



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
Centro Acadêmico do Agreste
Núcleo de Formação Docente
Curso de Química – Licenciatura



**QUÍMICA VERDE E FORMAÇÃO DOCENTE: UM ESTUDO NA DISCIPLINA
QUÍMICA ANALÍTICA II DA UFPE-CAA**

DANIELA CÁREN PESSOA DA SILVA

CARUARU
2016

DANIELA CÁREN PESSOA DA SILVA

**QUÍMICA VERDE E FORMAÇÃO DOCENTE: UM ESTUDO NA DISCIPLINA
QUÍMICA ANALÍTICA II DA UFPE-CAA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Colegiado de Química-Licenciatura do
Centro Acadêmico do Agreste da
Universidade Federal de Pernambuco como
requisito parcial para a obtenção do título de
Licenciada em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Angeiras Batista da Silva

**CARUARU
2016**

S586q Silva, Daniela Cáren Pessoa da.
Química verde e formação docente: um estudo na disciplina Química analítica II da UFPE - CAA. / Daniela Cáren Pessoa da Silva. - 2016.
74f. il. ; 30 cm.

Orientadora: Juliana Angeiras Batista da Silva.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Química - Licenciatura, 2016.
Inclui Referências.

1. Formação de professores. 2. Laboratórios de Química. 3. Química analítica. 4. Química ambiental. I. Silva, Juliana Angeiras Batista da. (Orientadora). II. Título.

371.12 CDD (23. ed.) UFPE (CAA 2016-031)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
Centro Acadêmico do Agreste
Núcleo de Formação Docente
Curso de Química - Licenciatura

QUÍMICA VERDE E FORMAÇÃO DOCENTE: UM ESTUDO NA DISCIPLINA
QUÍMICA ANALÍTICA II DA UFPE-CAA

DANIELA CÁREN PESSOA DA SILVA

(Folha de Aprovação com as assinaturas da banca examinadora)

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Juliana Angeiras Batista da Silva
(Orientadora)

Profa. Dra. Ana Paula Freitas da Silva
Examinadora 1

Prof. Me. Fábio Adriano Santos da Silva
Examinador 2

DEDICATÓRIA

A Deus, meu mestre, por sempre me proteger, me dando coragem e perseverança para continuar trilhando os caminhos certos.

A minha mãe Maria Madalena Aniceto Pessoa, que sempre esteve ao meu lado nessa longa jornada que é a vida. Devo tudo de mim a ela.

Ao meu namorado José Winalan, que com muita paciência e dedicação sempre esteve ao meu lado, que me incentivou muito para que conseguisse chegar e concluir mais uma etapa da minha vida.

Aos meus avós Julieta Rodrigues Pessoa e José Aniceto Pessoa, que já não se encontram nesse mundo, mas que foram pessoas essenciais para a concretização desse sonho. Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, pois sem ele não seria nada.

A minha mãe Maria Madalena Aniceto Pessoa, por sempre estar ao meu lado em todos os momentos da minha vida.

Ao meu pai Daniel Luis da Silva, mesmo não participando de todos os momentos da minha vida.

Ao meu namorado José Winalan, por estar sempre ao meu lado desde o início da minha jornada dando o maior incentivo, carinho e compreensão.

Aos meus irmãos Danielma Janeale Pessoa da Silva, Daniel Júnior Pessoa da Silva, Douglas César Pessoa da Silva e Danilo Matheus da Silva, pelo companheirismo.

Aos meus sobrinhos Nathália Larissa e Diego Miguel, por sempre me darem alegrias.

Aos meus queridos avós maternos José Aniceto e Julieta Rodrigues (*in memoriam*), pelos os princípios e valores que me tornaram o que sou hoje. Aos meus avós paternos Maria Margarida e Luiz Gonzaga (*in memoriam*) pela ternura e carinho. A vocês meu amor e minha eterna saudade.

Aos meus tios, primos e parentes, enfim a toda minha família, por torcerem e acreditarem em mim.

Aos professores que me ensinaram e me orientaram ao longo do curso.

Aos meus orientadores, professora Juliana Angeiras Batista da Silva e professor Fábio Adriano Santos Silva, pela acessibilidade no repasse de conhecimentos e pela atenção e paciência que tiveram comigo ao longo deste trabalho.

A professora Ana Paula Freitas da Silva pelo aceite ao convite para compor a banca de defesa do TCC.

A professora Regina Célia Barbosa de Oliveira por toda atenção, apoio, acessibilidade, apoio e suporte no desenvolvimento da coleta de dados desse estudo, sempre prestativa, ágil e disposta a ajudar.

Aos amigos que fiz e conquistei ao longo desses cinco anos de curso, os quais tenho enorme admiração e respeito, Gilvanice Maria, Ana Carla, Diana Maria e Dyovany Otávio.

Aos meus amigos e amigas de ônibus Edla Carine, Katharine Rita, Rose Silva, Andréa, Fátima e Raí Rocha por me fazer rir nos momentos de exaustão.

Aos meus colegas de trabalho por acreditarem em meu potencial. Enfim, a todos que participaram direto ou indiretamente para a concretização de mais um sonho em minha vida.

“(...) Jesus Cristo, sendo Deus-Homem, foi o mais humilde que os olhos humanos já viram. A humildade é a virtude mais sublime e que mais caracteriza o homem, na sociedade, no lar, na igreja, e no exercício de suas funções, sejam elas grandes ou pequenas, elevadas ou modestas.”

Adelino Ferreira

RESUMO

A Química Verde (QV) surgiu na década de 1990, nos EUA. Seus estudos têm por finalidade contribuir para o desenvolvimento e aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas. Além disso, os princípios da QV têm sido referenciais de enorme importância para combater ou amenizar os problemas ambientais ocasionados por ações humanas, contribuindo com a manutenção do meio ambiente e desenvolvimento sustentável, já que os saberes das Ciências Naturais, em especial os da Química, são substancialmente importantes para colaborar na prevenção dos problemas ambientais. A partir dessas observações, vemos a importância da QV ser tratada com ênfase no meio acadêmico, tornando-se uma importante ferramenta de interdisciplinaridade na formação, com destaque para a docência em química, já que possibilita a abordagem não só dos saberes dessa Ciência na indústria, mas também de temas transversais a ela inter-relacionados, tais como Meio Ambiente e Cidadania. Foi considerando a importância da QV na formação do licenciando em química que emergiu a proposta de verificarmos se as aulas experimentais de química têm abordado, de maneira ética, eficiente, perspicaz, significativa e expressiva os princípios da QV na formação docente. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo principal investigar se e como as aulas de laboratório de Química Analítica II da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Centro Acadêmico do Agreste (CAA), estão abordando os princípios da QV na formação docente no curso de Química-Licenciatura. Neste trabalho, desenvolvido no decorrer de 2015, realizamos um estudo de caso com abordagem qualitativa. Para tanto, utilizamos questionários estruturados, com questões abertas e fechadas, que foram aplicados a licenciandos que cursaram ou estavam cursando a disciplina Química Analítica II, objetivando levantar as suas concepções sobre as discussões de QV na disciplina citada. Além disso, analisamos o Projeto Político-pedagógico do Curso de Química-Licenciatura da UFPE-CAA, a ementa de Química Analítica II, e os roteiros experimentais utilizados nas aulas de laboratório dessa disciplina. Os documentos e questionários foram tratados à luz da análise de conteúdo. Os resultados demonstram que os licenciandos sabem da existência QV e da sua importância na formação docente, e apesar de não ser evidente a orientação da abordagem dos seus saberes na formação do professor de química da UFPE-CAA a partir dos documentos oficiais, na disciplina investigada tem-se promovido com propriedade vários dos seus princípios, demonstrando a viabilidade da abordagem dos conhecimentos da QV nas aulas de laboratório, contribuindo para uma melhor formação docente.

Palavras-chave: Química Verde; Laboratório de Química Analítica; Formação de Professor.

ABSTRACT

Green Chemistry (GQ) emerged in the 1990s in the US. His studies are designed to contribute to the development and application of chemical products and processes to reduce or eliminate the use and generation of hazardous substances. In addition, the principles of GQ have been extremely important benchmarks to combat or mitigate environmental problems caused by human actions, contributing to the maintenance of the environment and sustainable development, since the knowledge of the natural sciences, especially chemistry, they are substantially important in helping to prevent environmental problems. From these observations, we see the importance of GQ be treated with emphasis in academia, becoming an important interdisciplinary tool in training, especially for teachers in chemistry, because it allows the approach not only of this science knowledge in the industry but also cross-cutting themes to her interrelated, such as Environment and Citizenship. It was considering the importance of GQ in the training of licensing in chemistry that emerged the proposal to verify if the chemistry experimental classes have addressed, in an ethical, efficient, insightful, meaningful and expressive principles of GQ in teacher education. Thus, this study aimed to investigate whether and how the Analytical Chemistry II laboratory classes at the Federal University of Pernambuco (UFPE), Academic Center of the Wasteland (CAA), are addressing the principles of GQ in teacher training on the course Chemical-Degree. In this work, developed during 2015, we conducted a case study with a qualitative approach. To do so, we use structured questionnaires, with open and closed questions, which were applied to undergraduates who attended or were attending the Analytical Chemistry II discipline, aiming to raise their views on the GQ of discussions in the aforementioned discipline. In addition, we analyze the political-pedagogical project of the Chemistry Degree-of-UFPE CAA course, the menu of Analytical Chemistry II, and experimental scripts used in the labs of this discipline. Documents and questionnaires were treated in the light of the content analysis. The results demonstrate that the licensees know of the existence GQ and its importance in teacher training, and although the direction of approach to their knowledge in the formation of UFPE-CAA chemistry professor from the official documents are not clear, the discipline investigated It has been promoted properly several of its principles, demonstrating the feasibility of the approach of knowledge of GQ in laboratory classes, contributing to better teacher training.

Keywords: Green Chemistry; Analytical Laboratory; Teacher Education.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Lugares onde se ouviu falar sobre Química Verde	31
Tabela 2	Química Verde relacionada às questões ambientais	32
Tabela 3	Química Verde relacionada à indústria	33
Tabela 4	Realização da abordagem sobre resíduos e seu manejo	34
Tabela 5	Realização dos manejos dos rejeitos	36
Tabela 6	Justificativas dos discentes que respondeu não para o descarte e manejo de resíduos	37
Tabela 7	Aspectos em que está sendo desenvolvida a Química Verde e seus princípios	38
Tabela 8	8: Problemas que podem ser trabalhados como ferramenta interdisciplinar	39
Tabela 9	Sugestões de melhorias para aulas de laboratório	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A1 – Aluno número 1 (numeração de 1 a 15)
QV – Química Verde
EPA – Environmental Protection Agency
INCA – Consórcio Universitário Química para o Meio Ambiente
PGCC – Presidencial Green Chemistry Challenge
GCI – Green Chemistry Institute
ACS – American Chemical Society
IUPAC – International Union for Pure and Applied Chemistry
EUA – Estados Unidos
USP – Universidade de São Paulo
ISO – International Organization for Standardization
EMAS – Eco Management and Audit Scheme
PPC – Projeto Político-pedagógico do Curso de Química-Licenciatura
US – Unidades de Sentidos
UFPE – Universidade Federal de Pernambuco
CAA – Centro Acadêmico do Agreste

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVOS.....	16
2.1	Objetivo Geral.....	16
2.2	Objetivos Específicos.....	16
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	17
3.1	Breve Histórico da Química Verde.....	17
3.2	Química Verde.....	18
3.3	Os doze princípios da Química Verde.....	20
3.4	Experimentação no Nível Superior: algumas considerações.....	24
4	METODOLOGIA.....	26
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	28
5.1	Análise Documental.....	28
5.2	Análises das concepções prévias dos discentes sobre Química Verde a partir do questionário.....	30
5.1.1	Categoria 1: Conhecimento sobre Química Verde.....	30
5.1.2	Categoria 2: Química Verde relacionada às questões ambientais e à indústria.....	32
5.1.3	Categoria 3: Relações entre o conhecimento da Química Verde com Química Analítica.....	34
5.1.4	Categoria 4: Realização do manejo dos resíduos gerados nas práticas experimentais de Química Analítica II.....	35
5.1.5	Categoria 5: Aspectos em que pode ser desenvolvida a Química Verde e seus doze princípios.....	37
5.1.6	Categoria 6: Química Verde como ferramenta interdisciplinar na problematização das práticas experimentais	38
5.1.7	Categoria 7: Sugestões de melhorias para disciplina Química Analítica II	40
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
7	REFERÊNCIAS.....	46
8	ANEXOS.....	49

1 INTRODUÇÃO

Os problemas ambientais têm deixado à comunidade científica mundial em alerta, sendo imprescindível e urgente a conscientização das pessoas acerca das consequências desses problemas para humanidade. Tal conscientização vem provocando mudanças nos aspectos culturais, sociais, econômicos, produtivos e morais, em detrimento a sustentabilidade nas relações com a natureza.

Após a Segunda Guerra Mundial, ocorreu um grande incentivo à industrialização no mundo, o que ocasionou uma série de benefícios, mas também veio uma diversidade de efeitos negativos, tais como produção de resíduos industriais, contaminação de vários reservatórios de água por inúmeros compostos químicos, consumo exacerbado dos recursos naturais, poluição atmosférica, mudanças climáticas, entre outros, trazendo à tona uma preocupação mundial em relação à indústria química.

Eis que surge, na década de 90, uma nova tendência que busca uma alternativa para evitar ou minimizar os danos causados ao meio ambiente pela industrialização global: a Química Verde (QV). Esta emerge como uma ciência que busca manter e melhorar a qualidade de vida no planeta, de um modo particularmente ativo e indispensável, para o fomento da Sustentabilidade. Segundo Tundo e Romano (1995, p.2), a Química Verde (QV) pode ser definida como “o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou para eliminar o uso e a geração de substâncias tóxicas”.

A QV procura consolidar um novo campo de pesquisa, reforçando a necessidade de se incluir, na formação acadêmica, conteúdos que busquem superar a química tradicional, buscando ampliar a formação dos saberes específicos, pois propõe que é preciso ir além da simples identificação dos problemas ou saber como estes se constituem.

Além disso, considera a Ciência como uma atividade humana, cultural, histórica e não neutra, reconhecendo a necessidade da articulação entre o conteúdo químico e outras áreas do conhecimento (GAIE, 2002). Nesse contexto, a QV surge como uma importante ferramenta de interdisciplinaridade na formação, dentre a qual se insere a voltada à docência em química, já que possibilita a abordagem não só de tópicos propriamente ditos de química, mas também de outros temas a ela relacionados, ampliando com isso a visão dos discentes sobre os conteúdos abordados.

Apesar desse direcionamento da QV, este trabalho partir-se da hipótese de que o discente não sabe como tratar ou descartar corretamente reagentes e resíduos produzidos nas práticas, o que nos leva a salientar a falta de esclarecimento por parte dos graduandos sobre os impactos causados ao meio ambiente com o descarte inadequado dos reagentes e resíduos das práticas realizadas no laboratório.

Considerando esses apontamentos, emergiu a proposta de se verificar nas aulas de Química Analítica II tem-se abordado de maneira ética, eficiente, perspicaz, significativa e expressiva os princípios da QV na formação docente em química, e se a ementa da disciplina condiz com seus doze princípios.

Para tanto, foi verificado como os resíduos produzidos após as práticas foram descartados e se os descartes ocorreram adequadamente. Também foi observado se a disciplina Química Analítica II leva em conta sua relevante contribuição na área de pesquisa em Ensino de Química. Averiguamos, ainda, se nas atividades experimentais desenvolvidas foi abordada a importância às orientações oficiais, as quais promulgam que as questões ambientais devem estar presentes em todos os níveis de ensino, considerando que tal abordagem deve ser entendida como “processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais” (BRASIL, 1999), devendo promover “a equidade socioambiental e a proteção do meio ambiente natural e construído” (BRASIL, 2012).

Logo, o presente trabalho teve como objetivo investigar se e como as aulas do laboratório de Química Analítica II da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), no Centro Acadêmico do Agreste (CAA), estão abordando os princípios da QV na formação docente no curso de Química-Licenciatura, para a contribuição com o meio ambiente, já que as Ciências Naturais, em especial a Química, é substancialmente importante para colaborar na prevenção dos problemas ambientais, salientando que esta ideia tem que estar presente desde o início da formação de químicos bacharéis e licenciados (CORTES JUNIOR, 2008). É nesse momento que a emergente área da QV pode influenciar e reforçar a importância da educação química para com o meio ambiente e exercício da cidadania.

Por meio desse trabalho, acreditamos que os leitores poderão entender a importância da abordagem dos aspectos inerentes à QV na formação docente, bem como sua devida utilização nas aulas de laboratório, em especial, na disciplina Química Analítica II da UFPE-CAA. Também poderão perceber que esta perspectiva possui princípios que devem nortear ações que favorecem a sustentabilidade ambiental.

Para subsidiar o estudo ora apresentado, inicialmente apresentamos os objetivos da pesquisa.

Em seguida, trazemos a revisão da literatura, em que apresentamos um breve panorama histórico da QV, permeando seu surgimento nos Estados Unidos até sua implementação no Brasil, seguido da sua definição e dos dozes princípios que são pilares importantes para a sustentabilidade.

Na seção seguinte, apresentamos a metodologia utilizada no trabalho, na qual fizemos análise do Projeto Político-pedagógico do Curso de Química-Licenciatura da UFPE-CAA, da ementa e dos roteiros experimentais da disciplina Química Analítica II, e aplicamos questionário misto aos graduandos que cursaram ou estavam cursando a disciplina.

Por fim, nos resultados e discussões trazemos uma análise referente aos princípios da QV tratados nas aulas de laboratório de Química Analítica II da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, bem como os que não foram usados por estes, além de verificarmos as contribuições desses saberes à formação do professor de química.

Esperamos que esta pesquisa atenda aos anseios daqueles que desejam inteirar-se de tão importante tema e que possa contribuir de maneira significativa para os que já operam os recursos da Química Verde.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Investigar se e como as aulas de laboratório de Química Analítica II do Curso de Química-Licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco, no Centro Acadêmico da Agreste, estão discutindo os princípios da Química Verde na formação docente.

2.2 Objetivos Específicos

- Apresentar os dozes princípios da Química Verde;
- Analisar a ementa da disciplina Química Analítica II;
- Verificar se as atividades experimentais propostas pela disciplina envolvem aspectos da Química Verde;
- Verificar quais princípios da Química Verde são desenvolvidos nas aulas experimentais de Química Analítica II;
- Diagnosticar se essas práticas experimentais estão contribuindo na formação docente no tocante à conscientização ambiental.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Breve Histórico da Química Verde

No início da década de 1990 começam a ser definidos os conceitos fundamentais da Química Verde a partir da publicação da Lei de Preservação à poluição nos EUA. Em 1991, foi lançado o programa “Rotas Sintéticas Alternativas para Prevenção da Poluição”, que tinha como finalidade financiar projetos de pesquisa voltados para a prevenção da poluição em suas rotas sintéticas, caracterizando o que atualmente chamamos de Química Verde. Esse programa foi proposto pela agência ambiental norte-americana *Environmental Protection Agency* (EPA) (LENARDÃO, 2003).

No ano de 1993 foi criado, na Itália, o primeiro Consórcio Universitário Química para o Ambiente (INCA), que tinha como objetivo reunir grupos acadêmicos interessados com química e meio ambiente. Esse Consórcio Universitário tinha como sua meta principal o desenvolvimento de pesquisas na área de prevenção da poluição, buscando obter resultados positivos em reações, processo e produtos limpos.

Em 1995, o governo dos Estados Unidos, preocupado com o meio ambiente, organizou um programa com a finalidade de premiar aqueles que desenvolvessem inovações tecnológicas aplicadas à indústria que pudessem reduzir significativamente a produção de resíduos em diferentes setores da produção industrial. Tal programa, denominado *The Presidential Green Chemistry Challenge* (PGCC), tem premiado todos os anos trabalhos desenvolvidos em cinco categorias: acadêmico, pequenos negócios, rotas sintéticas alternativas, condições alternativas de reação e desenho de produtos químicos mais seguros (LENARDÃO, 2003).

Em 1997, foi criado o Green Chemistry Institute (GCI), que atualmente mantém parceria com a Sociedade Americana de Química (*American Chemical Society* - ACS). Ainda neste mesmo ano, em setembro, a IUPAC (*International Union for Pure and Applied Chemistry*) promove a primeira Conferência Internacional em Química Verde.

Em Veneza, em Julho de 2001, foi aprovada a criação do Sub-Comitê Interdivisional de Química Verde e em setembro do mesmo ano foi realizado o workshop sobre Educação em Química Verde.

Nos anos de 2000 e 2001, a IUPAC publicou vários artigos voltados ao estudo da Química Verde, o que acabou estimulando outros países a aderirem as suas causas. A Inglaterra, por meio da Sociedade Real de Química Britânica, lança um periódico bimestral que publica artigos que tratam sobre a utilização de processos e tecnologias limpas. Ainda em 2001, na Universidade do Colorado (EUA), ocorreu a conferência “CHEMRAWN XIV” (The Chemical Research Applied to World Needs) e teve como tema principal a busca por produtos e processos benignos ao meio ambiente (LENARDÃO, 2003).

No Brasil, começam-se a implementar os conceitos da Química Verde por meio do grupo de pesquisa Síntese Orgânica Limpa, do Instituto de Química e Geociências da Universidade Federal de Pelotas, no Rio Grande do Sul, no qual foi criado um site¹ que permitia o livre acesso a diversas informações sobre a Química Verde.

Em 2006, o Departamento de Química da Universidade de São Paulo (USP) propõe a criação da Escola de Verão, tendo como foco principal a Química Verde. Em 2007, o Instituto de Química da USP promoveu a primeira Escola de Verão em Química Verde. No mesmo ano, no mês de novembro, acontecia a primeiro workshop brasileiro sobre Química Verde, em Fortaleza (CE), sendo anunciada a criação da Rede Brasileira de Química Verde em Fortaleza, promovendo o elemento institucional das novas tecnologias para empresas nacionais com apoio da comunidade acadêmica e agências governamentais (CORRÊA & ZUIN, 2009).

3.2 Química Verde

A expansão da industrialização no mundo trouxe uma série de benefícios, como a produção de vários tipos de combustíveis e os mais complexos medicamentos, mas também gerou uma diversidade de efeitos negativos produzidos pela indústria química, o que tem produzido grandes problemas, como a formação de produtos e subprodutos tóxicos, levando a contaminação ao meio ambiente e inclusive ao próprio ser humano (PRADO, 2003).

A preocupação com os problemas ambientais vem aumentando a pressão sobre as indústrias químicas e outras fontes poluidoras, tanto por parte da sociedade civil, organismos internacionais e organizações governamentais e não-governamentais, movimentos sociais,

¹ www.ufpel.tche.br/iqg/wwverde

universidades e escolas, promovendo com isso uma multiplicidade de reflexões e ações por essa diversidade de agentes (LIMA, 2004).

Em razão dos muitos acidentes acontecidos em todo o mundo, especialmente em países periféricos, houve o estabelecimento de uma série de medidas de controle e regulamentação do funcionamento da indústria química, o que eclodiu mais recentemente em iniciativas de prevenção de poluição e gestão mundial dessas empresas e suas cadeias produtivas, criando programas de atuação responsável e de certificação como a série ISO 14000 (International Organization for Standardization) ou a EMAS (Eco Management and Audit Scheme) (ZUIN, 2008; BÖSCHEN *et al.*, 2003).

No atual cenário de demanda por um desenvolvimento sustentável, a química assume um papel importante na melhoria da qualidade de vida da sociedade. Para tanto, tem como um grande desafio continuar se desenvolvendo e ao mesmo tempo diminuir os impactos ambientais causados pelas substâncias tóxicas, necessitando para isso de uma nova visão da química para melhoria e aprimoramento dos processos que causam a degradação do meio ambiente (PRADO, 2003).

Essa nova filosofia apresentada pela química é conhecida como Química Sustentável ou Química Verde, que envolve:

A invenção, o desenvolvimento e aplicação de produtos e processos químicos visando reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas (ANASTAS; KIRCHHOFF, 2002, p.686).

Além disso, a Química Verde não se limita a postulados éticos, pois vêm tendo reconhecimento prático, orientando um novo pensar e fazer dos químicos, balizando a criação, o desenvolvimento e a aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e geração de substâncias nocivas ao meio ambiente (CORRÊA e ZUIN, 2009).

Nesse sentido, o químico deve apresentar uma nova conduta em suas habilidades científicas de aplicação industrial tendo em vista a proteção ambiental, minimizando, ou evitando, a disseminação de resíduos, a dispersão de poluentes e produtos tóxicos no meio ambiente.

Para Prado (2003) a Química Verde vem se preocupando em desenvolver tecnologias e processos que diminuam ou eliminem os resíduos e efluentes tóxicos, reduzindo os impactos causados pelos processos químicos, tal como a menor produção de gases indesejáveis ao meio ambiente, gerando desenvolvimento econômico e social de modo sustentável.

Dessa forma, a Química Verde busca o melhor aproveitamento dos recursos naturais e redução do risco por meio da minimização ou mesmo eliminação da periculosidade associada às substâncias tóxicas e maiores cuidados com o meio ambiente.

3.3 Os dozes princípios da Química Verde

As principais diretrizes à prática química voltada para sustentabilidade constituem os dozes princípios da Química Verde, que precisam ser seguidos quando se pretende implementar a química verde em uma indústria ou instituição de ensino e/ou pesquisa na área de química (CORRÊA e ZUIN, 2009; LENARDÃO *et al.*, 2003). Esses princípios são descritos a seguir.

1) Prevenção

O termo “prevenção” é o princípio balizador ou postulado que mais tem identificado a Química Verde, inclusive enquanto uma componente transversal da Química (ANASTAS *et al.*, 1999) que articula um conjunto de outros princípios e práticas químicas visando à salvaguarda do ambiente.

O primeiro princípio estabelece que é mais viável prevenir a formação de resíduos do que a remediar ou tratar os mesmos depois de sua geração (CORRÊA; ZUIN, 2009), propiciando o desenvolvimento de tecnologias limpas e ambientalmente sustentáveis, em todas as atividades e na produção química, de modo que a produção de rejeitos indesejados seja minimizada e/ou eliminada (MACHADO, 2004).

2) Economia de átomos

Esse princípio parte da concepção de que o principal problema causado pelos processos químicos é o elevado volume de efluentes e resíduos tóxicos gerados por processos não específicos e não seletivos, os quais geram enormes quantidades de subprodutos indesejáveis, que são descartados (PRADO, 2003). Os métodos sintéticos devem procurar desenhar metodologias sintéticas que possam maximizar a incorporação de todos os materiais de partida no produto final (CORRÊA; ZUIN, 2009).

3) Reações com compostos de menor toxicidade

Esse tipo de reação tem por finalidade proteger a saúde das pessoas e o meio ambiente. Para que isso possa ocorrer, as reações compostas devem ser de menor toxicidade, ou seja, os compostos de altas toxicidades devem ser substituídos por compostos de menor toxicidade, diminuindo, assim, os riscos com a saúde humana e a contaminação do meio ambiente, por parte daqueles composto de alta toxicidade.

Sempre que praticável, a síntese de um produto químico deve utilizar e gerar substâncias que possuam pouca ou nenhuma toxicidade à saúde humana e ao ambiente (LENARDÃO, 2003).

4) Desenvolvimento de compostos seguros

Este princípio tem como objetivo coibir a entrada de novos produtos com um grau maior de toxidade dos que já são existentes. Em outras palavras podemos dizer que tal princípio determina que novos produtos gerados tenham um menor grau de toxicidade do que os já existentes. Este preceito tem a preocupação com os danos que os novos produtos com maior grau de toxidade possa causar ao meio ambiente e as os seres humanos (PRADO, 2003).

5) Diminuição de uso de solventes e auxiliares

Este princípio assegura que nas reações químicas seja evitado ao máximo a utilização de solventes e auxiliares, já que os principais problemas nas indústrias químicas estão relacionados aos solventes e auxiliares, pertinentes à geração de resíduos, manejo e descarte, tendo em vista a apresentação de aspectos que exigem um cuidado específico (PRADO, 2003).

6) Eficiência energética

Para que tenha a obtenção de uma reação ideal é necessário que os métodos sintéticos sejam conduzidos sempre que possível à pressão e temperatura ambientes, para diminuir a energia gasta durante um processo químico que representa um impacto econômico e ambiental (PRADO, 2003). Uma boa alternativa, por exemplo, é substituir o aquecimento convencional por fontes de energia vaivéns, como as micro-ondas e o ultrassom, que causariam menos danos ao meio ambiente, o que diminuiria a utilização de combustíveis fósseis não renováveis.

7) Uso de substâncias renováveis

Este princípio está voltado para a utilização de matérias primas de fontes renováveis ou de substâncias proveniente de plantas e outras fontes biológicas ou ainda recicladas. Tais materiais deveriam ser usados nas reações químicas, sempre que possível. Partindo desse ponto podemos citar como exemplo clássico a produção do biodiesel. O biocombustível é obtido por meio da alcoolise de óleos vegetais e pode ser considerado como um ganho ambiental, pois muitos geradores de energia atualmente movidos por combustíveis derivados do petróleo poderão ser substituídos por esse combustível verde (LENARDÃO, 2003).

8) Evitar a formação de derivados

A derivatização desnecessária (uso de grupos bloqueadores, proteção/desproteção, modificação temporária por processos físicos e químicos) deve ser minimizada ou, se possível, evitada, porque estas etapas requerem reagentes adicionais e podem gerar resíduos (CORRÊA; ZUIN, 2009), pois estes passos reacionais requerem reagentes adicionais e, consequentemente, podem produzir produtos indesejáveis.

9) Catálise

Os reagentes catalíticos, tão seletivos quanto possível, são superiores aos reagentes estequiométricos. De maneira geral, as sínteses catalíticas, por terem uma elevada seletividade, são mais eficientes, limpas e econômicas, pois permitem a reutilização do catalisador, o uso de matérias-primas renováveis ou redução da quantidade de reagentes, sendo seu uso considerado um dos principais pilares da Química Verde (CORRÊA; ZUIN, 2009).

10) Desenvolvimento de compostos degradáveis

Os produtos químicos precisam ser desenhados de tal modo que, ao final de sua função, se fragmentem em produtos de degradação inócuos e não persistam no ambiente (CORRÊA; ZUIN, 2009; LENARDÃO, 2003). Deste modo, os produtos degradáveis devem ser prioridade nas indústrias químicas, pois envolvem um material mais seguro, pouco tóxico, mais competente e seletivo, logo, esses procedimentos devem ser firmemente estimulados nas indústrias, principalmente de pesticidas, corantes, polímeros e surfactantes.

11) Análise em tempo real para cada prevenção da poluição

As metodologias analíticas precisam ser desenvolvidas para permitirem o monitoramento do processo em tempo real, para controlar a formação de compostos tóxicos (PRADO, 2003). Dentro desse princípio, pode-se ressaltar aspectos importantes que estão relacionados ao tempo necessário para que ocorra uma reação com o material necessário.

A análise em tempo real deve utilizar métodos rápidos, robustos, precisos e de baixo custo, para que durante o processo químico, as aplicações das técnicas analíticas ocorram na quantidade e tempo corretos dos reagentes, dessa forma o desperdício e o consequente prejuízo ambiental poderá ser evitado (CORRÊA & ZUIN, 2009).

12) Química segura para prevenção de acidentes

As substâncias, bem como a maneira pela qual uma substância é utilizada em um processo químico, devem ser escolhidas a fim de minimizar o potencial para acidentes químicos, incluindo vazamentos, explosões e incêndios (LENARDÃO, 2003). Além disso, estão envolvidos outros aspectos como toxicidade, explosividade, corrosividade ou inflamabilidade por produtos e subprodutos nos processos que são desenvolvidos (CORRÊA & ZUIN, 2009).

3.4 Experimentação no Nível Superior: algumas considerações

Desde a Grécia Antiga Aristóteles defendia que o método empírico seria o meio mais comum e eficaz para chegar a conclusões, explicações e fórmula teórica. Com o passar do tempo, em meados século do XVIII, a experimentação passou a ser a base para a pesquisa e obtenção de conhecimentos científicos. No século XXI, o método científico perdeu força, porém a experimentação continuou como um instrumento importante na área científica. Logo, podemos afirmar categoricamente que, ao longo do tempo, a experimentação vem sendo um dos alicerces da Ciência.

A experimentação é reconhecida como um importante instrumento pedagógico capaz de despertar o interesse dos estudantes e aumentar a capacidade do aprendizado (NARDI, 1998). Todavia, comumente tem sido utilizada de forma inadequada, desvalorizando seus

aspectos cognitivos, enfatizando muitas vezes seu caráter motivador, distorcendo a função da experimentação e da elaboração do conhecimento científico (HODSON, 2005). Modo que as atividades experimentais são apresentadas, geralmente, como uma maneira de constatar a teoria previamente estudada, apreciando as teses empíricas, contribuindo apenas com o conhecimento científico.

As concepções tradicionais na experimentação continuam presentes em muitas ementas das instituições de nível superior, se baseando apenas na comprovação de fatos e teorias empírico-indutivista da ciência, destacando o papel da observação em vez da descoberta. Nessa perspectiva, não se contemplam a relação teoria-prática, visando uma única direção, onde a prática comprova a teoria ou a teoria comprova a prática, não atendendo a outros aspectos fundamentais, como a suposição das hipóteses e a contribuição teórica, norteadores da investigação, e às influências sociais e crenças que a pesquisa e os pesquisadores estão sujeitos (SUART; MARCONDES, 2009).

Estas práticas experimentais, ditas tradicionais, ainda são muito utilizadas nas aulas dos laboratórios, realizadas utilizando uma configuração isolada no contexto de ensino, onde acaba apenas a desenvolver um determinado conteúdo, no qual o estudante apenas verifica e comprova o que foi discutido. Sendo estes apresentados através de roteiros preestabelecidos, os quais serão seguidos como se fossem “receitas de bolo”, para que o estudante possa realizar o passo a passo da prática de modo a evitar erros (SUART, 2014).

Atividades proposta dessa forma acabam desenvolvendo concepções equivocadas e contribuindo com uma visão empobrecida da Ciência, deixando a entender a ideia equivocada de que a Ciência é inquestionável, distanciando a ideia da Ciência como construção e evolução de conceitos, teorias e demais saberes e valores envolvidos, tais como ética, política e moral, concepção tida como mais adequada nos estudos contemporâneos (GIL PÉREZ; VALDÈS CASTRO, 1996; SILVA, 2010).

4 METODOLOGIA

A pesquisa realizada teve como foco a análise das aulas de laboratório de Química Analítica II, da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, no qual averiguamos se as práticas experimentais discutiam os preceitos da Química Verde.

Este trabalho foi realizado no decorrer de 2015 e envolveu um estudo de caso², utilizando uma abordagem qualitativa, no qual o objeto pesquisado foi tratado por meio de uma apreciação partindo das subjetividades dos sujeitos que estão implantados em um determinado contexto. Segundo Chizzotti:

A abordagem qualitativa parte do fundamento de que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, uma interdependência viva entre o sujeito e o objeto, um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito. O conhecimento não se reduz a um rol de dados isolados, conectados por uma teoria explicativa; o sujeito-observador é parte integrante do processo de conhecimento e interpreta os fenômenos atribuindo-lhes um significado. O objeto não é um dado inerte e neutro, está possuído de significados e relações que sujeitos concretos criam em suas ações (CHIZZOTTI, 1988, p.79).

Para coletar os dados, foi aplicado um questionário misto (ANEXO 1) com os licenciandos que cursaram ou que estavam cursando a disciplina Química Analítica II. Este foi aplicado com discentes com o intuito de se observar os conhecimentos prévios deles sobre Química Verde. Foi mantido o anonimato dos participantes na pesquisa. Os dados coletados foram transcritos e tratados a partir da análise de conteúdo, segundo Bardin (1977). A análise de conteúdo envolve:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 1977, p.42).

As transcrições das respostas integrais dos discentes foram organizadas em Unidades de Sentido (US), que mostram as diferentes compreensões e aspectos que cada discente participante tem sobre o tema abordado. Em seguida, as Unidades de Sentido foram organizadas em Categorias.

² Segundo Gil (2002, p. 54), o estudo de caso é uma modalidade de pesquisa amplamente utilizada, que consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento.

A Categorização é uma das técnicas mais utilizadas e comuns nas ações humanas, e a maior parte dos procedimentos de análise se organiza por meio do processo de categorias (BARDIN, 1977). Segundo a autora, a categorização é “operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o gênero e a analogia, com os critérios previamente ou posteriormente definidos”.

Além disso, foi feita uma análise documental do Projeto Político-pedagógico do Curso de Química-Licenciatura da UFPE-CAA³, dos roteiros experimentais (ANEXOS 2 até 9) e da ementa da disciplina Química Analítica II, conforme orientações de Lüdke e André (1986), quando destacam que os documentos constituem uma fonte poderosa de onde podem ser retiradas evidências que fundamentem afirmações e declarações do pesquisador.

Segundo Lüdke e André (1986), esse tipo de análise busca identificar informações factuais nos documentos a partir do levantamento de questões ou hipóteses importantes, sendo possível complementar informações obtidas com outras técnicas de coleta de dados, ratificando ou validando essas informações.

³ https://www.ufpe.br/quimicaa/index.php?option=com_content&view=article&id=346&Itemid=267

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise Documental

A partir da análise do PPC, da ementa e dos roteiros da disciplina Química Analítica II pode-se observar não há menção explícita do termo “Química Verde”. Contudo, os roteiros experimentais abordam de forma implícita alguns dos princípios da QV, mesmo quando observamos que a ementa não aborda a QV.

Vemos que em todos os roteiros na parte de pré-laboratório, o docente solicita aos discentes que façam uma abordagem sobre os impactos ao meio ambiente causados pelos reagentes utilizados e os resíduos gerados pela prática, e como realizar o manejo desses resíduos, caracterizando um dos mais importantes dos dozes princípios da QV que é a “prevenção”.

Esse princípio deixa bem claro que a melhor opção sempre é prevenir, pois é necessário evitar ao máximo a produção e formação de subprodutos nocivos e que é melhor prevenir a produção de resíduos do que tratar ou limpar posteriormente. Segundo Anastas *et al.* (1998), “Prevenir a formação de resíduos é melhor e menos dispendioso que a remediação ou tratamento a posteriori dos mesmos.” Dessa forma, o planejamento experimental atende a esse princípio de modo a contemplar a prevenção de formação de resíduos a partir do momento que o discente passa a pesquisar sobre os resíduos e os impactos causados pelo os reagentes e soluções utilizadas nessas práticas.

Na parte de procedimentos experimentais dos roteiros 2, 3, 4, 5, 6 e 8 (Anexo 3 até 8) foi observado que os volumes usados são mais baixos que os utilizados na literatura, como mostra a Prática 2 (Anexo 3), na qual se utiliza volumes menores nas titulações quando comparados com os propostos por Vogel (2008, p.91), fato esse também observado em Morita (2007, p.83), ação que está em concordância com o segundo princípio da QV – economia de átomos.

De acordo com Corrêa e Zuin (2009), o segundo princípio da QV afirma que a economia de átomos é a maximização da incorporação dos átomos dos reagentes aos dos produtos, ou seja, quanto menos materiais forem utilizados durante as atividades práticas no

laboratório, menor será o possível impacto ambiental causado pelo descarte dos produtos gerados nessas atividades.

Com isso, mesmo quando se utiliza uma menor quantidade de materiais em um experimento no laboratório de química, chega-se ao mesmo resultado que seria obtido caso se utilizassem quantidades maiores de reagentes, gerando o produto desejado, da mesma forma como se fossem utilizadas quantidades maiores.

Os roteiros ainda fazem uma abordagem sobre o manejo e o descarte dos resíduos gerados nas práticas, mostrando como deve ser o descarte. Observamos que os reagentes e produtos em algumas práticas podem ser descartados diretamente na pia, pois não vão causar nenhum impacto ambiental, o que condiz com o décimo princípio da QV – compostos degradáveis, são a formação de produtos que devem se degradar em produtos inócuos ao meio ambiente, após cumprirem sua função (CORRÊA & ZUIN, 2009).

Já no caso da prática 6 (ANEXO 7), os produtos formados são filtrados e armazenados para serem reutilizado em outras atividades experimentais, enquanto nas práticas 8 e 9 (ANEXOS 8 e 9) o resíduos gerados são armazenados, mas não são fornecidas informações sobre como é realizado o tratamento dos produtos obtidos nessas atividades, o que acaba deixando o discente sem saber como ocorre o descarte. Contudo, mesmo assim consegue atingir a principal finalidade da QV que é a prevenção. Como destacar Zuin (2009, p.136):

Um dos principais objetivos da Química Analítica Verde é o emprego de metodologias analíticas que gerem menos resíduos perigosos, que sejam mais seguros ao uso e benignas ao meio ambiente.

Ainda segundo Zuin (2009, p.137), dentre os dozes princípios da QV, há aqueles que são mais diretamente relacionados à Química Analítica, tais como: a prevenção da geração de resíduos; a utilização de reagentes mais seguros; o uso de sistemas mais eficientes de energia; a minimização ou eliminação de derivatização; a análise em tempo real para prevenção da poluição; o emprego de práticas que minimizem potenciais acidentes.

Sabendo que os procedimentos analíticos não são absolutamente benignos, a disciplina Química Analítica II da UFPE-CAA vem mostrando que é possível utilizar métodos que possam minimizar a geração de resíduos nas práticas, satisfazendo estes princípios, estando assim em concordância com a Química Verde.

5.2 Análises das concepções prévias dos discentes sobre Química Verde a partir do questionário

Para obter melhor informações do tema abordado foi utilizado neste trabalho um questionário estruturado com um total de 9 questões, sendo que 4 dessas questões eram fechadas e abertas, onde buscamos objetividade sobre aspectos relacionados com o tema em destaque, e 5 questões abertas buscando melhor compreensão dos discentes sobre a temática abordada.

O questionário foi respondido por 15 discentes da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, do Curso de Química-Licenciatura, que cursaram ou estavam cursando a disciplina Química Analítica II. Dos 15 discentes que responderam ao questionário, 14 deles, ou seja, 93,8% já ouviram falar sobre QV, e enquanto apenas 1 deles nunca ouviu falar sobre o tema. Para tornar a discussão dos dados coletados mais dinâmica, as respostas ao questionário foram organizadas em Categorias, conforme apresentadas a seguir. Para manter o anonimato dos participantes da pesquisa, os discentes foram representados por siglas compostas pela letra A seguida de um número.

5.1.1 Categoria 1: Conhecimento sobre Química Verde

A Categoria Conhecimento sobre Química Verde teve os seguintes temas: lugar onde ouviu falar sobre QVe a abordagem sobre a QV. A partir da análise dos dados, percebemos algumas Unidades de Sentido (US) referentes ao lugar onde se ouviu falar sobre QV, como internet, eventos, pesquisas, laboratório de Orgânica, além da resposta de que nunca ouviu falar sobre QV ou não respondeu a questão. Por meio das US, pode-se analisar este ponto conforme a Tabela 1.

Observando a Tabela 1, notamos que a maioria dos discentes conheceu a QV na Universidade, mas os temas relacionados aos princípios da QV podem ser abordados de diversas maneiras. Vemos, ainda, que um discente nunca ouviu sobre QV.

Tabela 1: Lugares onde se ouviu falar sobre Química Verde

Unidades de Sentido (US)	Citações
Internet	2
Universidade	9
Eventos	2
Pesquisas	3
Laboratório de Orgânica	1
Nunca ouviu falar sobre QV	1
Não respondeu	1

As justificativas abaixo retrata muito bem a quantidade de citações mostrada na tabela

1.

“Já ouvi falar de QV nos congressos CBQ e SIMPEQUI, como também na própria universidade” (A2).

“Na universidade, quando estava estudando orgânica” (A9).

“Na Internet, (abordando) questões ambientais” (A8).

“Através de pesquisas e discussões com professores da área” (A7).

“Nunca ouvi falar em Química Verde” (A10).

Dessa forma, a Química Verde está sendo apresentada em vários lugares, principalmente na Universidade como mostra a Tabela 1. Contudo, nenhum discente relatou que tenha ouvido falar da QV nas escolas, já que as questões ambientais tem que estar presentes em todos os níveis de ensino, sendo entendida como “processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais” (BRASIL, 1999).

Zuin (2008) destaca que os conceitos da QV começaram a ser difundidos por volta de 2003 no meio acadêmico, governamental e industrial no Brasil. O que ainda é muito pouco tempo para que as pessoas conheçam a QV, o que pode justificar a ausência de debates sobre o tema nas escolas. Zuin (2008, *apud* LENARDÃO e cols., 2003) ainda destaca que há poucos estudos voltados à formação de profissionais da área de química que se preocupem com aspectos da QV, principalmente nas Universidades. Mesmo que a maioria dos discentes tenha ouvido falar sobre QV na Universidade, sua incorporação é feita no Brasil basicamente por meio de eventos acadêmicos e cursos de curta duração, mostrando de forma superficial

alguns conteúdos de maior apelo no momento, sendo incipiente disciplinas específicas voltadas à discussões do tema.

5.1.2 Categoria 2: Química Verde relacionada às questões ambientais e à indústria

A Categoria QV relacionada às questões ambientais e a indústria envolveu os seguintes temas: o entendimento sobre a QV e definição de QV. A análise realizada aponta como principais as Unidades de Sentido: ramo de conhecimento da Química ambiental; redução dos danos ambientais; desenvolvimento da Química; conscientização das pessoas sobre redução dos danos ambientais; preservação do meio ambiente e geração de resíduos.

Através dessas US podemos observar os diferentes entendimentos e definições que os discentes tem sobre QV, conforme expresso na Tabela 2 e na Tabela 3.

Tabela 2: Química Verde relacionada às questões ambientais

Unidades de Sentido (US)	Citações
Ramo de conhecimento da Química ambiental	2
Redução dos danos ambientais	3
Desenvolvimento da Química	6
Conscientização das pessoas sobre os danos ambientais	3
Preservação do meio ambiente	9

De acordo com a Tabela 2, a maioria dos discentes relacionam a Química Verde com questões ambientais, principalmente no tocante à preservação do meio ambiente, como também acreditam que esse ramo do conhecimento seja uma espécie de subárea dentro da química. Esses dados ratificam as concepções retiradas do questionário dos discentes avaliados acima:

“É a parte da química ligada ao meio ambiente”(A8).

“É a química do meio ambiente”(A14).

“Entendi que ela busca garantir que o desenvolvimento da química não interfira no equilíbrio do meio ambiente ou interfira minimamente, evitando ao máximo os danos ambientais e buscando sempre conscientizar as pessoas disso”(A4).

“Parte da química voltada para preservação do meio ambiente e geração de resíduos”(A5).

Verificou-se ainda três Unidades de Sentidos que relaciona a Química Verde com o setor industrial, como mostra a Tabela 3.

Tabela 3: Química Verde relacionada à indústria

Unidades de Sentido (US)	Citações
Redução da geração de resíduos	3
Redução dos danos ambientais	6
Desenvolvimento da Química	6

Ainda podemos observar algumas respostas dos discentes, que estão em consonância com as referidas US.

“Química Verde trata da menor geração de resíduos possível por empresas produtoras ou que lidam com produtos químicos” (A7).

“Uma área da química que busca a redução do uso de materiais tóxicos no meio ambiente” (A11).

“Compreendo como maneiras de fazer com que haja menos poluição, criando produtos que possam minimizar essas causa através de processos químicos” (A12).

Observamos que os discentes tem varias concepções sobre a QV, o que acaba ganhando um papel extremamente relevante para a vida da humanidade, já que está presente em diferentes setores da vida da sociedade. A QV vem sendo amplamente aceita na atualidade como “a área da química que se preocupa com o desenho, o desenvolvimento e a implementação de produtos e processos químicos visando reduzir ou eliminar substâncias perigosas para a saúde humana ou para o meio ambiente” (ANASTAS, WARNER, 2002, p.135).

Portanto, a QV vem consolidando a necessidade de uma prática química, que venha solucionar ou minimizar problemas ambientais, mostrando seu papel social, por meio de uma contextualização política, filosófica, história e econômica, e os discentes que participaram dessa pesquisa têm concepções coerentes com as perspectivas contemporâneas dessa área.

5.1.3 Categoria 3: Relações entre o conhecimento da Química Verde com Química Analítica II

Nesta categoria foi feito um questionamento em relação à disciplina Química Analítica II: perguntamos se a disciplina pode ou poderia fazer uma abordagem sobre os possíveis impactos dos reagentes utilizados e resíduos gerados para o meio ambiente na disciplina, com a justificativa para a resposta. Todos os 15 discentes que participaram da pesquisa responderam **sim**. As justificativas à pergunta resultaram em três Unidades de Sentido, conforme expresso na Tabela 4.

Tabela 4: Realização da abordagem sobre resíduos e seu manejo

Unidades de Sentido (US)	Citações
Abordagem superficial	1
Manejo de resíduos	13
Formação de professores	3

As justificativas abaixo, respondem muito bem às Unidades de Sentido informadas na tabela 4:

“Muitas vezes essa abordagem é mostrada de forma superficial, e a meu ver essa abordagem só tem efeito se praticada” (A1).

“Acredito que alguns professores de laboratório exercem suas atividades levando em consideração alguns aspectos da Química Verde. Destacando sem sombra de dúvidas o manejo dos resíduos gerados, pois o descarte adequado é muito importante para o meio ambiente” (A2).

“Sim, não só no laboratório de Química Analítica, como também as outras disciplinas práticas, pois deve ser bem trabalho em nossa graduação, já que seremos futuros professores” (A3).

Analisando a Tabela 4, podemos verificar que 13 citações feitas pelos discentes estão relacionadas a US “manejos de resíduos”. Essa concepção ganha força a partir da observação do descarte correto dos materiais utilizados nos experimentos, da observação de que as

indústrias não são as únicas geradoras de resíduos, que nos laboratórios das universidades também são produzidos contaminantes, sendo necessário o manejo adequado desses poluentes, mesmo que em pequenas quantidades.

De acordo com Tavares (2005) e Gerbase (2005), as indústrias são os maiores geradores de resíduos em relação ao volume e periculosidade, tendo uma estimativa de 2,9 milhões de toneladas de resíduos gerados anualmente, onde apenas 22% desses resíduos são tratados de maneira correta, enquanto nos laboratórios das universidades, escolas e institutos de pesquisa são gerados apenas 1% de resíduos perigosos.

É importante ressaltar que alguns discentes destacaram a relação entre formação de professores e aulas experimentais, reforçando a ideia de que as aulas de laboratório contribuem tanto para a formação como químicos quanto como (futuros) docentes.

Percebeu-se que houve uma dispersão por parte de alguns discentes quando salientam que a abordagem do tratamento residual é superficial. Ao analisarmos os roteiros da disciplina de Química Analítica II, observamos que o ministrador da disciplina sempre solicitava uma pesquisa sobre os possíveis impactos causados pelos reagentes e produtos gerados nos experimentos, bem como apresentava soluções práticas a fim de minimizar a produção residual ou facilitar o descarte corretamente.

Podemos observar essa abordagem no roteiro a partir dos trechos abaixo:

“Os resíduos produzidos nessa prática não necessitam de gerenciamento, pois os produtos gerados nas reações de neutralização são sal (NaCl) e água. Portanto sugere-se o descarte direto na pia”. (Anexo 4)

“As soluções resultantes das duas titulações contêm pequenas quantidades de Ag^+ , CrO_4^{2-} , que chegam a ser desprezíveis (sofrem diluição), considerando o volume final no erlenmeyer. Portanto, apesar de estas espécies serem nocivas ao ambiente, essas soluções não precisam passar por tratamento, podendo ser descartadas diretamente na pia”. (Anexo 5)

5.1.4 Categoria 4: Realização do manejo dos resíduos gerados nas práticas experimentais de Química Analítica II

Nessa Categoria foi questionado se os discentes sabiam informar como era realizado o manejo dos resíduos gerados nas práticas experimentais da disciplina. Dos 15 participantes

da pesquisa, 10 afirmaram que o manejo é realizado, 4 discentes não souberam informar, e 1 não respondeu a questão.

Na Tabela 5, podemos observar que as respostas de seis discentes se enquadram na US “não tem o conhecimento do processo”, ou seja, os mesmos não sabem como acontece o descarte dos resíduos gerados após as práticas. Ressaltamos que o conhecimento do descarte e tratamento residual contribui para a formação dos graduandos, e poderia ser parte das atividades experimentais, ou mesmo ter aulas destinadas exclusivamente ao tratamento desses resíduos.

Tabela 5: Realização dos manejos dos rejeitos

Unidades de Sentido (US)	Citações
Forma superficial	1
Não tem o conhecimento do processo (discente)	6
Tratamento químico é feito pelo técnico	3
Tem conhecimento do processo (discente)	2

Respondendo as Unidades de Sentido da tabela 5, algumas situações observadas pelos discentes que participaram da pesquisa, alegando que:

“É feita de forma superficial. Mais teoria” (A1).

“É do meu conhecimento que existe sim o manejo dos resíduos gerados. Entretanto, não sei dizer como é realizado tal processo” (A2).

“Os resíduos são separados e identificados após as práticas e depois são tratados pelos técnicos, acredito” (A4).

“Por exemplo, no caso de um ácido ou uma base, neutralizamos para poder descartar, nesta disciplina” (A3).

Analisando as respostas dos discentes, percebeu-se que os mesmos confirmam que o manejo de resíduos acontece, mas são desenvolvidos pelos técnicos da instituição, por outro lado, observamos também que o discente A3 exemplifica como o descarte acontece após uma prática em Química Analítica II, levando a observação de que algumas práticas envolvem o tratamento dos resíduos pelos licenciados, enquanto outras não.

Acreditamos que essa diferenciação ocorre devido à complexidade do tratamento e/ou falta de recursos e materiais suficientes para serem usados nas aulas de laboratório. Podemos verificar na Tabela 6 algumas Unidades de Sentido observadas nas justificativas feitas pelos discentes que afirmaram **não saber** informar se tinha ou não o manejo ou descarte dos resíduos gerados.

Tabela 6: Justificativas dos discentes que respondeu não para o descarte e manejo de resíduos

Unidades de Sentido (US)	Citações
Não respondeu	2
Nunca viu sendo descartado	1
Mesmo separados os resíduos ficavam nas capelas por vários dias	2

As justificativas a seguir explicitam de forma mais abrangente as respostas apresentadas pelos discentes que responderam **não** ao questionamento relacionado ao manejo e descarte de resíduos, concordando com as US na Tabela 6.

“Os resíduos eram guardados para que os técnicos dessem um destino final para tal” (A15).

“O que via apenas que eram separados em um determinado local, mas nunca os vi sendo descartados, muitas vezes permaneciam nas capelas por vários dias” (A12).

Podemos notar que as respostas dos discentes A15 e A12 acabam tendo uma contradição perante as respostas dos outros participantes, no qual relatam que não sabem como acontece o manejo dos rejeitos dos experimentos. Ainda podemos deduzir que quando esses discentes cursaram essa disciplina não se verificava nenhum tipo de descarte, como os próprios descreveram em suas respostas.

5.1.5 Categoria 5: Aspectos em que pode ser desenvolvida a Química Verde e seus doze princípios

Nessa Categoria não foram utilizadas Unidades de Sentido, uma vez que se utilizou uma tabela em que os discentes simplesmente marcariam um X nas afirmações em que os mesmos observavam aspectos voltados a QV e seus doze princípios. Os resultados podem ser verificados na Tabela 7, que contem com as afirmações citadas.

Tabela 7: Aspectos em que está sendo desenvolvida a Química Verde e seus princípios

Afirmações	Indicações
Utilização de grande quantidade de reagentes nas práticas.	0
Abordagem sobre os resíduos gerados pelas práticas, viabilizando o descarte correto.	15
Redução de reagentes utilizados nas práticas experimentais.	15
Descarte na pia de substâncias perigosas (tóxicas).	0
Utilização de material de baixo custo ou do nosso cotidiano.	14
Reutilização de soluções em outras práticas.	15
Escolhas de substâncias nocivas para prevenir acidentes químicos.	3

De modo geral, o número de discentes que classificaram corretamente as afirmações sobre os aspectos que envolvem a QV e seus doze princípios foram bastante significativas, observando que os mesmos conseguem identificar muito bem as situações que podem principalmente prevenir os impactos ambientais.

Percebeu-se também que apenas 3 discentes marcaram a última afirmação “*Escolhas de substâncias nocivas para prevenir acidentes químicos*”, o que nos leva a crer na falta de conhecimento e significado sobre a palavra “nociva”, pois sabendo de seu significado podemos concluir que o discente não marcariam essa afirmação, pelo fato de que praticamente todos os discentes conseguiram distinguir muito bem situações em que a QV está presente.

5.1.6 Categoria 6: Química Verde como ferramenta interdisciplinar na problematização das práticas experimentais

Essa Categoria teve o intuito de verificar por parte dos discentes se a QV seria um elemento interdisciplinar nos experimentos realizados na disciplina Química Analítica II. Dos 15 participantes do questionário, 14 deles responderam sim, que a QV é uma boa ferramenta

interdisciplinar. Apenas 1 dos discentes respondeu que a QV não é uma ferramenta interdisciplinar, alegando que somente Educação Ambiental teria este objetivo. Da mesma forma como as demais Categorias, as justificativas dadas pelos discentes foram analisadas e transformadas em US, buscando assim os vários sentidos em uma mesma resposta, conforme apresentado na Tabela 8.

Tabela 8: Problemas que podem ser trabalhados como ferramenta interdisciplinar

Unidades de Sentido (US)	Citações
Reutilização e manejo de resíduos	9
Práticas voltadas para o cotidiano	5
Realização do processo de manuseio	2
Educação Ambiental	1

A maioria dos discentes afirmou que uma forma de abordar a interdisciplinaridade da QV seria por meio da reutilização e manejo de resíduos, como mostra as justificativas abaixo:

“Sim, através da conscientização dos alunos sobre o descarte dos reagentes nocivos ao meio ambiente” (A6).

“Sim, pois assim teríamos uma abordagem maior, podendo aprender de forma significativa esse manuseio desses resíduos e não apenas ver teoria e mandar separar em um local para que os técnicos que destine aqueles resíduos e sim poderíamos saber pra onde vai” (A1).

“Com toda certeza, mediante discussões e pesquisas sobre os reagentes utilizados e rejeitos produzidos. Com o dialogo poderiam ser abordadas questões mais amplas, podendo haver uma contextualização do conteúdo de cada atividade” (A4).

“Sim, onde os alunos além de realizar as práticas experimentais tivessem conhecimento de como realizar o manejo dos resíduos gerados e pudessem contribuir para o manejo dos resíduos gerado durante as aulas” (A5).

“Sim, na reutilização e manejo de resíduos” (A14).

Percebe-se a importância que os discentes veem em conhecer o manuseio dos rejeitos nas práticas experimentais, bem como, conhecer melhor aplicações que possam diminuir os danos ambientais provocados pelo descarte incorreto dos resíduos químicos gerados, visto que os mesmos se apresentam de várias formas, havendo ou não a capacidade de favorecer ou degradar o meio ambiente.

Dessa forma, a QV vem se estabelecendo a cada momento, buscando um enfoque maior para enfrentar os desafios representados pela preservação do ambiente em uma sociedade que está em contínuo desenvolvimento. O descarte de resíduos gerados em qualquer espaço, tais como, laboratório, indústrias ou sala de aula, precisam ser minimizados, buscando melhores alternativas para o seu descarte. Assim, para Anastas e Kirchhoff (2002), o conhecimento químico deve ser agregado para o desenvolvimento de metodologias e processos de uma forma econômica e viável, para que venham proteger a saúde humana e o meio ambiente, correlacionando, portanto, conceitos químicos com a ética ambiental, visando um ambiente mais sustentável, livre de poluição.

Observou-se ainda que um discente não concordou que a QV poderia ser uma ferramenta interdisciplinar, uma vez que, o mesmo afirma que só a Educação Ambiental seria interdisciplinar como mostra sua justificativa a seguir.

“A QV não, mas a Educação Ambiental sim, por ser e ter transversalidade, podendo não só passar por todas as disciplinas, mas também por todas as áreas de conhecimento” (A7).

Educação Ambiental é um tema transversal, mais ela está relacionada com um processo informativo e formativo dos indivíduos, buscando desenvolver habilidades que modifiquem atitudes em relação ao meio, assim, tornando a comunidade educativa mais consciente da realidade global, enquanto a QV fornece ao estudante a oportunidade de fazer conexões entre a química, outras disciplinas e aspectos do dia a dia (GÓES, 2013). Além do aprendizado de conhecimentos básicos de química, a QV busca relacionar à capacidade para participar do desenvolvimento da sociedade, tal como discutido nos termos do ensino para o desenvolvimento sustentável.

5.1.7 Categoria 7: Sugestões de melhorias para disciplina Química Analítica II

Os argumentos apontados pelos discentes sobre essa Categoria nos levam a inferir que a maioria deles sugere que as atividades experimentais apresentem a tríade problematização, contextualização e interdisciplinaridade, dando dessa forma um aspecto mais dinâmico a essas atividades, abandonando dessa forma o tradicionalismo dos roteiros prontos das atividades laboratoriais, como podemos verificar na Tabela 9.

Tabela 9: Sugestões de melhorias para aulas de laboratório

Unidades de Sentido (US)	Citações
A conscientização do discente (formação docente)	2
Ter prática experimentais contextualizadas, problematizadas e interdisciplinar.	9
Métodos de reutilização de reagentes e produtos	5
Abandonar os roteiros tradicionais (receita de bolo)	4
Aulas deveriam ser mais explicativas	2
O roteiro do experimento já afirmava como seria o manuseio	3
Relacionar as práticas com suas futuras aulas de laboratório no ensino médio	1

Observando-se a Tabela 9 inferimos que a maioria dos discentes prefere uma abordagem que os faça interagir de uma forma mais ampla com as atividades, de uma maneira que os faça pensar, interagir com o que está sendo exposto e não simplesmente seguir um roteiro pré-determinado, como exemplificado abaixo na transcrição de algumas respostas do questionário.

“Eu esperaria que usassem práticas problematizadas, que nos levem a pensar e não apenas seguir um roteiro e comprovar o que já existem. O primeiro passo como sugestão seria abandonar os tradicionais roteiros, que na verdade são vistos por muitos como receita de bolo” (A2).

“A maneira como estão sendo desenvolvidas as aulas é satisfatória, apenas os experimentos deveriam ser mais contextualizados para o nosso dia-a-dia” (A6).

Outro ponto abordado por uma boa quantidade de discentes foi a preocupação com a metodologia de reutilização do que é utilizado nas práticas de laboratório, seja reagente ou produto, como também com o correto descarte dos mesmos a fim de minimizar danos ambientais, mostrando que mesmo de maneira inconsciente, os postulados da QV estão presentes no senso comum dos discentes, como mostrado abaixo:

“Esperaria que o aluno junto ao professor reflitam sobre os fenômenos existentes na prática, frente a geração de resíduos e minimização dos mesmos. Fazendo com que os alunos consigam relacionar e associar aos conteúdos abordados em sala de aula e também sobre suas futuras aulas de laboratório. Dando ênfase para a utilização e preparo de produtos químicos. Colaborando assim, com a química verde. E sempre que gerar resíduos saber destina-lo. Ou também, se possível substituir um produto químico mais forte por um mais fraco. E tomar cuidados para não despejar na pia substancias perigosas” (A11).

“Considero Química Analítica II como um dos laboratórios que mais aprendi, mas sugiro que se trabalhe esses descartes e uso de reagentes nocivos de forma interdisciplinar relacionando com as outras práticas de outras disciplinas que são realizadas no mesmo laboratório, conseguindo trabalhar em todo o curso esse descarte correto e o uso reduzido e não só de Química Analítica II” (A9).

Além disso, relacionar as práticas em laboratório enquanto discente com a sua futura prática profissional também foi um dos apontamentos dos graduandos. No decorrer das aulas práticas preocupa-se em demonstrar as teorias que foram vistas em sala de aula, deixando-se dessa forma de desenvolver as habilidades e potencialidades de interação do discente com o objeto de estudo de uma maneira mais ampla, refletindo dessa forma na baixa frequência com que os professores do ensino médio utilizam das práticas em laboratório com as suas turmas (MÓL, 2006, p.57).

Para Mól (2008) a mudança de visão da sociedade frente aos problemas ambientais impõe ao futuro professor a adoção de uma visão mais crítica acerca desse tema, uma vez que,

a formação do químico ainda hoje está relacionada apenas na excelência técnica do profissional. Para Farias (2013), a exigência da sociedade é manter essa qualidade técnica do ensino, mas antes de tudo formar cidadãos, ou seja, profissionais com conhecimentos técnicos, mas também com uma visão global perante as questões ambientais.

Dessa forma, a QV vem aos poucos conquistado seu espaço ao iniciar estudos no sentido de implementar tecnologias verdes em suas atividades de pesquisa e ensino. De acordo com Lenardão (2003), já existem instituições tanto de ensino quanto de pesquisa com programas de gerenciamento de resíduos químicos bem estruturados, que são provenientes da pesquisa e do ensino. Mas ainda carece uma maior mobilização e discussões por alguns setores da sociedade em desenvolver tecnologias limpas e estratégias para a redução de resíduos tanto no meio acadêmico e industrial.

Desse modo, a QV não direciona-se apenas às consequências causadas pela química no ambiente, mas tem a preocupação em antecipar e relacionar o desenvolvimento de produtos e processos sustentáveis mais limpo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente foi realizado uma breve apresentação sobre o surgimento da QV, bem como sua definição e uma abordagem sobre os seus dozes princípios, os quais caracterizam a Química Verde. Em seguida, foram realizadas observações e análises sobre o PPC e a ementa da disciplina Química Analítica II, com o intuito de verificar se apresentam relações com a QV e seus dozes princípios, o que se pode constatar que não.

Em seguida, também foram analisados os roteiros das práticas experimentais e foi constatado que todos os roteiros das práticas da disciplina apresentam relações com a QV e seus princípios.

De modo geral, os roteiros das práticas de Química Analítica II atendem satisfatoriamente aos princípios da QV, pois conseguem atingir vários princípios que perpetuam a mesma, levando os discentes não só a ter uma maior conscientização, mas fazendo com que adquiram conhecimentos que podem ser utilizado futuramente quando tiverem atuando no ensino médio, ou seja, contribuindo para sua formação docente.

No presente trabalho também foi aplicado um questionário sendo este dividido em categorias, com o intuito de relacionar as concepções prévias sobre QV, no qual observamos que a maioria dos discentes que participou da pesquisa já ouviu falar sobre QV, principalmente na Universidade, podendo perceber que mesmo sendo vista de uma forma rápida, aos poucos a QV começa ganhar seu espaço no meio acadêmico, mesmo de maneira ainda tímida.

Notou-se que o manejo de resíduos gerados nas práticas experimentais de Química Analítica II acontece, mesmo que muitas vezes o discente não perceba, o que nos leva a destacar a necessidade de se realizar um enfoque mais intenso do que vem sendo desenvolvido no tocante a esse ponto.

Verificou-se também a necessidade da ampliação dessa área no meio acadêmico, como uma forma de contribuir para a formação de profissionais mais responsáveis e tecnicamente capazes de definir processos químicos que acionem a variável ambiental. A ampliação da abordagem dos aspectos da QV e os seus princípios as demais disciplinas práticas do curso seria bastante relevante, pois o discente, ao conhecer esses preceitos a partir de várias disciplinas, terá uma nova visão da química, a qual assume um papel importante para a melhoria da qualidade de vida da sociedade, bem como na busca por melhorarias e

aprimoramentos dos processos que causam degradação do meio ambiente, contribuindo para a formação do (futuro) professor no tocante a sua formação tanto como químico quanto como docente.

Como já foi mencionado, as questões ambientais têm que estar presentes em todos os níveis de ensino. O curso de Química-Licenciatura oferta a disciplina Educação Ambiental, o que é muito importante, mas verificou-se que sua ementa não propõe a abordagem da QV, o que seria de extrema importância para ampliação do conhecimento diante das questões ambientais e a articulação da química com essa problemática.

Acreditamos que também seria necessário cursos de formação continuada na perspectiva da QV para os docentes do curso, no intuito de capacitar esses profissionais para discutirem essa tema com mais propriedade, bem como qualificá-los para adaptar os roteiros experimentais das suas disciplinas de laboratório, contribuindo para a necessidade de se observar que a surgem evoluções significativas para o desenvolvimento alternativo e sustentável da química.

Por fim, de modo geral, pelo menos explicitamente, o curso de Química-Licenciatura ainda não faz uma abordagem significativa da Química Verde no meio acadêmico, o que acaba não promovendo uma articulação entre química e aspectos ambientais, relação considerada importante na formação de professores, ensino de ciências e conscientização socioambiental na atualidade, contudo, na disciplina de Química Analítica II, a abordagem dos princípios da QV são muito significativos, e tem contribuído sobremaneira na formação ambiental, química e docente dos futuros professores, observação essa que nos leva a defender a expansão das propostas da QV às demais disciplinas experimentais do curso.

7 REFERÊNCIAS

- ANASTAS, P. T. e KIRCHHOFF, M. M., Origins, Current Status, and Future Challenges of Green Chemistry, *Accounts of Chemical Research*, **35**(9), 686-694, 2002.
- ANASTAS, P. T.; KIRCHHOFF, MM. *Acc Chem. Res.*, v. 35, p. 686. 2002.
- ANASTAS, P.T.; Warner, J.C.; “Green Chemistry: theory and practice”. New York: Oxford University Press.1998.
- ANASTAS, P.T. E WARNER, J.C. Green Chemistry. Theory and Practice. Oxford University Press Inc., New York. 2000. 135 p.
- BARDIN, L. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70; 1977.
- BOSCHEN, S.; LENOIR, D.; SCHERINGER, M. Sustainable chemistry: starting points and prospects. *Naturwissenschaften*, v.90, p.93-102, 2003.
- 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. Brasília, 25 de julho de 2002.
- _____. Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental.
- CORTES JUNIOR, Lailton Passos. **As Representações Sociais de Química Ambiental: contribuições para a formação de bacharéis e professores de Química**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) USP, 2008.
- CORRÊA, Arlene G.; ZUIN, Arlene G. Princípios Fundamentais da Química Verde. In: CORRÊA, Arlene G.; ZUIN, Arlene G. (Org.). *Química Verde: Fundamentos e Aplicações*. São Carlos: Edufscar, 2009.
- DUARTE, ROSÁLIA. *Educar*, Curitiba, n. 24, p.213-225, 2004.
- FARIAS.L.A. Vinte anos de Química Verde: conquistas e desafios. *Revista Química Nova*, Vol.34, No.6,1089-1093, 2011.
- GAIE, J.B.R. (2002). Le basi morali della chimica verde. *Green Chemistry in Africa*, INCA (IT), Series 5, 11-19.
- GERBASE, Annelise Engel et al. Gerenciamentos de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. *Química Nova*, São Paulo, v. 28, n.1, 2005, p.3.
- GIL, A.C,1946 – Como elaborar projetos de pesquisa/Antônio Carlos Gil. – 4. ed – São Paulo: Atlas, 2002.

GIL-PÉREZ, D; VALDÉS CASTRO, P. La orientacion de Las Práticas de laboratorio com Investigacion: Um Ejemplo Ilustrativo. **Enseñanza de Las Ciências**, 14(2), p.155-163, 1996.

GOES.L.F. Aspectos do conhecimento pedagógico do conteúdo de química verde em professores universitários de química. *Educação Química*, vol 24, No.1, 113-123, 2013.

LENARDÃO, E. J. et al. “Green Chemistry” – Os 12 Princípios da Química verde e a sua inserção nas atividades de ensino e pesquisa. *Revista Química Nova*, Vol. 26, No. 1,p.123-129, 2003.

LIMA, B.F.C. Educação, Emancipação e Sustentabilidade: em defesa de uma pedagogia libertadora para a Educação Ambiental. In:Phillipe Pomier Layrargues(coord). *Identidades da Educação Ambiental Brasileira/Ministério do Meio Ambiente. Diretoria de Educação Ambiental*; Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

LÜDKE, Menga e ANDRÉ, Marli E. D. A. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986.

MÓL, Gerson de Souza. Experimentando química com segurança. **Química Nova na Escola**, n.27, p.57-60, 2008.

MOREIRA, Daniel Augusto. O método fenomenológico na pesquisa. São Paulo: Pioneira Thomson, 2002.

MORITA.T. Manual de soluções, reagentes e solventes: padronização, preparação, purificação com indicadores de segurança e de descarte de produtos químicos/Tokio Morita, Rosely Maria Viegas Assumpção. – São Paulo: editora Blucher, 2007.

PRADO, A.G.S. Química Verde, os desafios da química no novo milênio. **Química Nova**, v.26, n.5, p.738-744, 2003.

SANSEVERINO, A.M.; Química Verde. Uma Nova Filosofia. *Ciência Hoje*. 2002. 31, 20-27.

SILVA, F. A. S. **Contribuições do laboratório de ensino de química e biotecnologia na formação do licenciado em química da ufal**. 2010. 176 f. Dissertação (Mestrado em Educação). Maceió: Universidade Federal de Alagoas.

SUART, Rita de Cássio. A experimentação no ensino de química: conhecimentos e caminhos. In: SANTANA, Eliana; SILVA, Erivanildo. *Tópicos em Ensino de Química*. São Carlos: Pedro e João Editores, 2014. 250p.

TAVARES, Glauco Arnold; BENDASSOLI, José Albertino. Implantação de um programa de gerenciamento de resíduos químicos e águas servidas nos laboratórios de ensino e pesquisa no CENA/USP. *Química Nova*, v.28, n.4, p.732-738.

TUNDO, P.; ROMANO, U. Processi e prodotti puliti. **La Protezione Dell’ambiente in Italia**. Roma: Società Chimica Italiana, 1995.

VOGEL, A.I. Análise química quantitativa/Vogel; tradução Júlio Carlos Afonso, Paula Fernandes de Aguiar, Ricardo Bicca de Alencastro. – reimp. – Rio de Janeiro; LTC, 2008.

ZUIN, V.G. Considerações sobre o desenvolvimento de metodologias analíticas verdes: técnicas modernas para o preparo de amostras. In: CORREA, A.G.; ZUIN, V.G. Química Verde: fundamentos e aplicações. São Carlos: EDUFSCar (no prelo) 2008.

ZUIN, V.G. Considerações sobre o desenvolvimento de metodologias analíticas verdes: Preparo de amostra. In: CORRÊA, A. G.; ZUIN, V.G. **Química Verde: Fundamentos e Aplicações**. São Carlos: EDVFS CAR, 2012.(Série de Texto da Escola de Verão em Química. Vol.V).

ZUIN, V.G. Trajetórias em Formação Docente: da química verde à ambientalização curricular. In: 31ª Reunião Anual da ANPED, Caxambu – MG, 19 a 22 de outubro de 2008. Disponível em: < 31reuniao.anped.org.br >. Acesso em 10 de junho de 2015.

8 ANEXOS

ANEXO 1: Roteiro para Coleta de Evidências

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (UFPE)
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE (CAA)
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE (NFD)
CURSO QUÍMICA-LICENCIATURA

TCC



A RELEVÂNCIA DA QUÍMICA VERDE NA FORMAÇÃO DOCENTE: UMA ABORDAGEM NA DISCIPLINA DE QUÍMICA ANALÍTICA II

QUESTIONÁRIO DIRECIONADO AOS DISCENTES

1. No contexto atual que vivenciamos as questões ambientais, você já ouviu falar em Química Verde?

☐

Sim

☐

Não

2. Onde você ouviu falar? E o que foi falado sobre o tema?

3. O que você entendeu sobre a Química Verde?

4. Como você define a Química Verde?

5. Você acha que a disciplina Química Analítica II poderia fazer uma abordagem sobre os possíveis impactos dos reagentes utilizados e resíduos gerados para o meio ambiente? Por que?

☐

Sim

☐

Não

-
-
6. Você sabe informar se em Química Analítica II é feito o manejo dos resíduos gerados nas práticas experimentais? E como é feito esse manejo?

☐

Sim

☐

Não

-
-
7. Marque um X nos aspectos abaixo em que você acha que está sendo desenvolvida a Química Verde e seus princípios.

☐	Utilização de grande quantidade de reagentes nas práticas;
☐	Abordagem sobre os resíduos gerados pelas práticas, viabilizando o descarte correto;
☐	Redução de reagentes utilizados nas práticas experimentais;
☐	Descarte na pia de substâncias perigosas (tóxicas);
☐	Utilização de material de baixo custo ou do nosso cotidiano;
☐	Reutilização de soluções em outras práticas;
☐	Escolhas de substâncias nocivas para prevenir acidentes químicos;

8. Você acha que Química Verde seria uma ferramenta interdisciplinar importante para ser utilizada na problematização das práticas experimentais de Química Analítica II? Como?
-
-
-

9. Como você esperaria que fosse as aulas de Química Analítica II? Qual seria sua sugestão para melhorar?

ANEXO 2

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE – CAA



Química Analítica II

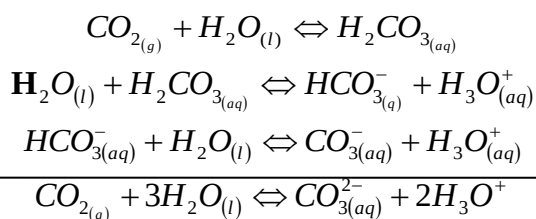
Prática 1
VOLUMETRIA ÁCIDO-BASE 01/09/2015

PREPARAÇÃO DE SOLUÇÕES

INTRODUÇÃO

Os métodos volumétricos são um grupo de procedimentos quantitativos baseados na determinação da concentração de um constituinte de uma amostra a partir de uma reação, em solução. O analito é titulado com um reagente de concentração conhecida e a reação é acompanhada pela medida de quantidades discretas de solução adicionada. Genericamente, trata-se de determinar a concentração de uma espécie de interesse em uma amostra a partir do volume (ou massa) de uma solução com concentração exatamente conhecida (solução padrão) necessária para reagir quantitativamente com esta amostra em solução (solução problema). A volumetria de neutralização é um método clássico de análise química empregado na determinação quantitativa de ácidos e bases. Mais do que isso, o método pode ser empregado no monitoramento de reações que produzem ou consomem íons hidrogênio, ou seja, é possível acompanhar o avanço dessas reações com base no equilíbrio ácido-base.

Em química ambiental, por exemplo, um dos maiores indicadores de mudanças climáticas globais é o $\text{CO}_{2(g)}$, cuja emissão para atmosfera teve aumento considerável após a revolução industrial. Os oceanos são os maiores reservatórios de CO_2 atmosférico através da dissolução do CO_2 , resultando no aumento da concentração de H_2CO_3 e consequente redução do pH, justificada pelos equilíbrios que seguem:



A volumetria de neutralização envolve a titulação de espécies químicas ácidas com solução padrão alcalina (alcalimetria) e titulação de espécies químicas básicas com soluções

padrão ácidas (acidimetria). O ponto de equivalência é tingido quando o titulado reagiu completamente com o titulante, nesse ponto as concentrações do titulante e do titulado estão nas proporções estequiométricas da reação. O ponto final de titulação refere-se ao momento em que o indicador muda de cor, não devendo ser confundido, portanto com o ponto de equivalência e pode ser determinado por um indicador químico (indicador ácido-base) ou por método instrumental.

O objetivo desta prática é preparar soluções de substâncias ácidas e básicas para uso em determinações analíticas utilizando volumetria ácido-base.

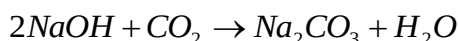
PRÉ-LABORATÓRIO

- 1) Faça um planejamento das etapas operacionais da atividade experimental
- 2) Elabore fichas técnicas dos reagentes utilizados no experimento, com descrição da composição, impurezas, cuidados com manuseio e informações sobre toxicidade dos mesmos.
- 3) Faça uma abordagem sobre o impacto dos reagentes utilizados e resíduos gerados, para o meio ambiente, bem como a necessidade de se realizar o manejo dos resíduos gerados na prática.
- 4) Faça um fluxograma das etapas operacionais da atividade experimental
- 5) Elabore um resumo sucinto dos cuidados com o manuseio e armazenamento dos reagentes usados nesta atividade experimental.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Preparo da Solução de NaOH 0,1 mol dm⁻³

O hidróxido de sódio (NaOH) tanto no estado sólido como em solução, absorve rapidamente CO₂ da atmosfera havendo produção de carbonato de sódio (Na₂CO₃), segundo a reação:



O carbonato de sódio pode ser eliminado da solução de hidróxido de sódio preparando-se uma solução concentrada. O carbonato fica em solução e depois que a base for dissolvida ele sedimentará muito lentamente.

Outra característica importante do NaOH é que na fase sólida (em formato semelhante ao de pastilhas) também é altamente higroscópico. A química define higroscopia como a capacidade de uma espécie em absorver água.

1.1 MATERIAIS

Reagentes e vidrarias

Hidróxido de sódio (NaOH)

Balão volumétrico de 50 mL

Balão volumétrico de 100 mL

Béquero de 100 mL para dissolução do NaOH

Bastão de vidro

Pipeta volumétrica de 10 mL

1.2 PROCEDIMENTO

Calcule a massa de NaOH necessária para preparar 50,0 mL de uma solução 1 mol L^{-1} . Pese uma massa equivalente à massa calculada, dissolva em um béquer e transfira para um balão volumétrico de 50,0 mL (lavando as paredes do béquer com água destilada, para que não se perca massa de NaOH, transferindo as águas de lavagem para o balão volumétrico e usando água destilada. Complete o volume com água destilada e homogenize.

A partir da solução 1 mol L^{-1} obtida acima, prepare 100 mL de solução 0,1 M e guarde-a em frasco de polietileno ou vidro parafinado com rolha de borracha. Essa solução será padronizada na próxima prática.

2 Preparo da Solução de HCl $0,1\text{ mol dm}^{-3}$

2.1 MATERIAIS

Reagentes e vidrarias

Ácido clorídrico (HCl)

Balão volumétrico de 100 mL

Béquer de 100 mL para transferir o HCl e evitar contaminação do reagente

Pipeta graduada de 5 ou 10 mL

2.2 PROCEDIMENTO

2.2.1 Procure no rótulo do frasco de ácido clorídrico (HCl) concentrado, sua densidade e sua concentração expressa em peso e calcule a molaridade deste ácido concentrado.

2.2.2 Com base na molaridade do ácido concentrado, calcule o volume necessário do mesmo para preparar, por diluição, 100,0 mL de uma solução de HCl $0,1\text{ mol L}^{-1}$. Prepare a solução adicionando o ácido concentrado sobre cerca de 50,0 mL de água destilada em um béquer. (NUNCA ADICIONAR ÁGUA DIRETAMENTE SOBRE O ÁCIDO CONCENTRADO). Após a diluição, transfira para um balão volumétrico de 100,0 mL e complete o volume com água destilada.

2.2.3 Guarde esta solução em um frasco de vidro para ser padronizada na próxima prática.

3 Preparo da Solução de Biftalato de potássio ($\text{C}_6\text{H}_4\text{COOKCOOH}$) $0,1\text{ mol dm}^{-3}$

3.1 MATERIAIS

Reagentes e vidrarias

Biftalato de potássio ($\text{C}_6\text{H}_4\text{COOKCOOH}$)

Balão volumétrico de 100 mL

Béquer de 100 mL para dissolução do biftalato

Bastão de vidro

3.2 PROCEDIMENTO

3.2.1 Veja no frasco que contém o biftalato de potássio a sua massa molar e calcule, a partir desta, a massa necessária para preparar 100,0 mL de uma solução $0,1\text{ mol L}^{-1}$.

3.2.2 Pese a massa de biftalato calculada em um béquer pequeno (de aproximadamente 100,0 mL), dissolva com a menor quantidade de água e transfira para um balão volumétrico de 100,0 mL (lavando as paredes do béquer com água destilada, para que não se perca massa de biftalato, transferindo as águas de lavagem para o balão volumétrico).

3.2.3 Complete o volume com água destilada até o menisco de 100,0 mL.

3.2.4 Homogenize e guarde a solução em frasco de polietileno.

Observação:

Como o biftalato de potássio é padrão primário, a solução preparada não necessita ser padronizada para se saber a sua concentração. É necessário apenas calcular sua concentração a partir da massa pesada e do volume de diluição. Esta solução padrão será usada na próxima prática, para padronizar a solução de hidróxido de sódio que você preparou.

ANEXO 3

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE – CAA



Química Analítica II

Prática 2

09/04/2015

VOLUMETRIA ÁCIDO-BASE

PADRONIZAÇÃO DA SOLUÇÃO NAOH E APLICAÇÃO DA VOLUMETRIA ÁCIDO-BASE

OBJETIVOS

Padronização de NaOH 0,1 mol.L⁻¹
Determinação de ácido acético no vinagre

PRÉ-LABORATÓRIO

- 6) Faça um planejamento das etapas operacionais da atividade experimental
- 7) Elabore um resumo sucinto dos cuidados com o manuseio e armazenamento dos reagentes usados nesta atividade experimental.
- 8) Faça uma abordagem sobre o impacto dos reagentes utilizados e resíduos gerados, para o meio ambiente, bem como a necessidade de se realizar o manejo dos resíduos gerados na prática.

METODOLOGIA

2. Padronização da solução de hidróxido de sódio

1.1 Materiais

Vidrarias	Reagentes e soluções
Pipeta volumétrica de 5 ml	Solução de NaOH 0,1M previamente preparada

3 Erlenmeyers de 125ml	Solução de biftalato 0,1M previamente preparada
Bureta de 25 ml	Indicador fenolftaleína 1%
Bequer de 100 ml para manuseio da bureta	

1.2 Procedimento experimental

1.2.1 Retire com pipeta volumétrica, 3 alíquotas de 5,0 ml da solução de biftalato de potássio 0,1 M, preparada na prática 1 e transfira para 3 erlenmeyers.

1.2.2 Acrescente 2 gotas de fenolftaleína 1% e titule com a solução de NaOH preparada na prática 1, até que se observe uma coloração levemente rósea.

1.2.3 Anote o volume gasto de solução de NaOH, calcule a concentração real, em mol L^{-1} dessa solução e rotule o frasco com a real concentração dessa solução.

2. Determinação de ácido acético no vinagre

2.1. Materiais

Vidrarias	Reagentes e soluções
Pipeta volumétricas de 5 ml	Solução de NaOH 0,1M previamente padronizada
Pipeta volumétricas de 10 ml	
3 Erlenmeyers de 125 ml	Vinagre comercial
Bureta de 25 ml	Indicador fenolftaleína 0,1 %
Proveta para transferir 15 ml de água	
Balão de 50 ml	

2.2 Procedimento experimental

2.2.1 Transfira quantitativamente 10,0 ml de vinagre para um balão volumétrico de 50,0 ml, complete o volume com água e homogeneíze.

2.2.2 Retire três alíquotas de 5,0 ml (com pipeta volumétrica) e transfira para três erlenmeyers. Adicione aproximadamente 10 ml de água e 2 gotas de fenolftaleína 1%. Titule com solução de NaOH, previamente padronizada, até obter uma solução de coloração levemente rósea persistente sob agitação.

2.2.3 Anote o volume gasto de solução de NaOH e calcule o %p/v de ácido acético no vinagre e também a massa, em gramas de CH_3COOH / Ml de vinagre. Compare o resultado com a concentração indicada no rótulo do produto. Este será o valor real para o cálculo da exatidão

2.2.4. Para os cálculos estatísticos calcule a média e desvio padrão dos volumes gastos na bureta.

Observações: 1) Antes de qualquer titulação, a bureta deve ser previamente lavada com água destilada. Em seguida “lavar” com solução titulante; 2) As titulações devem ser realizadas gota a gota, sob constante agitação e em triplicatas. Usar nos cálculos, o valor médio entre os volumes gastos.

ANEXO 4

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE – CAA



Química Analítica II

Prática 3 (29/09/2015)

VOLUMETRIA ÁCIDO-BASE

APLICAÇÃO DA VOLUMETRIA DE ÁCIDO-BASE

OBJETIVOS

Padronização de HCl $0,1 \text{ mol.L}^{-1}$

Determinação da composição da soda cáustica

PRÉ-LABORATÓRIO

- 9) Faça um planejamento das etapas operacionais da atividade experimental
- 10) Elabore um resumo sucinto dos cuidados com o manuseio e armazenamento dos reagentes usados nesta atividade experimental.
- 11) Faça uma abordagem sobre o impacto dos reagentes utilizados e resíduos gerados, para o meio ambiente, bem como a necessidade de se realizar o manejo dos resíduos gerados na prática.

METODOLOGIA

1. Padronização da solução de ácido clorídrico (HCl)

1.1 Materiais

Vidrarias	Reagentes e soluções
Pipeta volumétrica de 5mL	Solução de NaOH 0,1M previamente

	padronizada
3 Erlenmeyers de 125 mL	Solução de HCl 0,1M
Bureta de 25 mL	Indicador vermelho de metila 0,1 %
Bequer de 100 mL para manuseio da bureta	

1.2 Procedimento experimental

2.2.1 Retire com pipeta volumétrica, três alíquotas de 5,0 mL da solução de HCl preparada na aula passada, transfira para 3erlenmeyers e acrescente 2 gotas do indicador vermelho de metila 0,1 %. Titule o HCl com solução de NaOH, previamente padronizada, até obter uma mudança de coloração de vermelho para amarelo.

2.2.2 Anote o volume de NaOH gasto na bureta e calcule a concentração real, em mol L^{-1} , da solução de HCl. Rotule o frasco com a real concentração dessa solução.

2. Determinação de carbonato de sódio e hidróxido de sódio na soda cáustica

2.1 Materiais

Vidrarias	Reagentes e soluções
Vidro de relógio	Solução de HCl 0,1M previamente padronizada
Balão volumétrico de 50 mL	Indicador azul de bromofenol 0,1%
Bureta de 25 mL	Indicador fenolftaleína 1%
3 Erlenmeyers de 125 mL	
Pipeta volumétrica de 10,0 mL	
Béquer de 100 mL	

2.2 Procedimento experimental

2.2.1 Pese aproximadamente 0,2 g de soda cáustica e transfira com água para um balão volumétrico de 50,0mL. Complete o volume e homogeneíze.

2.2.2 Retire, com auxílio de pipeta volumétrica, três alíquotas de 10,0 mL dessa solução e ponha em três erlenmeyers.

2.2.3 No primeiro erlenmeyer adicione 2 a 3 gotas de fenolftaleína 1 % e titule com HCl previamente padronizado, até descoramento da solução e anote o volume gasto.

2.2.4 No segundo erlenmeyer adicione 3 gotas de azul de bromofenol 0,1 % e titule com HCl até aparecimento de coloração amarela. Anote o volume gasto.

2.2.5 Para calcular as percentagens de NaOH e de Na_2CO_3 , observe as informações dadas a seguir:

a) $V - 2(V - v)$ = volume de HCl necessário para reagir apenas com NaOH

b) $2(V - v)$ = volume de HCl necessário para reagir apenas com Na_2CO_3 .

- **MANEJO DE RESÍDUOS**



Os resíduos produzidos nessa prática não necessitam de gerenciamento, pois os produtos gerados nas reações de neutralização são sal e água. Portanto sugere-se o descarte direto na pia.

ANEXO 5

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE – CAA
Química Analítica II



Prática 4 (31/10/2014)

VOLUMETRIA DE PRECIPITAÇÃO: método de Morh

OBJETIVOS

Padronizar de AgNO_3 1,0 mol.L⁻¹

Determinar cloreto em água potável

PRÉ-LABORATÓRIO

- 12) Faça um planejamento das etapas operacionais da atividade experimental
- 13) Elabore um resumo sucinto dos cuidados com o manuseio e armazenamento dos reagentes usados nesta atividade experimental.
- 14) Faça uma abordagem sobre o impacto dos reagentes utilizados e resíduos gerados, para o meio ambiente, bem como a necessidade de se realizar o manejo dos resíduos gerados na prática.

1. PADRONIZAÇÃO DA SOLUÇÃO DE AgNO_3

1.1 Materiais

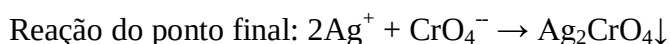
Vidrarias	Reagentes e soluções
2 Pipetas volumétricas de 5mL	Solução de NaCl 0,1 mol/L
Pipeta graduada de 1 mL	Solução de K ₂ CrO ₄ 5%
Bureta de 25 mL	Solução de AgNO ₃ 0,1 mol/L
3 erlenmeyers de 125 mL	CaCO ₃ livre de cloreto

1.2 Procedimento

1.2.1. Retire com uma pipeta volumétrica três alíquotas de 5,0 mL da solução de NaCl 0,1 mol/L, transfira para três erlenmeyers e acrescente 0,3mL do indicador K₂CrO₄ 5% em cada um deles.

1.2.2 Titule com a solução de AgNO₃ 0,1 mol/L (preparada com água deionizada) até que se observe leve coloração castanho persistente sob agitação.

1.2.3 Anote o volume gasto da solução de AgNO₃, calcule a concentração real de AgNO₃ em mol/L e rotule o frasco com a real concentração dessa solução.



OBSERVAÇÕES:

Faça um ensaio em branco: em um erlenmeyer adicione 5,0 mL de água deionizada, 0,3 mL de K₂CrO₄ 5% e aproximadamente 0,1 g de carbonato de cálcio (livre de cloreto). Titule com solução de AgNO₃ até obter a mesma coloração levemente castanha persistente. A adição de carbonato de cálcio tem por objetivo facilitar a igualdade das cores, já que desta maneira ambos os recipientes contém um precipitado branco. O volume do ensaio em branco (aproximadamente 0,1 mL) deve ser subtraído do volume de AgNO₃ gasto na titulação da padronização, ou seja:

$$V = V_1 - V_2, \text{ onde:}$$

V = volume de AgNO₃ que reage apenas com o íon cloreto

V₁ = volume de AgNO₃ que reage com o íon cloreto e com o cromato

V₂ = volume de AgNO₃ que reage apenas com o íon cromato (ensaio em branco)

2. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE CLORETO NA ÁGUA POTÁVEL PELO MÉTODO DE MOHR (MÉTODO DIRETO)

2.1. Materiais

Vidrarias	Reagentes e soluções
Proveta de 100 mL	Solução de K ₂ CrO ₄ 5%

Pipeta graduada de 1 mL
Bureta de 25 mL
3erlenmeyers de 125 mL

Solução de AgNO_3 0,1 mol/L
 CaCO_3 livre de cloreto

2.2. Materiais

2.2.1. Meça três alíquotas de 100,0 mL de água potável. Transfira para três erlenmeyers e adicione 1 mL de K_2CrO_4 5%.

2.2.2. Titule com solução de AgNO_3 0,1 mol/L, até que se observe uma leve coloração castanha que não desaparece por agitação. Faça o ensaio em branco.

2.2.3. Calcule o teor de cloreto expressando-o em ppm (mg/L) e em g / 100 mL de amostra.

2.2.4. Calcule os erros absoluto e relativo e a recuperação (eficiência do método) utilizando como concentração real de cloreto na água potável o valor obido pela equipe padrão.

2.2.5. Busque na literatura o limite máximo da concentração de cloreto em água potável, estabelecido pela legislação e compare com os valores obtidos.

2.2.6. Analise os resultados de todas as equipes, indicando se alguma amostra apresenta teor de cloreto acima do limite estabelecido pela legislação.

Manejo de resíduos: As soluções resultantes das duas titulações contêm pequenas quantidades de Ag^+ , CrO_4^{2-} , que chegam a ser desprezíveis (sofrem diluição), considerando o volume final no erlenmeyer. Portanto, apesar de estas espécies serem nocivas ao ambiente, essas soluções não precisam passar por tratamento, podendo ser descartadas diretamente na pia.

ANEXO 6

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE – CAA



Química Analítica II

Prática 5 (20/10/2015)

VOLUMETRIA DE PRECIPITAÇÃO

OBJETIVOS

Padronização de KSCN 1,0 mol.L⁻¹
Determinação de KI em Xarope

PRÉ-LABORATÓRIO

- 15) Faça um planejamento das etapas operacionais da atividade experimental
- 16) Elabore um resumo sucinto dos cuidados com o manuseio e armazenamento dos reagentes usados nesta atividade experimental.
- 17) Faça uma abordagem sobre o impacto dos reagentes utilizados e resíduos gerados, para o meio ambiente, bem como a necessidade de se realizar o manejo dos resíduos gerados na prática.

3. PADRONIZAÇÃO DA SOLUÇÃO DE KSCN

1.1 Materiais

Vidrarias	Reagentes e soluções
-----------	----------------------

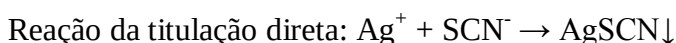
Pipeta volumétrica de 5mL	500 mL de Solução de KSCN 0,1 mol/L
1 Pipeta graduada de 2 mL para HNO ₃ (uso comum)	Solução de (NH ₄)Fe(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O (indicador) 40% p/v
1 pipeta de 1mL para o indicador (uso comum)	
Bureta de 25 mL	Solução de AgNO ₃ 0,1 mol/L
3 erlenmeyers de 125 mL	Solução de HNO ₃ 5 mol/L
Bequer de 100 mL	

1.2 Procedimento

1.2.1 Com pipeta volumétrica, transfira três alíquotas de 5,0 mL da solução de AgNO₃, previamente padronizada para três erlenmeyers, e acrescente 1,5 mL de HNO₃ 5 M e 0,5 mL de sulfato férrico amoniacal (indicador) em cada.

1.2.2 Titule com solução de KSCN aproximadamente 0,1 M, até observar o aparecimento de uma leve coloração vermelho-alaranjado.

1.2.3 Deixe o precipitado sedimentar e observe se a solução sobrenadante tem realmente a coloração alaranjada. Agite fortemente. Se a coloração não desapareceu, o processo de titulação está terminado. Caso contrário continue a titulação. Anote o volume gasto da solução de KSCN e calcule a concentração em mol L⁻¹ desta solução.



OBSERVAÇÕES:

No início da precipitação se produz um precipitado branco que dá a solução uma aparência leitosa e cada gota de tiocianato de potássio produzirá uma coloração castanho vermelho-alaranjada que logo desaparece por agitação. Ao aproximar-se do ponto final, o precipitado coagula e sedimenta. Finalmente, quando uma gota de KSCN produzir uma leve coloração vermelho-alaranjada que não desaparece por agitação, tem-se atingido o ponto final da titulação.

2. DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE KI EM XAROPE PELO MÉTODO DE VOLHARD (TITULAÇÃO POR RETORNO)

2.1 Materiais

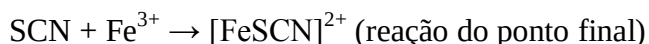
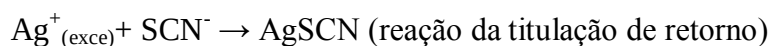
Vidrarias	Reagentes e soluções
2 Pipetas volumétricas de 10 mL	250 mL de Solução de KSCN 0,1 mol/L
Pipeta volumétrica de 5 mL	Solução de $(\text{NH}_4)\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (indicador) 40% p/v
Bureta de 25 mL	Solução de AgNO_3 0,1 mol/L
3 erlenmeyers de 125 mL	Solução de HNO_3 6 mol/L
balão volumétrico de 50 mL	Xarope
bequer de 100 mL	

2.2 Procedimento

2.2.1. Meça, com pipeta volumétrica, 5 mL da amostra de xarope e dilua para 50,0 mL em balão volumétrico.

2.2.2 Retire três alíquotas de 5,0 mL desta solução e transfira para três erlenmeyers (adicione cerca de 25 mL de água se o xarope for muito colorido). Junte 1 mL de HNO_3 6 M e 5,0 mL (medidos com pipeta volumétrica) da solução de AgNO_3 0,1 M, em cada um deles. Agite para coagular o precipitado amarelo que se forma.

2.2.3 Adicione 0,5 mL de sulfato férrico amoniacal (indicador) e titule com solução de KSCN até aparecer uma coloração alaranjada bem perceptível quando o precipitado sedimenta. Anote o volume de KSCN consumido nesta titulação e calcule a concentração de KI na amostra analisada, expressando o resultado em mg / 5,0 mL e g / 100 mL. Compare com o valor indicado no rótulo do produto e calcule os erros absoluto e relativo e a recuperação do método.



ANEXO 7

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE – CAA



Química Analítica II

Prática 6 10/11/2015

VOLUMETRIA DE ÓXIDO REDUÇÃO

**PADRONIZAÇÃO DA SOLUÇÃO DE $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ E APLICAÇÃO DA VOLUMETRIA DE
ÓXIDO REDUÇÃO**

INTRODUÇÃO

O sistema iodo-iodeto possui um potencial padrão de redução de 0,535 Volts, ocupando uma posição intermediária na tabela de potenciais de redução, essa característica confere ao sistema a capacidade de ser usado para oxidar substâncias fortemente redutoras ou reduzir substâncias oxidantes relativamente fortes. Em função do comportamento como agente oxidante ou redutor, o iodo pode ser utilizado em titulações de oxiredução, seguindo dois diferentes métodos, o método direto e o método indireto.

O método direto faz uso de uma solução padrão de iodo (I_2), preparada mediante dissolução do iodo em solução aquosa de iodeto de potássio (KI). Neste método o iodo é usado diretamente na titulação como oxidante. O método indireto consiste na dosagem de espécies oxidantes pela adição de

um excesso de iodeto (I^-). O iodeto é oxidado a iodo e posteriormente este é titulado com uma solução padrão de tiosulfato de sódio ($Na_2S_2O_3$).

A padronização de $Na_2S_2O_3$ faz-se indiretamente, utilizando como padrão primário o dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) em meio ácido e iodeto em excesso. O indicador usado na iodometria é uma suspensão de amido que em presença de iodo adquire uma coloração azul intensa. Na realidade essa cor é devida à adsorção de íons triiodeto (I_3^-) pelas macromoléculas do amido. O ajuste de pH na iodometria (método indireto) é necessário, pois o tiosulfato ($S_2O_3^{2-}$) pode ser oxidado a sulfato (SO_4^{2-}) em meio fortemente alcalino. Além disso, a concentração elevada da hidroxila acelera a hidrólise do iodo.

OBJETIVOS

-Padronizar a solução de $Na_2S_2O_3$.

- Determinar o teor de “Cloro ativo” em uma amostra de água sanitária.

PRÉ-LABORATÓRIO

- 18) Faça um planejamento das etapas operacionais da atividade experimental
- 19) Elabore um resumo sucinto dos cuidados com o manuseio e armazenamento dos reagentes usados nesta atividade experimental.
- 20) Faça uma abordagem sobre o impacto dos reagentes utilizados e resíduos gerados, para o meio ambiente, bem como a necessidade de se realizar o manejo dos resíduos gerados na prática.

METODOLOGIA

1. Padronização da solução de $Na_2S_2O_3$ 0,1 mol L⁻¹

1.2 Materiais

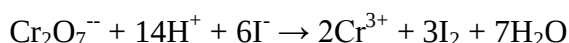
Vidrarias	Reagentes e soluções
Pipeta graduada de 10 mL para o HCl	250 mL de Solução de $Na_2S_2O_3$ 0,1 mol L ⁻¹
Pipeta graduada de 5mL para o amido	Solução de amido 1%
4 Vidros de relógio para pesagem	HCl concentrado
3 Erlenmeyers	KI
Bureta de 50mL	$K_2Cr_2O_7$ seco em estufa
2Bequers de 100 mL	

1.2 Procedimento experimental

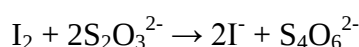
1.2.1 Em erlenmeyer, pese 0,14 a 0,16g de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) seco em estufa por 3 horas e dissolva a amostra em cerca de 50 mL de água. Repita o procedimento em triplicata.

1.2.2 Adicione 8mL de HCL concentrado e 1 g de KI. **PARA EVITAR ERROS ADICIONAR O KI SOMENTE QUANDO ESTIVER PRONTO PARA INICIAR A TITULAÇÃO.**

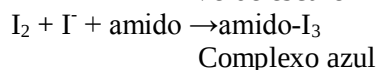
1.2.3 Titule com tiosulfato de sódio ($Na_2S_2O_3$), agitando sempre, até que a cor marrom se torne verde escuro. Adicione 3mL de amido 1% (indicador), continue a titulação até a cor azul desaparecer. Anote o volume consumido de $Na_2S_2O_3$. Repita a titulação. Calcule a concentração real da solução padrão de tiosulfato.



Marrom



Verde escuro



O ponto final é detectado pelo desaparecimento da cor azul do complexo

2. Determinação do teor de cloro ativo na água sanitária

2.1 Materiais

Vidrarias	Reagentes e soluções
Pipeta graduada de 2mL	Solução de KI 20%
2 Pipetas graduadas de 20mL	Solução de ácido acético 1:4
Balão volumétrico de 100 mL	Aproximadamente 150 mL de Solução $Na_2S_2O_3$ 0,1 M
2 Pipetas volumétricas de 10,0 mL	Solução de amido 1%
Bureta de 50 mL	Amostra de água sanitária
3 Erlenmeyer	
Proveta de 100 mL	
Vidro de relógio	

2.2 Procedimento experimental

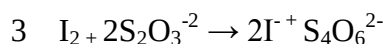
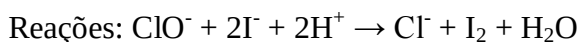
2.2.1. Meça 10 mL da amostra de água sanitária e dilua com água destilada para 100,0 mL, em balão volumétrico.

2.2.2 Retire três alíquotas de 10 mL da solução diluída da amostra e passe para três erlenmeyers. Adicione 15 mL de uma solução 20 % em iodeto de potássio e acidifique o meio com 15 mL de ácido acético 1:4. Cubra com vidro relógio e aguarde no mínimo 5 minutos.

2.2.3 Titule o iodo liberado com solução de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ padronizada, até que a coloração torne-se amarelada.

2.2.4 Adicione 50 mL de água destilada e 2 mL de uma solução de amido 1% recém preparada. Continue a titulação até a solução tornar-se incolor.

2.2.5 Anote o volume gasto na titulação e calcule o teor de cloro ativo na amostra, expressando o resultado em ppm e em percentagem p/v e compare o resultado com as indicações do rótulo do produto. Utilize os dados dos outros grupos e do grupo padrão para os cálculos estatísticos.



OBSERVAÇÃO: 1mol de NaClO corresponde a 1 mol de Cl_2 .

- **MANEJO DE RESÍDUOS**



O resíduo de $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}$, produzido nessa prática, deve ser reduzido a tiosulfato e tratado com metais que precipitam como sulfeto, tais como ferro e cobre. Após a precipitação, os sulfetos são removidos por filtração e armazenados para uso em outras práticas.

ANEXO 8



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE – CAA
Química Analítica II



Prática 08 (30/01/2015)
ANALISE GRAVIMÉTRICA DE CALCÁRIO

1.0 DETERMINAÇÃO DA UMIDADE DO CALCÁRIO

Material

Vidrarias e equipamentos

Cadinho de Estufa
porcelana

Espátula Dessecador

Balança analítica Pinça

Reagentes e soluções

Amostra de calcário

Procedimento experimental

1. Com auxílio de uma pinça, leve um cadinho de porcelana, previamente lavado e calcinado a 1000°C para pesagem em balança analítica e anote a massa do cadinho;
2. Em seguida pese, no mesmo cadinho, aproximadamente 0,5000 g da amostra moída.
3. Leve o cadinho à estufa elétrica à temperatura 105-110°C durante 1 a 2 horas.
4. Retire o cadinho da estufa, deixe esfriar no dessecador e pese.
5. Retorne o cadinho para estufa por mais 20 minutos. Em seguida coloque no dessecador até esfriar e pese. Repita esta operação até peso constante.
6. Calcule o percentual de umidade na amostra.

2.0 DETERMINAÇÃO DA PERDA AO RUBRO DO CALCÁRIO A 1000°C**Material****Vidrarias e equipamentos**

Cadinho de Mufla
porcelana

Espátula Dessecador

Balança analítica Pinça

Reagentes e soluções

Amostra de calcário

Procedimento experimental

1. Após retirar toda a umidade da amostra, leve-a ao forno mufla, no mesmo cadinho, aumentando gradativamente a temperatura até 900-1000°C, para calcinação por 20 minutos.
2. Retire o cadinho do forno quando a temperatura estiver em torno de 150°C e deixe em dessecador para esfriar.
3. Pese a massa do cadinho + amostra, anote o resultado e calcule o percentual de perda ao rubro.

• GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS

ATENÇÃO: Ao final da atividade experimental, todos os grupos deverão realizar o recolhimento dos resíduos gerados na atividade em recipientes adequados e devidamente rotulados com as seguintes informações: (i) composição química; (ii) data do experimento que gerou o resíduo; (iii) laboratório onde o resíduo foi gerado; (iv) docente responsável pela atividade experimental e, conseqüentemente, pela geração do resíduo.

ANEXO 9

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE
NÚCLEO DE FORMAÇÃO DOCENTE
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE – CAA



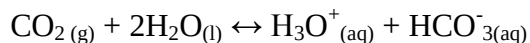
Química Analítica II

Prática 9**VOLUMETRIA DE COMPLEXAÇÃO****DETERMINAÇÃO DE CÁLCIO, MAGNÉSIO E DUREZA TOOTAL DA ÁGUA****INTRODUÇÃO**

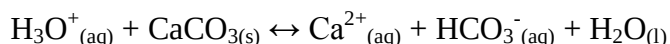
A maioria dos sais é solúvel em maior ou menor quantidade de água. Portanto, qualquer amostra da mesma contém diferentes quantidades de cátions e ânions dissolvidos, refletindo a natureza do solo sobre o qual a água passa ou foi armazenada. A composição da água de um rio é determinada principalmente pela interação da água da chuva com as rochas e solo no percurso da mesma para o mar. Gipsita ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e calcita (CaCO_3) são

comumente encontradas em depósitos sedimentares na superfície da terra. Um mineral comum em rochas antigas é a dolomita ($\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$).

Gipsita é ligeiramente solúvel em água e todos os carbonatos são solúveis em água contendo traços de ácido. A não ser que a chuva seja ácida por poluição, a acidez é devida ao CO_2 presente no ar que se dissolve formando uma solução levemente ácida:



O ácido formado reage com as rochas contendo carbonato de cálcio e magnésio.



Estes processos geoquímicos justificam a maior abundância de cálcio e magnésio em relação a outros cátions e a presença de bicarbonato como ânion mais abundante na água de um rio. Para algumas aplicações, pequenas quantidades de cátions como Na^+ e K^+ não resultam em algum problema, mas a presença de Ca^{2+} , Mg^{2+} e Fe^{2+} tem que ser controlada, devido à tendência destes íons de precipitar na forma de carbonatos, fosfatos e hidróxidos.

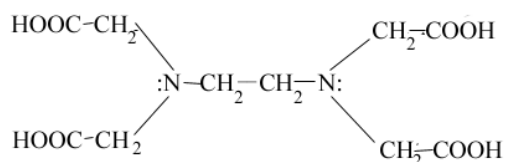
Quando a precipitação desses íons ocorre em tubulações ou caldeiras, o fluxo é reduzido e obstruído de forma crítica e situações perigosas, como explosões, podem ocorrer. O problema é agravado por estes sais terem solubilidades inversamente proporcionais à temperatura. O aquecimento favorece a precipitação, formando incrustações que funcionam como isolante térmico. Se há necessidade de aquecimento no processo, ocorre então elevada perda de calor. No âmbito doméstico, as substâncias que produzem dureza reagem com o sabão formando compostos insolúveis, e a espuma só aparece depois de completada a precipitação dos sais responsáveis pela dureza. Isto significa que águas de dureza elevada consomem muito sabão na limpeza em geral, além de deixarem resíduos insolúveis, e causarem corrosão e incrustações em instalações e canalizações. O uso de detergentes reduziu em muito as desvantagens do uso de águas duras na limpeza, e o desenvolvimento da química da água reduziu os problemas que as águas duras causaram no abastecimento industrial.

Água com alto teor de Ca^{2+} e Mg^{2+} é denominada de água dura e o grau de dureza é relacionado à concentração destes dois cátions. Dureza total é a soma das durezas individuais dos dois íons. Água branda, em contrapartida é aquela com baixo teor destes íons.

A dureza é frequentemente expressa em partes por milhão (ppm) de carbonato de cálcio. Uma fonte de água com dureza de 100 ppm conteria o equivalente a 100 g de CaCO_3 em um milhão de gramas de água ou 0,1 g em um litro de água.

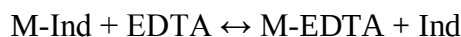
Princípio do método

A dureza de uma amostra de água pode ser determinada por titulação dos cátions alcalinos terrosos com ácido etilenodiaminotetracético (EDTA). Este reagente é um ácido fraco que pode perder quatro prótons em neutralização completa. Sua forma estrutural é:



As quatro posições ácidas e os dois átomos de nitrogênio contêm pares de elétrons não ligantes de forma que uma molécula de EDTA pode formar até seis ligações simultâneas envolvendo o íon metálico. O composto formado é denominado complexo quelato e é bastante estável. As condições para sua formação podem ser controladas, mantendo, por exemplo, o pH constante, para discriminar o íon metálico e manter a proporção EDTA:metal na relação 1:1.

A titulação é acompanhada por indicadores que formam também complexos com os íons metálicos. Este complexo deve apresentar uma coloração diferente daquela do indicador livre. O ponto final da titulação de um íon metálico com EDTA em presença de um indicador envolve uma reação do tipo:



O processo que ocorre durante a titulação com EDTA, empregando o indicador negro de eriocromo T, pode ser descrito da seguinte forma: uma pequena quantidade do indicador é adicionada à solução do íon metálico, de tal modo que apenas uma pequena parte do metal se combina com o indicador, produzindo o complexo que dará a cor vermelho-vinho à solução. A medida que a solução de EDTA é adicionada, este reagente se combina com os íons metálicos livres em solução. Quando todo o íon metálico estiver complexado, uma gota a mais da solução de EDTA deslocará o metal que se encontra complexado com o indicador, provocando o aparecimento da coloração azul do indicador livre que assinala o ponto final da titulação.

Os outros cátions que se encontram associados a estes dois são mascarados ou precipitados antes da determinação. Em geral, as concentrações de Fe^{2+} , Al^{3+} e Cu^{2+} são tão baixas que não interferem na determinação.

NOTAS DE SEGURANÇA

O sal disódico de ácido etilendiaminotracético, $\text{Na}_2\text{H}_2\text{C}_{10}\text{O}_8\text{N}_2\text{H}_{12} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ é irritante para os olhos, pele e sistema respiratório. Evite contato direto.

CaCO_3 é irritante. Evite contato.

HCl é corrosivo e também inflamável. Evite contato com os olhos, pele ou roupa.

Murexida e Negro de eriocromo T: todas as soluções podem se irritantes. Evite contato com os olhos, pele ou roupa.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

4. Determinação de Ca^{2+} em amostra de água

MATERIAL

Vidrarias

Proveta de 100 mL
3 erlenmeyers de 250,0 mL
Pipeta graduada de 5 mL
Bureta de 50 mL

Reagentes e soluções

EDTA 0,01 M padronizado
 NaOH 1 mol L^{-1}
Indicador murexida
100,0 mL de amostra de água

1.1 Transfira 100,0 mL da amostra de água para um erlenmeyer de 250,0 mL.

1.2 Adicione a esta amostra, 2 mL de NaOH 1 mol L^{-1} para elevar o pH até 12 ou 13 (testar com papel indicar). Adicione uma pitada ($\approx 0,2$ mg) do indicador murexida, que é específico para o cálcio, mesmo em presença de magnésio.

1.3 Titule a mistura com solução de EDTA 0,01 M previamente padronizado até mudança de cor de rósea para purpura e anote o volume gasto.

Obs.: caso a quantidade de EDTA necessária para mudar a cor do indicador seja muito pequena, aumente o volume da amostra de água.

1.4 Efetuar uma prova em branco com igual volume de água destilada para facilitar a observação da viragem e corrigir possível contaminação da água destilada com Ca^{2+} . Anotar o volume gasto.

2. Determinação da dureza total (Ca^{2+} e Mg^{2+}) em amostra de água

MATERIAL

Vidrarias

- Bureta de 50 L
- Erlenmeyer de 250, 0mL
- Proveta de 100 mL

Reagentes e soluções

- Indicador negro de eriocromo T
- Solução de EDTA 0,01 M padronizada
- 100,0 mL de amostra
- NH_4OH concentrado.

2.1 Transfira para um erlenmeyer de 250,0 mL, uma alíquota de 100,0 mL da amostra de água e 1 mL de $\text{NH}_4\text{OH}_{\text{concentrado}}$ e verifique, com papel indicador, se a amostra atingiu pH 10.

2.2 Adicione, a seguir aproximadamente 0,1g do indicador negro de eriocromo T que permite a determinação simultânea dos íons Ca^{2+} e Mg^{2+} .

2.3 Continue o procedimento titulando a mistura com EDTA 0,01 M até mudança de cor do vermelho vinho para azul e anote o volume gasto.

2.4 Efetue uma prova em branco com igual volume de água destilada para facilitar a observação da viragem e corrigir possível contaminação da água destilada com Ca^{2+} e Mg^{2+} . Anotar o volume gasto.

3. Abrandamento da amostra de água

3.1 Coloque em um erlenmeyer de 250,0 mL, 100 mL da amostra de água e adicione a resina catiônica (5 g se estiver seca e 8 g se estiver úmida). Misture por 10 minutos.

3.2 Retire a água sobrenadante e repita o procedimento do item 2 para determinação da dureza total.

3.3 Compare o resultado com o obtido no item 2.

MATERIAL

Vidrarias

- Bureta de 50 L
- Erlenmeyer de 250, 0mL
- proveta de 100,0 mL

Reagentes e soluções

- Indicador negro de eriocromo T
- Solução de EDTA 0,01 M padronizada
- Solução tampão de $\text{NH}_4\text{Cl}/\text{NH}_3$ pH 10
- 5 ou 8 g de resina catiônica

Nos resultados, apresente o teor de Ca^{2+} e Mg^{2+} em g/50,0mL e em ppm(mg/L), calcule a dureza total da água expressando-a na forma de CaCO_3 (mg de CaCO_3 /L) e compare os resultados com os limites estabelecidos na legislação vigente para tratamento de água para abastecimento público. Calcule a dureza total da água após abrandamento e discuta os resultados.



Os resíduos produzidos nessa prática devem ser armazenados em recipientes adequados para posterior tratamento.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - Standard methods for the examination of water and waste- water. 14 ed. New York, APHA, AWWA, WPCF, 1975.

Associação Brasileira de Normas Técnicas- ABNT/ NBR 12621/Set 1992, NBR 13799/ Abr 1997

e NBR 9896/1993

AZEVEDO NETTO, J.M. - Levantamento de águas de abastecimento. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 1966.