

A Química Verde presente nos artigos da Revista Química Nova: A divulgação científica dos últimos 10 anos.

Caio Renan Goes Serrão¹ (IC)* Maria Dulcimar de Brito Silva¹ (PQ). caioserrao@yahoo.com.br

1 - Universidade do Estado do Pará, Centro de Ciências Sociais e Educação, Tv. Djalma Dutra s/n – Belém, PA, CEP 66113-010.

Palavras-Chave: Química Verde, Divulgação Científica, Revista Química Nova.

RESUMO: O atual modelo de desenvolvimento econômico tem contribuído de forma efetiva para o agravamento dos problemas ambientais. Catástrofes naturais ou provocadas pelo homem têm merecido destaque e a principal causa é a geração indiscriminada de produtos que agridem o meio ambiente. O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de demonstrar o crescimento da preocupação com o meio ambiente e possibilidades de mudança de mentalidade. Para fundamentar o estudo foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre a divulgação científica da Química Verde, através de pesquisas desenvolvidas e publicadas em artigos da Revista Química Nova nos últimos dez anos. A partir da análise de resultados, pode-se chegar à conclusão de que há um crescimento constante no número de publicações na área da Química Verde, o que por sua vez mostra uma crescente preocupação em desenvolver estratégias sustentáveis para a realização de pesquisas nas várias áreas da Química.

1 - INTRODUÇÃO

Atualmente, a preocupação com o meio ambiente tem estado presente, constantemente, na vida de boa parte da população mundial. Catástrofes ambientais, naturais ou provocadas pelo homem tem sido destaque nos noticiários mundiais. O atual modelo de desenvolvimento econômico tem contribuído de forma efetiva para o agravamento dos problemas ambientais (MORADILLO & OKI, 2004).

A questão ecológica mundial ou a preocupação com o meio ambiente surgiu no final da década de 1960 e tomou impulso na década de 1970, desde então tem sido constante a realização de encontros, debates e grandes conferências para a discussão sobre o meio ambiente, mudanças climáticas, poluição, geração de resíduos, ou seja, têm se buscado soluções e novos valores éticos para reger questões sociais, econômicas e ambientais das quais depende o desenvolvimento de vários países.

Inserido nos princípios de sustentabilidade está o desenvolvimento da Química com o objetivo de melhorar a qualidade de vida. Porém, o maior desafio é a continuidade dos avanços em pesquisas, diminuindo os danos ao meio ambiente (PRADO, 2003). Para Sanseverino (2000), terminologias como tecnologia limpa, processo limpo, síntese limpa e Química Verde, tem se tornado freqüente na literatura dos últimos anos e demonstram uma nova conduta química para o aprimoramento de processos com o objetivo de redução na geração de resíduos e efluentes tóxicos, bem como a menor produção de gases indesejáveis ao meio ambiente.

Para Prado (2003), a Química Verde tem a preocupação com o desenvolvimento de tecnologias e processos capazes de reduzir ou não gerar poluição, ou seja, reduzir o impacto que processos químicos provocam ao meio ambiente, gerando o desenvolvimento econômico e social de forma limpa e sustentável.

O presente trabalho teve como objetivo realizar um estudo sobre a divulgação científica da Química Verde nos últimos dez anos (2000 a 2009) nas publicações da Revista Química Nova da Sociedade Brasileira de Química.

2 - HISTÓRICO E EVOLUÇÃO DA QUÍMICA VERDE

Em 1991, a agência ambiental norte-americana EPA (“Environmental Protection Agency”), lançou o programa “Rotas Sintéticas Alternativas para Prevenção da Poluição”, onde propôs financiar projetos de pesquisa que tivessem como objetivo primordial a prevenção da poluição em suas rotas sintéticas, caracterizando desta maneira o surgimento da química verde (LENARDÃO, 2003).

Em 1993, a Itália criou o Consórcio Universitário Química para o Ambiente (INCA) que visava reunir grupos acadêmicos envolvidos com química e meio ambiente a fim de desenvolver pesquisas na área de prevenção da poluição, por meio de pesquisas onde tentava se desenvolver reações, processos e produtos mais limpos.

Em 1995, o governo dos Estados Unidos instituiu um programa com o objetivo de premiar inovações tecnológicas aplicadas à indústria que pudessem reduzir a produção de resíduos em diferentes setores da produção industrial. O “The Presidential Green Chemistry Challenge” ou apenas (“PGCC”), premia anualmente trabalhos em cinco categorias: acadêmico, pequenos negócios, rotas sintéticas alternativas, condições alternativas de reação e desenho de produtos químicos mais seguros (LENARDÃO, 2003).

No ano de 1997 foi criado o “Green Chemistry Institute” (GCI), que atualmente atua em parceria com a Sociedade Americana de Química (“American Chemical Society, ACS”), ainda em 1997, em setembro, a IUPAC (“International Union for Pure and Applied Chemistry”), promove a primeira conferência internacional em “Green Chemistry”. Em Julho de 2001, em Veneza, aprova a criação do Sub-Comitê Interdivisional de “Green Chemistry” e em setembro do mesmo ano realiza o workshop sobre educação em química verde.

Durante os anos de 2000 e 2001, a IUPAC publicou inúmeros artigos dedicados à química verde, o que acabou por estimular que outros países como a Inglaterra, por meio da Sociedade Real de Química Britânica, lançasse um periódico

bimestral que publica artigos que tratam sobre a utilização de processos e tecnologias limpas. Ainda no ano de 2001, ocorreu também na Universidade do Colorado (EUA) a conferência “CHEMRAWN XIV” (The Chemical Research Applied to World Needs) e teve como tema principal a busca por produtos e processos benignos ao meio ambiente (LENARDÃO, 2003)

No Brasil, os conceitos de química verde começam a ser difundidos pelo grupo de Síntese Orgânica Limpa do Instituto de Química e Geociências da Universidade Federal de Pelotas no Rio Grande do Sul, onde a criação de uma página na internet (www.ufpel.tche.br/iqg/wwverde) disponibiliza diversas informações sobre a química verde.

No início do ano de 2006, três docentes do Instituto de Química da USP (Prof. Dr. Reinaldo Camino Bazito, Prof. Dr. Renato Sanches Freire e o Prof. Dr. Leandro Helgueira Andrade) criaram a Escola de Química Verde. Em janeiro de 2007 a Universidade de São Paulo promove por meio do IQ-USP a primeira Escola de Verão em Química Verde, em novembro do mesmo ano ocorre o primeiro workshop brasileiro sobre Química Verde em Fortaleza (CE), onde foi anunciada a criação da Rede Brasileira de Química Verde, que tem por objetivo ser o elemento institucional de promoção das inovações tecnológicas para empresas nacionais com apoio da comunidade acadêmica e agências governamentais (CORRÊA & ZUIN, 2009).

3 - OS DOZE PRINCÍPIOS DA QUÍMICA VERDE

A Química Verde é regida por doze princípios definidos por inúmeros autores como estratégias que devem ser levadas em consideração para que se desenvolvam processos industriais sustentáveis.

3.1 - PRIMEIRO PRINCÍPIO: PREVENÇÃO

O Princípio da prevenção estabelece que é muito mais viável prevenir a formação de resíduos do que tratá-los, após a sua geração. Segundo o manual: “Implementação de um Programa de Prevenção à Poluição”:

A prevenção à poluição refere-se a qualquer prática, processo, técnica e tecnologia que visem à redução ou eliminação em volume, concentração e toxicidade dos poluentes na fonte geradora. Inclui também modificações nos equipamentos, processos ou procedimentos, reformulações ou replanejamento de produtos, substituição de matérias-primas e eliminação de substâncias tóxicas (CETESB, 2002, p. 03).

As medidas de prevenção à poluição podem oferecer tanto um ganho ecológico, quanto econômico para as empresas que as implantam. É mais barato realizar melhoras operacionais, como manutenção preventiva, controle de vazamentos e

derramamentos, controle de estoque, substituição de produtos por outros menos tóxicos, substituição ou alteração de equipamentos por outros mais eficientes e menos poluentes do que remediar compostos tóxicos (CETESB, 2002).

3.2 - SEGUNDO PRINCÍPIO: ECONOMIA DE ÁTOMOS

A economia de átomos é a maximização da incorporação dos átomos dos reagentes nos produtos. Uma reação química ideal deve ser não somente seletiva, mas primordialmente uma simples adição na qual qualquer outro reagente envolvido participa em quantidades catalíticas (DUPONT, 2000). Portanto, a reação ideal seria aquela em que toda a massa dos reagentes está contida no produto. Desta maneira, teríamos um aproveitamento das matérias-primas e, conseqüentemente, seriam gerados menos resíduos (TROST apud SILVA, 2005).

Porém, a maioria dos produtos químicos não podem ser obtidos por meio de reações que obedeçam ao princípio da economia atômica, pois existe uma grande dificuldade em se atingir rendimentos quantitativos nas reações, além disso gerar um número limitado de resíduos requer inúmeros estudos na área, além de alta tecnologia nos processos químicos.

3.3 - TERCEIRO PRINCÍPIO: REAÇÕES COM COMPOSTOS DE MENOR TOXICIDADE

As reações com compostos que apresentam menor toxicidade ou simplesmente a síntese segura estabelece que deva se desenvolver metodologias sintéticas que substituam compostos de alta toxicidade por compostos de menor toxicidade, fazendo com que desta forma sejam gerados subprodutos com pouco ou nenhum risco à saúde humana e de contaminação ao meio ambiente.

3.4 - QUARTO PRINCÍPIO: DESENVOLVIMENTO DE COMPOSTOS SEGUROS

O quarto princípio pode ser considerado complementar do terceiro, já que determina o desenvolvimento de novos produtos levando em conta a toxicidade dos reagentes envolvidos no processo e os possíveis danos ao ambiente provocados pelos produtos gerados (PRADO, 2003).

3.5 - QUINTO PRINCÍPIO: DIMINUIÇÃO DO USO DE SOLVENTES E AUXILIARES

Os solventes possuem um papel de grande importância na indústria e apresentam uma enorme variedade de aplicações, tais como: processos de extração, matérias primas de outros produtos, propelentes de aerossóis e indústrias de tintas e cosméticos (SANSEVERINO, 2000). Porém, os solventes e auxiliares representam os

principais problemas da indústria química, relacionados à geração de resíduos, transporte, manuseio e descarte, pois apresentam aspectos que demandam cuidado específico e capital.

O quinto princípio da Química Verde estabelece que a utilização de solventes e auxiliares deva ser evitada quando possível ou usadas inocuamente no processo (PRADO, 2003).

3.6 - SEXTO PRINCÍPIO: EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Uma reação ideal, em termos de eficiência energética é aquela que ocorre sob pressão e temperatura ambientes, ou seja, diminuir a energia gasta durante um processo químico pode representar um ganho econômico e principalmente ambiental (CORRÊA & ZUIN, 2009). O sexto princípio da Química Verde aborda aspectos como a diminuição do consumo energético em processos químicos, desenvolvendo novas reações que possam ser efetuadas de maneira a minimizar o consumo de energia (LENARDÃO, 2003). Uma opção é substituir, por exemplo, o aquecimento convencional por fontes de energia alternativas, como as microondas e o ultrassom, diminuindo desta forma a utilização de combustíveis fósseis que são fontes não renováveis e que causam muito mais danos ao meio ambiente.

3.7 - SÉTIMO PRINCÍPIO: USO DE SUBSTÂNCIAS RENOVÁVEIS

O sétimo princípio alerta para a necessidade da utilização de matérias primas de fontes renováveis. Substâncias derivadas de plantas e outras fontes biológicas renováveis ou recicladas devem ser utilizadas, sempre que possível. Um exemplo bastante atual da utilização de matérias primas renováveis é a produção do biodiesel. O biocombustível é obtido através da alcoólise de óleos vegetais e pode ser considerado como um ganho ambiental, pois muitos geradores de energia atualmente movidos por combustíveis derivados do petróleo poderão ser substituídos por esse combustível verde (LENARDÃO, 2003).

3.8 - OITAVO PRINCÍPIO: EVITAR A FORMAÇÃO DE DERIVADOS

A utilização de reagentes bloqueadores, de proteção ou desproteção, modificadores temporários e purificadores deverá ser minimizada ou evitada ao máximo durante os processos químicos, já que tais passos reacionais requerem uma quantidade muito grande de reagentes adicionais o que conseqüentemente ocasiona uma geração maior de subprodutos e derivados (CORRÊA & ZUIN, 2009).

3.9 - NONO PRINCÍPIO: CATÁLISE

Reações catalíticas são superiores a reações estequiométricas. Os reagentes catalíticos, em geral, são altamente seletivos, eficazes e apresentam um grande ganho econômico e ambiental já que evitam a formação de grandes quantidades de resíduos, além de permitirem reutilização por várias vezes (LENARDÃO, 2003). A utilização de catalisadores apresenta um dos pilares da Química Verde, pois além de reduzir consideravelmente a quantidade de reagentes permite o uso de matérias primas renováveis, portanto menos agressivas ao meio ambiente.

3.10 - DÉCIMO PRINCÍPIO: DESENVOLVIMENTO DE COMPOSTOS DEGRADÁVEIS

O décimo princípio trata do desenvolvimento de produtos químicos que deverão ser produzidos com o objetivo de serem facilmente degradados a produtos inócuos, logo após cumprirem a sua função (PRADO, 2003). Portanto, as indústrias devem priorizar o desenvolvimento de produtos biodegradáveis que sejam mais seguros, menos tóxicos, mais seletivos e eficientes, estes processos vêm sendo verificados constantemente na indústria de pesticidas, corantes, polímeros e surfactantes.

3.11 - DÉCIMO PRIMEIRO PRINCÍPIO – ANÁLISE EM TEMPO REAL

Para Prado (2003), as metodologias analíticas devem ser desenvolvidas para que permitam o monitoramento do processo em tempo real, para que assim possam controlar a formação de compostos tóxicos. Vale ressaltar dois aspectos importantes deste princípio que tratam do tempo necessário para que haja uma reação e o material necessário.

Os métodos de análise devem ser rápidos, robustos, precisos e baratos, além disso, no decorrer do processo químico devem ser aplicadas técnicas analíticas em que os reagentes são liberados na quantidade e tempo corretos, evitando desta maneira desperdício e o conseqüente prejuízo ambiental. (CORRÊA & ZUIN, 2009).

3.12 - DÉCIMO SEGUNDO PRINCÍPIO – QUÍMICA SEGURA PARA A PREVENÇÃO DE ACIDENTES

Para o desenvolvimento de processos seguros, deve se levar em consideração aspectos como a escolha da substância utilizada no processo de forma a minimizar os riscos de acidentes químicos, vazamentos, explosões e incêndios. Além disso, outros aspectos devem ser levados em consideração como: toxicidade explosividade, corrosividade e inflamabilidade de solventes e auxiliares (SANSEVERINO, 2000).

4 - METODOLOGIA

O presente estudo objetivou a realização de uma pesquisa bibliográfica utilizando artigos publicados na área da Química Verde e aplicações entre anos de 2000 a 2009, na revista Química Nova, órgão oficial de divulgação da Sociedade Brasileira de Química. A pesquisa foi desenvolvida entre os meses de Outubro e Dezembro de 2009 em quatro etapas.

A primeira etapa faz referência à seleção da revista pesquisada. A revista Química Nova foi selecionada por ser uma revista bastante acessada, lida e muito utilizada para transmitir idéias, resultados de pesquisa, experiências de ensino e textos de difusão. Publicada pela primeira vez em 1978, a Química Nova firmou-se ao longo dos anos como uma das revistas científicas brasileiras mais importantes, extrapolando as fronteiras nacionais. A Química Nova publica artigos com resultados originais de pesquisa, trabalhos de revisão, de novos métodos ou técnicas, de educação, assuntos gerais e sobre história da Química (PARDINI et al., 2007). Os artigos utilizados estão disponíveis na biblioteca online do portal da Sociedade Brasileira de Química.

A segunda etapa consta da seleção dos artigos. Os artigos foram selecionados dentro da temática da Química Verde, nas publicações selecionadas constavam aplicações, adaptações de reações, propostas de metodologias verdes, aplicações de equipamentos e experimentos e pesquisas concluídas na área, ou seja, o conceito sustentável sugerido pela Química Verde era o foco principal. Além disso, foram levados em consideração os 12 Princípios da QV para a seleção dos mesmos.

A terceira etapa consta da análise dos artigos. Os artigos das dez edições da revista foram analisados utilizando três critérios: a divisão por área (Química Analítica, Química Orgânica, Físico-Química), o estudo por aplicação (Biocatálise, Solventes Alternativos, Energia Alternativa) e por número de publicações por ano, ou seja, a pesquisa desenvolvida é qualitativa e quantitativa. A quarta e última etapa no desenvolvimento da pesquisa, consta da construção de gráficos e tabelas para análise e discussão dos resultados.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos artigos da revista Química Nova mostrou que foram publicados entre os anos de 2000 a 2009 um total de 119 artigos que continham aplicações, propostas de metodologias, revisões de literatura e pesquisas concluídas na área da Química Verde.

Em relação às áreas de concentração das pesquisas, o estudo mostrou que as principais áreas de aplicação da Química Verde são a Química Orgânica com um percentual de 30,20% de artigos publicados, Química Analítica com 22,70% e Química Ambiental correspondendo a 16,80% de trabalhos publicados, como apresentado no gráfico 01:

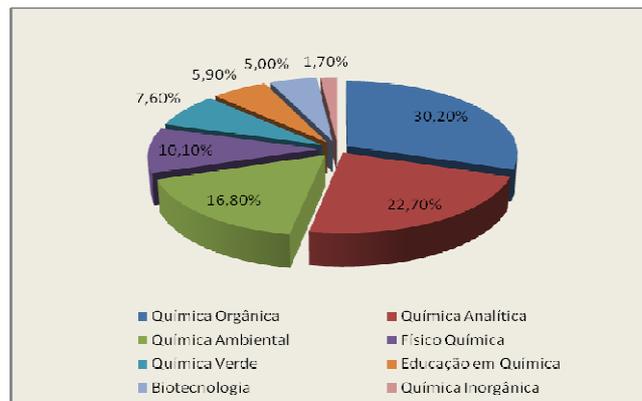


Gráfico 01: Publicações por área de concentração
Fonte: Pesquisa bibliográfica (SERRÃO, 2009)

A explicação para a grande quantidade de publicações estarem concentradas na área de Química Orgânica está relacionada aos grandes avanços de pesquisas em síntese orgânica limpa, utilização de solventes alternativos em substituição aos tradicionais e a utilização de energia de ultrassom e microondas em reações de síntese.

Em relação às pesquisas em síntese orgânica limpa, Sanseverino (2000) afirma que para reduzir a quantidade de resíduos gerados em inúmeras reações são necessários seis princípios básicos que são: Evitar a geração, minimizar, reciclar, reutilizar, dar tratamento e dispor o resíduo de forma adequada, ou seja, realizar o que a Química Verde determina como prevenção à poluição.

Além disso, diminuir a utilização de solventes ou propor a utilização de solventes alternativos apresenta uma das aplicações mais importantes da Química Verde, juntamente com a utilização de energia de ultrassom e microondas em substituição das fontes de aquecimento tradicionais.

A Química Analítica tradicional demanda uma grande quantidade de energia e solventes utilizados em etapas de preparo de amostras, o que favorece a geração de efluentes tóxicos e prejudiciais ao meio ambiente. Portanto, a pesquisa desenvolvida confirma uma tendência de se realizar análises químicas em um tempo reduzido, com um número menor de reagentes sendo utilizados e uma demanda energética também menor, fato que justifica o índice considerável de publicações na área.

A Química Ambiental apresentou artigos relacionados à gestão e gerenciamento de resíduos, além de propostas de tratamento e degradação de efluentes.

A Físico Química também apresentou porcentagens significativas em relação ao total de publicações, seguida da Química Verde que apresentou artigos relacionados aos princípios e histórico, Educação em Química, que trouxe propostas de aplicações da Química Verde em sala de aula, Biotecnologia e Química Inorgânica.

Em relação aos conteúdos abordados nos artigos, ou seja, as aplicações da Química Verde destacam-se a Biocatálise que apresenta um percentual de 13,45% e confirma uma tendência de desenvolvimento de pesquisas realizadas em vários ramos da química como afirmou Conti (2001). O estudo sobre o Biodiesel e suas aplicações também aparece em destaque no estudo apresentando um percentual de 9,20% seguido da utilização de microondas como fonte de energia alternativa com 8,40% do total de artigos.

Outra aplicação da Química Verde bastante explorada nas publicações da revista Química Nova é a criação e utilização de Biossensores, principalmente aplicada em processos analíticos que necessitam de precisão e rapidez nos resultados, além de ser uma estratégia eficiente e sustentável em comparação aos processos analíticos tradicionais. Os resultados da análise por aplicação encontram-se na tabela 01:

Tabela 01: Publicações por aplicações da Química Verde

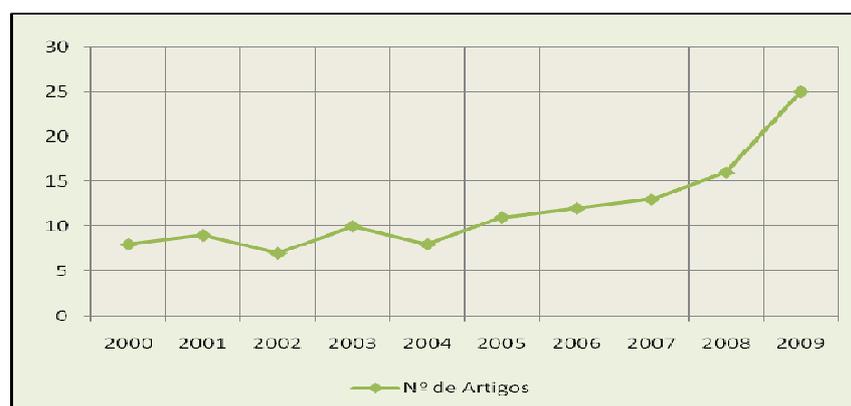
Aplicações da Química Verde	Número de Publicações	Percentual
Microondas	10	8,40%
Células à combustível	04	3,40%
Biodiesel	11	9,20%
Ultrassom	04	3,40%
Biocatálise/Biotransformação	16	13,45%
Gestão/Gerenciamento/Tratamento de Resíduos Químicos	19	16%
Biossensores	09	7,56%
Biopolímeros	05	4,20%
Princípios de Química Verde	07	5,83%
Fluidos Supercríticos	05	4,20%
Reações Orgânicas em Meio Aquosos	01	0,84%
Líquidos Iônicos	02	1,68%
Aplicação de Extratos Naturais em Processos Analíticos	03	2,50%
Biodegradação/Biorremediação	08	6,72%
Processos Oxidativos Avançados	04	3,40%
Química Analítica de Processos	01	0,84%
Enzimas em Síntese Orgânica	02	1,68%
Uso de Recursos Naturais e Biomassa	03	2,50%
Remediação de Poluentes utilizando Processos e Materiais Alternativos	05	4,20%

Fonte: Pesquisa bibliográfica (SERRÃO, 2009)

Durante a realização da pesquisa, pode-se notar que uma das áreas da Química Verde mais exploradas nos artigos é a Gestão, Gerenciamento e Tratamento de resíduos químicos industriais que apresentou um total de 19 artigos publicados o que representa 16% do total encontrado, porém, além de tratar e gerenciar a produção de resíduos, a Química Verde traz a proposta de evitar a formação de efluentes tóxicos e nocivos ao meio ambiente. Outra aplicação que precisa ser destacada é a Biorremediação/Biodegradação de poluentes que apresenta uma proposta de tratar os efluentes e os eliminar do meio ambiente utilizando enzimas produzidas por fungos e outros microorganismos.

Em relação ao número de publicações por ano, observa-se que de 2000 a 2003, o número de artigos variou entre 7 e 10, porém a partir de 2004 nota-se uma curva ascendente em relação à quantidade de trabalhos que são publicados, como mostra o gráfico 02:

Gráfico 02: Número de Artigos publicados por ano



Fonte: Pesquisa bibliográfica (SERRÃO, 2009)

O gráfico acima apenas confirma uma tendência natural que é de crescimento nas pesquisas na área da Química Verde. Os grandes problemas ambientais atuais como o aquecimento global e o consequente desequilíbrio climático têm sido assuntos recorrentes em jornais e sites de todo o planeta.

A cada dia que passa a natureza apresenta formas diferentes de atentar ao homem de seu desgaste, o que estimula os estudiosos a buscarem alternativas menos nocivas de manter o desenvolvimento econômico, respeitando os recursos naturais e tentando obter uma sustentabilidade nos processos industriais. Portanto, esta busca por processos e tecnologias limpas justifica o crescimento de pesquisas em Química Verde no decorrer dos anos.

6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o propósito principal de demonstrar o crescimento da preocupação com o meio ambiente e possibilidades de mudança de mentalidade, tomando por base um estudo sobre o crescimento da divulgação científica da Química Verde em artigos da Revista Química Nova, pode-se concluir a partir da análise e discussão dos resultados que muito ainda precisa ser feito na área de pesquisa em questão, porém o que se observa é um crescimento constante no número de estudos sobre estratégias sustentáveis de desenvolver a pesquisa em todas as áreas da Química.

A geração de resíduos químicos, os constantes problemas ambientais, a questão dos combustíveis não-renováveis nos atentam a refletir sobre as novas possibilidades de produção limpa, redução da poluição, recuperação de áreas contaminadas utilizando processos que não agridam ao meio ambiente, tampouco que utilizem uma grande quantidade de energia. O desenvolvimento de novos produtos biodegradáveis, a utilização de solventes alternativos, a utilização de fontes de energia renovável também contribuem de forma positiva nessa nova postura global ancorada pela Química Verde.

Portanto, o desenvolvimento de metodologias e processos químicos que utilizam como base os princípios da Química Verde precisam ser continuados e estimulados por instituições de Pesquisa e Ensino e empresas interessadas em ampliar sua produção desenvolvendo novas técnicas, substituindo reagentes, reduzindo o consumo energético, diminuindo a geração de efluentes, eliminando solventes e, portanto, desenvolvendo produtos de forma menos agressiva e contribuindo de forma efetiva para a preservação do meio ambiente.

As Instituições de Ensino necessitam ser pioneiras na divulgação da Química Verde, pois a formação de profissionais cada vez mais conscientes dos problemas ambientais e das possíveis soluções, estimulará procedimentos mais limpos, uma menor geração de efluentes, um ganho energético e econômico, a criação de novas metodologias analíticas, a redução da utilização de solventes orgânicos, ou seja, será adquirida uma postura de prevenção à poluição o que por sua vez gera procedimentos químicos seguros, limpos e em consonância com a preservação ambiental.

REFERÊNCIAS

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Manual para Implementação de um Programa de Prevenção à Poluição. 4ª Ed: São Paulo, 2002.

CONTI, Roseli de; RODRIGUES, José Augusto R.; MORAN, Paulo J. S. Biocatálise: Avanços Recentes. Revista Química Nova, Vol. 24, No. 5, p. 672-675, 2001.

CORRÊA, Arlene G.; ZUIN, Arlene G. Princípios Fundamentais da Química Verde. In: CORRÊA, Arlene G.; ZUIN, Arlene G. (Org.). Química Verde: Fundamentos e Aplicações. São Carlos: Edufscar, 2009.

DUPONT, Jairton. Economia de Átomos, Engenharia Molecular e Catálise Organometálica Bifásica: Conceitos Moleculares para Tecnologias Limpas. Revista Química Nova, Vol. 23, No. 6, p. 825-831, 2000.

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

MORADILLO, Edilson Fortuna; OKI, Maria da Conceição Marinho. Educação Ambiental na Universidade: Construindo Possibilidades. Revista Química Nova, Vol. 27, No. 2, p. 332-336, 2004.

PARDINI, Vera L. et al. A importância das Revistas Química Nova e Journal of the Brazilian Chemical Society no crescimento da área de Química no Brasil. Revista Química Nova, Vol. 30, No. 6, p. 1491-1497, 2007.

PRADO, Alexandre G. S. Química Verde, os Desafios da Química do Novo Milênio. Revista Química Nova. Vol. 26, No. 5, p. 738-744, 2003.

SANSEVERINO, Antônio Manzóllilo. Síntese Orgânica Limpa. Revista Química Nova, Vol. 23, No. 1, p. 102-107, 2000.

SILVA, Flávia Martins da; LACERDA, Paulo Sérgio Bergo de; JUNIOR, Joel Jones. Desenvolvimento Sustentável e Química Verde. Revista Química Nova, Vol. 28, No. 1, p. 103-110, 2005.