kg
SÓLIDO	CO-PROCESSAMENTO	RS	Renova Service Ltda	R\$3,02/kg
RÑD	Laboratórios UFRGS e externos	RS		sem custo

Referências:

BRASIL. Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Recuperado de www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm

BRASIL. Constituição. Constituição da Republica Federativa do Brasil: promulgada em 5 de outubro de 1988. Recuperado de www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.html

BRASIL. Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm

BRASIL. Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm

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. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9795.htm

BRASIL, República Federativa do. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 Brasileira: Ações Prioritárias/Ministério do Meio Ambiente**. Brasília: MMA, 2004.

Referências:

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. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm

_____. **Resolução nº 430**, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. 9 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/res43011.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2017.

_____. **Resolução Normativa nº 36**, de 25 de abril de 1974. Dá atribuições aos profissionais de Química e estabelece critérios para concessão das mesmas, em substituição à Resolução Normativa nº 26. Disponível em: <http://www.cfq.org.br/rn/RN36.htm>. Acesso em: 20 de outubro de 2017.

CUNHA, C.J. da. O programa de gerenciamento dos resíduos laboratoriais do depto de química da UFPR, *Química Nova*, Vol. 24, No. 3, 424-427, 2001.

CRQ: **Atribuições dos profissionais em Química**. Disponível em < <http://www.crqv.org.br/php/index.php?link=4&sub=3>>. Acesso em 07 jun. 2017.

Referências:

BRASIL. **Lei Nº 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Recuperado de www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm

BRASIL. **Constituição. Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Recuperado de www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm

BRASIL. **Lei Nº 9.394**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm

BRASIL. **Lei Nº 9.605**, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9605.htm

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. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9795.htm

BRASIL, República Federativa do. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21 Brasileira: Ações Prioritárias/Ministério do Meio Ambiente**. Brasília: MMA, 2004.

Referências:

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. Recuperado de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm

_____. **Resolução nº 430**, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. 9 p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/res43011.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2017.

CUNHA, C.J. da. O programa de gerenciamento dos resíduos laboratoriais do depto de química da UFPR, *Química Nova*, Vol. 24, No. 3, 424-427, 2001.

CRQ: **Atribuições dos profissionais em Química**. Disponível em < <http://www.crqv.org.br/php/index.php?link=4&sub=3>>. Acesso em 07 jun. 2017.

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

DALSTON, R. C. R. et al. Resíduos químicos e de saúde das USSF/UCB. In: **3º ENCONTRO NACIONAL DE SEGURANÇA EM QUÍMICA**, 2004, Niterói. Resumos... **1 CD ROM**. 2004.

Referências:

GERBASE, A. E.; COELHO, F. S.; MACHADO, P. F. L.; FERREIRA, V. F. Gerenciamentos de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. *Química Nova*, Vol. 18, No 3, 2005.

HIRATA, S.; PANTALEÃO, E. O.; PIRES, W. L. R.; BRESSAN, I. Ecoeficiência e Inovação nas Micro e Pequenas Empresas: Um Estudo na Prillav Lavanderia. In: **Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade**, 4., 2015, São Paulo, SP. Anais... São Paulo: Universidade Nove de Julho, 2015, p. 1-10.

MAZZER, C.; CAVALCANTI, O. A. Introdução a Gestão Ambiental de Resíduos. *Infarma*, v. 16, n. 11-12, p. 67-77, 2004.

NOLASCO, F. R.; TAVARES, G. A.; BENDASSOLLI, J. A. Implantação de programas de gerenciamento de resíduos químicos laboratoriais em universidades: análise crítica e recomendações. *Engenharia Sanitária Ambiental*, v. 11, n. 2, p. 118-124, abr./jun. 2006.

OLIVEIRA, G. V. **Relatórios Internos CGTRQ-IQ/UFRGS**. 2017(Referente a 2016)

PAIM, C. P.; PALMA, E. C.; EIFLER-LIMA, V. L. Gerenciar Resíduos Químicos: Uma necessidade. *Caderno de Farmácia*, v. 18, n. 1, p. 23-31, 2002.

UFFPA. **Plano de gerenciamento de resíduos de saúde do HUBFS**, Belém/Pará, 2009.

Apêndice F:

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezados: Estamos desenvolvendo uma pesquisa de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Química da UFRGS, sob orientação das professoras Dra. Carla Sirtori e Dra. Camila Greff Passos, intitulada: *Uma proposta de formação em relação aos conhecimentos da área de gestão e tratamento de resíduos químicos para estudantes da graduação e pós-graduação*. Com esta pesquisa buscamos contribuir para a conscientização e formação de estudantes dos cursos de química e engenharia da UFRGS quanto aos conhecimentos da área de gestão e tratamento de resíduos químicos gerados nas aulas experimentais e, conseqüentemente, nos laboratórios de pesquisa.

A sua participação é muito importante, para isso solicitamos a sua autorização, abaixo assinada, **para participar como respondente dos questionários que serão utilizados e das atividades formativas que serão registradas por meio de gravadores de voz**. Os resultados deste estudo serão utilizados para produção e publicação de textos de caráter científico, pois estes dados farão parte de uma dissertação de Mestrado. A sua identidade será mantida em sigilo e sua voz será utilizada apenas para os fins desta pesquisa. Tratando-se de uma pesquisa que busca verificar questões referentes aos conhecimentos sobre gestão e tratamento de resíduos, há risco de embaraço ao responder o questionário, ou ainda desgaste mental ao preencher o instrumento de pesquisa, o que pode demandar tempo no entendimento das questões, situações nas quais o participante poderá interromper ou desistir de participar.

Caso você tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos, entre em contato pelo fone: 3308-7796 ou e-mails: carla.sirtori@ufrgs.br - camila.passos@ufrgs.br - diegobiegler@gmail.com

DECLARAÇÃO

Eu _____
declaro que fui esclarecido(a) sobre os objetivos, riscos e justificativas deste estudo de forma clara e detalhada e que concordo em participar desta pesquisa.

Porto Alegre, ____ de agosto de 2017.

Assinatura do(a) participante: _____

Apêndice F:

QUESTIONÁRIO INICIAL	
QUESTÃO 06 – PRINCÍPIO DOS 3R’S	
CÓDIGO	RESPOSTA
R_{i6}(01)	Política para diminuir o lixo.
R_{i6}(02)	Um princípio relacionado a hábitos sustentáveis envolvendo reciclagem, etc.
R_{i6}(03)	Reutilizar (não lembro os outros 2).
R_{i6}(04)	Reciclar, Reutilizar e Reduzir.
R_{i6}(05)	Reciclar, Reutilizar e Reduzir.
R_{i6}(06)	Reciclar, Reutilizar e Reduzir.
R_{i6}(07)	Reciclar, Reutilizar e Reduzir.
R_{i6}(08)	Reciclar, Reutilizar e Reduzir.
R_{i6}(09)	Reciclar, Reutilizar e Reduzir.
R_{i6}(10)	Reciclar, Reutilizar e Reduzir.
R_{i6}(11)	Reciclar, Reutilizar e Reduzir.
R_{i6}(12)	Reciclar, Reutilizar e Reduzir.
R_{i6}(13)	Reciclar, Reutilizar e Reduzir.
R_{i6}(14)	Reciclar, Reutilizar e Reduzir.
R_{i6}(15)	Reciclar, Reutilizar e Reduzir.
R_{i6}(16)	Reciclar, Reutilizar e Reduzir.
R_{i6}(17)	Reciclar, Reutilizar e Reduzir.
R_{i6}(18)	Reciclar, Reutilizar e Reduzir.
R_{i6}(19)	Reciclar, Reutilizar e Reduzir.
R_{i6}(20)	Reciclar, Reutilizar e Reduzir.
R_{i6}(21)	Reciclar, Reutilizar e Reduzir.
R_{i6}(22)	Reciclar, Reutilizar e Reduzir.
R_{i6}(23)	Reciclar, Reutilizar e Reduzir.

QUESTIONÁRIO INICIAL	
QUESTÃO 07 – FORMAÇÃO PROFISSIONAL	
CÓDIGO	RESPOSTA
R_{i7}(01)	Ajuda na organização.
R_{i7}(02)	Contribui, ao permitir entender corretamente o manuseio e organização das mais variadas práticas.
R_{i7}(03)	Com a coleta de resíduos evitamos a contaminação do meio.
R_{i7}(04)	Inspira a formação da consciência ambiental.
R_{i7}(05)	O teto de não misturar resíduos químicos que podem ter uma atuação no ambiente.
R_{i7}(06)	Preocupação ambiental, separação e cuidado com reagentes.
R_{i7}(07)	Evidencia a importância da separação e correto destino dos resíduos, que é fundamental para preservação do meio ambiente.
R_{i7}(08)	Pois a coleta correta nos ensina que determinados resíduos podem contaminar nosso meio ambiente.
R_{i7}(09)	Serve de exemplo para que no futuro, pós-formação ou não, aprendamos o descarte correto para o não de gradamento do meio ambiente.
R_{i7}(10)	Indica uma postura profissional ética e comprometida com o meio-ambiente (principalmente).
R_{i7}(11)	Não contribui só para a formação profissional, como também com a colaboração com

	o meio ambiente.
R_{i7}(12)	A coleta de resíduos permite a nós alunos a conscientização ambiental, além de diagnosticar seus riscos em contato humano ou ambiental.
R_{i7}(13)	Além de resíduos destinados incorretamente, afetam o meio ambiente, podem ser prejudiciais a saúde quando contaminados. Crescendo a conscientização da pessoa.
R_{i7}(14)	Auxilia na conscientização dos alunos, para a importância de toda etapa desenvolvida, principalmente nos riscos ao meio ambiente.
R_{i7}(15)	Contribui para a consciência ambiental dos alunos e mostra a importância da separação e descarte correto dos resíduos.
R_{i7}(16)	Conscientização da segregação dos resíduos, mas é utilizado cores diferentes.
R_{i7}(17)	Faz com que criemos a cultura de seleção dos resíduos em seus diversos aspectos.
R_{i7}(18)	Porque assim eu ganho o costume de fazer isso.
R_{i7}(19)	Sim, pois nos acostumamos a separar os resíduos desde o início do curso. Dessa forma, seguiremos fazendo isso inclusive no meio profissional.
R_{i7}(20)	Ajuda com que eu aprenda desde sempre a importância de uma coleta correta e aplique isso em outros locais.
R_{i7}(21)	Aprendemos como descartar corretamente os resíduos.
R_{i7}(22)	É de grande importância o conhecimento sobre a separação de resíduos gerados e seus tratamentos e forma correta de descarte.
R_{i7}(23)	É parte do objetivo de curso o conhecimento sobre a coleta e descarte adequado de resíduos.
R_{i7}(24)	Ensina onde deve ser descartado cada tipo de resíduo.
R_{i7}(25)	Pois auxilia no descarte correto.
R_{i7}(26)	Sim, pois é necessário o conhecimento de como descartar os resíduos corretamente para ser um químico responsável.
R_{i7}(27)	Assim aprendemos a importância de descartar resíduos corretamente e portanto prestaremos mais atenção nas possíveis consequências.
R_{i7}(28)	Todos deveriam saber como descartar de forma correta tais resíduos para evitar acidentes.
R_{i7}(29)	A realização da coleta fornece experiência e previne futuros acidentes.
R_{i7}(30)	É importante praticarmos a coleta dos resíduos nas aulas experimentais, pois estaremos projetando um futuro próximo.
R_{i7}(31)	O tratamento adequado de resíduos evita acidentes e também pode resultar em economia para o laboratório.
R_{i7}(32)	Assim não corremos o risco de causar algum tipo de acidente, tanto na universidade, quanto no trabalho.
R_{i7}(33)	A realização da coleta contribui para uma maior conscientização quanto a propriedade dos resíduos e sua forma de coleta.
R_{i7}(34)	Acredito que qualquer contato prático com boas práticas contribui com qualquer formação individual.
R_{i7}(35)	Contribui no sentido de aprender a gerenciar os resíduos químicos.
R_{i7}(36)	Porque me auxilia a ter noção do que esses resíduos podem causar em situações diversas.
R_{i7}(37)	Possibilita ao aluno aprender sobre problemas e prejuízos do descarte inadequado.
R_{i7}(38)	Sim, contribui pelo fato de a universidade estar formando profissionais conscientes com relação à destinação dos resíduos.
R_{i7}(39)	Sim, pois isso permite que o aluno tenha mais atenção acerca dos prejuízos de um descarte incorreto de resíduos químicos.
R_{i7}(40)	Aprender sobre a coleta correta contribui para o meu conhecimento de práticas

	sustentáveis, que seria uma área em que pretendo trabalhar.
R₁₇(41)	Pois conscientiza o aluno a respeito da quantidade de resíduo que ele está gerando ao participar desta aula.
R₁₇(42)	É minha primeira aula experimental, então ainda não estive em contato com resíduos nas aulas, mas acredito que seja uma parte fundamental na profissão.
R₁₇(43)	Isso será cobrado durante o trabalho.
R₁₇(44)	O conhecimento prático de coleta é fundamental para a formação de profissionais capacitados e conscientes.
R₁₇(45)	Pois as empresas demonstram interesse na questão ambiental da coleta de resíduos, sendo interessante para o mercado de trabalho.
R₁₇(46)	Pois pode contribuir em uma situação no trabalho.
R₁₇(47)	Pois será necessário aprender para minha vida profissional, uma vez que as empresas estão cada vez mais ecologicamente engajadas.
R₁₇(48)	Porque para ser um bom profissional e manter a segurança no ambiente de trabalho é bom ter esse conhecimento.
R₁₇(49)	Porque saberei lidar com uma situação parecida quando me tornar um profissional.
R₁₇(50)	Preparação para o trabalho na indústria.
R₁₇(51)	Quando aplicado na vida profissional, já se torna um hábito na coleta.
R₁₇(52)	Será necessário para o meu desempenho em um futuro emprego.
R₁₇(53)	Sim, pois nos prepara para os processos de coleta que serão futuramente realizados em ambiente profissional.
R₁₇(54)	Todo profissional deveria ter uma consciência ambiental e aplicá-la quando possível no seu trabalho.
R₁₇(55)	Esta é minha 1ª aula, contudo compreendo que a coleta de resíduos é importante para o exercício da cidadania e para a preservação ambiental.
R₁₇(56)	Pois me doutrina a reduzir o gasto excessivo de elementos.

QUESTIONÁRIO INICIAL	
QUESTÃO 08 – DESCARTE INCORRETO	
CÓDIGO	RESPOSTA
R₁₈(01)	Acredito que sim, pois já li em algum lugar (que não me recordo) que o dinheiro gasto para identificar e separar os resíduos é absurdamente grande.
R₁₈(02)	Além de não poder reutilizar os produtos corremos risco de causar algum dano ao meio ambiente.
R₁₈(03)	Além do prejuízo financeiro (relacionado ao gasto dos materiais), a chance de prejuízo ao meio ambiente e também aos outros estudantes é elevada.
R₁₈(04)	Alguém pode mexer no lixo, desconhecendo seu caráter muitas vezes tóxico e isso pode ocasionar problemas graves de saúde.
R₁₈(05)	As substâncias usadas em laboratório não são usualmente encontradas na natureza na forma como são manipuladas nesse ambiente, e podem, portanto, ser prejudiciais a própria saúde humana.
R₁₈(06)	Causa danos materiais, doenças, e principalmente ambientais.
R₁₈(07)	Como trabalhamos com solventes que podem ser prejudiciais à saúde, o descarte correto é muito importante.
R₁₈(08)	Contamina lugares indevidos (ambiente) e pode causar acidentes com pessoas que recolhem esses resíduos sem preparação.
R₁₈(09)	Contaminação com resíduos mais difíceis de se tratar, aumentando o volume de resíduo mais difícil de ser passivado.

R₁₈(10)	Contaminação de outros locais.
R₁₈(11)	Contaminação do ambiente, riscos de reação perigosa.
R₁₈(12)	Contaminação: do lixo, do solo, da água e o que mais entrar em contato com o mesmo.
R₁₈(13)	Danos ao meio ambiente e as pessoas que manuseiem esses resíduos.
R₁₈(14)	Descartar incorretamente um resíduo primeiro põe em risco a saúde de quem o manuseia e também do ambiente onde é descartado.
R₁₈(15)	Descarte incorreto de resíduos pode gerar contaminação ao meio ambiente, podendo afetar os ecossistemas, contaminar o lençol freático...
R₁₈(16)	É necessário dar um destino necessário aos resíduos para não ocasionar acidentes e prejuízos à saúde e ao meio ambiente.
R₁₈(17)	Grande prejuízo ao ambiente (solos, rios/lagos e animais).
R₁₈(18)	Há o risco de acidentes e contaminação com resíduos químicos não descartados corretamente.
R₁₈(19)	Jogar um lixo contaminado no lixo normal, por exemplo, poderia causar algum risco para a saúde dos funcionários da limpeza desse lixo.
R₁₈(20)	Meio ambiente.
R₁₈(21)	Muitos resíduos químicos são prejudiciais tanto para o meio ambiente quanto para o corpo humano. O descarte correto evita consequências negativas para ambos.
R₁₈(22)	Não necessariamente, mas pode gerar desequilíbrio ecológico.
R₁₈(23)	Não sei ao certo quando e onde esse resíduos se tornam prejuízo, mas tenho total certeza de que qualquer descarte incorreto seja maléfico, seja de resíduos químicos ou outra coisa qualquer.
R₁₈(24)	Nunca sabemos ao certo o que pode acontecer, mas é sempre bom prevenir e fazer o descarte corretamente.
R₁₈(25)	O descarte dos resíduos incorretos podem ocasionar degradação do meio ambiente.
R₁₈(26)	O descarte incorreto dos resíduos pode ocasionar reações e causar acidentes.
R₁₈(27)	O descarte incorreto pode causar poluição ambiental.
R₁₈(28)	O destino pode ser outro e contribuir para a poluição de solos, rios, etc.
R₁₈(29)	O não descarte correto pode prejudicar o meio ambiente.
R₁₈(30)	Os diferentes resíduos químicos devem ser devidamente descartados para não ocasionar qualquer dano ao ambiente e às pessoas.
R₁₈(31)	Os produtos podem ser prejudiciais para a saúde e o ambiente.
R₁₈(32)	Os resíduos sendo descartados incorretamente podem contribuir para a poluição, desmatamento, morte de animais, contaminação de outras pessoas e diversos problemas.
R₁₈(33)	Para o ambiente.
R₁₈(34)	Pode contaminar o meio ambiente, gerar interações perigosas.
R₁₈(35)	Pode gerar algum acidente.
R₁₈(36)	Pode ocasionar a contaminação de solos, águas e do próprio ar.
R₁₈(37)	Pode ocasionar danos ambientais, desperdício de recursos, o risco de intoxicação ou acidentes dentro das dependências da universidade.
R₁₈(38)	Podem ocorrer alguns acidentes ou reações que podem afetar todos.
R₁₈(39)	Pode parar em lugares inadequados, não tendo um manuseio preparado para esses tipos de materiais.
R₁₈(40)	Podem impedir o gerenciamento correto desses resíduos.
R₁₈(41)	Podem prejudicar a nós mesmos ou contaminar de alguma forma o ambiente e se espalhar para outros lugares.
R₁₈(42)	Podem vir a causar contaminação ou até mesmo acidentes de laboratório.
R₁₈(43)	Pode-se poluir água, o bioma e a fauna, sendo muitas vezes danoso ao meio

	ambiente.
R₁₈(44)	Pois o descarte incorreto pode ocasionar danos ambientais graves como a poluição de água.
R₁₈(45)	Pois pode ocasionar contaminações nocivas tanto para o ambiente quanto para os alunos e outros compostos.
R₁₈(46)	Pois podem causar acidentes de diversas escalas, podendo prejudicar o meio ambiente, as pessoas ou mesmo o patrimônio da Universidade.
R₁₈(47)	Pois podem contaminar os ambientes ou algum dano a saúde.
R₁₈(48)	Pois pouco a pouco esses resíduos geram consequências negativas para o meio ambiente.
R₁₈(49)	Poluição ambiental, odores desagradáveis e cortes.
R₁₈(50)	Poluição do meio ambiente, além do risco à saúde humana.
R₁₈(51)	Por causa do meio ambiente e segurança.
R₁₈(52)	Possivelmente prejudica o tratamento adequado que deve ser destinado ao resíduo pela empresa responsável, retardando o trabalho e provocando outros prejuízos.
R₁₈(53)	Prejuízo ambiental.
R₁₈(54)	Prejuízo ambiental em diversos meios podem ser ocasionados com o descarte incorreto dessas substâncias.
R₁₈(55)	Prejuízo ao meio ambiente.
R₁₈(56)	Prejuízos ambientais.
R₁₈(57)	Prejuízos ambientais e estruturais na universidade ou outra instalação, pois podem ou não ser nocivos, desta forma, sempre se deve ter o cuidado com o descarte dos resíduos químicos.
R₁₈(58)	Provavelmente gere algum tipo de dano ao meio ambiente em que for depositado.
R₁₈(59)	Será extremamente mais complicado a separação desses resíduos e seu descarte.
R₁₈(60)	Sim, visto que boa parte das substâncias são tóxicas para o corpo humano. Dessa forma, o descarte incorreto pode trazer prejuízos a saúde quando em contato direto com a pessoa.
R₁₈(61)	Vai para o Arroio Dilúvio, através do riacho que passa pela Universidade, ou mesmo pelos "esgotos" pluvial.

QUESTIONÁRIO INICIAL	
QUESTÃO 13 – COPROCESSAMENTO	
CÓDIGO	RESPOSTA
R_{i13a}(01)	Processar os resíduos.
R_{i13a}(02)	Reprocessar os produtos/reagentes que "sobram" da operação, para obter melhor produtividade.
R_{i13a}(03)	Resíduos que devem ser descartados por empresas terceirizadas.
R_{i13a}(04)	Utilização de um resíduo, algo descartado que sofre um processo para transformação de outro material.

QUESTIONÁRIO INICIAL	
QUESTÃO 13 – INCINERAÇÃO	
CÓDIGO	RESPOSTA
R_{i13b}(01)	O resíduo é submetido a altas temperaturas para reduzir o impacto ambiental.
R_{i13b}(02)	É a queima do resíduo.

R_{i13b}(03)	É a queima dos resíduos.
R_{i13b}(04)	É feito a queima dos resíduos.
R_{i13b}(05)	Incinerar o resíduo.
R_{i13b}(06)	Os resíduos são incinerados.
R_{i13b}(07)	Pode ser que eu esteja enganada, mas creio que seja o processo de queimar algo.
R_{i13b}(08)	Queima.
R_{i13b}(09)	Queima.
R_{i13b}(10)	Queima.
R_{i13b}(11)	Queima.
R_{i13b}(12)	Queima das substâncias.
R_{i13b}(13)	Queima de materiais.
R_{i13b}(14)	Queima de resíduos.
R_{i13b}(15)	Queima de resíduos.
R_{i13b}(16)	Queima de resíduos.
R_{i13b}(17)	Queima de resíduos.
R_{i13b}(18)	Queima de resíduos.
R_{i13b}(19)	Queima de resíduos.
R_{i13b}(20)	Queima de resíduos.
R_{i13b}(21)	Queima de resíduos.
R_{i13b}(22)	Queima de resíduos.
R_{i13b}(23)	Queima do material.
R_{i13b}(24)	Queima dos resíduos.
R_{i13b}(25)	Queima dos resíduos.
R_{i13b}(26)	Queima dos resíduos.
R_{i13b}(27)	Queima dos resíduos químicos.
R_{i13b}(28)	Queimar.
R_{i13b}(29)	Queimar o resíduo.
R_{i13b}(30)	Queimar o resíduo.
R_{i13b}(31)	Queimar os resíduos.
R_{i13b}(32)	Tratamento de resíduos utilizando cremação.
R_{i13b}(33)	Processo de queimar os resíduos sólidos.
R_{i13b}(34)	Queima de detritos sólidos.
R_{i13b}(35)	Queima de resíduo ou derretimento.
R_{i13b}(36)	Resíduos sendo queimado, esse tipo de cuidado com o lixo é um dos mais prejudiciais.
R_{i13b}(37)	É a queima de determinado resíduo descartado.
R_{i13b}(38)	É o processo onde os resíduos são expostos a altas temperaturas.
R_{i13b}(39)	O material é submetido a altas temperaturas.
R_{i13b}(40)	O resíduo é exposto a altas temperaturas para que seja descartado.
R_{i13b}(41)	Queima integral do material.
R_{i13b}(42)	Todos os resíduos são colocados num recipiente e incinerados a altas temperaturas.
R_{i13b}(43)	Transformação de resíduos em gases, CO ₂ e H ₂ O.
R_{i13b}(44)	Lixo hospitalar.
R_{i13b}(45)	Descartar os resíduos não tóxico/nocivos ao queimá-los.
R_{i13b}(46)	Desintegração de diversos tipos de resíduo.
R_{i13b}(47)	Resíduos são incinerados e é dado um destino para o gás.
R_{i13b}(48)	Queima completa de resíduos em ambiente controlado para impedir contaminação.

QUESTIONÁRIO INICIAL**QUESTÃO 13 – ATERRO SANITÁRIO**

CÓDIGO	RESPOSTA
R_{i13c}(01)	Acúmulo de lixo tratado e separado corretamente.
R_{i13c}(02)	Agrupamento do lixo sem contato direto com o solo.
R_{i13c}(03)	É um local "recluso" onde os resíduos são jogados.
R_{i13c}(04)	Soterramento de resíduos com a aplicação de processos de contenção para evitar contaminação.
R_{i13c}(05)	Enterrar os resíduos, segundo normas de contenção de poluição pra atmosfera e para aquíferos...
R_{i13c}(06)	Lixo sob o solo, porém diferente do "lixão", visto que há cuidado maior no aterro sanitário, a fim de não prejudicar o solo.
R_{i13c}(07)	Descarte de resíduos em um aterro.
R_{i13c}(08)	Espaço preparado para receber resíduos.
R_{i13c}(09)	Local no qual a população em geral descarta o lixo produzido, evitando a contaminação em larga escala.
R_{i13c}(10)	Local onde o lixo é descartado, sendo comportado em camadas.
R_{i13c}(11)	Lixo que produz muito chorume, e que demora muito pra se decompor.
R_{i13c}(12)	Decomposição.
R_{i13c}(13)	Local destinado para decomposição de resíduo orgânico.
R_{i13c}(14)	Depósito de resíduos.
R_{i13c}(15)	Onde os resíduos são depositados e tratados.
R_{i13c}(16)	Os resíduos são depositados em um local com solo impermeabilizado.
R_{i13c}(17)	Os resíduos são colocados em um buraco no chão devidamente preparado, para que se deteriorem e virem matéria que pode ser usada.
R_{i13c}(18)	É um local definido, onde são deixados os resíduos gerados por certa população.
R_{i13c}(19)	Depósito de resíduos sob o solo em um espaço específico.
R_{i13c}(20)	O material é enterrado em um local específico por determinado tempo.
R_{i13c}(21)	Resíduos sob enterrados em local considerado "apropriado".
R_{i13c}(22)	É onde despejam os resíduos em um lugar afastado.
R_{i13c}(23)	Local isolado, destinado ao descarte de resíduos.
R_{i13c}(24)	Área isolada que o lixo é depositado há uma vedação para diminuir a poluição.
R_{i13c}(25)	O material é isolado e aterrado e é acompanhado o chorume.
R_{i13c}(26)	Isolar e enterrar o resíduo.
R_{i13c}(27)	Aterro sanitário serve para descartar o lixo doméstico.
R_{i13c}(28)	Destinado aos resíduos sólidos domésticos.
R_{i13c}(29)	Destinado os resíduos orgânicos da comunidade.
R_{i13c}(30)	Lugar de descarte de lixo urbano.
R_{i13c}(31)	Onde é descartado os rejeitos da maioria da população.
R_{i13c}(32)	Os resíduos são "enterrados".
R_{i13c}(33)	É o descarte de resíduos através da absorção do solo.
R_{i13c}(34)	O resíduo é colocado em buracos e soterrado, podendo causar danos ao solo.
R_{i13c}(35)	Aterrado o resíduo.
R_{i13c}(36)	Enterrar os resíduos num determinado local.
R_{i13c}(37)	Grande quantidade de resíduos que depois de anos é aterrada e vira um terreno plano.
R_{i13c}(38)	Resíduo enterrado.
R_{i13c}(39)	Uma espécie de depósito em um buraco fundo que deve ser coberto.
R_{i13c}(40)	Uma porção de terra é retirada, há deposição de diversos resíduos que posteriormente é coberta.

R_{13c}(41)	"Enterrar" resíduos.
R_{i13c}(42)	Enterrar os resíduos no solo com camadas separados.
R_{i13c}(43)	Armazenar os resíduos embaixo da terra com cuidado para vazamentos.
R_{i13c}(44)	Descarte pelo encanamento sanitário.
R_{i13c}(45)	Descarte de produtos como luvas, seringas, etc.
R_{i13c}(46)	Deposição de resíduos sólidos em lixões.
R_{i13c}(47)	Um depósito de lixo.
R_{i13c}(48)	É o local de descarte do lixo, sem haver a separação do orgânico e o seco, no qual há uma intercalagem entre uma camada de resíduos e uma de terra.

QUESTIONÁRIO INICIAL	
QUESTÃO 13 – ATERRO SANITÁRIO vs ATERRO INDUSTRIAL	
CÓDIGO	RESPOSTA
R_{i13d}(01)	A periculosidade dos resíduos trabalhados, creio.
R_{i13d}(02)	Acredito que o aterro industrial seja para resíduos mais específicos.
R_{i13d}(03)	Acredito que o aterro sanitário envolva resíduos comuns, enquanto o industrial refira-se a resíduos contaminados.
R_{i13d}(04)	Aterro sanitário é utilizado pela sociedade para descarte de lixo comum, enquanto o aterro industrial é coletado para o descarte de um tipo próprio de lixo.
R_{i13d}(05)	Os resíduos utilizados são diferentes.
R_{i13d}(06)	São destinados resíduos diferentes.
R_{i13d}(07)	O aterro industrial trata os resíduos previamente e o sanitário não.
R_{i13d}(08)	O aterro industrial é composto de várias etapas na certificação de não contaminação do solo.
R_{i13d}(09)	Com tratamento do lixo e condições bem diferentes.
R_{i13d}(10)	No industrial existe uma barreira (ex: container) entre o resíduo e o solo. No sanitário o resíduo fica em contato direto com o solo.
R_{i13d}(11)	Aterro industrial requer mais cuidado, pois apresenta lixo tóxico.
R_{i13d}(12)	O aterro industrial é "forrado" com uma proteção adequada para receber metais pesados e outros.
R_{i13d}(13)	Acredito que sim, o aterro sanitário, acredito eu que seja destinado ao descarte doméstico e o aterro industrial seja indicado ao descarte de solventes utilizados por empresas.
R_{i13d}(14)	Aterro industrial é para resíduos industriais.
R_{i13d}(15)	Aterros industriais são depositados resíduos industriais e aterros sanitários são depositados resíduos urbanos.
R_{i13d}(16)	Aterro industrial serve para descartar o lixo da indústria e com produto químico.
R_{i13d}(17)	Aterro sanitário é lugar de descarte de lixo cotidiano e industrial de resíduos industriais.
R_{i13d}(18)	Aterro sanitário é depósito para lixos domésticos, já aterro industrial é depósito de resíduos sólidos produzidos pela indústria.
R_{i13d}(19)	Aterro sanitário são descartes de produtos quaisquer, e industrial de resíduos químicos descartados numa indústria.
R_{i13d}(20)	Aterro sanitário seria o descarte dos produtos utilizados em laboratórios, hospitais, etc. o Industrial seria o que comercializam por industrias e depois descartem.
R_{i13d}(21)	Creio que um seja destinado a resíduos domésticos e o outro a resíduos industriais.

R_{i13d}(22)	Imagino que no 1° é lixo gerado pela comunidade, no 2° é exclusivo dos processos industriais.
R_{i13d}(23)	Industrial são aqueles usados somente por empresas.
R_{i13d}(24)	O aterro industrial recebe resíduos vindos exclusivamente do ambiente industrial, enquanto que o aterro sanitário recebe resíduos originados em ambiente doméstico/comercial.
R_{i13d}(25)	O aterro industrial serve para resíduos industriais e o aterro sanitário para resíduos domésticos.
R_{i13d}(26)	O aterro sanitário é destinado aos resíduos domésticos e o industrial aos resíduos sólidos industriais.
R_{i13d}(27)	Resíduos domésticos e resíduos gerados pela indústria.
R_{i13d}(28)	Sanitário deveria ser utilizado para resíduos orgânicos e industrial para resíduos industriais.
R_{i13d}(29)	Sanitário para a comunidade e industrial para as indústrias de base.
R_{i13d}(30)	Sanitário seria para lixos em geral e industrial para lixos específicos de uma determinada indústria.
R_{i13d}(31)	O aterro sanitário é geralmente voltado ao atendimento de resíduos domésticos, já industrial é voltado para resíduos de empresas, tendo mais cuidado no gerenciamento do descarte do resíduo industrial.
R_{i13d}(32)	Aterro sanitário seria para descarte de resíduos residenciais, aterro industrial para resíduos mais prejudiciais.
R_{i13d}(33)	No aterro sanitário, podem ser descartados resíduos domésticos, enquanto no aterro industrial, apenas resíduos industriais, que podem ser tóxicos.
R_{i13d}(34)	O aterro industrial, ao meu ver, tem o enfoque no lixo de origem industrial, que pode vir a possuir resíduos tóxicos. Já o sanitário tem o enfoque no lixo doméstico/comum.
R_{i13d}(35)	Sanitário: para descarte de produtos não tóxicos. Industrial: resíduos que podem prejudicar o meio ambiente.
R_{i13d}(36)	Aterro industrial é apenas para resíduos industriais, sanitário engloba o resto.
R_{i13d}(37)	Aterro sanitário não recebe somente resíduos de indústrias ou laboratórios.
R_{i13d}(38)	O sanitário é mais isolado, protegido, poluindo menos.
R_{i13d}(39)	Podem ser confundido, mas o sanitário trata alguns problemas comuns, já os industriais de poluentes.

QUESTIONÁRIO FINAL	
QUESTÃO 01 – FORMAÇÃO PROFISSIONAL	
CÓDIGO	RESPOSTA
R_{fi}(01)	A coleta de resíduos é importante para que saibamos o destino correto de cada resíduo químico.
R_{fi}(02)	A coleta de resíduos em aula nos ensina a forma correta de separar os resíduos.
R_{fi}(03)	A coleta dos resíduos nas aulas me possibilitou entender melhor qual o destino adequado para diferentes resíduos.
R_{fi}(04)	A coleta dos resíduos nos educa a ter o costume de descartar de forma correta depois do uso.
R_{fi}(05)	A coleta é algo que se aprende na prática, pois existem muitas variáveis, então, sem um treinamento, a vida profissional seria prejudicada.
R_{fi}(06)	A gente aprende o caminho adequado para cada resíduo e o porquê do resíduo ser encaminhado para um destino e não para o outro.
R_{fi}(07)	A realização da coleta me auxiliou a perceber a importância da reutilização dos

	resíduos a fim de diminuir os gastos.
R_{fi}(08)	Ajudou a desenvolver o hábito de descartar seletivamente os resíduos e também questionar a destinação destes.
R_{fi}(09)	Ajudou a ter mais consciência acerca do descarte correto e a importância da separação de resíduos.
R_{fi}(10)	Aprendemos a não descartar qualquer material como se fosse lixo comum.
R_{fi}(11)	Armazenar os resíduos corretamente para tratamento e posteriormente destino final contribuiu para a formação profissional de maneira com que tratamos essas questões com a devida importância e atenção.
R_{fi}(12)	Conscientização tanto da quantidade e qualidade de resíduo que geramos, como seu destino final, sua possível reutilização, seu impacto ambiental.
R_{fi}(13)	Contribui, pois nos faz observar e utilizar métodos para que não ocorram problemas ambientais, gerando assim experiência profissional.
R_{fi}(14)	Contribui, pois podemos aprender os motivos pelos quais é necessário o descarte correto, entre esses podemos citar o reaproveitamento e o cuidado com o descarte.
R_{fi}(15)	Contribuir para minha formação, pois é importante cuidar do meio ambiente e nenhuma empresa contratará um indivíduo incapaz de realizar o descarte correto de resíduos.
R_{fi}(16)	Contribuiu para demonstrar a importância de dar um fim devido a esses rejeitos, uma vez que isso será necessário na vida profissional.
R_{fi}(17)	Costume de segregar resíduos.
R_{fi}(18)	Durante todos experimentos respondemos nos relatórios os modos corretos de descarte, e aprendemos vários critérios que devemos levar em conta.
R_{fi}(19)	É importante a coleta dos resíduos para a não poluição do meio ambiente e reaproveitamento.
R_{fi}(20)	É importante que os alunos aprendam e ponham em prática consciência ambiental.
R_{fi}(21)	É sempre importante sobre o destino dos resíduos e o seu tratamento para descarte, principalmente quando esta informação pode ser usada na indústria.
R_{fi}(22)	Ensina sobre os riscos que um descarte inadequado pode causar à sociedade.
R_{fi}(23)	Essa coleta dos resíduos nada mais é do que um preparo e uma simulação de como será no futuro em alguma indústria.
R_{fi}(24)	Isso aumenta o conhecimento sobre que substâncias não devem ser descartadas no ambiente.
R_{fi}(25)	Me torna um profissional mais consciente ambientalmente e mais preocupado e responsável pelos resíduos que gero.
R_{fi}(26)	Pois ajuda a analisar que tipo de reação irá formar a substância, se ela é tóxica, se tem um componente "caro", etc.
R_{fi}(27)	Pois ajuda na conscientização dos riscos que produtos químicos causam a nossa saúde se descartados incorretamente.
R_{fi}(28)	Pois ajudou na memorização de incompatibilidades, danos e efeitos dos produtos químicos.
R_{fi}(29)	Pois aprendemos a separar os dejetos corretamente, o que continuaremos fazendo após nossa graduação.
R_{fi}(30)	Pois aprendi que alguns resíduos podem ser reutilizados se descartados corretamente.
R_{fi}(31)	Pois é necessário saber a destinação final dos resíduos assim como porque eles são considerados resíduos.
R_{fi}(32)	Pois é nossa responsabilidade dar o certo destino para os resíduos; e tentar , ao máximo, não prejudicar o meio ambiente.
R_{fi}(33)	Pois ensina o descarte correto.

R_{fl}(34)	Pois me ajuda a aprender como terei que agir quando estiver em uma empresa, e como tratar os resíduos dela.
R_{fl}(35)	Pois na indústria a coleta de resíduos é parte fundamental do processo químico.
R_{fl}(36)	Pois nos conscientiza, mudando algumas atitudes em favor ao meio ambiente.
R_{fl}(37)	Pois permite um desenvolvimento da nação de responsabilidade ambiental e social enquanto engenheiro.
R_{fl}(38)	Pois precisamos saber a importância de separar corretamente nossos resíduos.
R_{fl}(39)	Porque ajudou a entender melhor o descarte dos resíduos de acordo com as características deles.
R_{fl}(40)	Porque assim aumenta a minha percepção sobre quão necessário e importante é a gestão e tratamento de resíduos químicos, em relação ao meio ambiente etc.
R_{fl}(41)	Porque é importante que sejamos profissionais conscientes e preocupados com o descarte de resíduos.
R_{fl}(42)	Porque mostra a importância desse tratamento dos resíduos para nosso ambiente.
R_{fl}(43)	Pois a prática é bem mais clara do que a teoria, ou seja, quando a universidade nos ensina a coleta dos resíduos desde o começo nos ensina ao mesmo tempo a se conscientiza e pesquisar mais sobre o assunto.
R_{fl}(44)	Posso reutilizar alguns resíduos e aproveitar para uma outra atividade.
R_{fl}(45)	Reforçar a ideia da reutilização.

QUESTIONÁRIO FINAL	
QUESTÃO 02 – DESCARTE INCORRETO	
CÓDIGO	RESPOSTA
R₂(01)	Pois no CGTRQ deve ser realizado análises, como pH, para descobrir e dar o destino correto.
R₂(02)	Dependendo do resíduo, o descarte feito na qual pode gerar a corrosão do encanamento, além da poluição do meio ambiente e mudanças de pH, o que pode causar perda de organismos vivos.
R₂(03)	Alguns são ecotóxicos para jogar no esgoto e outros, podendo alterar o pH.
R₂(04)	Ao ambiente (como bioacumulação) e a sociedade em geral.
R₂(05)	Ao ser descartado incorretamente, determinado resíduo químico pode causar problemas ambientais por exemplo, para o sistema hídrico.
R₂(06)	Causa prejuízo à estrutura da universidade e à sociedade, pois poluem.
R₂(07)	Contaminação das fontes hídricas, nocivas às vidas aquáticas, contaminação do solo. Poluição do meio ambiente além de pode gerar risco a saúde humana também.
R₂(08)	Contaminação de efluentes, contaminação dos solos, prejuízo na qualidade do ar.
R₂(09)	Dependendo dos resíduos descartados incorretamente, podem trazer prejuízos ambientais.
R₂(10)	Descarte incorreto de resíduos químicos pode causar, principalmente, graves danos ao meio ambiente.
R₂(11)	Impactos negativos ao meio ambiente.
R₂(12)	O descarte incorreto de resíduos pode ser prejudicial ao ambiente e para a destinação final.
R₂(13)	O descarte incorreto pode ocasionar prejuízos para organismos vivos e para o meio ambiente.
R₂(14)	O descarte incorreto prejudica o meio ambiente.
R₂(15)	O prejuízo é em maior parte ao meio ambiente, mas também pode danificar os encanamentos e dificultar o tratamento de esgoto.
R₂(16)	Para o meio ambiente.

R₁₂(17)	Pode causar danos ao meio ambiente.
R₁₂(18)	Pode causar prejuízos ambientais irreversíveis.
R₁₂(19)	Pode causar um problema ao meio ambiente.
R₁₂(20)	Pode gerar alteração no pH dos cursos d'água, acaba ocasionando a morte de peixes e outros animais aquáticos que tenham contato com esses cursos d'água contaminado.
R₁₂(21)	Podem alterar o meio com o descarte de metais ou mudanças de pH, ocasionando mudança na fauna e na flora.
R₁₂(22)	Porque existem vários danos ambientais, como uma mudança brusca de pH da água, que o descarte incorreto acarreta.
R₁₂(23)	Porque pode estar contaminando o meio ambiente, ou dificultando a forma do descarte desse resíduo.
R₁₂(24)	Prejuízos ambientais.
R₁₂(25)	Prejuízos para o meio ambiente, o não reaproveitamento desses resíduos.
R₁₂(26)	Resíduos químicos descartados de maneira errada muitas vezes prejudica o equilíbrio do meio ambiente.
R₁₂(27)	Se o resíduo não é tratado, em alguns casos pode causar danos nas águas residuais, por exemplo.
R₁₂(28)	Se ocorrer o descarte incorreto pode prejudicar o meio ambiente.
R₁₂(29)	Além do prejuízo econômico, com a impossibilidade de reutilização também há o risco de contaminação dos efluentes.
R₁₂(30)	Desperdício e prejuízo ambiental.
R₁₂(31)	Gera um prejuízo tanto economicamente quanto ambientalmente.
R₁₂(32)	Não só ambiental como financeiro, podendo danificar encanamentos/recipientes.
R₁₂(33)	Pode gerar multas a instituição, além de prejuízos ao meio ambiente e as águas residuais.
R₁₂(34)	Prejudica o meio ambiente. O tratamento final do resíduo é facilitado quando separado e armazenado corretamente. Isso reduz custos no tratamento e previne acidentes ambientais.
R₁₂(35)	Causa prejuízo a faculdade ao meio ambiente, a faculdade descartando substâncias que poderiam ser reaproveitadas e com alto valor agregado e ao meio ambiente causando problemas ambientais conforme a substância.
R₁₂(36)	Prejudica o meio ambiente, como também impede que sejam reutilizados, ou seja, maior gasto.
R₁₂(37)	Prejuízo econômico, ao impedir reuso, e ambiental ao contaminar cursos de água e semelhantes.
R₁₂(38)	Descartar os resíduos incorretamente prejudica o meio ambiente, o qual utilizamos para obter os reagentes necessários para nossos experimentos.
R₁₂(39)	Elas podem ser tóxicas ao meio ambiente, além de que muitos resíduos poderiam ser reutilizados.
R₁₂(40)	Principalmente ao meio ambiente, mas também podem causar prejuízos aqueles que tratam destes resíduos.
R₁₂(41)	Pode ocasionar acidentes no laboratório e prejudicar o meio-ambiente.
R₁₂(42)	Descartar incorretamente acarreta em prejuízo econômico, pois resíduos fáceis de serem tratados acabam passando por mais etapas de tratamento.
R₁₂(43)	Dinheiro gasto pela UFRGS. Seja através de trabalho técnico ou multa.
R₁₂(44)	O tratamento de resíduos que não foram devidamente identificados é mais caro.
R₁₂(45)	Há um prejuízo de custo envolvido, pois na maioria das vezes o composto pode ser reutilizado para outros fins.
R₁₂(46)	Pois em certas aulas trabalhamos com produtos químicos tóxicos, corrosivos ou até mesmo cancerígenos.

QUESTIONÁRIO FINAL	
QUESTÃO 07 – COPROCESSAMENTO	
CÓDIGO	RESPOSTA
R_{f7a}(01)	É a forma de eliminação total de um resíduo químico, sendo transformado após incineração em matéria para o cimento.
R_{f7a}(02)	É um processo que, geralmente, envolve a queima do material onde este é reutilizado na fabricação de novos produtos, como o cimento.
R_{f7a}(03)	É uma forma mais barata que serve para resíduos conhecidos.
R_{f7a}(04)	Os resíduos são misturados, entram no processo de produção do cimento.
R_{f7a}(05)	Processamento de resíduos para descarte.
R_{f7a}(06)	Processamento de resíduos para outros usos.
R_{f7a}(07)	Processamento de resíduos sólidos.
R_{f7a}(08)	Quando os resíduos podem ser utilizados novamente, fazem destilação.
R_{f7a}(09)	Resíduo utilizado no cimento.
R_{f7a}(10)	Reutilização.
R_{f7a}(11)	Utiliza o resíduo como parte da matéria prima.
R_{f7a}(12)	Utilizar insumo como carga.

QUESTIONÁRIO FINAL	
QUESTÃO 07 – INCINERAÇÃO	
CÓDIGO	RESPOSTA
R_{f7b}(01)	Coprocessoamento, para eliminação completa do resíduo.
R_{f7b}(02)	É indicado para descarte de resíduos tóxicos.
R_{f7b}(03)	Queima de resíduos que é um possível passivo ambiental.
R_{f7b}(04)	Queimar os resíduos a fim de alterar seu poder poluente.
R_{f7b}(05)	A queima dos resíduos.
R_{f7b}(06)	É a queima de determinado resíduo.
R_{f7b}(07)	É a queima de resíduos.
R_{f7b}(08)	É a queima dos produtos.
R_{f7b}(09)	Os resíduos são destinados a fornalhas para serem incinerados.
R_{f7b}(10)	Quando é queimado.
R_{f7b}(11)	Quando os resíduos são queimados.
R_{f7b}(12)	Queima.
R_{f7b}(13)	Queima.
R_{f7b}(14)	Queima de resíduos.
R_{f7b}(15)	Queima de resíduos.
R_{f7b}(16)	Queima de resíduos químicos.
R_{f7b}(17)	Queima dos resíduos.
R_{f7b}(18)	Queima dos resíduos.
R_{f7b}(19)	Queima dos resíduos.
R_{f7b}(20)	Queima dos resíduos.
R_{f7b}(21)	Queima dos resíduos.
R_{f7b}(22)	Queima dos resíduos.
R_{f7b}(23)	Queima dos resíduos.
R_{f7b}(24)	Queima dos resíduos até gerar apenas cinzas.
R_{f7b}(25)	Queimar o lixo.
R_{f7b}(26)	Queimar o resíduo.

R_{f7b}(27)	É a queima do dejetos em um forno de incineração.
R_{f7b}(28)	Queima dos resíduos, diminui o volume de resíduo e transforma em espécies menos perigosas.
R_{f7b}(29)	Queimar, reduzindo a inorgânicos.
R_{f7b}(30)	Os resíduos são submetidos a altas temperaturas.
R_{f7b}(31)	Queima controlada de lixo.
R_{f7b}(32)	Incineração é uma alternativa de "destruição" do material que envolve a queima do mesmo. Esse processo libera gases que podem ser tóxicos e por isso não é muito indicado.
R_{f7b}(33)	Queima do material cujos gases liberados não importam demasiadamente o meio-ambiente.
R_{f7b}(34)	Ato de colocar determinado material em alta temperatura para ser decomposto/degradado.
R_{f7b}(35)	Decompor o resíduo a altas temperaturas.
R_{f7b}(36)	O resíduo é desintegrado a altas temperaturas, é eficaz em uma ampla gama de resíduos com algumas exceções.
R_{f7b}(37)	Queima controlada de resíduos de modo a evitar poluição.
R_{f7b}(38)	Queima de resíduos com forma gasosa não prejudicial ao meio ambiente.
R_{f7b}(39)	Queima de resíduos em equipamentos adequados.
R_{f7b}(40)	Serve de último caso para resíduos desconhecidos de suas substâncias.
R_{f7b}(41)	Utilização do calor para conter um composto halogenado.

QUESTIONÁRIO FINAL	
QUESTÃO 07 – ATERRO SANITÁRIO	
CÓDIGO	RESPOSTA
R_{f7c}(01)	Serve para resíduos perigosos.
R_{f7c}(02)	Obra de engenharia destinada ao descarte menos prejudicial possível dos resíduos.
R_{f7c}(03)	Depositar o lixo sob o solo, porém com cuidados para que o lixo não contamine o solo.
R_{f7c}(04)	Enterrar o resíduo e deixar decompor naturalmente com o devido monitoramento (coleta dos gases, lona impermeável para não contaminar as fontes hídricas).
R_{f7c}(05)	Resíduos são enterrados, com camadas de proteção para não contaminar o solo ou os corpos d'água.
R_{f7c}(06)	Deposição de resíduos sob o solo de maneira a não poluir corpos d'água.
R_{f7c}(07)	Área preparada para o recebimento de lixo urbano. Solo preparado que evita a contaminação do meio.
R_{f7c}(08)	Camadas isoladas da terra com lixo, mais terra, etc, formando camadas.
R_{f7c}(09)	Deposição e soterramento dos resíduos em camadas.
R_{f7c}(10)	Local utilizado para o descarregamento de lixo, no qual há o depósito de resíduos por entre camadas de terra.
R_{f7c}(11)	Enterrar os resíduos entre camadas separadas de plástico.
R_{f7c}(12)	Decomposição.
R_{f7c}(13)	Acumulação de lixo.
R_{f7c}(14)	Despejo dos resíduos em um terreno.
R_{f7c}(15)	Depósito de resíduo doméstico.
R_{f7c}(16)	Resíduos domésticos.
R_{f7c}(17)	Lugar para depósito do lixo sem atingir os lençóis freáticos.
R_{f7c}(18)	É um lugar onde depositam o lixo.
R_{f7c}(19)	Aonde são depositados os resíduos orgânicos.
R_{f7c}(20)	Local de depósito dos resíduos.

R_{f7c}(21)	Depósito de resíduos sólidos e líquidos.
R_{f7c}(22)	Local de descarte de resíduos comuns.
R_{f7c}(23)	Local de descarte de resíduos sólidos cotidianos.
R_{f7c}(24)	É utilizado para descarte de alguns resíduos sólidos.
R_{f7c}(25)	Destino dos produtos químicos que não tem mais utilidade.
R_{f7c}(26)	Local onde é destinado lixo mais comuns.
R_{f7c}(27)	Local onde os materiais são enterrados para sua degradação, com controle de liberação de gases, etc.
R_{f7c}(28)	Aterramento de resíduos utilizados.
R_{f7c}(29)	Isolamento do chão (buraco no chão) e os resíduos são colocados dentro.
R_{f7c}(30)	Um "buraco" é feito no chão, onde lixo são colocados. O líquido é (tratado --> estava riscado) utilizado.
R_{f7c}(31)	O resíduo é enterrado. Para resíduos domésticos
R_{f7c}(32)	Quando simplesmente despejam os resíduos com pouco cuidado com o descarte.
R_{f7c}(33)	Os dejetos são enterrados em um local apropriado.
R_{f7c}(34)	Os resíduos são despejados em um terreno próprio para isso.
R_{f7c}(35)	Resíduos e rejeitos são depositados em um espaço designado e específico para ser tratado.

QUESTIONÁRIO FINAL	
QUESTÃO 07 – ATERRO SANITÁRIO vs ATERRO INDUSTRIAL	
CÓDIGO	RESPOSTA
R_{f7d}(01)	A periculosidade de resíduo.
R_{f7d}(02)	Aterro sanitário inclui resíduos não somente vindos de indústrias.
R_{f7d}(03)	Descarte em larga escala.
R_{f7d}(04)	O aterro industrial é utilizado para grandes quantidades de resíduos conhecidos pela indústria.
R_{f7d}(05)	O aterro sanitário requer uma atenção maior na hora de sua construção, visto que lida com resíduos de maior risco ao ambiente.
R_{f7d}(06)	Sanitário recebe todos produtos químicos das empresas. Industrial é específico.
R_{f7d}(07)	O aterro industrial é utilizado para depósito de lixo produzido em indústrias e fábricas não contaminando o restante.
R_{f7d}(08)	O industrial possui melhor isolamento no solo e é dedicado a resíduos industriais.
R_{f7d}(09)	O aterro industrial apresenta diferentes formas para o descarte de materiais "perigosos" sem risco ao meio ambiente.
R_{f7d}(10)	Aterro industrial é o que há um maior cuidado com a proteção dos solos, efluentes e atmosfera.
R_{f7d}(11)	Aterro industrial possui uma proteção maior do meio, envolvendo mais camadas que servem como barreira deste lixo industrial.
R_{f7d}(12)	Aterro sanitário não possui proteção adequada para lixo industrial, podendo contaminar o solo.
R_{f7d}(13)	Aterro sanitário se destina a insumos pessoais, por exemplo em casa, não precisando de um controle tão grande, aterro industrial é destinado a indústria, onde se tem todo um cuidado com vazamentos e liberação de gases, etc.
R_{f7d}(14)	O aterro industrial é controlado para evitar contaminações.
R_{f7d}(15)	Acredito que aterro sanitário seja destinado apenas a lixo doméstico, e o industrial à indústria.

R_{f7d}(16)	Aterro industrial é especialmente para resíduos produzidos em indústria.
R_{f7d}(17)	Aterro industrial processa resíduos químicos industriais.
R_{f7d}(18)	Aterro sanitário é a nível doméstico e aterro industrial a nível de empresas.
R_{f7d}(19)	Aterro sanitário é material e lixo, aterro industrial é produto químico.
R_{f7d}(20)	Aterro sanitário vai outros produtos descartados, e o aterro industrial vai o lixo mais específico da indústria.
R_{f7d}(21)	Enquanto o sanitário recebe resíduos domésticos, o industrial comporta apenas resíduos oriundos de indústrias.
R_{f7d}(22)	No aterro sanitário o lixo depositado é lixo comum. Enquanto no aterro industrial o lixo é oriundo da indústria.
R_{f7d}(23)	O industrial contém somente rejeitos vindos da indústria.
R_{f7d}(24)	O industrial são dejetos das indústrias.
R_{f7d}(25)	O sanitário é para lixos domésticos e o industrial para produtos químicos usados na indústria.
R_{f7d}(26)	Sanitário é para sólidos domésticos, industrial para resíduos industriais.
R_{f7d}(27)	Sanitário: lixo comum, das casas; Industrial: das indústrias.
R_{f7d}(28)	Um destinado ao lixo residencial e outro ao industrial.
R_{f7d}(29)	Aterro sanitário é constituído pelos rejeitos da comunidade e aterro industrial pelos rejeitos das indústrias (geralmente perigosos).
R_{f7d}(30)	Aterro sanitário é destinado a resíduos do dia-a-dia. Aterro industrial é destinado a resíduos industriais, mais tóxicos.
R_{f7d}(31)	O aterro industrial possui um tratamento maior dos resíduos.
R_{f7d}(32)	Aterro industrial é dedicado a resíduos com potencial dano ao meio ambiente, não sendo doméstico comum.
R_{f7d}(33)	Aterro industrial é utilizado também para resíduos específicos das indústrias, que podem ser mais perigosos.
R_{f7d}(34)	O tratamento, pois aterro industrial reagentes que podem ser tóxicos.
R_{f7d}(35)	O isolamento do terreno são diferentes.
R_{f7d}(36)	O industrial precisa de mais cuidados, pois em geral, possui resíduos mais perigosos e maior quantidade.
R_{f7d}(37)	No aterro industrial se tem uma ideia do tipo de resíduo que se pode encontrar.
R_{f7d}(38)	O tipo de resíduo que é descartado.
R_{f7d}(39)	Teoricamente aterro sanitário é para o lixo "da rotina e o industrial para resíduos químicos que não podem se misturar com os outros lixos.