

UMA ANÁLISE DA APLICAÇÃO EMPÍRICA DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA NA MANUFATURA NO JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION

AN ANALYSIS OF EMPIRICAL APPLICATIONS OF CLEANER PRODUCTION IN MANUFACTURING ON JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION

SILVIO FERNANDES D'AQUINO

daquino.silvio@gmail.com

FLÁVIO DE BORBA PRÁ

flaviopra@gmail.com

MICHELA C.F. GOULART

michela.designer@gmail.com

LUCILA M.S. CAMPOS

lucila.campos@ufsc.br

PAULO AUGUSTO CAUCHICK MIGUEL

paulo.cauchick@ufsc.br

RESUMO

O presente trabalho apresenta os resultados de uma análise de publicações no *Journal of Cleaner Production* especificamente que tratam da aplicação da *Cleaner Production* (CP) na manufatura. Para tanto, a pesquisa empregou uma revisão sistemática da literatura considerando uma análise descritiva e uma análise do conteúdo. Com base nas publicações analisadas, identificou-se que a CP aplicada na manufatura destaca-se em quatro áreas principais: 33% referente à aplicação dos conceitos de CP, 12% à aplicação *on-site* de recuperação/reutilização, 10% voltadas às mudanças de tecnologia e 9% para melhor controle do processo. Foi constatado também que a China e a Austrália são os países com maior aplicação dos conceitos e práticas da CP com base nas publicações analisadas. Em relação às barreiras para implementação da CP na manufatura, observou-se uma ampla gama de fatores de ordem econômica, organizacional, comportamental, técnica e governamental.

Palavras-chave: produção mais limpa, manufatura, revisão da literatura.

ABSTRACT

This article shows the results of a literature analysis of publications in the *Journal of Cleaner Production*, specifically papers that deal with the implementation of *Cleaner Production* (CP) in manufacturing. This work employs a systematic literature review considering a descriptive as well as a content analysis. Based on the results, it was found that the CP applied in manufacturing stands out in four main areas: 33% concerns the application of CP concepts, 12% of the areas refer to the application on-site recovery/reuse, 10% are geared technology changes, and 9% were used for better process control. It was also found that China and Australia are the countries with most applications of the concepts and practices of CP, based on the publications. Regarding barriers to implement CP, a wide range of factors that influence the application of CP in manufacturing was observed, which are economic, organizational, behavioral, technical and government.

Keywords: Cleaner Production, manufacturing, literature review.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os problemas ambientais têm levado a diferentes esferas da sociedade a buscarem melhorias nos processos produtivos e de consumo (Hamner, 2013). Nesse cenário, a indústria de transformação tem papel fundamental devido aos impactos gerados por suas atividades de manufatura. Essa indústria é uma das principais forças do desenvolvimento social e do crescimento econômico nos países em desenvolvimento. No entanto, a indústria de transformação é frequentemente citada como a principal causadora de muitos problemas sociais e ambientais (Zeng *et al.*, 2008).

Nesse contexto, a indústria de transformação tem buscado a melhoria de seus processos produtivos. Tais melhorias nos processos produtivos e de consumo que visavam a redução de demanda e o consumo de recursos alavancaram a criação do *Journal of Cleaner Production* em 1993, focando principalmente as oportunidades e necessidades de redução na fonte dos problemas ambientais (Ashford, 2002). Este periódico é uma das mais importantes publicações no âmbito da produção mais limpa. O termo CP foi definido pela UNEP – *United Nations Environment Programme* – em 1990 como: "A aplicação contínua de uma estratégia de prevenção ambiental integrada para ambos processos e produtos, para reduzir os riscos para os seres humanos e o meio ambiente". Segundo Peter e Lukman (2007), essa definição tem sido utilizada e ampliada com uma orientação para o desenvolvimento sustentável, o que tem levado a entendimentos ambíguos do conceito de CP. Nesse sentido, o presente estudo demonstra os resultados de uma análise das publicações que tratam da aplicação do CP na manufatura no *Journal of Cleaner Production*. Este trabalho busca ainda reconhecer o enquadramento metodológico das publicações identificadas e analisadas, relacionar os temas tratados nos artigos, mapear os setores industriais e países onde as publicações são originadas e seus principais autores, bem como mapear as principais barreiras para implementação da CP. O presente trabalho totaliza seis seções, incluindo esta introdução. Na sequência, a fundamentação teórica é apresentada, seguida pelos métodos de pesquisa adotados. Posteriormente, os resultados da análise realizada e sua respectiva discussão são apresentados, finalizando com as conclusões do presente estudo.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Aspectos como pressões dos *stakeholders*, expectativa de negócios futuros, questões legais e influências internas têm levado empresas de manufatura a desenvolver esforços e adaptar seus processos com o objetivo de reduzir ou eliminar o impacto negativo de suas operações no meio ambiente (Gavronski *et al.*, 2013; Gavronski *et al.*, 2008).

Os tipos de inovação ambiental que mitigam o ônus ambiental da produção podem ser distintos em: prevenção da

poluição (tecnologias de produção mais limpa ou *Cleaner Production*), sistemas de gestão ambiental (ISO 14001) e controle da poluição (tecnologias *end-of-pipe*) (Frondel *et al.*, 2007; Gavronski *et al.*, 2013; Gavronski *et al.*, 2008).

Ainda com relação às práticas para mitigação dos impactos ambientais, segundo Hajmohamad *et al.* (2012), os sistemas *lean management* (gestão enxuta) e *supply management* (gestão de fornecimento) impactam na performance ambiental através da mediação das práticas ambientais.

Segundo Frondel *et al.* (2007), a produção mais limpa reduz o uso de recursos e/ou poluição na fonte, utilizando métodos de produção mais limpa, ao passo que tecnologias *end-of-pipe* reduzem a emissão de poluentes, através da implementação de contramedidas adicionais.

A fim de cumprir com as conformidades regulamentares, na década de 1960, foram abordadas as tecnologias *end-of-pipe* para controle de poluição e minimização dos problemas de emissões de poluentes (CENTRIC, 2012). Contudo, o advento da legislação ambiental mais rigorosa nos últimos anos, combinado com a ineficácia da tecnologia *end-of-pipe*, em muitos casos, tornou necessário implementar tecnologias mais eficazes (Hilson, 2000). Questões como a mitigação da geração de resíduos e do uso de recursos naturais não renováveis vêm exigindo das organizações, além de adoção de práticas de controle, uma postura gerencial proativa de prevenção (Avşar e Demire, 2008).

Para o controle dos problemas ambientais, foi proposto o programa de Prevenção à Poluição pela *Environmental Protection Agency*, dos Estados Unidos da América. Segundo a *Environmental Protection Agency*, a prevenção à poluição é uma abordagem de redução ou eliminação de resíduos na fonte, modificando os processos de produção, promovendo o uso de substâncias não tóxicas ou menos tóxicas, a implementação de técnicas de conservação e a reutilização de materiais em ciclos fechados de reciclagem. Essa nova abordagem ficou conhecida na Europa como *Cleaner Production* (Ashford, 2002), nominada no presente artigo como CP.

Diversos conceitos complementares têm sido postulados sobre a CP. O conceito de produção mais limpa pode ser descrito como a aplicação contínua de uma estratégia de prevenção ambiental integrada para ambos processos e produtos, para reduzir os riscos para os seres humanos e o meio ambiente (Baas, 2007). Com o objetivo de reduzir ou evitar ambiguidade a respeito dos propósitos da CP, Peter e Lukman (2007) propõem a definição de que a CP é uma abordagem sistemática organizada para as atividades de produção, e que tem efeitos positivos sobre o meio ambiente. Essas atividades abrangem a minimização da utilização dos recursos, ecoeficiência melhorada e redução na fonte, a fim de melhorar a proteção do meio ambiente e reduzir os riscos para os organismos vivos. Ainda segundo Peter e Luckman (2007), essa definição pode ser aplicada a processos usados em qualquer setor industrial bem como aos próprios produtos (produtos mais limpos), mas

não inclui serviços, porque, segundo os autores, produção é entendida como *output*, tais como produtos feitos em uma fábrica ou óleos e outros produtos químicos produzidos em unidades fabris. No entanto, UNEP e UNIDO têm praticado, ensinado e destacado que CP inclui os serviços. Kleme *et al.* (2012) colocam que a CP é a prevenção ou a minimização pelo melhor *design* de produto, a otimização de processos, o treinamento, o monitoramento e a gestão combinada com melhores políticas governamentais que são uniformemente aplicadas para todas as instalações industriais e de negócios. Ainda segundo os autores citados, a CP é mais e mais uma parte importante do planejamento, do projeto, da operação e da gestão em todos os setores industriais. Baumgartner e Zielowski (2007) complementam colocando a necessidade de incluir na definição de CP a mudança de cultura empresarial e atitudes bem como a aplicação de conhecimento a fim de superar barreiras não técnicas, ou seja, de mudanças organizacionais. Os autores reconhecem como oficial a definição de CP divulgada e apregoada pela UNEP e destacam que o propósito deste artigo não inclui a discussão das diferentes definições e que esta sim poderá ser uma oportunidade para futuras pesquisas.

Outro conceito estratégico que vai além dos propósitos da *Cleaner Production* é o de Ecologia Industrial. Van Berkel *et al.* (1997) definem ecologia industrial como um conceito para a promoção da produção e do consumo sustentável, tendo como objetivo balancear o desenvolvimento industrial com o uso sustentável dos recursos naturais incluindo energia, materiais e a capacidade de o meio ambiente assimilar (absorver) os resíduos e gerar serviços de valor agregado. Segundo Lowe e Evans (1995), ecologia industrial é um modelo teórico amplo e holístico para guiar a transformação do sistema industrial de forma sustentável. Dessa forma, a ecologia industrial abrange práticas de *Cleaner Production*, prevenção à poluição (PP) e *Design for Environment* (DFE) (Van Berkel *et al.*, 1997).

Segundo as práticas ambientais, Gavronski *et al.* (2013) identificaram três agrupamentos de empresas quanto à motivação para a certificação da ISO 14001: foco interno, foco externo e grupo holístico. Este último grupo, com relação à gestão ambiental, combina ações externas com resultados internos. O autor sugere que a integração externa e a melhoria da eficiência dos processos internos permitem uma abordagem em práticas ambientais mais integrada, resultando em uma melhor performance ambiental.

Dentro do contexto da Ecologia Industrial, este trabalho tem como objetivo avaliar especificamente a aplicação do *Cleaner Production* na manufatura, cujos métodos de pesquisa adotados são apresentados na sequência.

MÉTODOS DE PESQUISA

Este trabalho pode ser caracterizado como teórico conceitual, mais especificamente voltado à busca e à revisão da

literatura sobre as aplicações práticas da CP na manufatura. No que se refere à escolha da coleta de dados, foram consultados o *Journal of Cleaner Production*, o *Journal of Industrial Ecology* e o *Journal of Environmental Management*, levando-se em consideração a abrangência internacional dos periódicos, o fator de impacto e o alinhamento ao tema de pesquisa. A consulta nos diferentes journals identificou 371 artigos com o filtro "Cleaner Production", sendo que 350 eram publicações do *Journal of Cleaner Production*. Com relação ao fator de impacto dos três periódicos, foi verificado que *Journal of Cleaner Production* possui maior JCR (3,398), seguido do *Journal of Environmental Management* (3,057) e do *Journal of Industrial Ecology* (2,276). Portanto, com base nos fatos de possuir o maior número de artigos publicados e o maior fator de impacto, o *Journal of Cleaner Production* foi o periódico utilizado para coleta de dados. A análise neste trabalho foi realizada com base na recuperação de artigos científicos encontrados em periódicos da base de dados *Science Direct*, sendo esta a base de origem das publicações do *Journal of Cleaner Production*.

Quanto ao período de abrangência, a pesquisa cobriu as publicações realizadas desde o primeiro volume, em junho de 1993, até o volume de número 28, do mês de junho de 2012. Os pontos de corte do período justificam-se pelo início datado de publicações no *Journal of Cleaner Production* até o último ano completo após a finalização do artigo. Uma vez definido o corte temporal para a recuperação dos artigos, partiu-se para a escolha das palavras-chave como o primeiro filtro para a seleção dos artigos. Na realidade, essa fase foi precedida por uma verificação de palavras-chave para uma busca de artigos publicados que as continham nos títulos ou nos resumos dos artigos. A busca foi realizada no *Science Direct*, utilizando-se um primeiro filtro com o termo "Cleaner Production", resultando em 568 artigos nos três periódicos.

A aplicação de um segundo filtro limitou-se ao *Journal of Cleaner Production*, resultando em 359 artigos. Após os dois filtros iniciais, partiu-se para a escolha de palavras-chave complementares bem como seus sinônimos, caracterizando-se como o terceiro e último filtro da busca. Com vistas a um levantamento cuja linha seja a aplicação prática de CP na manufatura, os autores determinaram *a priori* as seguintes palavras-chave: *manufact** OR *indust** OR *enterp** OR *compan** OR *firm* OR *busin** OR *fact**; buscando a aplicação do operador lógico "" para localizar todas as palavras-chave com as suas variações, seus sinônimos, etc. Essa filtragem totalizou 342 artigos.

Para um gerenciamento efetivo das referências, estas foram importadas para o *software* Endnote®. Com o auxílio desse *software*, o passo seguinte foi a identificação do alinhamento com o tema por meio da leitura do título e do resumo, bem como pela eliminação de editoriais e chamadas para trabalhos (*call for papers*). Somente quando esta primeira análise do artigo não foi suficiente para determinar o caráter empírico da aplicação é que as demais seções do texto foram examinadas. Após essa análise, 191 referências foram excluídas por não

estarem alinhadas com o caráter empírico deste trabalho (ou seja, não se tratava de artigos de aplicação), restando, desta forma 151, publicações para serem analisadas.

A fase seguinte foi a realização de uma análise de conteúdo. Conforme Guthrie *et al.* (2004), a análise de conteúdo é usada metodologicamente para capturar e organizar dados relevantes. Esse tipo de análise envolve a codificação de informações qualitativas e quantitativas em categorias pré-definidas, a fim de derivar padrões na apresentação e na comunicação de informações. Essa atividade consistiu de operações de codificação, classificação e categorização dos dados dos artigos. À medida que se analisou o conteúdo de cada uma das 151 publicações, foram se estabelecendo as codificações que representavam o tema tratado nos textos. Visando o registro individual dos artigos, foi feito um fichamento individual dos artigos e de suas respectivas codificações, utilizando-se de uma adaptação da tabela usada no trabalho de Graneheim e Lundman (2004). O resultado desse processo de codificação gerou um total de 20 codificações, conforme apresentado na Tabela 1. Os artigos foram então classificados de acordo com essa codificação, resultando o

código "aplicação dos conceitos da CP" como aquele com o maior número de publicações (52).

A análise dos dados coletados e fichados na tabela das codificações permitiu a avaliação dos artigos quanto à evolução do número de publicações ao longo do tempo (evolução anual), bem como a quais setores industriais aplicaram os conceitos da CP nas suas operações de manufatura no período considerado. Os artigos foram também classificados quanto ao tipo de pesquisa que seus autores empregaram, sendo o método de estudo de caso o mais representativo, com 73% das publicações analisadas. A análise compreendeu também a identificação a respeito de que países têm aplicado mais intensamente os conceitos de CP na manufatura, resultando a China como o país com o maior número de artigos publicados. O tópico seguinte apresenta mais detalhadamente os resultados, bem como uma discussão destes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção apresenta os resultados encontrados a partir da análise dos artigos selecionados, conforme descrito na seção anterior.

Tabela 1 – Descrição das codificações dos artigos selecionados.
Table 1 – Description codifications of the selected articles.

Codificação dos artigos selecionados	Número de publicações
Aplicação do conceito de Produção mais Limpa	52
Recuperação/reutilização <i>on-site</i>	18
Mudança de tecnologia	14
Melhor controle do processo	13
Resultados da aplicação da Produção mais Limpa	9
Análise das barreiras para implantação da Produção mais Limpa	8
Metodologia para aplicação da Produção mais Limpa	7
Estudo sobre a aplicação das práticas de Produção mais Limpa	6
Análise crítica da aplicação das práticas de Produção mais Limpa	3
Financiamento para implantar a Produção mais Limpa	3
Substituição de insumos	3
Treinamento a respeito da Produção mais Limpa	3
Aplicação do conceito de Produção mais Limpa em pequenas e médias empresas	2
Integração de sistema de gestão com a Produção mais Limpa	2
Modificação de equipamentos	2
Uso eficiente da energia	2
Comparação de técnicas de final de tubo e produção mais limpa	1
Estratégia para implementação da Produção mais Limpa	1
<i>Good Housekeeping</i>	1
Regulamentações ambientais para a aplicação da produção mais limpa	1
Total de artigos analisados	151

EVOLUÇÃO DAS PUBLICAÇÕES

A Figura 1 mostra a quantidade total de artigos e a quantidade de artigos que apresentam o tema CP na manufatura. Conforme já explicitado anteriormente, do total de artigos analisados (342), 151 descrevem a utilização da CP na manufatura. Os 195 artigos restantes tratam de temas tais como: introdução dos conceitos ambientais na educação e na indústria, pesquisa para aprender a respeito do tema CP, temas conceituais sobre CP, entre outros, portanto, temas considerados como fora do escopo do presente trabalho. Observa-se, na Figura 1, que a tendência da produção científica no tema é crescente tanto em relação ao total de publicações analisadas quanto àquelas relacionadas com aplicação da CP na manufatura. Observa-se, inclusive, um perfil similar entre as duas curvas mostradas na Figura 1, demonstrando que a tendência de crescimento e o perfil de aumento de artigos no tema são muito similares no periódico analisado.

TEMAS DOS ARTIGOS NO PERÍODO DE DUAS DÉCADAS DE ANÁLISE

Na primeira década de publicações no *Journal of Cleaner Production* (1993 a 2002), foram publicados 25 artigos a respeito do tema CP na manufatura. O principal agrupamento (codificação) foi a respeito da reutilização de materiais desperdiçados nos processos para outra aplicação útil dentro da empresa, totalizando 11 artigos publicados no período (codificação "Recuperação/Reutilização *on-site*"). O segundo agrupamento, "Análise crítica da aplicação da CP na manufatura", totalizou 3 artigos. Pode-se observar, na Figura 1, que, no período de dois anos (1995 e 1996), não houve publicações relacionadas com o tema CP aplicado à manufatura. Porém, nesse período, foram

realizadas publicações que tratavam de iniciativas educacionais para criação do conhecimento a respeito da CP, como no caso do trabalho de Vensella (1995).

Analisando-se os artigos publicados a partir da segunda década (2003) até o final do período considerado (2012), foram publicados 126 artigos a respeito do tema CP na manufatura. Neste período o principal tema de estudo esteve baseado na implementação e na demonstração de resultados alcançados em função da aplicação dos conceitos de CP, como no trabalho de Geng *et al.* (2010), com 50 publicações. O segundo tema de estudo mais significativo neste período, com 13 publicações, é relacionado com a aplicação dos conceitos e mudanças de tecnologia a fim de minimizar os desperdícios e a geração de emissões de resíduos durante a produção (Qian *et al.*, 2007). O terceiro tema de estudo que teve grande relevância nesse período, com 11 publicações, foi a respeito da melhoria de processos operacionais, objetivando modificar os procedimentos operacionais e equipamentos a fim de deixar os processos mais eficientes com menor desperdício e menor geração de resíduos, como no trabalho de Rivera (2009). Os demais artigos (63), publicados durante o período total compreendido entre 1993 e 2012, trataram de temas variados, cobrindo desde a análise das barreiras para implantação da CP (Hilson, 2000) até temas como regulamentações ambientais para a aplicação da CP (Reijnders, 2003).

SETORES INDUSTRIAIS

Tendo em vista que a abrangência do estudo é global, os setores industriais foram classificados com base no Sistema de Classificação da Indústria Norte-Americana (NAISC). A Figura 2 mostra a classificação dos setores industriais dos 151 artigos analisados.

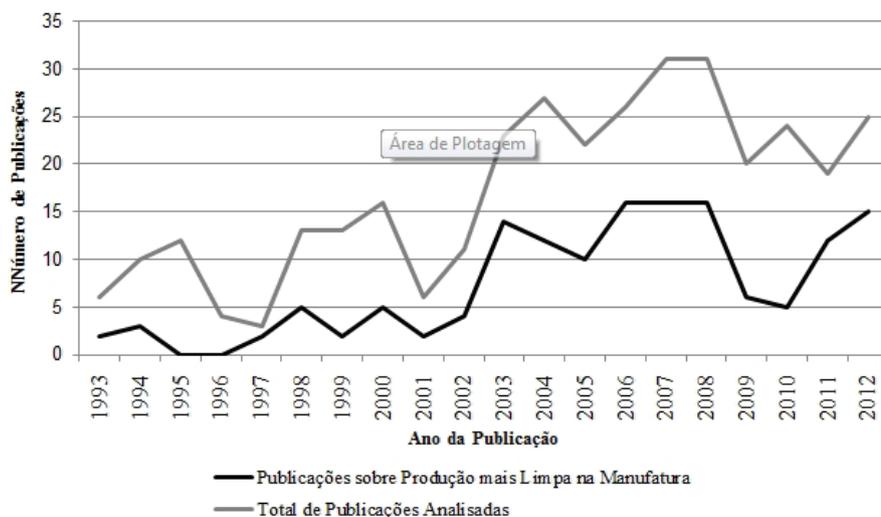


Figura 1 - Publicações sobre Cleaner Production.
Figure 1 - Publications about Cleaner Production.

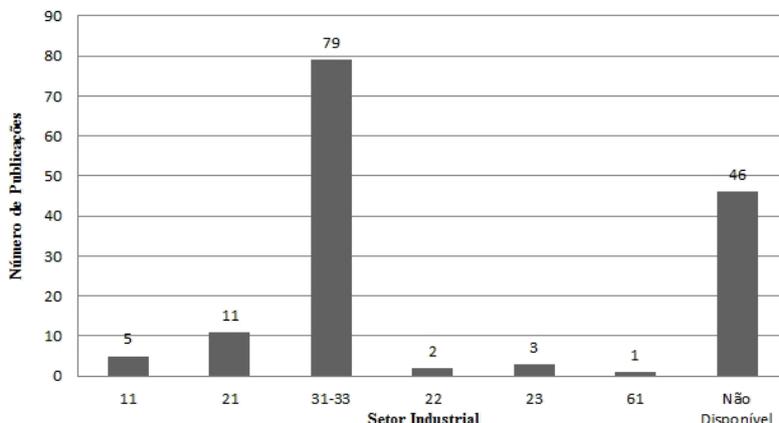


Figura 2 – Setores industriais encontrados nos artigos analisados.
Figure 2 – Industries found in the articles analyzed.

Notas: Setor industrial: 11 – Agricultura, Silvicultura, Caça e Pesca; 21 – Mineração, Pedreiras e Extração de Petróleo e Gás; 31-33 – Manufatura; 22 – Utilidades; 23 – Construção; 61 – Serviços Educacionais.

Como pode ser observado na Figura 2, a quantidade predominante de publicações (83) foi no setor *Manufacturing*. Por definição, o setor industrial *Manufacturing* é composto por estabelecimentos que se dedicam à transformação mecânica, física ou química de materiais, substâncias ou componentes em novos produtos. A indústria de transformação, em geral, produz bens tangíveis (mercadorias). Durante a análise dos dados coletados, observou-se que há uma incidência grande (50 artigos) que não identifica os setores industriais nos quais o tema está envolvido. Destaca-se que as empresas atualmente estão sujeitas a regulamentos ambientais e que há pressão crescente da população com relação às questões ambientais. Empresas com consciência ambiental mais elevada tendem a considerar os interesses dos *stakeholders* como uma prioridade de negócios (Kung *et al.*, 2012; Gavronski *et al.*, 2013; Gavronski *et al.*, 2008). Esses podem ser alguns fatores que levaram a indústria de transformação a obter maior relevância nos estudos.

MÉTODOS DE PESQUISA EMPREGADOS NAS PUBLICAÇÕES

Dentre os artigos analisados pelos autores, o método de pesquisa com maior representatividade é o de estudo de caso, com 73%. Uma hipótese para esse resultado é o fato de que 33% dos artigos analisados tratam de aplicações efetivas dos conceitos do CP na manufatura, 12% referem-se à recuperação/reutilização *on-site*, 10% são voltados às mudanças de tecnologia e 9% utilizados para melhor controle do processo.

PORTE DAS EMPRESAS

Foi também analisado o porte das empresas indicado pelos autores nos 151 artigos analisados. A Tabela 2 mostra o número de artigos que identificavam o porte das empresas.

Tabela 2 – Número de publicações conforme o porte da empresa.

Table 2 – Number of publications according to the size of the company.

Porte	Quantidade de artigos
Pequenas e médias empresas (SMEs)	35
Grandes empresas	11
Informação não disponível	105

Esta foi uma análise não muito efetiva na visão dos autores, pois 70% das publicações não mencionavam claramente o porte da empresa. Não obstante, das publicações que mencionaram o porte (22% do total de publicações), as pequenas e médias empresas se sobressaíram com 76,1% do total de artigos que declararam o porte das empresas. No entanto, a literatura destaca que ainda há grande incerteza sobre o nível real de implementação do CP nas pequenas e médias empresas (Howgrave-Graham e Van Berkel, 2007).

PAÍSES COM MAIOR NÚMERO DE PUBLICAÇÕES

Os países com maior número de publicações realizadas são a China (20 artigos) e a Austrália (15 artigos). O Apêndice I apresenta a listagem de todos os países com os respectivos números de publicações. Desde 1990, a estratégia chinesa de proteção ambiental iniciou uma transição gradual da prática de *end-of-pipe* para a prevenção da poluição. A produção mais limpa tem sido reconhecida e promovida pelo governo chinês, pois evita a poluição na fonte e pode revelar-se uma alternativa mais rentável que a abordagem de controle convencional

EOP (Shi *et al.*, 2008). Além disso, o aumento da pressão do público em geral através da mídia e dos protestos dos cidadãos, a pressão sobre os exportadores chineses e os fornecedores de empresas multinacionais bem como sobre os parceiros para cumprir com as exigências da consciência ambiental nos países industrializados levaram a uma melhoria do desempenho ambiental das indústrias chinesas (Hicks e Dietmar, 2007). A Tabela 3 apresenta uma análise estratificada das publicações da China considerando as codificações dos artigos.

Na Tabela 4, são apresentadas as codificações dos artigos para a Austrália. Um dos motivos que pode explicar o grande número de publicações a respeito da CP na Austrália é o fato de que há um centro de excelência muito ativo em CP nesse país, como enfatizado por Van Berkel (2007a). Outro possível fator que alavancou a necessidade de focar na implementação de técnicas e soluções de CP foi a eminente escassez de água e de fornecimento de energia por volta do ano de 2004, especialmente no sudoeste da Austrália.

PUBLICAÇÕES NO BRASIL

As publicações originárias do Brasil no período analisado foram quatro, relacionadas com a aplicação da CP na manufatura. O método utilizado nesse grupo de publicações brasileiras foi de estudo de caso, no sentido de analisar a aplicação prática dos conceitos e ferramentas da CP. A primeira publicação de autor brasileiro no *Journal of Cleaner Production* ocorreu no ano de 2008, sendo esta sobre a aplicação de ferramentas da CP em uma pequena indústria de fabricação de joias com o objetivo de minimizar os resíduos gerados durante a fabricação e a obtenção de benefícios ambientais e econômicos (Giannetti *et al.*, 2008). De acordo com os autores citados, o trabalho indicou que as práticas de produção mais limpa no Brasil podem gerar resultados promissores na redução da poluição a baixo custo. O trabalho de Kist *et al.* (2009) foi a segunda publicação brasileira, sendo o seu trabalho sobre o emprego de ferramentas do CP para reutilização da água utilizada no abatedouro

Tabela 3 – Codificação dos artigos para a China.
Table 3 – Coding of articles for China.

Produção mais limpa na China	Número de publicações
Aplicação do conceito de Produção mais Limpa	9
Mudança de tecnologia	4
Resultados da aplicação da Produção mais Limpa	1
Análise das barreiras para implantação da Produção mais Limpa	1
Recuperação/Reutilização <i>on-site</i>	1
Estudo para aplicação das práticas de Produção mais Limpa	1
Uso eficiente da energia	1
Melhor controle do processo	1
Regulamentações ambientais para a aplicação da produção mais limpa	1
Total de artigos	20

Tabela 4 – Codificação dos artigos para a Austrália.
Table 4 – Coding of articles for Australia.

Produção mais limpa na Austrália	Número de publicações
Recuperação/Reutilização <i>on-site</i>	4
Aplicação do conceito de Produção mais Limpa	4
Mudança de tecnologia	2
Metodologia para aplicação da Produção mais Limpa	2
Análise crítica da aplicação das práticas de Produção mais Limpa	1
Resultados da aplicação da Produção mais Limpa	1
Análise das barreiras para implantação da Produção mais Limpa	1
Total de artigos	15

e para o tratamento dos resíduos da água. No ano de 2012, houve duas publicações. Na primeira, de Zaneti *et al.* (2012), os autores utilizaram uma nova tecnologia (coluna de floculação e flotação - FCF) no Brasil para o tratamento dos resíduos da água utilizada para lavagem de carros. Os objetivos desse estudo foram estimar a eficiência da água urbana e avaliar critérios de água de reuso para realizar uma análise econômica e avaliar a cadeia de inovação. No caso da segunda, Rodrigues e Lima (2012) publicaram sobre o tratamento dos resíduos gerados na utilização da pedra sabão pelos artesões de Ouro Preto. O objetivo do estudo previamente citado foi caracterizar e purificar a pedra-sabão em pó da oficina de um artesão que trabalhava exclusivamente com pedras de Bandeiras-Santa Rita de Ouro Preto, a fim de identificar potenciais aplicações para os resíduos e produtos purificados.

BARREIRAS PARA IMPLANTAÇÃO DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Foram identificados vinte e três (23) artigos que discutiam a respeito das barreiras para a implantação da CP na manufatura. As barreiras para implantação da CP na manufatura encontradas nas publicações estudadas são mostradas no Quadro 1. As publicações que descreveram sobre as barreiras relacionadas à aplicação do conceito de produção mais limpa e a predominância de tais publicações ocorreram na segunda década. O país que publicou o maior número de artigos a respeito das barreiras foi a China, com quatro publicações (Shi *et al.*, 2008; Duan *et al.*,

2011; Dong *et al.*, 2012; Matus *et al.*, 2012). No mesmo período analisado, os seguintes países publicaram dois artigos a respeito das barreiras para implantação da CP: Austrália (Althan, 2007; Giurco *et al.*, 2011), África do Sul (Telukdariea *et al.*, 2006; Koefoeda e Buckleyb, 2008), Espanha (Peter, 2003; Rubio *et al.*, 2012) e Zâmbia (Kambani, 2003; Siaminwe *et al.*, 2005). Os demais países (18) publicaram apenas um artigo a respeito das barreiras para implantação da CP no período.

Em complemento às barreiras encontradas nas publicações analisadas, Kira *et al.* (2012) consideram também as barreiras envolvendo a capacidade de inovação, e a capacidade gerencial e técnica como fator implicante para implantação da CP na manufatura.

AUTORES COM MAIOR NÚMERO DE PUBLICAÇÕES E AUTORES MAIS CITADOS

De todos os artigos analisados pelos pesquisadores, verificou-se que o autor Rene Van Berkel foi o que mais publicou no período analisado (3 artigos). O artigo "Eco-efficiency in the Australian minerals processing sector" foi citado 24 vezes em outras publicações. Esse artigo trata do processamento de minerais e da produção de metais, uma vez que estes requerem grandes quantidades de energia e produtos químicos, bem como produzem grandes volumes de resíduos e emissões, potencialmente prejudiciais, de uns poucos elementos tóxicos (Van Berkel, 2007b). O artigo intitulado "Cleaner Production and eco-efficiency initiatives in Western Australia 1996-2004" foi

Quadro 1 – Barreiras para implantação da CP na manufatura.
Chart 1 – Barriers to implementing CP in manufacturing.

Classificação das barreiras	Descrição das barreiras	Referências
Econômicas	Alto custo de implementação da CP	Duan <i>et al.</i> (2011)
	Falta de fundos de pesquisa	Hamed e El Mahgary (2004)
	Falta de incentivos políticos e fiscais	Shi <i>et al.</i> (2008)
Organizacionais	Poucos recursos de pessoal para a implementação	Gombault e Verstegee (1999)
	Falta de mão-de-obra com habilidade em pequenas e médias empresas	Rathi (2003)
	Falta de informação	Koefoeda e Buckleyb (2008)
	Desafios internos culturais	Giurco <i>et al.</i> (2011)
	Falta de comprometimento da alta direção	Retta (1999)
Comportamentais	Falta de consciência	Siaminwe <i>et al.</i> (2005)
	Pouco conhecimento sobre a CP	Althan (2007)
Técnicas	Barreiras tecnológicas	Hilson (2000)
	Falta de competência técnica	Matus <i>et al.</i> (2012)
	Necessidades de treinamento	Huhtala (2003)
Governamentais	Falta de fiscalização ambiental	Shi <i>et al.</i> (2008)

citado em 20 outras publicações. Esse artigo resume a evolução da promoção e da implementação de produção mais limpa (CP) e ecoeficiência (EE) na Austrália Ocidental em quatro etapas: fundamentação (1996-1999), experimentação (1999-2002), implantação (2002-2004) e reorientação (de 2004 em diante) (Van Berkel, 2007a). O artigo intitulado "Assessment of Cleaner Production uptake: method development and trial with small businesses in Western Australia", que foi desenvolvido juntamente com Alan Howgrave-Graham, foi citado 16 vezes. Esse artigo relata o desenvolvimento de um método de avaliação inovador semiquantitativo para estimar o nível de absorção da produção mais limpa (CP) nas pequenas e médias empresas (SMEs), com base em três classificações: consciência de ideias CP e benefícios, presença de recursos de gerenciamento e/ou componentes de sistema conducentes a CP; conteúdo e CP das recentes inovações e melhorias operacionais (Howgrave-Graham e Van Berkel, 2007).

O autor que teve o maior número de citações em outros artigos foi Leo Baas, com 91 citações. O artigo de Leo Baas que teve o maior número de citações foi "Cleaner Production and industrial ecosystems, a Dutch experience" (Baas, 1998), sendo citado em 84 outras publicações. A maior parte desse artigo reflete os primeiros resultados da produção mais limpa e os conceitos de ecologia industrial, aplicados em um projeto de ecossistema industrial (*INES - industrial ecosystem*) na área do porto de Roterdã.

Tabela 5 – Relação dos autores, número de publicações e citações.

Table 5 – List of authors, number of publications and citations.

Autor	Número de publicações	Quantidade de citações
Van Berkel, R.	3	60
Baas, L.	2	91
Stone, L.J.	2	65
Gale, R.	2	50
Fresner, J.	2	33
Staniskis, J.K.	2	29
Abou-Elala, S.I.; Ibrahim, H.S.	2	22
Buckley, C.; Koefoed, M.	2	21
Barros, M.C.; Bello, P.M.	2	19
Kiran-Ciliz, N.	2	17
Catarino, J.	2	16
Lee, C.-H.; Lee, S.	2	15
Huhtala, A.	2	10
Zhang, K.	2	9

O autor brasileiro com o maior número de citações foi Giannetti *et al.* (2008), contando com 26 citações de diferentes periódicos, sendo artigo intitulado "Cleaner production practices in a medium size gold-plated jewelry company in Brazil: while little changes make the difference" o de maior número de citações.

A Tabela 5 mostra a relação dos autores com maior número de publicações, o número de artigos publicados e a quantidade de citações de cada artigo em outras publicações.

CONCLUSÕES

O presente trabalho objetivou traçar um panorama da produção científica no *Journal of Cleaner Production* concernente à aplicação da CP na manufatura, identificando os artigos com esse enfoque, reconhecendo o enquadramento metodológico dos trabalhos, temas tratados, setores industriais e países, as principais barreiras para implementação da CP e os principais autores com publicações em relação ao tema. Com base nas publicações analisadas, identificou-se que o CP aplicado na manufatura concentra-se em cinco codificações principais, sendo um terço referente à aplicação dos conceitos de CP, 12% referem-se à aplicação *on-site* de recuperação/reutilização, 10% são voltadas às mudanças de tecnologia e 9% são utilizadas para melhorar o controle do processo. Pode-se observar que a aplicação efetiva da CP ocorre na indústria de transformação, pois as empresas estão sujeitas a regulamentos ambientais e à crescente pressão da população com relação às questões ambientais.

Foi identificada como relevante a participação de países emergentes, em especial a China, que tem reagido plenamente às demandas mundiais. Foi constatado, durante a realização deste trabalho, que a China é um dos países com maior publicação sobre CP. Esse fato é também notado nos países desenvolvidos que foram destacados neste estudo, a exemplo da Austrália, segundo país com maior número de publicações em CP, demonstrando a aplicação dos conceitos e práticas da CP. Cabe ressaltar a situação contraditória desses dois países, considerando-se o panorama industrial atual, com atividades de alto impacto ambiental em relação ao número de publicações no tema CP. Na Austrália, essas publicações também têm como assunto a atividade de mineração, que exige grandes quantidades de energia e produtos químicos, produz resíduos de grande volume e emissões de elementos tóxicos para a quantificação do ciclo de vida da indústria de processamento de minerais. Em contrapartida, na China, o assunto das publicações é relativo a melhores práticas de aplicação da Produção mais Limpa e à mudança de tecnologia que pode ser explicada pela estratégia chinesa de proteção ambiental que, desde 1900, iniciou uma transição gradual da prática de *end-of-pipe* para a prevenção da poluição.

Em relação às barreiras para implementação do CP na manufatura, observou-se uma gama de fatores que influenciam a aplicação do CP, fatores estes de ordem econômica, organizacional, comportamental, técnica e governamental. As publicações de artigos sobre as aplicações no Brasil ainda são incipientes, apresentando uma tendência de crescimento nos últimos 5 anos. Portanto, existe, no Brasil, uma oportunidade considerável para publicações sobre esse tema e, muito provavelmente (embora não tratado no presente trabalho), para a aplicação da *Cleaner Production* no país.

Uma das limitações do presente trabalho está relacionada à classificação das empresas quanto ao porte, pois 70% das publicações não mencionavam claramente o porte da empresa. Das que mencionaram o porte, as pequenas e médias empresas se sobressaíram nos resultados. Também como limitação ou dificuldade da pesquisa destaca-se a falta de unanimidade nas definições de CP. Como trabalhos futuros, recomenda-se a elaboração de estudos sobre diferenças e semelhanças entre as definições de CP.

Adicionalmente como trabalhos futuros, sugerem-se outras pesquisas voltadas para melhor compreensão das barreiras para a implementação do CP, procurando caracterizar a influência dos aspectos culturais, sejam estes da empresa ou do país.

REFERÊNCIAS

- ALTHAN, W. 2007. Benchmarking to trigger cleaner production in small businesses: drycleaning case study. *Journal of Cleaner Production*, 15(8-9):798-813. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.07.005>
- ASHFORD, N.A. 2002. Reflections on the First Decade of the Journal of Cleaner Production. *Journal of Cleaner Production*, 10(2):101-102. [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526\(01\)00059-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526(01)00059-2)
- AVŞAR, E.; DEMIRE, G.N. 2008. Cleaner production opportunity assessment study in SEKA Balikesir pulp and paper mill. *Journal of Cleaner Production*, 16(4):422-431. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.07.042>
- BAAS, L. 2007. To make zero emissions technologies and strategies become a reality, the lessons learned of cleaner production dissemination have to be known. *Journal of Cleaner Production*, 15(13):1205-1216. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.07.017>
- BAAS, L. 1998. Cleaner production and industrial ecosystems, a Dutch experience. *Journal of Cleaner Production*, 6(3):189-197. [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526\(98\)00015-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526(98)00015-8)
- BAUMGARTNER, R.J.; ZIELOWSKI, C. 2007. Analyzing zero emission strategies regarding impact on organizational culture and contribution to sustainable development. *Journal of Cleaner Production*, 15(13):1321-1327. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.07.016>
- CENTRIC. 2012. Cleaner Production. Disponível em: <http://www.centric.at/services/cleaner-production>. Acesso em: 29/09/2012.
- DONG, X.; LI, C.; LI, J.; WANTAO, H.; WANG, J.; LIAO, R. 2012. Application of a system dynamics approach for assessment of the impact of regulations on cleaner production in the electroplating industry in China. *Journal of Cleaner Production*, 20(1):72-81. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.08.014>
- DUAN, N.; DAN, Z.; WANG, F.; PAN, C.; ZHOU, C.; JIANG, L. 2011. Electrolytic manganese metal industry experience based China's new model for cleaner production promotion. *Journal of Cleaner Production*, 19(17):2082-2087.b
- FRONDEL, M.; HORBACH, J.; RENNINGS, K. 2007. End-of-Pipe or Cleaner Production? An Empirical Comparison of Environmental Innovation Decisions Across OECD Countries, 16(8):571-584.
- GAVRONSKI, I.; FERRER, G.; PAIVA, E.L.; 2008. ISO 14001 certification in Brazil: motivations and benefits. *Journal of Cleaner Production*, 16(1):87-94. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.11.002>
- GAVRONSKI, I.; PAIVA, E.L.; ANDRADE, M.C.F. 2013. ISO 14001 certified plants in Brazil – taxonomy and practices. *Journal of Cleaner Production*, 39:32-41. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.08.025>
- GENG, Y.; XINBEI, W.; QINGHUA, Z.; HENGXINA, Z. 2010. Regional initiatives on promoting cleaner production in China: a case of Liaoning. *Journal of Cleaner Production*, 18(15):1502-1508. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.06.028>
- GIANNETTI, B.F.; BONILLA, S.H.; SILVA, I.R.; ALMEIDA, C.M.V.B. 2008. Cleaner production practices in a medium size gold-plated jewelry company in Brazil: while little changes make the difference. *Journal of Cleaner Production*, 16(10):1106-1117. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.06.002>
- GIURCO, D.; BOSSILKOV, A.; PATTERSON, J.; KAZAGLIS, A. 2011. Developing industrial water reuse synergies in Port Melbourne: cost effectiveness, barriers and opportunities. *Journal of Cleaner Production*, 19(8):867-876. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.07.001>
- GOMBAULT M.; VERSTEEGE S. 1999. Cleaner production in SMEs through a partnership with (local) authorities: successes from the Netherlands. *Journal of Cleaner Production*, 7(4):249-261. [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526\(99\)00084-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526(99)00084-0)
- GRANEHEIM, U.H.; LUNDMAN, B. 2004. Qualitative content analysis in nursing research: concepts, procedures and measures to achieve trustworthiness. *Nurse Education Today*, 24(2):105-112. <http://dx.doi.org/10.1016/j.nedt.2003.10.001>
- GUTHRIE, J.; PETTY, R.; YONGVANICH, K.; RICCI, F. 2004. Using content analysis as a research method to inquire into intellectual capital reporting. *Journal of Intellectual Capital*, 5(2):282-293. <http://dx.doi.org/10.1108/14691930410533704>
- HAJMOHAMMAD, S.; VACHON, S.; KLASSEN, D.R.; GAVRONSKI, I. 2012. Lean management and supply management: their role in green practices and performance. *Journal of Cleaner Production*, 39:312-320. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.07.028>
- HAMED, M.M.; EL MAHGARY, Y. 2004. Outline of a national strategy for cleaner production: The case of Egypt. *Journal of Cleaner Production*, 12(4):327-336. [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526\(03\)00037-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526(03)00037-4)
- HAMNER, W.B. 2013. What is the Relationship among Cleaner Production, Pollution Prevention, Waste Minimization and

- ISO 14000? Disponível em: <http://cleantechmentor.com/wp-content/uploads/2012/11/Relationships-between-Original-Cleantech-Concepts.pdf>. Acesso em: 01/10/2013.
- HICKS, C.; DIETMAR, R. 2007. Improving cleaner production through the application of environmental management tools in China. *Journal of Cleaner Production*, 15(5):395-408. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.008>
- HILSON, G. 2000. Pollution prevention and cleaner production in the mining industry: an analysis of current issues. *Journal of Cleaner Production*, 8(2):119-126. [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526\(99\)00320-0](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526(99)00320-0)
- HOWGRAVE-GRAHAM, A.; VAN BERKEL, R. 2007. Assessment of cleaner production uptake: method development and trial with small businesses in Western Australia. *Journal of Cleaner Production*, 15(8-9):787-797. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.07.004>
- HUHTALA, A. 2003. Promoting financing of cleaner production investments—UNEP experience. *Journal of Cleaner Production*, 11(6):615-618. [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00108-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00108-7)
- KAMBANI, S.M. 2003. Small-scale mining and cleaner production issues in Zambia. *Journal of Cleaner Production*, 11(2):141-146. [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00033-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00033-1)
- KIRA, J.M.M.; XIN, X.; JULIE, B.Z. 2012. Green chemistry and green engineering in China: drivers, policies and barriers to innovation. *Journal of Cleaner Production*, 32(4):193-203.
- KIST, L.T.; EL MOUTAQI, S.; MACHADO, E.L. 2009. Cleaner production in the management of water use at a poultry slaughterhouse of Vale do Taquari, Brazil: a case study. *Journal of Cleaner Production*, 17(13):1200-1205. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.04.006>
- KLEME, J.J.; VARBANOV, P.S.; HUISINGH, D. 2012. Recent cleaner production advances in process monitoring and optimization. *Journal of Cleaner Production*, 34:1-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.04.026>
- KOEFODA, M.; BUCKLEYB, C. 2008. Clean technology transfer: a case study from the South African metal finishing industry, 2000-2005. *Journal of Cleaner Production*, 16(1):78-84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.10.023>
- KUNG, F.H.; HUANG, C.L.; CHENG, C.L. 2012. Assessing the green value chain to improve environmental performance: Evidence from Taiwan's manufacturing industry. *International Journal of Development*, 11(2):111-128.
- LOWE, E.A.; EVANS, L.K. 1995. Industrial ecology and industrial ecosystems. *Journal of Cleaner Production*, 3(1-2):47-53. [http://dx.doi.org/10.1016/0959-6526\(95\)00045-G](http://dx.doi.org/10.1016/0959-6526(95)00045-G)
- MATUS, K.J.M.; XIAO, X.; ZIMMERMAN, J.B. 2012. Green chemistry and green engineering in China: drivers, policies and barriers to innovation. *Journal of Cleaner Production*, 32:193-203. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.03.033>
- PETER, E. 2003. Expert inquiry on innovation options for cleaner production in the chemical industry. *Journal of Cleaner Production*, 11(4):347-364. [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00060-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00060-4)
- PETER, G.; LUKMAN, R. 2007. Review of sustainability terms and their definitions. *Journal of Cleaner Production*, 15(18):1875-1885. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.12.006>
- QIAN, Y.; CHEN, Y.; JIANG, Y.; ZHANG, L. 2007. Process modification in the scouring process of textile industry. *Journal of Cleaner Production*, 16(1):920-926. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2004.07.008>
- RATHI, A.K.A. 2003. Promotion of cleaner production for industrial pollution abatement in Gujarat (India). *Journal of Cleaner Production*, 11(5):583-590. [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00094-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00094-X)
- REIJNDERS, L. 2003. Policies influencing cleaner production: the role of prices and regulation. *Journal of Cleaner Production*, 11(3):333-338. [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00027-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00027-6)
- RETTA, N. 1999. Cleaner industrial production practice in Ethiopia: problems and prospects. *Journal of Cleaner Production*, 7(6):409-412. [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526\(99\)00157-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-6526(99)00157-2)
- RIVERA, A.; GONZÁLEZ, J.S.; CARRILLO, R.; MARTÍNEZ, J.M. 2009. Operational change as a profitable cleaner production tool for a brewery. *Journal of Cleaner Production*, 17(2):137-142. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.03.009>
- RODRIGUES, M.L.M.; LIMA, R.M.F. 2012. Cleaner production of soapstone in the Ouro Preto region of Brazil: a case study. *Journal of Cleaner Production*, 32:149-156. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.03.028>
- RUBIO, M.C.; MARTÍNEZ, G.; BAENA, L.; MORENO, F. 2012. Warm mix asphalt: an overview. *Journal of Cleaner Production*, 24:76-84. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.11.053>
- SHI, H.; PENG, S.Z.; LIU, Y.; ZHONG, P. 2008. Barriers to the implementation of cleaner production in Chinese SMEs: government, industry and expert stakeholders' perspectives. *Journal of Cleaner Production*, 16(7):842-852. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.05.002>
- SIAMINWE, L.; CHINSEMBU, K.C.; SYAKALIMA, M. 2005. Policy and operational constraints for the implementation of cleaner production in Zambia. *Journal of Cleaner Production*, 13(10-11):1037-1047. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2004.12.005>
- TELUKDARIEA, A.; BUCKLEYB, C.; KOEFODC, M. 2006. The importance of assessment tools in promoting cleaner production in the metal finishing industry. *Journal of Cleaner Production*, 14(18):1612-1621. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.009>
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). [s.d.]. Disponível em: <http://www.unep.fr/scp/cp/>. Acesso em: 25/03/2014.
- VAN BERKEL, R. 2007a. Cleaner production and eco-efficiency initiatives in Western Australia 1996-2004. *Journal of Cleaner Production*, 15(8-9):741-755. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.06.012>
- VAN BERKEL, R. 2007b. Eco-efficiency in the Australian minerals processing sector. *Journal of Cleaner Production*, 15(8-9):772-781. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.06.017>
- VAN BERKEL, R.; WILLEMS, E.; LAFLEUR, M. 1997. The relationship between Cleaner Production and Industrial Ecology. *Journal of Industrial Ecology*, 1(1):51-66. <http://dx.doi.org/10.1162/jiec.1997.1.1.51>

- VENSELAA, J. 1995. Environmental training: industrial needs. *Journal of Cleaner Production*, 3(1-2):9-12.
[http://dx.doi.org/10.1016/0959-6526\(95\)00030-1](http://dx.doi.org/10.1016/0959-6526(95)00030-1)
- ZANETI, R.; ETCHEPARE, R.; RUBIO, J. 2012. More environmentally friendly vehicle washes: water reclamation. *Journal of Cleaner Production*, 37:115-124.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.06.017>
- ZENG, S.X.; LIU, H.C.; TAM, C.M.; SHAO, Y.K. 2008. Cluster analysis for studying industrial sustainability: an empirical study in Shanghai. *Journal of Cleaner Production*, 16(10):1090-1097.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2007.06.004>

Submitted on November 22, 2012

Accepted on May 25, 2014

SILVIO FERNANDES D'AQUINO

Universidade Federal de Santa Catarina
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima
88040-970, Florianópolis, SC, Brasil

FLÁVIO DE BORBA PRÁ

Universidade da Região de Joinville
Rua Paulo Malschitzki, 10, Zona Industrial Norte
89219-71, Joinville, SC, Brasil

MICHELA C. F. GOULART

Universidade Federal de Santa Catarina
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima
88040-970, Florianópolis, SC, Brasil

LUCILA M. S. CAMPOS

Universidade Federal de Santa Catarina
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima
88040-970, Florianópolis, SC, Brasil

PAULO AUGUSTO CAUCHICK MIGUEL

Universidade Federal de Santa Catarina
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima
88040-970, Florianópolis, SC, Brasil

Apêndice I – Número de publicações por país.
Appendix I – Number of publications by country.

