



1st
INTERNATIONAL WORKSHOP
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

IV
SEMANA PAULISTA DE P+L
CONFERÊNCIA PAULISTA DE P+L

Disseminação da Ferramenta Produção Mais Limpa nas Universidades Públicas Brasileiras

Flávia Pinheiro Faria e Elen B. A. V. Pacheco

Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Macromoléculas Professora Eloisa Mano (IMA/UFRJ), Caixa Postal 68525, 21945-970 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil - flaviapf@ima.ufrj.br e elen@ima.ufrj.br

Resumo

A indústria química pode ser considerada a maior responsável pela dispersão de substâncias tóxicas no meio ambiente, devido à natureza e quantidade dos resíduos gerados ao longo dos processos produtivos. Já não basta remediar e controlar os poluentes oriundos dessa indústria, mas sim evitá-los ou reduzi-los na fonte geradora. A Produção Mais Limpa (P+L) aparece como uma boa opção para gestão ambiental, principalmente em pequenas e médias empresas - que representam a maioria no Brasil - sendo considerada uma ferramenta que traz benefícios econômicos e ambientais, tangíveis e intangíveis. Estudos de caso do setor industrial estão sendo realizados por universidades ou órgãos governamentais, observando-se que, independentemente do ramo de atuação das empresas, os processos químicos são os que recebem maior atenção. Um levantamento realizado para verificar a disseminação do conceito de P+L nas universidades brasileiras apontou para trabalhos acadêmicos que comprovam o aumento da conscientização dos empresários para a urgência de providências com foco na preservação ambiental. Foram acessadas as bibliotecas digitais das universidades públicas do Brasil, concluindo-se que Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Bahia concentram 63% dos documentos, sendo a maioria composta por dissertações de mestrado com estudos de caso sobre empresas do setor químico.

Palavras-chave: *Produção Mais Limpa, indústria química, universidades brasileiras, estudos de caso*

1 Introdução

A indústria química pode ser apontada como a maior responsável pela dispersão de substâncias tóxicas no meio ambiente. Com isso, torna-se essencial promover mudanças na forma de tratar os problemas ambientais, pois ações reativas de controle dos poluentes já não são mais suficientes; é preciso direcionar esforços para atitudes pró-ativas no sentido de reduzir e, principalmente, prevenir o descarte de substâncias nocivas ao ar, solo ou água [1].

O conhecimento de tecnologias amigáveis ao meio ambiente e estratégias para prevenir e minimizar o dano ambiental causado pelos processos químicos tem ganhado considerável importância, em especial no que concerne às novas habilidades exigidas dos profissionais do setor químico. A integração desses conceitos ao currículo da engenharia é essencial para disseminação do conhecimento por aqueles que irão participar ativamente do futuro do país [1].

O uso de produtos e processos de produção com maior responsabilidade ambiental constituem parte das novas estratégias utilizadas por empresas competitivas. Não se pode mais desvincular benefício econômico de benefício ambiental, pois a competitividade da empresa depende de sua atuação ecológica. As grandes

empresas têm estrutura organizacional e financeira para investir em sistemas de gestão ambiental focados nas normas ISO série 14000. Já as pequenas e médias têm como boa alternativa a ferramenta Produção Mais Limpa (P+L), que é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada aos processos, aos produtos e aos serviços para aumentar a eficiência total e reduzir riscos aos seres humanos e ao ambiente [2]. O foco de P+L está em produzir cada vez melhor e sem poluição. Há limites quanto ao que o meio ambiente pode tolerar e a sociedade precisa ter garantia de que o crescimento atual não causará degradação que impeça o desenvolvimento futuro.

O estudo sobre o tema apontou para empresas que estão realizando parcerias com universidades – especificamente com cursos de pós-graduação – para implantação de P+L. Os benefícios econômicos (redução de custos) e ambientais (redução da poluição) são alcançados com a minimização ou eliminação de resíduos e emissões na fonte geradora, bem como com a otimização no consumo de recursos (água, energia, gás). As fases e as medidas de implantação geram teses e dissertações que valem como modelos para os respectivos setores industriais.

O objetivo deste trabalho foi verificar quanto o conceito de P+L está disseminado nas universidades públicas brasileiras, onde futuros empresários, consultores ou pesquisadores concluem que podem e devem participar ativamente da redução da poluição em nosso país, propondo tecnologias cada vez mais limpas em sua área de atuação profissional.

2 Metodologia

Nesse estudo foi feito um levantamento da produção acadêmica em nível de pós-graduação, em teses e dissertações referentes ao tema P+L. A busca foi realizada em meados de 2007 e considerou como data-limite o que foi defendido até dezembro de 2006.

Para realização da pesquisa foram acessados os *sites* de 42 universidades públicas (federais e estaduais) do Brasil, sendo que 20 disponibilizam o serviço de Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD). Além dos acessos diretos aos acervos das bibliotecas universitárias, também foram acessadas as seguintes páginas:

a) Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), que, como centro nacional de pesquisa, de intercâmbio científico, de formação, treinamento e aperfeiçoamento de pessoal científico, tem por finalidade contribuir para o avanço da ciência, da tecnologia e da inovação tecnológica do País, por intermédio do desenvolvimento da comunicação e informação nessas áreas. Essa página permite a busca em bibliotecas de todo o Brasil [3].

b) TECLIM – Rede de Tecnologias Limpas e Minimização de Resíduos, que foi implantada na Bahia em 1997 com o intuito de estabelecer e dinamizar cooperação inter-institucional para realização de estudos e experiências no sentido de difundir e implementar tecnologias limpas na produção industrial. Essa página dispõe das dissertações do Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo - Ênfase em Produção Limpa, da Universidade Federal da Bahia (UFBA) [4].

Os critérios de busca estão na Tab. 1. A expressão “Produção Limpa” também foi considerada, pois, apesar de não representar a definição oficial do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), verificou-se que em alguns casos era usada equivocadamente como sinônimo de P+L, mencionando inclusive a metodologia do PNUMA.

Tab. 1. Critérios de busca bibliográfica nos *sites* das universidades

Palavra-chave	Campos de busca
“Produção Mais Limpa”	título resumo
“Produção Limpa”	assunto

A limitação foi feita para que não fossem encontrados estudos de caso utilizando outras metodologias de gestão ambiental que não a objeto desse trabalho, tal como "tecnologias limpas", "química limpa", "alternativas limpas" e demais expressões voltadas para redução da poluição, em geral.

Como o estudo procurou destacar a disseminação do conceito de P+L nas universidades públicas, não foram computados estudos de caso realizados por instituições que promovem a cultura de P+L pelo País, como, por exemplo:

- Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL);
- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB);
- Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro (FIRJAN);
- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE);

3 Resultados e discussão

Para fins deste trabalho, no âmbito do que foi acessado, foram considerados os resultados das 11 (onze) universidades públicas brasileiras que apresentavam trabalhos de pós-graduação sobre o tema P+L, como distribuídos na Tab. 2. Foram encontrados 60 trabalhos acadêmicos sobre P+L, sendo 56 dissertações de mestrado e 4 teses de doutorado.

Tab. 2. Total de dissertações e teses acessadas por universidade [4-14]

UNIVERSIDADE	SIGLA	NÚMERO DE DOCUMENTOS
Universidade Federal da Bahia	UFBA	15
Universidade Federal de Santa Catarina	UFSC	12
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS	11
Universidade Estadual de Campinas	UNICAMP	6
Universidade de São Paulo	USP	5
Universidade Federal de Pernambuco	UFPE	4
Universidade Federal do Rio Grande do Norte	UFRN	2
Universidade Federal Fluminense	UFF	2
Universidade Federal do Paraná	UFPR	1
Universidade Federal do Rio de Janeiro	UFRJ	1
Universidade Tecnológica Federal do Paraná	UFTPR	1

A Fig. 1 lista as universidades com o total de documentos acessados. Observa-se que somente três universidades (UFBA, UFSC e UFRGS) concentram 63% dos trabalhos científicos. O destaque para implantação da metodologia P+L nesses locais pode ser associado à proximidade, respectivamente, da TECLIM (Bahia), e do CNTL (Rio Grande do Sul), o que facilita o acesso a informações e parcerias.

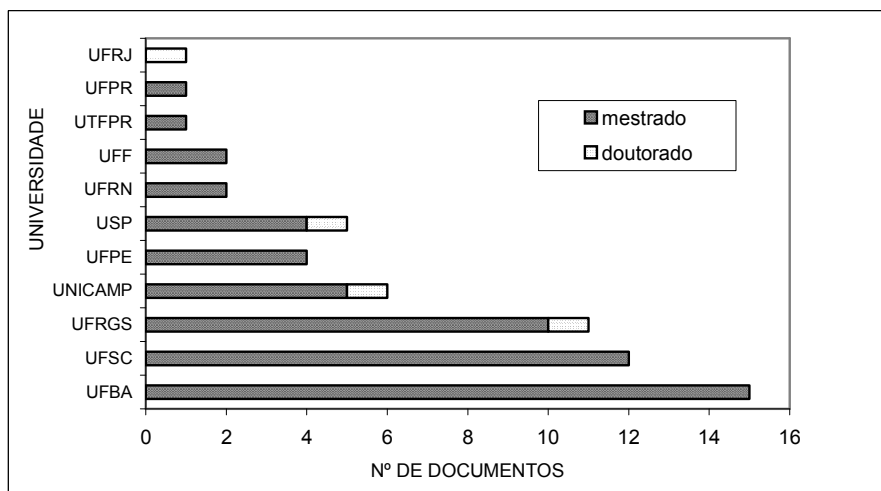


Fig.1. Número de documentos por universidade

O pequeno número de teses com relação a dissertações pode ser associado à menor proporção de alunos titulados no nível de doutorado com relação ao de mestrado, como pode ser observado nos últimos dados do Ministério de Educação e Cultura (MEC), que mostram um total de 30.744 mestres e 8.989 doutores titulados em 2005 [15]. Além disso, a maior duração do curso de doutorado pode desestimular empresários que queiram investir em estudos de caso, preferindo resultados na metade do prazo ao optar por alunos de mestrado.

Os dados revelam que somente a partir de 1998 houve defesa de dissertação no Brasil com enfoque no tema "Produção Mais Limpa" ou "Produção Limpa", o que é considerado interessante pelo fato do CNTL estar localizado no Brasil desde 1995 na Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul (FIERGS) [16]. Já teses de doutorado começaram a aparecer somente em 2003, atribuindo-se ao fato da duração do curso normalmente ser de quatro anos. As datas comprovam tratar-se de uma ferramenta nova e que ainda necessita de divulgação e implementação. Na Fig. 2 verifica-se que o resultado mostra uma possibilidade de crescimento na quantidade de trabalhos produzidos nas universidades, representando a maior disseminação do conceito e interesse dos empresários pela urgência no desenvolvimento de soluções para questões ambientais.

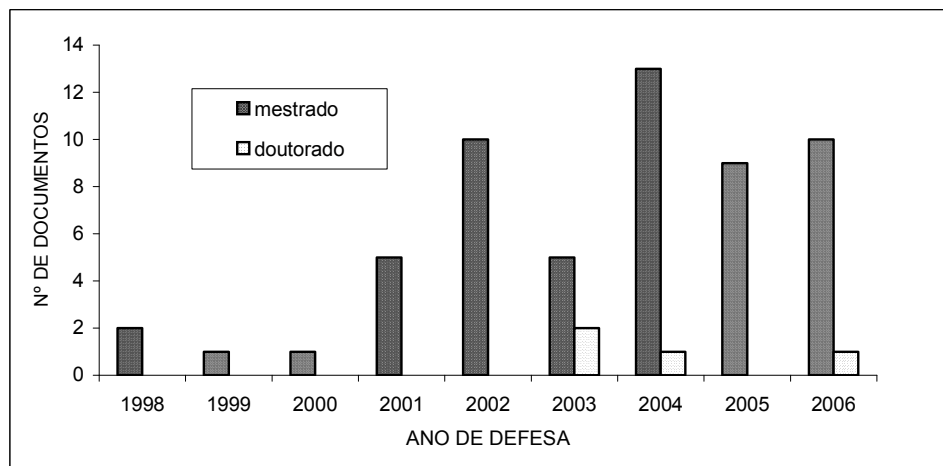


Fig.2. Documentos por ano de defesa

A Fig. 3 resume a produção acadêmica por região do Brasil, destacando-se o maior número de documentos na região Sul (com 42% do total), seguida por 35% na Nordeste e 23% na Sudeste. As universidades das regiões Norte e Centro-Oeste não disponibilizavam trabalhos na área.

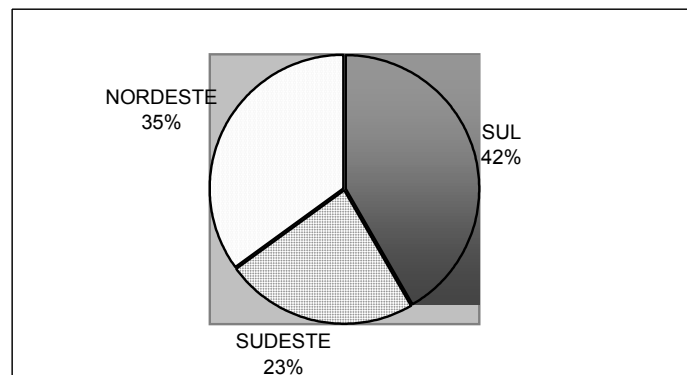


Fig.3. Participação de cada região no total de documentos

A proporção das teses e dissertações por setor industrial a que se referem pode ser vista na Fig. 4, tendo sido agrupadas pela área de atuação da empresa em que foi feito o estudo de caso ou por levantamento bibliográfico realizado pelos autores. As possibilidades de enquadramento foram: químico (QUIM), mecânico (MEC), geral (GERAL), agronegócios (AGRO), civil (CIVIL) e elétrica (ELET). O setor referido como 'geral' incluiu documentos envolvendo apenas a teoria sobre P+L, sem aplicação específica ou aplicações outras que não coubessem nos demais enquadramentos (estudos de caso em hotel ou hospital, por exemplo).

O setor químico destaca-se com maior número de ocorrências (41%), como seria previsível para um ramo que pode ser considerado bastante poluente. O setor mecânico (20%) aparece em segundo lugar, sendo que, como nos demais setores, muitas vezes as medidas de P+L foram implementadas em áreas que envolviam processos ou produtos químicos. Em muitos casos, conseguiram-se melhorias na estação de tratamento de efluentes (ETE) da empresa, com redução ou eliminação do uso de determinados produtos químicos.

Por exemplo, em dissertação que estudou uma empresa do setor mecânico, fabricante de engrenagens, foram adotadas medidas de P+L nos sistemas de lavagem de equipamentos - como tanques de óleo solúvel - e de peças em manutenção. A água era eliminada juntamente com óleos, graxas e outros tipos de resíduos, e passou a ser tratada em estação de tratamento específica, com sistemas internos de separação de óleo e água [17].

Já no setor de agronegócios, um estudo verificou as condicionantes para a adoção de P+L por produtores de leite no Rio Grande do Sul, visando a um conjunto de inovações tecnológicas para garantir a segurança alimentar sem agredir o ambiente. As principais medidas referiam-se ao uso adequado do solo e à necessidade de eliminar do processo agrotóxicos e antibióticos [18].

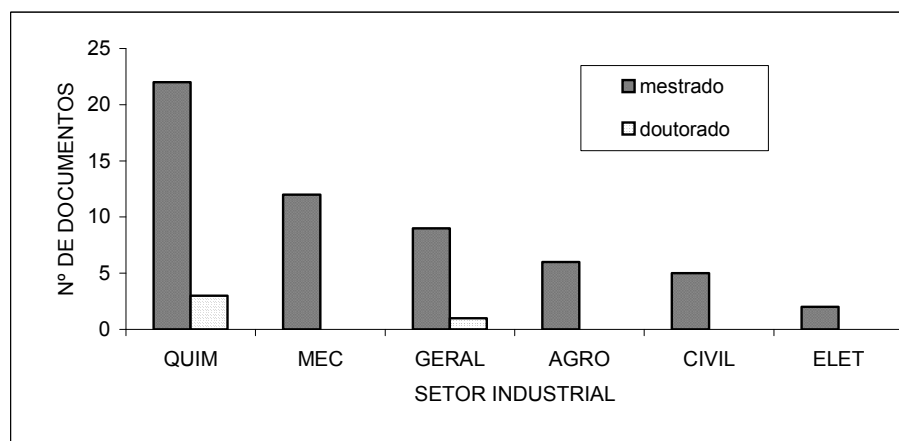


Fig. 4. Documentos enquadrados por setor industrial ao qual se referem

Algumas universidades brasileiras que têm atuado com enfoque em tecnologias menos poluentes já contam com centros de trabalho ou cursos para disseminar a filosofia da eco-eficiência. Destacam-se:

- . a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) oferece o Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* (Especialização) em Engenharia com ênfase em Tecnologias Limpas [9]
- . a Universidade Federal da Bahia (UFBA), em seu departamento de Engenharia Ambiental, conta com o Programa de Pós-Graduação em Produção Limpa [19];
- . a Universidade de Brasília (UnB) contém o Centro de Desenvolvimento Sustentável (CDS-UnB) [20];

Apesar de poucas universidades públicas oferecerem cursos de formação em P+L, o setor privado também já conta com especialização na área, como se verifica na

Universidade Regional de Blumenau (FURB) - que oferece o curso de Engenharia de Produção com ênfase em Tecnologias Mais Limpas [21], e na Universidade Paulista (UNIP), a qual oferece no curso de Doutorado em Engenharia de Produção a linha de pesquisa Produção Mais Limpa [22].

4 Conclusões

O trabalho pretendeu mostrar a disseminação do conceito de P+L no setor acadêmico brasileiro que, em parceria com empresas, tem elaborado estudos de caso que comprovam a minimização de problemas econômicos e ambientais com a implantação da ferramenta. Verifica-se um aumento no interesse dos empresários pela implantação de sistemas de gestão ambiental que lhes permitam, além dos benefícios próprios, contribuir para a melhoria do desempenho ambiental do País.

É preciso continuar disseminando o conceito da P+L, principalmente propondo parcerias com pequenas e médias organizações, pois se sabe que ainda existem muitas com enfoque reativo e não pró-ativo com relação à geração de resíduos. Sobretudo empresas do setor químico, ou as que apresentem processos químicos em sua rotina de produção, devem atentar para as emissões tóxicas que podem estar gerando ou para o excesso de água que podem estar gastando, e tomar providências imediatas. Para tanto, devem ser seguidos os exemplos da UFBA, UFSC e UFRGS de modo que cada vez mais trabalhos científicos sobre P+L sejam desenvolvidos em prol do melhor desempenho ambiental do Brasil.

5 Referências

- [1] Gianneti, B.; Almeida, C.; "A Indústria Química no Contexto da Ecologia Industrial", Laboratório de Físico-Química Teórica e Aplicada da Universidade Paulista, São Paulo - SP; disponível em <http://www.hottopos.com/regeq12/art1.htm>, acessado em 02/05/07.
- [2] United Nations Environment Programme (UNEP), disponível em http://www.uneptie.org/PC/cp/understanding_cp/home.htm, acessado em 18/04/07.
- [3] Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Biblioteca Digital de Teses e Dissertações, disponível em <http://bdtd.ibict.br>, acessado em 17/07/07.
- [4] TECLIM - Rede de Tecnologias Limpas, dissertações disponíveis em <http://www.teclim.ufba.br>, acessado em 31/07/07.
- [5] Universidade Federal de Santa Catarina, em www.ufsc.br, acessada em 16/05/07.
- [6] Universidade Federal do Rio Grande do Sul, em www.ufrgs.br, acessada em 16/05/07.
- [7] Universidade Estadual de Campinas, em www.unicamp.br, acessada em 16/05/07.
- [8] Universidade de São Paulo, em www.usp.br, acessado em 16/07/07.
- [9] Universidade Federal de Pernambuco, em www.ufpe.br, acessado em 04/07/07.
- [10] Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em www.ufrn.br, acessada em 11/07/07.
- [11] Universidade Federal Fluminense, em www.uff.br, acessado em 09/07/07.
- [12] Universidade Federal do Paraná, em www.ufpr.br, acessada em 16/05/07.
- [13] Universidade Federal do Rio de Janeiro, em www.ufrj.br, acessado em 02/07/07.
- [14] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, em www.utfpr.edu.br, em 16/05/07.
- [15] Ministério da Educação (MEC), disponível em www.mec.gov.br, acessado em 21/08/07.
- [16] Centro Nacional de Tecnologias Limpas, <http://www.senairs.org.br/cntl/>, em 04/07/07.
- [17] Gonçalves, Roberto B., "Aplicação de tecnologia de produção mais limpa no setor metal-mecânico: um estudo de caso", Mestrado do Programa de pós-graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1998.
- [18] Bertollo, Valdecir Luiz, "Condicionantes para a adoção da produção mais limpa pelos agricultores familiares produtores de leite no município de Erval Grande - RS", Programa de Pós-Graduação em Agronegócios, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.
- [19] Ementas do Programa de Pós-Graduação em Produção Limpa da Universidade Federal da Bahia, disponível em <http://www.ufba.br>, acessada em 25/04/07.
- [20] Universidade de Brasília, http://www.unb.br/temas/desenvolvimento_sust, 16/07/07.
- [21] Bastos, A.; "Curso de Engenharia de Produção com ênfase em tecnologias limpas: uma contribuição para o incremento da produtividade nas organizações"; Universidade Regional de Blumenau (FURB) - SC; disponível em http://home.furb.br/abastos/artigos_do_autor/3.pdf, acessado em 09/05/07.
- [22] Universidade Paulista (UNIP), em www.unip.br, acessado em 01/08/07.