INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS SÃO JOSÉ

EDUCAÇÃO AMBIENTAL COM ÊNFASE NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

A abordagem de conceitos da Química Verde no ensino de Química no Instituto Federal de Santa Catarina- Campus São José.

Felipe Eduardo dos Anjos

São José, 2019.

Felipe Eduardo dos Anjos

A abordagem de conceitos da Química Verde no ensino de Química no Instituto Federal de Santa Catarina- Campus São José.

Monografia apresentada como parte dos requisitos para aprovação no curso de Pós-graduação em Educação Ambiental com ênfase na formação de professores do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Santa Catarina Câmpus São José, para a obtenção do grau de Especialista em Educação Ambiental.

Orientador: Prof.º Msc. Éder da Silva e Sá.

São José, 2019.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos vocês, que de certo modo me auxiliaram na caminhada até aqui.

A todos meus familiares que me incentivaram e apoiaram não somente nessa etapa, mas durante toda minha formação acadêmica. Gostaria de agradecer especialmente aos meus pais e a meu irmão pelo auxílio e força para superar todos os desafios vivenciados em toda minha vida.

Quero agradecer a Aline da Silva Damasio, por todo apoio, encorajamento, auxílio e carinho, nesses anos vivenciados ao seu lado.

A meu orientador Éder da Silva e Sá, por todo suporte, apoio e disposição durante a construção desse trabalho, sua ajuda foi fundamental para a realização deste trabalho.

Agradeço aos professores de Química do IFSC-SJ por aceitarem participar desta pesquisa respondendo o questionário.

Por fim, agradeço aos professores Gustavo Gaciba e Lais Truzzi Silva, por aceitarem fazer parte da banca desta monografia, avaliando e contribuindo com este trabalho.

Muito Obrigado!

RESUMO

A Química Verde (QV) é uma nova forma de se pensar a Química, buscando reduzir ou ainda evitar a formação de resíduos nocivos à saúde humana e ao meio ambiente. Mediante a importância dessa nova forma de se fazer Química, esta pesquisa tem por objetivo verificar como as discussões de Química Verde são abordadas nas aulas de Química do Instituto Federal de Santa Catarina Campus São José (IFSC-SJ). Trata-se de uma pesquisa qualitativa, sendo realizada com a participação de oito professores de Química do IFSC-SJ, a partir da aplicação de um questionário de semiaberto. Os resultados indicam que os docentes acreditam na importância da inserção da questão ambiental nas aulas de Química por meio da QV, sendo que pode-se observar que a utilizam em sua prática docente, com um enfoque ao seu uso em aulas práticas laboratoriais. Com relação ao uso dos princípios da QV, os princípios de Prevenção e Química Segura foram os mais relatados pelos professores, quanto ao seu uso em sala de aula e em práticas laboratoriais.

Palavras-chave: Química Verde, Ensino de Química e Questão Ambiental.

ABSTRACT

Green Chemistry (GC) is a new way of thinking about chemistry, seeking to reduce or even prevent the formation of residues harmful to human health and the environment. Due to the importance of this new way of doing Chemistry, this research aims to verify how the discussions of Green Chemistry are approached in the Chemistry classes of the Instituto Federal de Santa Catarina Campus São José (IFSC-SJ). This is a qualitative research, carried out with the participation of eight professors of Chemistry of the IFSC-SJ, from the application of an open questionnaire. The results indicate that the teachers believe in the importance of the insertion of the environmental issue in the Chemistry classes through the GC, and it can be observed that they use it in their teaching practice, with a focus on their use in practical laboratory classes. Regarding the use of the principles of GC, the principles of Prevention and Safe Chemistry were the most reported by teachers, regarding their use in the classroom and in laboratory practices.

Keywords: Green Chemistry, Teaching Chemistry and Environmental Issues.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relação do uso dos Princípios da QV em sala de aula..... 32

Figura 2: Relação do uso dos Princípios da QV em aulas práticas laboratoriais. 33

Figura 3: Comparativo entre o uso dos princípios da QV em sala de aula e em aulas práticas. 35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CTS: Ciência, Tecnologia e Sociedade

EPA: Environmental Protection Agency

IFSC-SJ: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina Campus - São José

IUPAC: International Union for Pure and Applied Chemistry

LDB: Lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira

PPC: Projeto Político do Curso

QV: Química Verde

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 1
2 OBJETIVOS 4
2.1 Objetivo Geral 4
2.2 Objetivos Específicos 4
3 REFERENCIAL TEÓRICO 5
3.1 Definições de Química verde 5
3.2 O ensino de Química por meio da Química verde 11
4 ASPECTOS METODOLÓGICOS 14
5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS 17
5.1 Projeto Político do Curso de Licenciatura em Química 17
5.2 Percepção dos professores com relação a QV e o uso de seus doze princípios 18
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 38
7 REFERÊNCIAS 40
8 APÊNDICE 42
8.1 Questionário 42
8.2 Tabela referente ao uso dos 12 princípios da Química Verde na prática docente 43
8.3 Transcrições dos questionários na íntegra 44
9 ANEXOS 55
9.1 Termo de Consentimento Livre e esclarecido 55
9.2 Autorização para Pesquisa 56
9.3 Folder informativo: 12 princípios da Química Verde 57

1 INTRODUÇÃO

Discussões acerca da temática ambiental já eram observadas desde a metade do século XX, inclusive no Brasil, porém foi a partir da Conferência de Estocolmo em 1972 que os olhares de todo o mundo se centraram mais intensivamente nas discussões das questões ambientais. Nos últimos anos, as questões ambientais tornaram-se um tema amplamente discutido a nível nacional e internacional, em suma buscando-se alternativas para efetivamente alcançar um desenvolvimento sustentável, reduzindo assim os danos ao meio ambiente originados pelos meios de produção e processos industriais. Em consonância, a temática ambiental tem sido palco de diversas pesquisas científicas, sobretudo no campo da Química, já que está área é supostamente a mais relacionada a desastres ambientais. Como alternativa para reduzir os impactos ambientais, difundiu-se uma tendência no campo da Química reconhecida como Química Verde (QV). Esta nova forma de se pensar a química surge como iniciativa para buscar uma química limpa e tecnicamente mais sustentável, não se limitando somente a minimizar os impactos a partir do tratamento adequado dos resíduos, mas repensando os próprios processos químicos, visando alternativas de evitar ou minimizar o impacto causado ao ser humano e ao meio ambiente.

A QV tem como base a discussão da implementação do uso de produtos químicos e processos que ocasionem a efetiva eliminação ou redução de substâncias danosas, biocumulativas e tóxicas ao meio ambiente. Busca-se, portanto, substituir processos químicos com uso de reagentes nocivos e com consumo excessivo de energia, por alternativas mais viáveis, menos danosas e mais limpas para a produção em questão, a partir do uso de fontes renováveis ou recicladas de matéria-prima.

A grande potencialidade da QV se fundamenta pelo fato de abranger ou se inserir em diferentes áreas, com diferentes enfoques e resultados. Fundamental para indústria, por buscar técnicas e métodos, sobretudo o uso de produtos químicos e processos para evitar, minimizar ou tratar o resíduo gerado. Por consequência, essa área emergente da Química, fomenta diversas

pesquisas científicas, tanto no campo educacional quanto no campo teórico e prático laboratorial.

Segundo Lenardão et al. (2003), a introdução dos primeiros conceitos de QV ocorreu nos Estados Unidos, a partir da discussão abordada por diversas pesquisas estimuladas pela agência ambiental norte-americana (Environmental Protection Agency/ EPA). Nos anos iniciais da década de 90, um programa da EPA financiou pesquisas destinadas a prevenção de poluentes em linhas de produção, em resposta a normativa de controle e redução obrigatória das emissões industriais, culminando no surgimento da QV. A partir disso, algumas áreas da Química começaram a aderir aos conceitos da QV, iniciando-se uma discussão, sobretudo, o surgimento de diversas pesquisas nessa área emergente, buscando uma Química mais limpa e sustentável, resultante de processos menos danosos ao meio ambiente.

Como forma de ampliar o alcance da QV, criou-se diversos eventos para a discussão da temática ambiental sob o olhar da Química, uma vez que organizações da área da Química se envolveram nessa discussão. Conforme Lenardão et al. (2003), em 1997, a IUPAC (International Union for Pure and Applied Chemistry), importante organização não governamental química organizou a primeira Conferência Internacional em Química Verde, posteriormente criando-se o Sub-Comitê Interdivisional de Química Verde em 2001, ampliando assim a discussão e propagação dos conceitos da QV.

A base dos conceitos da QV se pautam na discussão de doze princípios para assim possibilitar a implementação desta área em uma instituição de ensino ou em uma indústria. De acordo com Anastas e Warner (1998), parte-se do princípio de prevenção ao invés de remediação, buscando alternativas para o uso de produtos químicos pouco ou não tóxicos, gerando baixa concentração de poluentes ao final de um processo químico, realizando análise e monitoramento do resultado do processo para evitar a formação de agentes nocivos. Busca-se usar fontes renováveis de matéria-prima quando possível, buscando eficiência e economia energética de processos químicos, conduzidos a temperatura e pressão ambiente caso seja razoavelmente viável.

O conceito de QV foi inicialmente inserido no campo industrial, em função dos impactos ao meio ambiente imediatos nitidamente causados pelas indústrias. Em frente aos problemas ambientais causados pela química, a QV tem sido bastante discutida e vem se destacando nas pesquisas brasileiras atualmente, inclusive nas salas de aula no processo de ensino-aprendizagem. A abordagem a partir dos princípios da QV possibilita a formação crítica dos discentes, desenvolvendo argumentação perante os problemas socioambientais, promovendo a contextualização dos conteúdos de química. Nessa perspectiva, a contextualização da QV no ensino permite instruir os alunos para o exercício da cidadania para o mundo atual científico-tecnológico, preparando-os na tomada de decisões mais adequadas e conscientes perante o meio ambiente, como a escolha por tecnologias mais limpas e sustentáveis.

Na formação de professores, a discussão sobre QV possibilita ao formando um olhar mais crítico quanto a importância da contextualização do ensino de química a partir da educação ambiental, observando as possibilidades da inserção desses conceitos na sua prática docente. Por consequência, esse futuro professor, por meio de sua prática, pode mudar a percepção de seus discentes quando sua visão de mundo, tornando-os mais críticos com relação à questão ambiental. Mediante a constatação da importância das discussões da QV no processo de ensino- aprendizagem, este estudo busca averiguar como ocorre a abordagem de Química Verde (QV) no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina Campus São José (IFSC-SJ), uma vez que esse câmpus oferta um curso de Licenciatura em Química. Para tal feito, foi realizado um questionário semiaberto com professores de Química do IFSC-SJ, para compreender como a QV é abordada no câmpus, bem como verificar quais princípios da QV são mais utilizados pelos professores.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Compreender como as discussões de Química Verde são abordadas nas aulas de Química do IFSC-SJ, câmpus responsável por ofertar curso de Licenciatura em Química.

2.2 Objetivos Específicos

- Investigar de que forma os doze princípios da QV são trabalhados na prática docente;

- Verificar quais princípios da QV são mais enfatizados pelos docentes de química do IFSC-SJ;

- Investigar se existe e como é abordada a QV na grade curricular do curso de Química do IFSC-SJ;

- Identificar qual compreensão de química verde dos professores de química do IFSC-SJ.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

As abordagens da temática ambiental sob a vertente da Química Verde é pertinente não somente para indústrias, mas também para o processo de ensino-aprendizagem. Mediante a isso, a discussão conceitual da QV, bem como formas de inserção desta na prática em ensino de química estão descritas nesse capítulo.

3.1 Definições de Química verde

A Química, a partir da descoberta de novos conceitos e elaborações de teorias, concebeu subsídio para o surgimento de diversas tecnologias, estas que por sua vez melhoraram a qualidade de vida e trouxeram comodidade no cotidiano, como a síntese de fármacos e combustíveis. Contudo como a produção Química resulta por vezes, em produtos tóxicos à saúde humana, assim popularizou-se uma visão negativa da Química, atrelada como uma das principais responsáveis pela poluição do meio ambiente.

Com o principal intuito de auxiliar a reverter à complicada situação ambiental atual, além de servir para modificar, de certo modo, a imagem negativa que a Química adquiriu, a QV emerge com a finalidade de minimizar a produção de agentes nocivos à saúde humana e ao ambiente. Segundo afirma Aguiar et al.:

> ...a Química Verde tem por objetivo a viabilização de processos e produtos de maneira a evitar ou minimizar o impacto causado ao homem e ao meio ambiente. Os avanços na área visam a aumentar a segurança dos processos e também resolver questões mundiais como a mudança climática, produção de energia, disponibilidade de recursos hídricos, produção de alimentos e a emissão de substâncias tóxicas ao meio-ambiente. (2014,p.1257)

Além disso a QV objetiva o desenvolvimento alternativo de processos industriais, assim resultando em um menor teor de poluição ambiental, diminuindo os danos à saúde tanto dos trabalhadores do ramo industrial como para a sociedade em geral. Assim como se busca um melhor aproveitamento

dos recursos naturais, de modo que aprimorem as técnicas e metodologias de síntese para reduzirem ou eliminarem a formação de subprodutos danosos ao meio ambiente, bem como evitar ao máximo o uso de solventes e agentes de purificação nocivos à saúde humana e ao ambiente.

Para que a objetividade da QV de fato seja atendida, os estudiosos Dr. Paul Anastas e Dr. John C. Warner propuseram a implementação dos doze princípios básicos da QV que necessitam ser seguidos para a sua implementação em indústrias ou em instituições de ensino (LENARDÃO et al., 2003).

Os conceitos da QV têm como intuito tornar a química menos nociva ao meio ambiente, permitindo uma ação mais sustentável em torno dos processos industriais. Esta tem por objetivo, modificar os valores de uma química tradicional, que outrora se preocupava exclusivamente com o produto de reação, tornando-a uma química que para além do produto, atente-se aos resíduos resultantes do processo de produção. Assim, os métodos de produção deveriam ser desenvolvidos de forma com que minimize ou ainda evite a contaminação do solo, ar e água, mas ainda permaneçam viáveis. Para tal, faz-se uso dos doze princípios da QV propostos por Paul Anastas e John C. Warner (1998):

1) *Prevenção*, é mais fácil e barato evitar a formação de resíduos tóxicos do que tratá-los após sua geração.

2) *Economia atômica*, metodologias sintéticas devem ser desenvolvidas para incorporar o maior número possível de átomos dos reagentes no produto final.

3) *Síntese segura*, sempre que possível, a síntese de um produto químico deve utilizar e gerar substâncias com pouca ou nenhuma toxidade a saúde humana e ao ambiente.

4) *Produtos seguros*, buscar o desenvolvimento de produtos que após realizarem a função desejada, não causem dano ao meio ambiente.

5) *Solventes e auxiliares seguros*, substâncias auxiliares como solventes e agentes de purificação precisam ser evitados ao máximo; quando utilizados devem ser não tóxicos.

6) *Eficiência energética*, a utilização de energia pelos processos químicos deve ser reconhecida pelos seus impactos ambientais e precisa ser minimizada sendo que os métodos sintéticos deverão ser conduzidos à pressão e temperatura ambientes sempre que possível.

7) *Fontes renováveis de matéria-prima*, sempre que viável, priorizar a utilização de matérias-primas renováveis em detrimento de fontes não renováveis.

8) *Evitar a formação de derivados*, a derivação desnecessária deve ser minimizada, se possível evitada, já que suas etapas usam reagentes adicionais e podem gerar resíduos.

9) *Catálise*, o uso de catalisadores (tão seletivos quanto possível) devem ser escolhidos em substituição de reagentes estequiométricos.

10) *Produtos degradáveis*, os produtos químicos devem ser projetados para a biocompatibilidade. Após utilização não deve permanecer no meio ambiente, degradando-se.

11) *Análise em tempo real para prevenção*, monitoramento e controle do processo para que a formação de substâncias tóxicas seja detectada antes da sua geração.

12) *Química segura*, a escolha das substâncias bem como sua utilização em processos químicos deve buscar minimizar o risco de acidentes.

Dentre os doze princípios da QV, o primeiro já possui grande destaque e é amplamente discutido em pesquisas na área de química, sendo este o princípio da prevenção. Segundo Anastas e Eghbali (2010), é mais viável evitar a formação de resíduos do que tratá-los após sua geração, visto que estes resíduos podem afetar o meio ambiente de diferentes formas, seja por sua

natureza, pela quantidade liberada, pela toxicidade ou ainda pelo modo em que foi liberado.

De acordo com Aguiar et al.(2014), gradativamente observa-se um avanço nas pesquisas da área da QV, sobretudo com relação aos outros princípios básicos. Por exemplo, progredindo nas linhas de pesquisas de catálise, buscando alternativas mais viáveis no uso de solventes menos danosos ao meio ambiente e a priorização de processos que utilizem fontes renováveis de energia. Assim observa-se a importância de outros princípios da QV como discute Lenardão et al.:

> O princípio # 9 mostra que reações catalíticas são superiores às reações estequiométricas. O desenvolvimento, nos últimos anos, de catalisadores altamente seletivos e efetivos em transformações complexas e difíceis de serem previstas até então, nos aproximou um pouco mais da chamada "síntese ideal". Na literatura, atualmente, há muitos exemplos descrevendo as vantagens em substituir metodologias clássicas de obtenção de fármacos, ou outras matérias-primas para indústria química, por técnicas catalíticas. Em geral, reações que utilizam catalisadores heterogêneos são mais limpas, mais seletivas e, como há possibilidade de reciclar e reutilizar o catalisador por várias vezes, há, invariavelmente, vantagens econômicas. Além disso, grandes quantidades de resíduos são evitadas, pois há redução na formação de sais inorgânicos. (2003, p.127)

Já o terceiro princípio (Síntese Segura) e o quarto (Produtos Seguros) princípio da QV são semelhantes e complementares, à medida que discutem a toxicidade tanto dos reagentes quanto dos produtos de um processo químico. Segundo Lenardão et al. (2003), diversos estudos têm se destacado nos últimos anos por desenvolverem processos e produtos com menor impacto a saúde humana e ao meio ambiente, desta forma desenvolvendo produtos químicos que se degradam rapidamente e não geram resíduos tóxicos ao meio ambiente.

Com relação ao quinto princípio (Solvente e Auxiliares Seguros), este busca objetivar processos químicos evitando ou minimizando o uso de solventes, sendo que o ideal seria não fazer uso dos mesmos, devido aos danos causados ao meio ambiente por grande parte dos solventes. Contudo, como alguns tipos de reações realmente necessitam do uso de solventes,

como muitas das reações orgânicas, opta-se por alternativas menos danosas de solventes. Pode-se utilizar, por exemplo, Tolueno ao invés de benzeno, uma vez que este último é cancerígeno, se possível também pode-se fazer uso do hexano como substituto do benzeno. Existem diversas outras alternativas de substituição de solventes danosos, como a utilização de metanol ao invés de acetonitrila, ou ainda a substituição do éter etílico, solvente explosivo, utilizando do tetraidrofurano como solvente de reação, visando um processo menos danoso ao meio ambiente e também mais seguro.

Em relação ao sexto princípio (Eficiência Energética), prioriza-se processos realizados a temperatura e pressão ambiente, contudo quando necessário aquecimento, pode-se fazer uso de diferentes alternativas para substituir o aquecimento convencional, como por exemplo o emprego da eletroquímica, uso de micro ondas e ultrassom, como forma de diminuir a quantidade de energia necessária em processos químicos.

Anastas e Warner (1998), já salientavam que a QV não é necessariamente um novo campo especializado da química, uma vez que somente amplia os desafios na forma de pensar e de se fazer química, a partir de diferentes pressupostos conceituais. Deste modo, a QV se relaciona com a área de educação ambiental, uma vez que tem vínculos com as diferentes dimensões social, econômica e científica, tornando-a passível e significativa para inserção na prática docente em Química.

Os doze princípios da QV têm sido amplamente divulgados por sua objetividade, mas também pelo fato de que tem gerado uma conscientização dos químicos quanto a importância da redução dos impactos dos processos químicos a saúde humana e ecológica. De acordo com Machado (2012), como forma de complementar os princípios da QV já discutidos por Anastas e Warner (1998), foi proposto por Winterton (2001) um segundo conjunto de princípios, reconhecidos por os segundos doze princípios da QV. Esses princípios complementares da QV, foram desenvolvidos com o intuito de buscar relacionar mais amplamente a Química com a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável, contribuindo assim para estabelecer o desenvolvimento de produtos e processos verdes.

Segundo Machado (2007), conforme citado por Marques e Drews (2013), é amplamente complexo realizar uma avaliação referente quanto uma produção Química é verde, para tal necessita-se aprofundar no conceito de *verdura química* para desenvolver ferramentas métricas que auxiliem o desenvolvimento sustentável. Basicamente, pode-se definir como verdura química como o grau com qual um experimento ou processo químico atende aos doze princípios da QV.

Reconhece-se as dificuldades em tornar um processo químico mais limpo e verde, contudo, a QV, por meio do uso dos doze princípios, busca alcançar a sustentabilidade nos processos industriais. Porém, deve-se atentar com relação a pesquisas que supostamente se definem verdes, mas que em grande parte utilizam de processos tradicionais que são nocivos ao meio ambiente. Conforme Marques et al. (2007), estas pesquisas são definidas como pesquisas pseudoverdes, uma vez que que se definem verdes, mas que na realidade são verdes somente na aparência e discurso, mas na prática utiliza de diversos processos nocivos ao meio ambiente e a saúde humana, tratando-se de uma ação meramente de marketing.

Esse fato é bastante observado, definido como Marketing ambientalista, se tratando basicamente da representação do meio ambiente e do discurso ambientalista em propagandas e ações em benefício de empresas, buscando promover uma imagem ambiental positiva que por vezes não é correspondente à realidade, uma vez que o os processos envolvidos no desenvolvimento do produto dessas empresas são em grande parte danosos ao meio ambiente, seja pelo uso exacerbado de matéria prima não renovável, ou ainda pela formação e eliminação de resíduos nocivos.

3.2 O ensino de Química por meio da Química verde

O ensino de Química, por vezes, está relacionado à memorização de diversos conceitos que não tem relação com o cotidiano dos discentes, dificultando assim a compreensão da Química por parte de alguns alunos. Como alternativa de amenizar essa dificuldade de compreensão dessa ciência, pode-se utilizar da problematização e contextualização dos conteúdos a partir da realidade dos discentes, buscando tornar a Química menos abstrata. Como Chassot (1995) mesmo aponta, o ensino de Química deveria ter certo enfoque na discussão da questão ambiental, contextualizando e problematizando o cotidiano dos alunos. A Química serviria de subsídio para que o aluno interprete o mundo ao seu redor, não o compreendendo somente a partir de conceitos de química, mas correlacionando-os com suas implicações sociais, econômicas e políticas atreladas à questão ambiental.

Segundo Marques et al.(2007), o ensino de química, ao trabalhar conceitos da QV, deveria enfatizar a abordagem do princípio da prevenção, problematizando a partir de temáticas próximas a realidade do discente, articulando os conhecimentos científicos para a melhor compreensão das causas e consequências de problemas ambientais e como minimizá-los ou preveni-los. Visto que de acordo com Lima et al.(2016), a abordagem da QV no ensino permite a contextualização dos conteúdos programáticos, promovendo o desenvolvimento da criticidade dos alunos para a tomada de decisões com relação à questão ambiental, de forma que prepare os discentes para enfrentar as questões relacionadas ao avanço científico-tecnológico.

Conforme Lenardão et al. (2003), o uso da QV no ensino visa assumir papel questionador mediante as possíveis consequências de ações e atividades do profissional químico para com o meio ambiente. Referente a isso, a Política Nacional de Educação Ambiental, instituída pela Lei 9.795/99, regulamentada pelo decreto 4.281/02, orienta a inclusão de uma dimensão ambiental nos currículos para a formação e atualização de profissionais de educação de todos os níveis e modalidades de ensino. Dessa forma, determina-se a importância e necessidade da inserção da QV na formação inicial acadêmica, abordando conceitos para além de uma Química tradicional,

tornando o ensino mais reflexivo com relação às questões ambientais. Como demonstrado por Prado:

> Muitos cursos de Química apresentam a Química ambiental em seus currículos, Porém, poucos apresentam os conceitos laboratoriais sobre a prevenção da geração de subprodutos indesejáveis e tóxicos ao ambiente, que é o princípio fundamental da Química Verde, assim como no desenvolvimento de práticas de laboratório de ensino adaptadas a este novo conceito da Química. A implementação da Química Verde nos currículos universitários está começando no mundo, e o interesse em seus materiais educacionais vem crescendo, sendo que muitos recursos educacionais em Química Verde têm sido desenvolvidos ou estão em pleno desenvolvimento. (2003, p.743)

No campo científico acadêmico em geral, tem cada vez mais sido discutido as questões ambientais, buscando meios sustentáveis de produção. Na área da Química especificamente, a busca pela sustentabilidade se delimita nas abordagens da QV, por vezes se diferenciando da Química Ambiental apresentada em diversos currículos universitários, uma vez que a QV procura não simplesmente identificar os problemas, mas buscar formas práticas e viáveis de preveni-los ou remediá-los.

Segundo Marques e Machado (2018), para a consolidação da QV é importante primeiramente à aplicação dos doze princípios, contudo não somente isso; para que a QV efetivamente se instaure se faz necessária a inserção desse novo modo de pensar da Química na formação acadêmica, de forma com que prepare as novas gerações de químicos para repensar a química, relacionando-a com o meio ambiente sob a perspectiva da prevenção. Portanto, para concretizar esse feito, o principal desafio seria de que forma inserir a QV nos currículos de cursos de Química.

De acordo com o estudo de Marques e Machado (2018), existem três principais vertentes com relação à inserção da QV no ensino de Química. A primeira determina a inserção da QV no currículo a partir de uma disciplina específica, porém não excluindo a possibilidade e importância da introdução de

conceitos pontuais da QV em disciplinas clássicas da Química, seja em aulas teóricas ou em atividades experimentais. A segunda vertente propõe que a abordagem da QV ocorra de forma transversal e interdisciplinar no currículo, a partir de discussões de disciplinas, atividades e a realização de projetos, não se concentrando em uma disciplina específica, mas perpassando por todo o curso acadêmico. Já a última vertente é menos discutida e/ou aceita no campo acadêmico, busca inserir a QV sob forma de uma disciplina ou um curso preparatório, de caráter introdutório no curso de Química.

Outras propostas de ensino, como as vertentes baseadas no enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), tem possibilitado tratar de forma contextualizada e crítica assuntos relacionados à questão ambiental. Marques et al. (2007) já salientavam que uma forma viável e efetiva de transformar o ensino de Química seria correlacionar as perspectivas teóricas da QV com a abordagem CTS nos cursos de formação de docentes químicos. Dessa forma, trata-se de realizar um ensino por meio de uma abordagem que problematize o contexto ambiental em que os discentes estão inseridos, discutindo os problemas ambientais locais, refletindo ações preventivas associadas ao problema em questão, uma vez que um dos maiores enfoque da QV é com relação ao princípio da prevenção.

4 ASPECTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa foi desenvolvida com base na pesquisa qualitativa, por meio da realização de questionários semiabertos com professores de Química vigentes nos últimos três anos no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina Campus São José (IFSC-SJ), instituição esta que possui um curso de graduação de Licenciatura em Química.

O uso de questionários semiabertos (Apêndice 1) se baseia na formulação de perguntas abertas básicas para a discussão da investigação, porém não se trata de questões limitantes de discurso, e sim a questionamentos norteadores que permitam a adaptação do conteúdo do questionário de acordo com as informações colocadas pelos professores pesquisados.

Optou-se pela pesquisa qualitativa, pois vai além da análise meramente numérica, considerando também a subjetividade do discurso, ponderando questões de valores, significado e atitudes. Assim como aborda Minayo (2001), este método de pesquisa permite ao pesquisador analisar sob vários aspectos o problema investigado, explorando minuciosamente as principais particularidades dos diversos fenômenos apresentados pela coleta de dados.

Foi analisado primeiramente o Projeto Político do Curso (PPC) do curso de Licenciatura em Química para verificar se a QV é abordada em algum componente curricular e de qual forma é discutida no documento. Essa análise se configura importante de forma que o PPC consiste na base para o planejamento de conteúdos a serem trabalhados em cada componente curricular.

A partir da observação de diferentes estudos, notou-se que a utilização de questionários nesse tipo de pesquisa pode contribuir de modo que o pesquisador influencie da menor forma possível na análise dos dados assim obtidos, diferentemente do que se percebe ao utilizar de outros métodos como instrumentos de análise. Dessa forma, foi utilizado um questionário com sete questões semiabertas (Apêndice 1), além de uma tabela (Apêndice 2) onde os

professores indicariam quais os princípios da QV que mais priorizam em sua prática docente.

A aplicação do questionário teve como objetivo analisar a percepção acerca da QV por parte dos professores de Química do IFSC-SJ, observando se fazem ou não uso dos conceitos da QV. Contudo, pode-se utilizar de conceitos da QV, como por exemplo o uso de algum dos princípios da QV de forma implícita ou então não intencional. Para essa investigação foi entregue ao realizar o questionário com os professores um folder indicativo (Anexo 3) que se trata de demonstrar quais são os doze princípios da QV. A construção desse folder foi realizada com intuito de auxiliar os professores a analisar e refletir acerca de sua prática docente para observar quais princípios utilizam em suas aulas.

A análise dos dados referentes aos questionários semiabertos foi realizada a partir do referencial metodológico da análise de discurso, visto que se entende que esse método permite aferições para a investigação a partir de dados de comunicação, especialmente voltado a abordagem qualitativa. Conforme Minayo (2007), o ato de analisar um discurso pode ser compreendido e executado de forma com que busque reduzir o discurso gerado pelo texto analisado a palavras ou expressões significativas, ou seja padrões que se repetem ao longo do discurso e estabelecem relações entre diferentes elementos investigados.

Com auxílio da discussão proposta por Moraes (1999), pode-se dizer que uma análise de discurso permite a compreensão crítica do mesmo, analisando suas significações explícitas ou implícitas. Desta forma, este método busca procedimentos sistemáticos que levem a observação de diferentes indicadores recorrentes nos diferentes discursos durante a coleta de dados. Para essa sistematização busca-se no discurso palavras ou expressões significativas recorrentes para a compreensão do tema da pesquisa, agrupando dados semelhantes nos diferentes discursos.

Por fim, foi feito a transcrição na integra dos questionários (Apêndice 3), reproduzindo de forma fidedigna as respostas dos oito professores de Química

pesquisados. A forma de análise de dados foi realizada de forma semelhante a análise textual discursiva, contudo sem a criação de categorias, somente agrupando os padrões de discurso e os relacionando para assim compará-los com os referenciais previamente estudados.

5 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS DADOS

Nesse capítulo está descrito os resultados obtidos a partir da análise do PPC do curso de Licenciatura em Química do IFSC-SJ, observando como esse documento retrata a questão ambiental e a QV no currículo, além de demonstrar os resultados com relação ao questionário e aplicação da tabela referente ao uso dos doze princípios na prática docente.

5.1 Projeto Político do Curso de Licenciatura em Química

Com base a análise realizada no documento do PPC verificou-se que a discussão com relação da questão ambiental é apresentada ao longo do curso por meio de dois componentes curriculares: Química Ambiental e Educação e Questão Ambiental. Estes desenvolvidos com intuito de promover a compreensão com relação a poluição ambiental, bem como conhecer as principias formas de prevenção e tratamento. Além de discutir criticamente os aspectos políticos, tecnológicos, éticos, sociais e econômicos relacionados às aplicações da Química na sociedade e seu impacto no meio ambiente.

Ao observar o PPC, a Química Verde não se configura como uma disciplina, contudo é abordada no componente curricular Química Orgânica Experimental. Como o nome já define, trata-se de uma disciplina com enfoque em práticas laboratoriais, contudo possui certo enfoque nos princípios da QV, conforme observado na descrição do componente curricular no PCC:

> Desenvolvimento de técnicas e métodos para a realização de procedimentos básicos no laboratório de química orgânica levando em consideração a “Segurança no Laboratório” e os princípios de “Química Verde”. (2014, p.74, grifo do autor)

Como já observado anteriormente, Lenardão et al.(2003) aborda acerca da importância da ação química a partir da priorização de processos que utilizem os princípios da QV como forma preventiva ou ainda de forma que reduza o impacto dos processos químicos no meio ambiente. Como pode-se observar na descrição do componente curricular, ao relatar a o enfoque na Segurança no Laboratório, de certo modo já está discutindo um dos princípios

da QV (Química Segura), uma vez que este princípio busca escolher substâncias onde sua utilização em processos químicos priorize minimizar o risco de acidentes.

5.2 Percepção dos professores com relação a QV e o uso de seus doze princípios

Com o intuito de verificar a percepção de QV dos professores do IFSC-SJ, bem como principalmente para averiguar como a QV está presente em sua prática docente, foi aplicado um questionário de questões de cunho aberto. No total foram oito professores de Química participantes respondendo o questionário, tratando-se de profissionais que lecionaram nos últimos três anos na instituição. Para fins de análise dos dados referentes ao questionário, os oito professores de Química do IFSC serão aqui denominados de professor A, B, C, D, E, F, G e H.

A QV é um novo modo de repensar a Química, visando redução ou até mesmo prevenção com relação à formação de resíduos nocivos a saúde humana e ao meio ambiente, podendo-se dizer que se trata do pensar a Química de certa forma sustentável, já que sua ação pode evitar/resolver parte dos problemas ambientais. Portanto, percebe-se a relação que a QV possui com a questão ambiental; assim sendo, foi questionado aos professores se acreditam ser importante a inserção da questão ambiental nas aulas de Química.

Como pode-se observar em suas respostas, é unanimidade entre os professores o fato de que o debate ambiental nas aulas de Química é importante, porém essa afirmativa vem aliada a diferentes razões para tal.

> *Sim, porque trata-se de um tema de relevância social em que conhecimentos de química podem contribuir para sua compreensão. (*Professor A, 2019)

> *Sim. Para ir criando no aluno a noção de consciência ecológica, para que as mudanças comecem a ocorrer na base, em casa.* (Professor B, 2019)

> *Sim, porque a plena formação cidadã envolve o conhecimento dos impactos que a química tem sobre o meio ambiente*. (Professor C, 2019)
>
> *Considero bastante importante a inserção da questão ambiental, porque essa conscientização é necessária para termos qualidade de vida, sermos profissionais éticos.* (Professor D, 2019)
>
> *Sim, a questão ambiental deve permear todas as disciplinas.* (Professor E, 2019)
>
> *Sim. Se não considerarmos as questões ambientais, estaremos caminhando para a destruição de todos os seres vivos do Planeta Terra e do próprio Planeta.* (Professor F, 2019)
>
> *Sim. Principalmente pelo eixo científico e tecnológico que a química possui. Ciência e tecnologia são coisas distintas, porém muito entrelaçadas. O caráter não neutro da ciência e a injeção de capital na tecnologia, pautado nos princípios epistemológicos de Francis Bacon, na mudança no hábito de vida das pessoas decorrentes das revoluções industriais e na necessidade mercadológica de produzir para produzir, faz com que os recursos naturais sejam entendidos como infinitos e que a natureza serve para o desenvolvimento da humanidade. Com o debate ambiental em aulas de química, tanto o papel da ciência, tecnologia e sociedade são problematizados com exemplos históricos da química e, ao mesmo tempo, retroalimentam tópicos atuais e extremamente importantes que a sociedade precisa para tomar decisões e pensar sobre ciência.* (Professor G, 2019)
>
> *Sim. Para construir pontes de conhecimento entre o cotidiano do aluno e o ambiente de ensino, possibilitando se trabalhar muito mais do que apenas conteúdos relacionados à disciplina, ou seja, fazer com que o conhecimento químico seja usado como suporte para uma visão mais ampla de meio ambiente, incluindo a formação de atitudes e uma compreensão global de questões socioambientais.* (Professor H, 2019)

Nas respostas dos professores B e D nota-se a visão de que a inserção da questão ambiental nas aulas de Química é importante para que estimule a conscientização dos alunos com relação aos problemas ambientais. Já o relato do professor G, demonstra a importância da conscientização com relação à questão ambiental nas aulas de Química para a tomada de decisões, a partir da problematização de aspectos políticos, sociais e econômicos, discutindo e refletindo acerca do fazer Ciência aliado aos meios de produção, estes que

utilizam demasiadamente dos recursos naturais. Este relato vai de acordo com Lima et al.(2006), já que o autor descreve que o ensino de Química com a abordagem ambiental contextualiza o conteúdo programático, de forma com que permita o desenvolvimento da criticidade dos alunos frente a tomada de decisões com relação da questão ambiental, assim preparando-os a enfrentar questões relacionadas ao avanço científico-tecnológico.

No relato do professor C verifica-se o discurso da importância de conhecer o impacto da química ao meio ambiente, fato que sutilmente tem relação com a discussão de Lenardão et al. (2003), já que comenta que o uso da temática ambiental no ensino, sobretudo o uso da QV, busca assumir papel questionador mediante as possíveis consequências de ações e atividades do profissional químico para o meio ambiente.

O professor E, em sua resposta, abordou que a questão ambiental deve estar inserida em todas as disciplinas, assim como é descrito na Lei nº 9.394/96, lei de Diretrizes e Bases da Educação Brasileira (LDB), ou seja, o currículo escolar deve passar a inserir Educação Ambiental quanto Tema Transversal; os conteúdos acerca da discussão da proteção do meio ambiente necessitam estarem presentes em todas as disciplinas.

Ao observar a resposta do professor H, nota-se que vai de encontro com o que Chassot (1995) já discutia, uma vez que cita que a discussão da questão ambiental deve estar presente nas aulas de Química, uma vez que serviria de subsídio para a contextualização de conteúdos relacionando-os ao cotidiano dos alunos. Portanto, utilizando dos conceitos químicos para compreender o mundo a sua volta, construindo uma visão de mundo crítica, assim como uma visão diferenciada de meio ambiente, relacionando as implicações sociais, políticas e econômicas ligadas à questão ambiental.

Por seguinte, como forma de observar a percepção de QV dos professores, foi questionado como os mesmos a definem. A partir das respostas, pode-se inferir que ambos os professores possuem boa compreensão do que se trata QV. Basicamente as respostas tiveram dois

enfoques, sendo o primeiro baseado no termo sustentabilidade e o outro em tratamento de resíduos.

> *A Química que trata da sustentabilidade e da preservação do planeta.* (Professor C, 2019)
>
> *Química verde é conjunto de conceitos e princípios que visam tornar protocolos mais sustentáveis.* (Professor D, 2019)

Os professores C e D definem a QV baseado no termo sustentabilidade, se tratando de uma visão mais generalista da QV. Pode-se dizer que a QV é de certo modo uma busca da Química por processos mais sustentáveis, uma vez que tem intuito de reduzir ao máximo a formação de resíduos, portanto procura ser quanto menos danosa possível para o meio ambiente, de certo que não perca a viabilidade dos processos químicos.

Os professores A, B, e E por sua vez definiram a QV como uma perspectiva, um objetivo relacionado a reduzir o impacto da Química ao meio ambiente, buscando reduzir a formação de resíduos. Esses professores possuem uma visão de QV mais específica, já que abordam o tratamento de resíduos, bem como a redução dos mesmos, fato este que é um dos principais objetivos da QV.

> *Uma perspectiva de fazer a Ciência Química a partir da redução de produção de resíduos e da resolução de problemas ambientais.* (Professor A, 2019)
>
> *É a Química que está relacionada com a preocupação ambiental, tratamento de resíduos, lixo, agrotóxico, etc.* (Professor B, 2019)
>
> *Vejo como um objetivo, algo a se ter em mente no preparo e execução de práticas. Como definição conjunto de ações que visam a diminuir o máximo possível o impacto de práticas laboratoriais em química.* (Professor E, 2019)
>
> *A Ciência que se preocupa com o desenvolvimento das tecnologias químicas, com a menor alteração possível do Universo.* (Professor F, 2019)

Nas respostas dos professores E e F, observa-se que além de discutir o tratamento de resíduos, abordam também a questão relacionada a execução de práticas, de forma que tenha a menor alteração possível no meio ambiente. Essa é uma discussão que remete a outro objetivo da QV descrito em um dos 12 princípios, o qual seria o desenvolvimento de metodologias sintéticas que busquem a eficiência energética, contudo que sejam repensadas de forma que evite danos à saúde humana e ao meio ambiente, evitando ou diminuindo a formação de resíduos nocivos.

Os professores G e H, além de também discutirem a questão de evitar ou diminuir a formação de resíduos, discutem acerca da ação preventiva da QV.

> *Trata-se de um conceito criado na área de Química pautado na prevenção. Esse conceito surge à medida que o desenvolvimento da indústria química afeto/afeta consideravelmente as condições ambientais da Terra. Desde o início de qualquer processo químico, por exemplo, é pensado a substituição de substâncias potencialmente nocivas, assim como procedimentos que não afetem e/ou usurpem o ambiente. Portanto, esse conceito é importante, pois com a percepção de que a Química Ambiental - que é pautada na ideia de amenizar/combater os efeitos nocivos ao ambiente - não é sustentável na prática, a Química verde surge com o intuito de afetar o mínimo possível os padrões termodinâmicos naturais.* (Professor G, 2019)

> *Planejar processos químicos reduzindo ou se possível eliminando o uso de substâncias que acarretam certos perigos ao meio ambiente de forma geral, evitando sempre a geração de poluentes como resíduos, além de buscar o desenvolvimento de processos energeticamente eficientes e a utilização de fontes renováveis de energia e matéria prima.* (Professor H, 2019)

O professor G em sua resposta já inicia a abordagem do primeiro princípio da Química Verde, definindo que a QV se fundamenta a partir da Prevenção. Dentre os doze princípios da QV, o princípio da Prevenção é considerado por muitos dos estudiosos o principal objetivo da QV, assim o relato do professor G está de acordo com Anastas e Eghbali (2010), onde discutem que é mais viável evitar a formação de resíduos do que tratá-los após sua geração, já que estes resíduos afetam o meio ambiente negativamente,

seja por sua toxicidade, pela quantidade liberada ou ainda pela forma que foi liberado ao meio. Este professor apresenta também a questão pautada no terceiro princípio da QV (*Síntese Segura*), quando se refere que ao pensar um processo químico, pensa-se na substituição de qualquer substância que se caracterize nociva ou que seja responsável por gerar substâncias tóxicas ao meio ambiente.

Na resposta do professor H, observa-se para além da discussão da redução e eliminação de substâncias nocivas à saúde humana e ao meio ambiente. Uma vez que, o professor define QV pautada não somente no princípio da prevenção, mas também a definindo com base nos princípios 6 e 7, abordando que os processos químicos devem buscar eficiência energética, bem como priorizar, sempre que possível, a utilização de fontes renováveis de matéria prima.

Quando questionado aos professores quanto à importância da inserção da questão ambiental nas aulas de Químicas, as respostas foram unanimas, todos afirmando a importância de tal prática. Mediante a isso, por seguinte foi questionado se os mesmos acreditam que a QV pode servir como base para essa inserção do debate ambiental nas aulas de Química. Assim como na primeira questão, todos afirmaram que a QV pode sim servir como base para a iniciação da discussão da questão ambiental em sala de aula.

> *Sim, especialmente em se tratando de componentes curriculares experimentais, e ou aulas experimentais.* (Professor A, 2019)

No comentário do professor A, percebe-se que o mesmo acredita que a principal maneira de inserir a QV nas aulas de química seria nas aulas práticas, conclusão observada em outras respostas, uma vez que os principais objetivos da QV seriam a redução e/ou prevenção de formação de resíduos gerados por atividades químicas laboratoriais e industriais.

O professore D, apesar de sutilmente, discuti acerca de um tema relevante que é amplamente discutido em diversas áreas.

> *Sim, há muitas reflexões a serem elaboradas com esse tema, inclusive o mero marketing envolvido em algumas situações.* (Professor D, 2019)

Ao abordar o marketing abre um leque de opções e reflexões com relação a esse tema. Como exemplo o marketing envolvido na indústria tecnológica e eletrônica, principalmente relacionado a venda de *smartphones.* A indústria, por meio do marketing, incentiva exacerbadamente aos seus consumidores a trocarem de modelo desses aparelhos de forma constante, mesmo que por vezes os aparelhos atualizados não possuem grandes diferenças que justifique essas trocas constantes. Essa rotatividade do mercado de *smartphones* faz com que muitos celulares fiquem guardados ou então até descartados, fato este preocupante com relação ao meio ambiente, visto que muitos desses aparelhos são descartados de forma incorreta. Outra possível abordagem com relação a fala do professor D, é com relação ao marketing ambientalista, fato que Marques et al. (2007), discute ao relatar as pesquisas que denomina como pseudoverdes, sendo relacionadas a um marketing, visto que seu discurso é verde, porém os processos por trás da pesquisa são nocivos ao meio ambiente. O Marketing ambientalista, tem intuito de representar o meio ambiente e o discurso ambientalista em propagandas e ações em benefício de empresas, gerando uma imagem ambiental positiva que por vezes não é correspondente à realidade, já que o os processos responsáveis por desenvolver o produto dessas empresas, são em grande parte, nocivos à saúde humana e ao meio ambiente,

Já o professor F, em sua resposta aponta uma possibilidade de inserir a QV de forma contextualizada, a partir da discussão de um dos doze princípios.

> *Sim. Falando sobre o preço dos medicamentos. A Indústria Química Farmacêutica é a que tem menor rendimento atômico. Esse é um dos motivos do elevado preço dos medicamentos.* (Professor F, 2019)

Essa relação do preço elevado de medicamentos aliado ao baixo rendimento de reações da Indústria Química, além de contextualizar de forma crítica o ensino, relaciona-o com o segundo princípio da QV (Economia

Atômica), o qual determina que o desenvolvimento de metodologias sintéticas deve incorporar o maior número possível de átomos dos reagentes no produto final.

O professor G, além de afirmar que a QV pode ser a base de inserção da temática ambiental no ensino de química, faz pontuações intrigantes quanto a importância do princípio da prevenção.

> *Sim. Com exemplares históricos. Trazer episódios onde o tratamento de poluentes não são suficientes e efetivos para a conservação da natureza. De que o contato de substâncias produzidas (produtos e seus rejeitos) com o sistema natural é extremamente complexo que podemos entender como imprevisíveis, e consequentemente, preocupante. Assim a QV pode ampliar o conhecimento nos alunos e alunas para entender de que a prevenção e minimização de riscos é uma opção mais sensata do que continuar a produção nociva e buscar meios de diminuí-la e etc.* (Professor G, 2019)

Assim como Anastas e Warner (1998), que já abordavam a importância da prevenção nos processos químicos, o professor G complementa essa importância a partir da observação da complexidade de algumas reações e seus efeitos imprevisíveis para com o ambiente. Portanto, além de justificar a importância da prevenção para a minimização de riscos, demonstrando de fato que é mais viável e seguro a prevenção em comparação à redução de resíduos, demonstra também a importância dessa visão preventiva para o ensino de Química.

O professor H argumenta com relação à contextualização dos princípios da QV de forma transversal como forma de aproximar os conteúdos programáticos a realidade dos alunos.

> *Trazendo o cotidiano do aluno e contextualizando os conteúdos programáticos; inserindo os princípios da química verde de maneira transversal.* (Professor H, 2019)

Essa resposta vai de encontro com os ideais de Marques e Machado (2018), onde discutem uma perspectiva de ensino com relação à inserção da QV no ensino de Química. Essa vertente propõe que a abordagem da QV ocorra de forma transversal e interdisciplinar no currículo, ou seja, assim como

no relato do professor, não se trata da abordagem da QV como disciplina ou conteúdo, seria utilizada dela como subsídio para a contextualização de diferentes conteúdos de Química.

Como forma de complementar a questão discutida anteriormente, foi questionado aos docentes de que forma acreditam que a QV poderia ampliar os conhecimentos dos alunos quanto a questão ambiental. Os professores B e C, argumentam acerca da compreensão do efeito negativo da Química ao meio ambiente.

> *Ensinando para os alunos problemas decorrentes do uso inadequado de produtos químicos pode afetar o meio ambiente.* (Professor B, 2019)
>
> *Demonstrando a importância da química para o meio ambiente e, ao mesmo tempo, como seu mau uso pode trazer consequências drásticas.* (Professor C, 2019)

Ambos os professores B e C acreditam que a importância da QV nas aulas de Química, se deve ao fato que permite ao discente melhor compreender os danos causados ao meio ambiente em decorrência do mau uso de produtos químicos.

O professor A discute a importância da QV para que os discentes percebam a importância da Química em frente à formulação de soluções para reduzir certos problemas ambientais, contudo alerta quanto limitação da Química quanto a discussão de problemas socioambientais.

> Penso que a QV pode contribuir com a discussão da necessidade da Química, enquanto Ciência, de desenvolver conhecimento para diminuir determinados problemas ambientais, como aqueles relacionados à produção de resíduos. Mas não com discussões sobre problemas socioambientais. Nisso ela é limitada. (Professor A, 2019)

Sabe-se que problemas ambientais estão ligados questões mais amplas do que somente a ações ligadas a poluição, estão relacionados a questões políticas, sociais e econômicas. Portanto trata-se de um assunto bastante abrangente, o qual como relatado pelo professor A, analisá-lo somente a partir do olhar da Química, torna-o escasso ou então limitado. Assim, tomando como

base os estudos de Marques e Machado (2018) e a LDB, onde descrevem a importância de se trabalhar a QV, bem como a questão ambiental de forma transversal no currículo, compreende-se a necessidade de trazer o olhar das demais disciplinas para complementar a visão da Química na discussão dos problemas socioambientais.

Já o Professor H atribui a importância da QV como forma de ampliar os conhecimentos dos discentes com relação aos danos da poluição, fazendo-os perceber a valia do primeiro princípio e principal objetivo da QV, pensando-se não somente em remediar os danos dos processos químicos e da poluição, mas sim agindo de forma preventiva, evitando que a poluição de fato ocorra.

Assim como muitos autores defendem a importância da Prevenção na QV, partes dos professores pesquisados frisam e repetem em seu discurso a importância desse princípio fundamental da QV, bem como demonstram a importância em abordar acerca dessa ação preventiva nas aulas de Química.

A QV tem sido objetivo de pesquisa de diversos estudos, devido a sua importância com relação às questões ambientais, tanto para sua inserção no campo industrial, como também no ensino de Química. Fato este também observado a partir das respostas dos docentes, uma vez que todos afirmam da importância da inserção da questão ambiental nas aulas de Química, desenvolvendo discussões a partir da QV. Mediante a essa concordância, questionou-se aos professores se utilizam de conceitos da QV para contextualizar as aulas de Químicas, tratando-se tanto em aulas práticas laboratoriais ou então em sala de aula.

Dentre os oito professores pesquisados, dois afirmam não utilizar dos conceitos da QV em suas aulas, porém o professor A, apesar de não utilizar explicitamente da QV, afirma que já problematizou a formação de resíduos em aulas práticas, ação que mesmo de forma sutil, faz uso de um conceito importante da QV.

> *Não. No máximo já problematizei a quantidade de resíduos produzidos em uma aula experimental. Mas não explicitei se tratar de QV.* (Professor A, 2019)

Assim como o professor A comenta utilizar da QV somente na problematização específica de aula prática, o professor C afirmar fazer uso dos conceitos da QV de forma indireta ao demonstrar a importância da preservação do meio ambiente.

Já o professor B, trouxe uma abordagem com maior enfoque na Educação Ambiental ao responder essa questão, uma vez que aborda temas bastantes discutidos nessa área.

> Sim. Sempre que o assunto permite relacionar com o conteúdo problemas ambientais como tratamento do lixo, chuva ácida, efeito estufa... (Professor B, 2019)

Os professores F e H, em sua resposta já demonstram utilizar os conceitos da QV para o planejamento e execução de aulas práticas laboratoriais.

> *Sim. Efetuando experimentos utilizando quantidades pequenas de reagentes e utilizando reagentes menos tóxicos possíveis.* (Professor F, 2019)
>
> *Sim, nas aulas experimentas, trabalhando junto ao aluno, a adaptação de práticas visando à redução de reagentes, a substituição por reagentes menos tóxicos. Trabalhando com estudos de caso utilizando os preceitos da química verde.* (Professor H, 2019)

Ambos os professores demonstram a preocupação em uso de reagentes menos tóxicos, adaptando práticas, de forma com que se tornem menos nocivas ao meio ambiente. Pode-se enquadrar e relacionar essa ação no uso do terceiro princípio da QV (*Síntese Segura*), o qual determina que sempre que possível, a síntese de um produto químico deve utilizar e gerar substâncias com pouca ou nenhuma toxicidade a saúde humana e ao meio ambiente.

Dentre os oito professores pesquisados, grande parte utiliza de conceitos da QV em sua prática docente, sendo que apenas dois professores afirmam utilizar pouco ou faz uso de forma implícita dos conceitos da QV como parte integrante das aulas de Química. Já outro professor, apesar de reconhecer a importância da inserção da questão ambiental por meio da QV nas aulas de Química, afirma não utilizar da QV em sua prática, seja em sala de aula ou então em aulas práticas laboratoriais.

Observa-se, a partir das questões anteriores, que os professores relatam mais o uso da QV em práticas laboratoriais em comparação de seu uso em sala de aula. A pergunta a seguir do questionário, de certa forma relaciona-se com essa reflexão, uma vez que questionou-se aos docentes se ao preparar uma experimental, utiliza da QV para pensar em práticas que resultem em resíduos não nocivos ao meio ambiente.

Ao analisar as respostas, sete dentre o total de oito professores pesquisados, utilizam da QV ao pensar em práticas laboratoriais que formem resíduos não nocivos ao meio ambiente ou com baixa toxicidade, assim como se observa nas respostas abaixo:

> *Sim. Sempre que possível utilizar substâncias que sejam menos nocivas e fáceis de tratar.* (Professor B, 2019)
>
> *Sim, optando por práticas que utilizem substâncias do cotidiano (não poluentes) e que são de fácil descarte. Evitar práticas com solventes e substâncias tóxicas.* (Professor G, 2019)

Ambos os professores B e G, afirmam priorizar o uso em suas aulas práticas, de substâncias menos nocivas ao meio ambiente ou ainda substâncias não poluentes, além de que demonstram pensar também na geração de resíduos, de forma com que gerem substâncias de fácil tratamento ou descarte que não afete negativamente o meio ambiente.

A QV possui enfoque na redução da formação de resíduos nocivos, além de estar pautada principalmente na prevenção. Para tal objetivo, desenvolveu-se doze princípios básicos que devem ser seguidos para a efetiva utilização da QV em práticas laboratoriais e processos industriais. Mediante a importância dos doze princípios da QV, foi questionado aos professores se seguem algum desses princípios em sala de aula ou então em práticas laboratoriais.

A partir das respostas dos professores, observa-se que três entre os oito professores pesquisados não utilizam ou pouco abordam algum dos doze princípios em sua prática docente. O professor E afirma não fazer uso de nenhum princípio da QV, seja em sala de aula ou em práticas laboratoriais. Já o professor A pouco aborda sobre os princípios, quando o faz é de forma implícita, utilizando-os para selecionar experimentos para aulas práticas e

alertar aos discentes quando a produção de resíduos. Por fim, o professor B afirma nunca ter buscado informação quanto aos doze princípios, mas após ter acesso a definição de cada princípio, reconhece que alguns podem ser utilizados nas aulas.

Os demais professores relatam utilizar ao menos um dentre os doze princípios da QV, assim como os Professores D e F buscam aplicar o maior número de princípios possível. Já os professores C, G e H demonstram quais princípios priorizam em sua prática docente.

> *Sim. Os princípios 1, 3, 4 e 5, principalmente. Não elaboro experimentos que gerem resíduos muito tóxicos, nem para os alunos e nem para o meio ambiente.* (Professor C, 2019)

> *Sim. 1. Prevenção: Tomando cuidado, explicando condições de segurança e realizando a prática antes de utilizar em sala; 3. Produtos Seguros: Opto pelo manuseio de substâncias do cotidiano; 12. Química Segura: Ensinar os alunos e alunas o que fazerem em casos de acidentes. Formas de manusear os reagentes e como se portar em um laboratório.* (Professor G, 2019)

> *Sim. Na prevenção da formação de resíduos; utilizando reagentes de menor toxicidade; Diminuição da quantidade de reagentes utilizados; visando a eficiência energética com experimentos conduzidos a pressão e temperatura ambiente.* (Professor H, 2019)

O professor C relata que elabora aulas práticas optando por experimentos que não gerem resíduos nocivos aos alunos e ao meio ambiente, fazendo uso de quatro dentre os doze princípios da QV. Marques et al.(2007) e Anastas e Warner (1998) já discutiam a importância da prevenção na ação Química, assim como essa relevância do primeiro princípio da QV aparece na fala não somente do professor C, mas da maioria dos professores ao longo das respostas do questionário. Além do primeiro princípio da QV (*Prevenção*), o professor C também faz uso do terceiro princípio (*Síntese Segura*) e do quarto princípio (*Produtos Seguros*), os quais têm objetivos semelhantes, determinando que sempre que possível, um produto químico deve ser desenvolvido para que após sua utilização não cause danos ao meio ambiente, sendo que na em sua síntese deve-se utilizar e gerar substâncias com pouca

ou nenhuma toxicidade. Por fim, este professor relata utilizar do quinto princípio da QV (*Solventes e auxiliares seguros*) em suas aulas práticas, princípio este que busca evitar ao máximo substâncias auxiliares como solventes e agentes de purificação e quando utilizados devem ser não tóxicos.

Na resposta do professor G, observa-se que o mesmo também prioriza o uso do primeiro e terceiro princípios da QV assim como relatado pelo professor C. Sua fala se diferencia quando aborda acerca de segurança no laboratório, abordando fazer uso do décimo segundo princípio da QV (*Química Segura*), uma vez que comenta preparar os discentes para que realizem corretamente manuseio de substâncias e para saberem lidar com imprevistos e acidentes em suas aulas práticas.

De forma semelhante, o professor H também demonstra utilizar o primeiro princípio da QV, assim como o observado nas respostas dos professores C e G, relatando fazer uso de reagentes de baixa toxicidade. Contudo, o professor também faz uso do sexto princípio da QV (Eficiência *Energética*), relatando diminuir a quantidade de reagentes utilizados nas práticas, em prol de minimizar a utilização de energia nos processos químicos, priorizando a realização de experimentos realizados a temperatura e pressão ambiente.

Como forma de apurar mais eficientemente quais os princípios da QV mais utilizados pelos professores em sua prática docente, foi entregue aos oito professores uma tabela para escolherem quatro dentre os doze princípios da QV que mais utilizam em sala de aula e em suas aulas práticas laboratoriais. Os resultados podem ser observados nas Figuras 1, 2 e 3 abaixo.

Assim como observado no relato dos professores nas respostas anteriores, ao preencher a tabela, também foi muito presente o enfoque no primeiro princípio da QV, visto que metade dos professores o selecionaram como sendo um dentre os quatro princípios que mais utilizam em sala de aula, totalizando um percentual de 50% dos professores pesquisados, como observa-se na Figura 1.

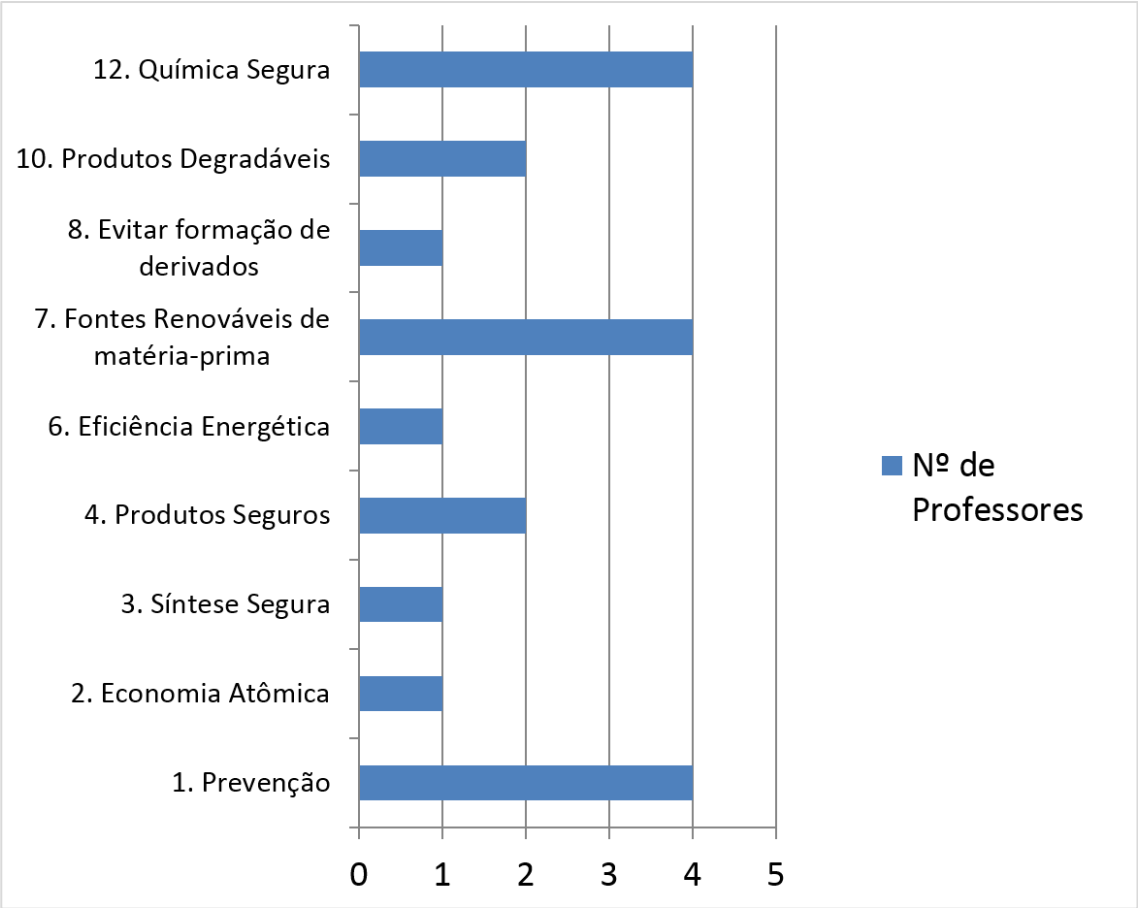


Figura 1: Relação do uso dos Princípios da QV em sala de aula.

Assim como no caso do primeiro princípio, quatro professores incluíram os princípios da Química segura e do Uso de fontes renováveis de matéria-prima como um dos princípios da QV que mais utilizam em sua prática docente no que se refere ao uso em sala de aula, portanto trata-se de que 50% dos professores pesquisados utilizam não somente o primeiro princípio, mas também o sétimo e o décimo segundo princípio da QV.

Dentre os demais princípios da QV restantes, 25% dos professores pesquisados relataram utilizar em maior escala do quarto (Produtos seguros) e do décimo princípio da QV (Química Segura) em suas aulas.

Já os princípios da *Economia Atômica, Síntese Segura, Eficiência Energética e Evitar a formação de derivados,* obtiveram um percentual de 12,5%, assim sendo, correspondendo a um professor fazendo uso de um destes princípios.

O quinto princípio (*Solventes e auxiliares seguros*), assim como o nono (*Catálise*) e o décimo primeiro princípio da QV (*Análise em tempo real para prevenção*) não foram selecionados por nenhum professor para representar o seu uso em sala de aula. Possivelmente por se tratar de princípios de certa forma semelhantes com outro princípio selecionado. O décimo primeiro princípio por exemplo, se relaciona tanto com o princípio da Prevenção quanto com o último princípio da Química Segura, uma vez que busca monitorar e ter controle do processo para que a formação de substâncias tóxicas seja detectada antes da sua geração.

Ao analisar o Gráfico representado pela Figura 2 abaixo, referente aos princípios da QV utilizados em aulas práticas laboratoriais, observa-se certo padrão se repetindo com relação aos princípios selecionados em maior escala. Os princípios da *Prevenção* e *Química Segura* continuam sendo os princípios da QV mais utilizados na prática docente dos professores pesquisados.

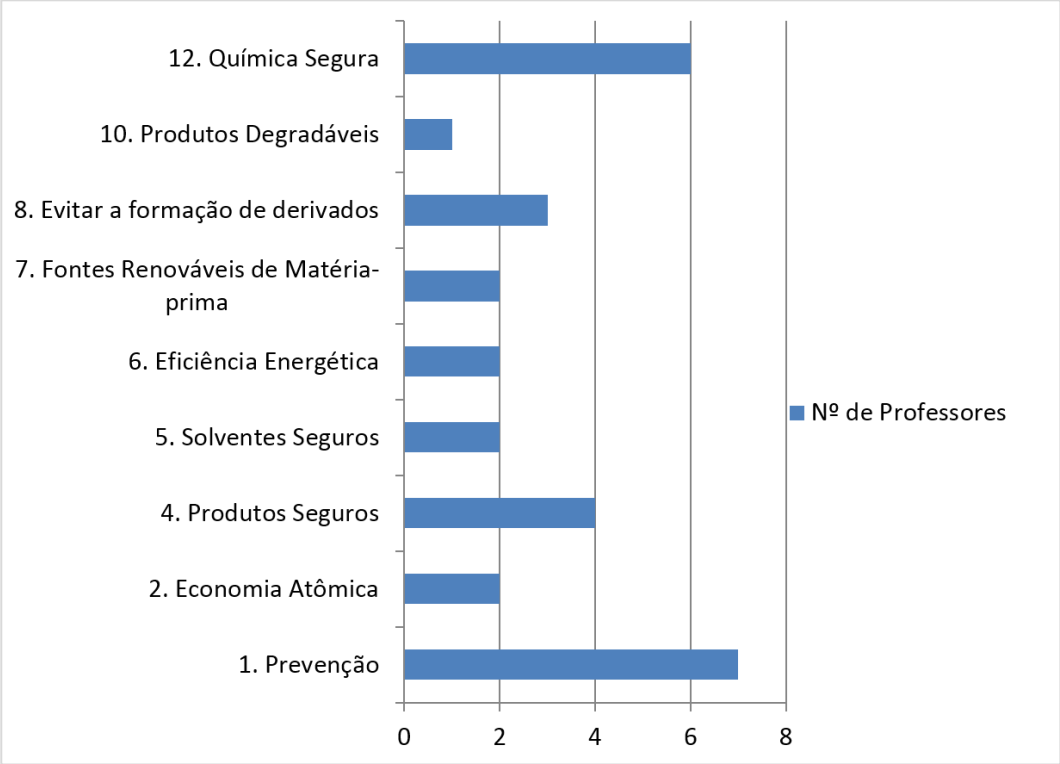


Figura 2: Relação do uso dos Princípios da QV em aulas práticas laboratoriais.

Com relação ao princípio da Prevenção, obteve-se um percentual de 87,5%, ou seja, dentre os oito professores pesquisados, sete utilizam desse importante princípio em suas aulas práticas de laboratório. É um dado bastante expressivo, já que foi praticamente unanime a opinião quanto ao uso deste princípio em práticas, fato este que reforça o que diversos autores [Marques et al.(2007), Anastas e Warner (1998) e Lenardão et al.(2003)] abordam, uma vez que discutem a importância da priorização de realizar um processo químico tomando ações para prevenir a formação de qualquer substância ou resíduo nocivo ao invés de pensar em uma remediação posterior a formação do resíduo danoso ao meio ambiente.

Conforme a figura 2, observa-se que 75% dos professores pesquisados apontam o décimo segundo princípio da QV (*Química Segura*) como sendo um dentre os quatro princípios que mais utilizam em suas aulas práticas. Este dado é significativo a medida de que grande parte dos professores pesquisados lecionam no curso de Licenciatura em Química do Campus, sendo que em seu PPC há discussão com relação a utilização dos doze princípios da QV em um componente curricular, com enfoque na Segurança no laboratório, fazendo relação com o décimo princípio aqui discutido.

O quarto princípio (*Produtos Seguros*) foi sequencialmente o princípio mais assinalado pelos professores, resultante de um percentual de 50%. De acordo com as respostas anteriores dos professores, esse dado com relação ao quarto princípio representando metade dos professores pesquisados se faz coeso, uma vez que no discurso de parte dos professores pesquisados muito era citado acerca da importância em desenvolver práticas laboratoriais buscando o desenvolvimento e o uso de produtos que após realizarem sua função, não causem dano ao meio ambiente.

De acordo com a Figura 2, observa-se que o oitavo princípio (*Evitar a formação de derivados*) foi o quarto princípio que obteve maior número de escolha como princípio utilizado pelos professores pesquisados no desenvolvimento e execução de aulas práticas, uma vez que se obteve um percentual de 37,5%, representando três professores pesquisados.

Ao fazer um comparativo entre o uso dos princípios da QV em sala de aula e em aulas práticas laboratoriais, conforme observado na Figura 3, nota-se semelhanças nas escolhas dos princípios, contudo pode-se dizer que entre os princípios mais citados, possuem maior enfoque no uso em aulas práticas do que em sala de aula.

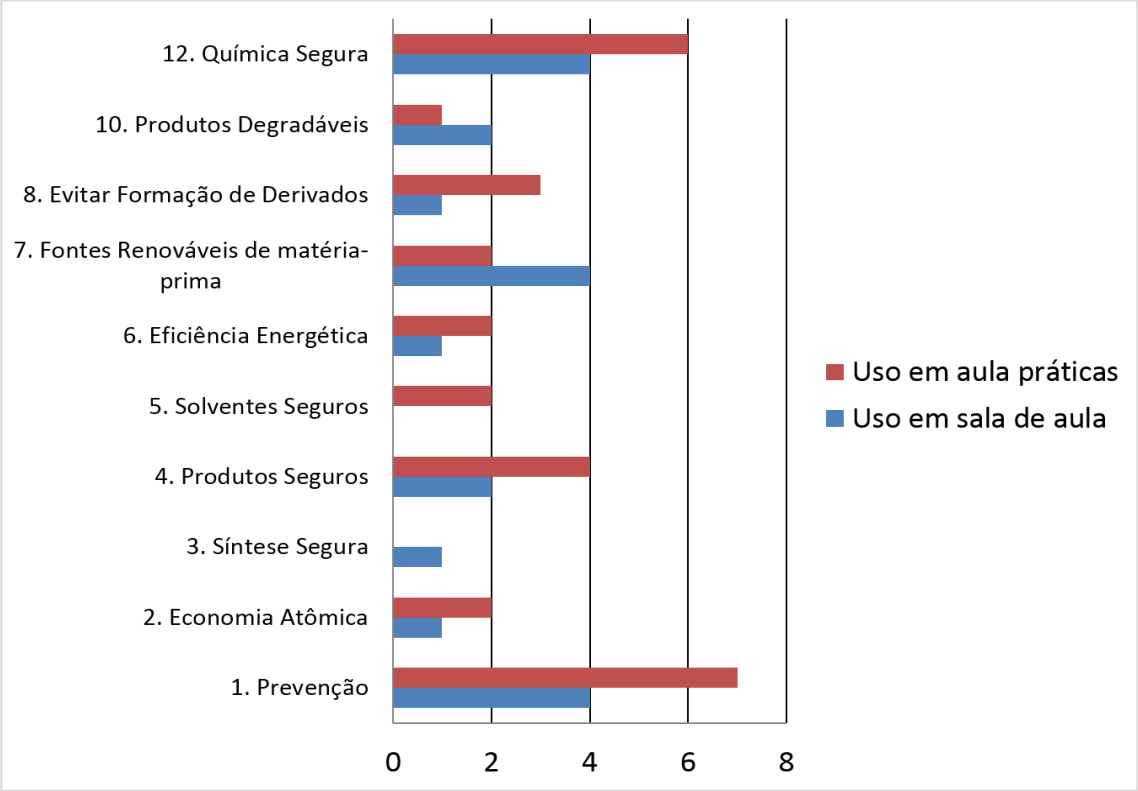


Figura 3: Comparativo entre o uso dos princípios da QV em sala de aula e em aulas práticas.

Ao analisar a figura 3, pode-se observar o fato de que os professores priorizam o uso de parte dos princípios da QV em suas aulas práticas laboratoriais. Pode-se inferir este fato mediante a observação com relação a um dos princípios mais utilizados, o princípio da *Prevenção,* o qual possui 87,5% de uso em aulas práticas comparado a 50% de uso em sala de aula. O décimo segundo princípio da QV (*Química Segura*) também foi outro princípio muito citado tanto tratando-se de seu uso em sala de quanto em aulas práticas, verificando-se um percentual de 50% e 75% respectivamente, representando maior enfoque também em aulas práticas.

Com relação ao quarto princípio da QV (*Produtos Seguros*), também observa-se maior ênfase quanto ao seu uso em aulas práticas, uma vez que observa-se um percentual de 50% de uso em práticas laboratoriais comparado a 25% representando o uso em sala de aula.

Já ao analisar o sétimo princípio da QV (*Fontes Renováveis de matéria-prima*), verifica-se o oposto ao observado anteriormente, tendo um maior enfoque no seu uso em sala de aula comparado ao uso em aulas práticas. Assim sendo, verifica-se um percentual de 37,5% de professores que utilizam deste princípio em sala de aula e somente 12,5% dos docentes utilizam desse princípio em aulas práticas laboratoriais. A dificuldade, a inviabilidade, ou ainda a impossibilidade de utilizar matéria-prima renovável em certos experimentos possivelmente pode ter contribuído de certa forma para a observação dessa diferença de percentual entre o uso deste princípio em sala de aula e em aulas práticas.

Conforme a Figura 3, observa-se que alguns princípios foram citados o uso somente em uma categoria, possuindo enfoque exclusivamente em sala de aula ou somente em aulas práticas. Como pode-se observar, por exemplo, o quinto princípio da QV (*Solventes Seguros*), o qual somente foi citado quanto ao seu uso em aulas práticas, representando 25% de professores pesquisados. Esse princípio prevê que substâncias auxiliares como solventes e agentes de purificação precisam ser evitados ao máximo, sendo que quando utilizados devem ser não tóxicos; essa abordagem de uso de solventes e agentes de purificação não nocivos é, de certa forma, mais restritiva ou ainda mais específica para processos químicos, fato que possivelmente pode ter sido um dos fatores responsáveis para que os professores somente utilizem do quinto princípio em aulas práticas laboratoriais.

Ao analisar a figura 3, pode-se observar que o terceiro princípio da QV (Síntese Segura) somente é citado quanto ao seu uso em sala de aula, totalizando um percentual de somente 12,5% dentre os oito professores pesquisados. Já o nono (*Catálise*) e décimo primeiro princípio da QV (*Análise em tempo real para prevenção*), foram os únicos princípios que não foram apontados quanto ao seu uso tanto em sala de aula quanto em aulas práticas.

Por fim, ao analisar o resultado em conjunto de todos os doze princípios da QV em ambas categorias, pode-se observar quais são os princípios mais utilizados na prática docente dos professores do IFSC-SJ tanto em aulas teóricas de sala de aula, quanto em aulas práticas laboratoriais. Na categoria relacionada ao uso em sala de aula, os princípios da QV mais utilizados pelos professores foram o primeiro (*Prevenção*), o sétimo (*Fontes Renováveis de matéria-prima*) e o décimo segundo princípio (*Química Segura*), ambos com percentual de 50%, ou seja, quatro dentre os oito professores pesquisados consideram esses princípios como os mais presentes em sua prática docente, tratando-se de seu uso em sala de aula.

Com relação a categoria relacionada ao uso dos princípios da QV em aulas práticas laboratoriais, os princípios que obtiveram maior ênfase foram o primeiro (*Prevenção*) com percentual de 87,5%, o quarto (*Produtos Seguros*) com percentual de 50% e o décimo segundo princípio (*Química Segura*) com percentual de 75%. Portanto observa-se que os dentre os doze princípios da QV, a maior parte dos docentes do IFSC-SJ identificaram o primeiro e o décimo segundo como sendo os princípios mais utilizados em sua prática docente, seja em sala de aula ou em aulas práticas laboratoriais. Pode-se observar este fato ao analisar o uso do princípio da Prevenção, uma vez que sete dentre os oito professores fazem uso do mesmo em aulas práticas e quatro professores utilizam dele em aulas teóricas em sala de aula. Já ao observar o percentual do décimo segundo princípio, seis dentre os oito docentes pesquisados utilizam este princípio em aulas práticas e quatro fazem uso do mesmo em aulas teóricas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir desse estudo foi possível identificar qual a percepção dos professores quanto a QV e seus princípios. A partir dos resultados observou-se que todos os professores de Química do IFSC-SJ acreditam ser importante a inserção de discussões acerca da questão ambiental, utilizando da QV como ferramenta para incluir essa temática nas aulas de Química.

Os conhecimentos dos professores com relação a definição e caracterização da QV, evidenciam certa familiaridade por parte de alguns docentes pesquisados, uma vez que alguns definiram a QV a partir do princípio da *Prevenção*, sendo este considerado por muitos estudiosos da área como o princípio da QV mais importante e o principal objetivo que a QV se destina a buscar.

Na análise dos questionários pode-se também perceber que todos os professores de Química pesquisados acreditam que a utilização de conceitos da QV pode ampliar o conhecimento dos alunos com relação a questão ambiental. Os docentes relataram a importância da QV nas aulas de Química para aprofundar a discussão quanto a busca por processos que utilizem e gerem substâncias com baixa ou com nenhuma toxicidade ao ser humano e ao meio ambiente. Assim reconhecendo os danos causados pela Química ao meio ambiente, de forma que se pense não apenas na remediação dos danos causados pelos processos químicos, mas também na prevenção dos mesmos.

A partir das respostas dos professores, foi possível perceber que apesar de todos reconhecerem a importância da inserção da QV nas aulas de Química, não são todos professores que utilizam de conceitos da QV em suas aulas teóricas ou em práticas laboratoriais. Há ainda professores que relataram fazer sim uso de conceitos da QV, porém de forma implícita e não periódica ao realizar algumas aulas práticas, relacionando o conteúdo com QV ao abordar a questão da formação de resíduos e de seu tratamento. Contudo, pode-se observar que a grande parte dos professores pesquisados afirmaram que utilizam de conceitos da QV em suas aulas práticas ou teóricas, utilizando de alguns dos princípios da QV para embasar sua prática docente.

O IFSC-SJ, como discutido anteriormente, possui um curso de Licenciatura em Química, sendo que grande parte dos professores pesquisados lecionam neste curso. A Licenciatura possui componentes curriculares destinados a discussão da questão ambiental, bem como a utilização dos doze princípios da QV, principalmente o décimo segundo princípio (Química Segura) relacionado com segurança nos processos químicos. Portanto, a partir da leitura do PCC já se subentendia que no curso os professores supostamente utilizariam dos conceitos e princípios da QV.

Quanto ao uso dos princípios da QV em suas aulas, os professores de Química do IFSC-SJ relataram quais dentre os doze princípios que mais utilizam em sua prática docente. Como resultante observou-se que um número significativamente alto considerou os princípios da *Prevenção* e da *Química Segura* como os princípios da QV mais utilizados em suas aulas, seja em aulas teóricas ou então em aulas práticas laboratoriais.

Por fim, verifica-se, a partir do relato dos professores no questionário, que as discussões de Química Verde nas aulas de Química no IFSC-SJ ocorrem com maior incidência em aulas práticas laboratoriais, a partir do uso de reagentes menos nocivos, problematizando a quantidade de resíduos produzidos em experimentos, optando por práticas que não utilizem solventes e substâncias tóxicas. Além da questão do enfoque na segurança no laboratório, a partir da escolha de substâncias, bem como sua utilização em processos químicos com intuito de minimizar o risco de acidentes.

7 REFERÊNCIAS

AGUIAR, E. F. S.; et al. **Química verde: a evolução de um conceito.** Revista Química Nova, São Paulo, v. 37, n. 7, p. 1257-1261, 2014.

ANASTAS, P.T; EGHBALI, N.; **Green Chemistry: Principles and Practice.** Chemical Society Reviews, v.39, p.301-312, 2010.

ANASTAS, P. T.; WARNER, J.C. **Green Chemistry: Theory and Practice**. Oxford Press: Oxford, 1998.

LIMA, A.M.S; et al. **Revista Quiminteressante: discutindo a Química Verde no ensino médio.** ENEQ, 2016

CHASSOT, A. **Para que(m) é útil o ensino? Alternativas para um ensino (em Química) mais crítico.** Canoas: Ed.DA ULBRA,1995.

LENARDÃO, E. J. et al. **"Green Chemistry" – os 12 princípios da química verde e sua inserção nas atividades de Ensino e pesquisa.** Revista Química Nova, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 123-129, 2003.

MACHADO, A. A. S. C. **Métricas da Química Verde – A Produtividade Atómica.** Boletim da Sociedade Portuguesa de Química, v. 107, 47-55, 2007.

_____. **Dos primeiros aos segundos doze princípios da Química Verde.** Quím. Nova, São Paulo, v. 35, n. 6, p. 1250-1259, 2012.

MARQUES, C. A. et al. **Visões de meio ambiente e suas implicações pedagógicas no ensino de química na escola média.** Revista Química Nova, São Paulo, v. 30, n.8, p. 2043-205, 2007.

MARQUES, C. A. ; DREWS, F. . **A difusão da Química Verde para a Educação Química Escolar: um estudo da experiência italiana com a Revista Green.** In: Maria Gorette Lima da Silva; Adriana Mohr; Magnólia Fernandes Florêncio de Araújo. (Org.). Temas de Ensino e Formação de professores de Ciências. 1ed.Natal: EDUFRN, 2012, v. único, p. 73-102.

MARQUES, C. A.; MACHADO, A.S.C. Una **visión sobre propuestas de enseñanza de La Química Verde.** Revista Electrónica de Enseñanza de lãs Ciencias Vol.17 nº1, p.19-43, 2018

MINAYO, M.C.S.(Org). **Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade.** Petrópolis: Vozes, 2001.

_____. **O Desafio do Conhecimento: Pesquisa Qualitativa em Saúde.** 10. ed. São Paulo: HUCITEC, 2007.

MORAES, R. **Análise de conteúdo**. Educação, Porto Alegre, v.22, n.37, p. 7, mar, 1999.

PRADO, A.G.S. **Química Verde: os Desafios da Química no Novo Milênio.** Quím. Nova, v.26 n.5, p.738-744, 2003.

WINTERTON, N. **Twelve More Green Chemistry Principles.** Green Chemistry, v. 3, n. 6, G73-G75, 2001.

8 APÊNDICE

8.1 Questionário

1- Você considera importante a inserção da questão ambiental nas aulas de Química? Por quê?

2- Como você define a Química verde (QV)?

3- Em sua opinião, a QV pode ser utilizada como base para a inserção de um debate ambiental nas aulas de Química?

4- Como a QV pode ampliar o conhecimento dos alunos com relação às questões ambientais?

5- Utiliza dos conceitos da QV para contextualizar/ problematizar os conteúdos em sala de aula ou em práticas laboratoriais? De que forma?

6- Ao preparar uma aula experimental, utiliza da QV para pensar em práticas que resultem em resíduos não nocivos ao meio ambiente?

7- A busca por uma química menos nociva ao meio ambiente tem se baseado nos 12 princípios da QV. Sua abordagem em sala de aula e/ou em práticas laboratoriais busca seguir algum desses princípios? Quais? De que forma?

8.2 Tabela referente ao uso dos 12 princípios da Química Verde na prática docente

Obs.: Escolher quatro princípios dentre os doze listados para identificar os quatro princípios mais utilizados em sua prática docente.

Princípios da Química Verde	Uso em sala de aula	Uso em aulas práticas de laboratório
1. Prevenção		
2. Economia Atômica		
3. Síntese segura		
4. Produtos seguros		
5. Solventes e auxiliares seguros		
6. Eficiência Energética		
7. Fontes renováveis de matéria-prima		
8. Evitar formação de derivados		
9. Catálise		
10. Produtos degradáveis		
11. Análise em tempo real para prevenção		
12. Química Segura (prevenção de acidentes)		

8.3 Transcrições dos questionários na íntegra

Professor A

1- Você considera importante a inserção da questão ambiental nas aulas de Química? Por quê?

R: Sim, porque trata-se de um tema de relevância social em que conhecimentos de química podem contribuir para sua compreensão.

2- Como você define a Química verde (QV)?

R: Uma perspectiva de fazer a Ciência Química a partir da redução de produção de resíduos e da resolução de problemas ambientais.

3- Em sua opinião, a QV pode ser utilizada como base para a inserção de um debate ambiental nas aulas de Química?

R: Sim, especialmente em se tratando de componentes curriculares experimentais, e ou aulas experimentais.

4- Como a QV pode ampliar o conhecimento dos alunos com relação às questões ambientais?

R: Penso que a QV pode contribuir com a discussão da necessidade da Química, enquanto Ciência, de desenvolver conhecimento para diminuir determinados problemas ambientais, como aqueles relacionados à produção de resíduos. Mas não com discussões sobre problemas socioambientais. Nisso ela é limitada.

5- Utiliza dos conceitos da QV para contextualizar/ problematizar os conteúdos em sala de aula ou em práticas laboratoriais? De que forma?

R: Não. No máximo já problematizei a quantidade de resíduos produzidos em uma aula experimental. Ma não explicitei se tratar de QV.

6- Ao preparar uma aula experimental, utiliza da QV para pensar em práticas que resultem em resíduos não nocivos ao meio ambiente? R: Sim

7- A busca por uma química menos nociva ao meio ambiente tem se baseado nos 12 princípios da QV. Sua abordagem em sala de aula e/ou em práticas laboratoriais busca seguir algum desses princípios? Quais? De
que forma?

R: Não explicitamente. Apenas penso nisso na seleção dos experimentos e oriento os alunos quanto a produção dos resíduos.

Tabela referente ao uso dos 12 princípios da Química Verde na prática docente

Princípios da Química Verde	Uso em sala de aula	Uso em aulas práticas de laboratório
1. Prevenção		x
2. Economia Atômica		
3. Síntese segura		
4. Produtos seguros		x
5. Solventes e auxiliares seguros		x
6. Eficiência Energética		
7. Fontes renováveis de matéria-prima		
8. Evitar formação de derivados		x
9. Catálise		
10. Produtos degradáveis		
11. Análise em tempo real para prevenção		
12. Química Segura (prevenção de acidentes)		

Professor B

1- R: Sim. Para ir criando no aluno a noção de consciência ecológica, para que as mudanças comecem a ocorrer na base, em casa.

2- R: É a Química que está relacionada com a preocupação ambiental, tratamento de resíduos, lixo, agrotóxico, etc.

3- R: Sim

4- R: Ensinando para os alunos problemas decorrentes do uso inadequado de produtos químicos pode afetar o meio ambiente.

5- R: Sim. Sempre que o assunto permite relacionar com o conteúdo problemas ambientais como tratamento do lixo, chuva ácida, efeito estufa...

6- R: Sim. Sempre que possível utilizar substâncias que sejam menos nocivas e fáceis de tratar.

7- R: Nunca me preocupei em conhecer os 12 princípios, mas percebo que as aulas se encaixam em alguns deles.

Tabela referente ao uso dos 12 princípios da Química Verde na prática docente

Princípios da Química Verde	Uso em sala de aula	Uso em aulas práticas de laboratório
1. Prevenção	x	x
7. Fontes renováveis de matéria-prima	x	x
8. Evitar formação de derivados	x	x
10. Produtos degradáveis	x	x

Professor C

1- R: Sim, porque a plena formação cidadã envolve o conhecimento dos impactos que a química tem sobre o meio ambiente.

2- R: A Química que trata da sustentabilidade e da preservação do planeta.

3- R: Sim

4- R: Demonstrando a importância da química para o meio ambiente e, ao mesmo tempo, como seu mau uso pode trazer consequências drásticas.

5- R: Sim, de uma maneira indireta, falando da necessidade de nos preocuparmos com o meio ambiente.

6- R: Sempre

7- R: Sim. Os princípios 1, 3, 4 e 5, principalmente. Não elaboro experimentos que gerem resíduos muito tóxicos, nem para os alunos e nem para o meio ambiente.

Tabela referente ao uso dos 12 princípios da Química Verde na prática docente

Princípios da Química Verde	Uso em sala de aula	Uso em aulas práticas de laboratório
1. Prevenção		x
7. Fontes renováveis de matéria-prima	x	
10. Produtos degradáveis	x	x
12. Química Segura (prevenção de acidentes)		x

Professor D

1- R: Considero bastante importante a inserção da questão ambiental, porque essa conscientização é necessária para termos qualidade de vida, sermos profissionais éticos.

2- R: Química verde é conjunto de conceitos e princípios que visam tornar protocolos mais sustentáveis.

3- R: Sim, há muitas reflexões a serem elaboradas com esse tema, inclusive o mero marketing envolvido em algumas situações.

4- R: Sim, ela pode ser aplicada desde situações cotidianas até no planejamento industrial mais sofisticado.

5- R: Sim, nas disciplinas de ensino de química a educação ambiental é marcante, há vários estudos e pesquisadores se dedicando no assunto para melhorar o ensino-aprendizagem da química.

6- R: Sim. Se possível, empregar reagentes não-tóxicos, que não gerem resíduos, ou ao menos, incentivo os alunos a pensarem outras possibilidades.

7- R: Depende da aula e da prática, mas procuro empregar o maior número de princípios possível.

Princípios da Química Verde	**Uso em sala de aula**	**Uso em aulas práticas de laboratório**
1. Prevenção	x	
2. Economia atômica		x
3. Síntese segura	x	
5. Solventes e auxiliares seguros		x
6. Eficiência Energética		x
7. Fontes renováveis de matéria-prima	x	
12. Química Segura (prevenção de acidentes)	x	x

Professor E

1- R: Sim, a questão ambiental deve permear todas as disciplinas.

2- R: Vejo como um objetivo, algo a se ter em mente no preparo e execução de práticas. Como definição conjunto de ações que visam a diminuir o máximo possível o impacto de práticas laboratoriais em química.

3- R: Assim como toda prática pode suscitar discussões.

4- R: Ao avaliar o risco de práticas forçosamente se avalia o impacto ambiental que pode ser extrapolado para praticamente todas as ações cotidianas.

5- R: Não.

6- R: Não.

7- R: Não.

Tabela referente ao uso dos 12 princípios da Química Verde na prática docente

Princípios da Química Verde	Uso em sala de aula	Uso em aulas práticas de laboratório
1. Prevenção	X	X
6. Eficiência Energética	X	X
7. Fontes renováveis de matéria-prima	X	X
12. Química Segura (prevenção de acidentes)	X	X

Professor F

1- R: Sim. Se não considerarmos as questões ambientais, estaremos caminhando para a destruição de todos os seres vivos do Planeta Terra e do próprio Planeta.

2- R: A Ciência que se preocupa com o desenvolvimento das tecnologias químicas, com a menor alteração possível do Universo.

3- R: Sim. Falando sobre o preço dos medicamentos. A Indústria Química Farmacêutica é a que tem menor rendimento atômico. Esse é um dos motivos do elevado preço dos medicamentos.

4- R: Discutir com os alunos sobre a diminuição da utilização de produtos provenientes de processos que utilizam recursos não renováveis.

5- R: Sim. Efetuando experimentos utilizando quantidades pequenas de reagentes e utilizando reagentes menos tóxicos possíveis.

6- R: Sim. Os menos nocivos possíveis.

7- R: Sim. Todos os princípios. Alguns consegue-se seguir de forma mais rigorosa.

Tabela referente ao uso dos 12 princípios da Química Verde na prática docente

Princípios da Química Verde	Uso em sala de aula	Uso em aulas práticas de laboratório
1. Prevenção		X
4. Produtos seguros		X
8. Fontes renováveis de matéria-prima		X
12. Química Segura (prevenção de acidentes)		X

Professor G

1- R: Sim. Principalmente pelo eixo científico e tecnológico que a química possui. Ciência e tecnologia são coisas distintas, porém muito entrelaçadas. O caráter não neutro da ciência e a injeção de capital na tecnologia, pautado nos princípios epistemológicos de Francis Bacon, na mudança no hábito de vida das pessoas decorrentes das revoluções industriais e na necessidade mercadológica de produzir para produzir, faz com que os recursos naturais sejam entendidos como infinitos e que a natureza serve para o desenvolvimento da humanidade. Com o debate ambiental em aulas de química, tanto o papel da ciência, tecnologia e sociedade são problematizados com exemplos históricos da química e, ao mesmo tempo, retroalimentam tópicos atuais e extremamente importantes que a sociedade precisa para tomar decisões e pensar sobre ciência.

2- R: Trata-se de um conceito criado na área de Química pautado na prevenção. Esse conceito surge a medida que o desenvolvimento da indústria química afeto/afeta consideravelmente as condições ambientais da Terra. Desde o início de qualquer processo químico, por exemplo, é pensado a substituição de substâncias potencialmente nocivas, assim como procedimentos que não afetem e/ou usurpem o ambiente. Portanto, esse conceito é importante, pois com a percepção de que a Química Ambiental - que é pautada na ideia de amenizar/combater os efeitos nocivos ao ambiente - não é sustentável na prática, a Química verde surge com o intuito de afetar o mínimo possível os padrões termodinâmicos naturais.

3- R: Sim.

4- R: Com exemplares históricos. Trazer episódios onde o tratamento de poluentes não são suficientes e efetivos para a conservação da natureza. De que o contato de substâncias produzidas (produtos e seus rejeitos) com o sistema natural é extremamente complexo que podemos entender como imprevisíveis, e consequentemente, preocupante. Assim a QV pode ampliar o conhecimento nos alunos e alunas para entender de que a prevenção e

minimização de riscos é uma opção mais sensata do que continuar a produção nociva e buscar meios de diminuí-la e etc.

5- R: Sim. A comparação de diversas formas de obtenção de metais, por exemplo.

6- R: Sim, optando por práticas que utilizem substâncias do cotidiano (não poluentes) e que são de fácil descarte. Evitar práticas com solventes e substâncias tóxicas.

7- R: Sim. 1. Prevenção: Tomando cuidado, explicando condições de segurança e realizando a prática antes de utilizar em sala; 3. Produtos Seguros: Opto pelo manuseio de substâncias do cotidiano; 12. Química Segura: Ensinar os alunos e alunas o que fazerem em casos de acidentes. Formas de manusear os reagentes e como se portar em um laboratório.

Tabela referente ao uso dos 12 princípios da Química Verde na prática docente

Princípios da Química Verde	Uso em sala de aula	Uso em aulas práticas de laboratório
1. Prevenção	X	X
4. Produtos seguros	X	X
12. Química Segura (prevenção de acidentes)	X	X

Professor H

1- R: Sim. Para construir pontes de conhecimento entre o cotidiano do aluno e o ambiente de ensino, possibilitando se trabalhar muito mais do que apenas conteúdos relacionados a disciplina, ou seja, fazer com que o conhecimento químico seja usado como suporte para uma visão mais ampla de meio ambiente, incluindo a formação de atitudes e uma compreensão global de questões socioambientais.

2- R: Planejar processos químicos reduzindo ou se possível eliminando o uso de substâncias que acarretam certos perigos ao meio ambiente de forma geral, evitando sempre a geração de poluentes como resíduos, além de buscar o desenvolvimento de processos energeticamente eficientes e a utilização de fontes renováveis de energia e matéria prima.

3- R: Trazendo o cotidiano do aluno e contextualizando os conteúdos programáticos; inserindo os princípios da química verde de maneira transversal.

4- R: Pensando não apenas na remediação dos danos causados pela poluição, mas também na prevenção da poluição.

5- R: Sim, nas aulas experimentas, trabalhando junto ao aluno, a adaptação de práticas visando à redução de reagentes, a substituição por reagentes menos tóxicos. Trabalhando com estudos de caso utilizando os preceitos da química verde.

6- R: Sim

7- R: Sim. Na prevenção da formação de resíduos; utilizando reagentes de menor toxicidade; Diminuição da quantidade de reagentes utilizados; visando a eficiência energética com experimentos conduzidos a pressão e temperatura ambiente.

Tabela referente ao uso dos 12 princípios da Química Verde na prática docente

Princípios da Química Verde	Uso em sala de aula	Uso em aulas práticas de laboratório
1. Prevenção	X	X
2. Economia Atômica	X	X
4. Produtos Seguros	X	X
12. Química Segura (prevenção de acidentes)	X	X

9 ANEXOS

9.1 Termo de Consentimento Livre e esclarecido

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS SÃO JOSÉ

Termo de consentimento livre e esclarecido

Prezado (a) participante:

Sou estudante do curso de Especialização em Educação Ambiental com ênfase na formação de professores, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina- Campus São José (IFSC-SJ). Estou realizando uma pesquisa sob Orientação do professor Éder da Silva e Sá, cujo objetivo é investigar como ocorre a abordagem da Química Verde no curso de Química oferecido pelo IFSC campus São José.

Solicito sua participação como voluntário dessa pesquisa. Seu envolvimento se resume a participação de um questionário destinado a pesquisa acadêmica, cujo tema é “Química Verde no ensino de Química”. Os dados serão utilizados, unicamente, para fins de pesquisa e suas respostas ficarão totalmente anônimas. Por isso preciso de seu consentimento, já que os dados coletados serão utilizados posteriormente na pesquisa.

Ficarei muito grato com sua colaboração. Muito obrigado por sua atenção e paciência!

Atenciosamente,

_____

Acadêmico
Felipe Eduardo dos Anjos

_____

Professor Orientador
Éder da Silva e Sá

_____

Participante voluntário da pesquisa

9.2 Autorização para Pesquisa

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
CAMPUS SÃO JOSÉ

SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA ACADÊMICO-CIENTÍFICA

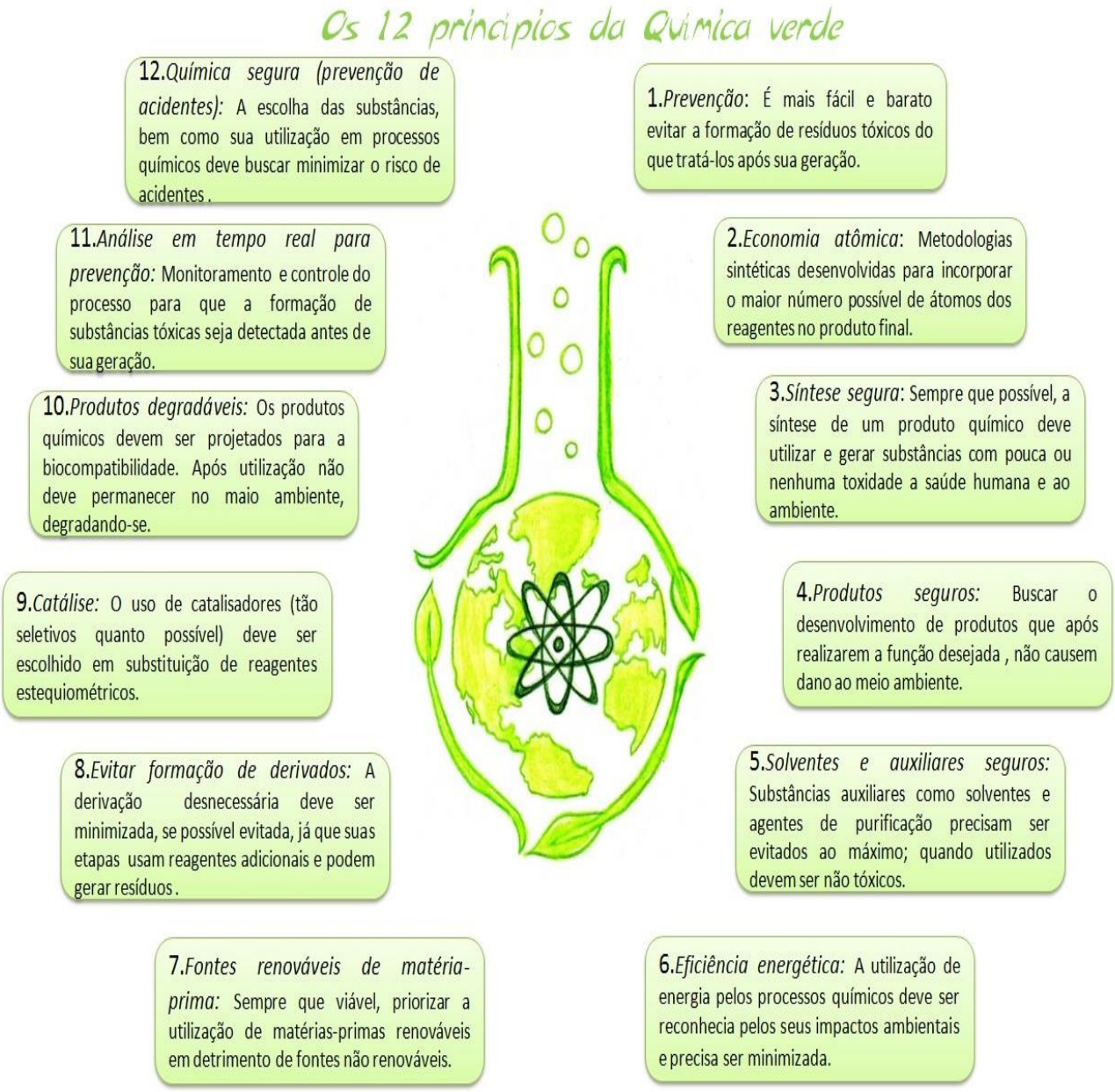
Através do presente instrumento, solicitamos á Direção de Ensino e Extensão do IFSC-SJ a autorização para realização da pesquisa integrante da monografia do acadêmico Felipe Eduardo dos Anjos, de matrícula nº 20181300074, orientado pelo professor Éder da Silva e Sá, tendo como título preliminar "A abordagem de conceitos da Química Verde no ensino de Química no Instituto Federal de Santa Catarina- Campus São José e Florianópolis".

A coleta de dados será feita através de questionários semiabertos com professores de química do campus.

Contando com a autorização dessa instituição, coloco-me á disposição para qualquer esclarecimento.

São José, __ de Abril de 2019.

_____
Felipe Eduardo dos Anjos
Acadêmico

_____
Éder da Silva e Sá
Professor Orientador

9.3 Folder informativo: 12 princípios da Química Verde