



# Academic

## INTERNATIONAL WORKSHOP ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

“TEN YEARS WORKING TOGETHER FOR A SUSTAINABLE FUTURE”

## Dificuldades e barreiras encontradas na implementação da Cleaner Production: revisão da literatura

MATOS, L. M<sup>a\*</sup>. ANHOLON, R.<sup>a</sup> SILVA, D.<sup>a</sup> QUELHAS, O.L.G.<sup>b</sup>

a. Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

b. Universidade Federal Fluminense (UFF)

\*Corresponding author, lmarquesmatos@gmail.com

### Abstract

This article has been written with the goal of contributing to the body of knowledge of Industrial Sustainability and, more specifically, initiatives utilizing the Cleaner Production methodology. As it is increasingly known in the academic and business community, industrial sustainability has nowadays become a matter of utmost importance. Therefore, the impetus to provide solutions and increase the knowledge basis of the different methodologies that aim to add up to this broader goal is highly relevant nowadays. The Cleaner Production approach is a preventive environmental *eco-efficiency* strategy that has been showing positive results since its debut in 1989. Since then, its goals have been broadened from the strictly operational dimension it had in its origins to a larger scope that seeks to embrace the goals of sustainability and, considering the triple bottom line strategy – economic, social and environmental goals – contribute to a more sustainable society. However, despite its dissemination, Cleaner Production methodology is not a unanimous consideration when companies’ strategies are formulated and there are factors that hinder its adoption. Aiming to address this issue, this article utilized the method of bibliographic survey to seek, in the recent literature, which ones were the main barriers and difficulties found at different levels in promoting and implementing Cleaner Production. A total of 111 articles about the theme and from well-known scientific publishers have been thoroughly reviewed and sorted by its relevance to the authors goal. After the broader review, 38 articles were chosen to comprise a table presenting the main categories of specific barriers and difficulties mentioned and how many and which authors brought up each category. The results and categories have then been discussed and a conclusion drawn. Observing the results, it is possible to state that there is still a significant number of factors hindering the adoption of Cleaner Production. Those refer to a myriad of internal and external factors such as the participation of social actors that include governments, labor force, financial institutions and also internal organizational and also businesses operational questions in knowledge management, funding, follow-up issues and lack of properly qualified labor force, among others.

*Keywords: Cleaner Production, barriers and difficulties, literature review, sustainability.*

### 1. Introdução

Apesar dos constantes ganhos de produtividade e eficiência na produção industrial ao longo do tempo, os níveis de consumo globais continuam a aumentar de forma rápida e a exercer pressões crescentes sobre a base de recursos naturais do planeta, gerando uma situação insustentável para a sociedade presente e futura (Sangwan and Mittal, 2015; Virakul, 2015). Ademais, a produção industrial ainda conta com relativamente pouca utilização de recursos renováveis e é responsável pela geração de

“TEN YEARS WORKING TOGETHER FOR A SUSTAINABLE FUTURE”

São Paulo – Brazil – May 24<sup>th</sup> to 26<sup>th</sup> - 2017

poluentes e resíduos de difícil disposição que impactam negativamente o meio-ambiente, a comunidade e, frequentemente, a saúde dos trabalhadores (Armenti et al., 2011; Ashton et al., 2016; Gutberlet, 2000; Virakul, 2015).

Desde o surgimento das primeiras iniciativas que inseriram a questão ambiental à gestão de operações de produção na década de 1980, existiram grandes transformações conceituais sobre como lidar com este problema. Partindo de uma abordagem reativa de mitigação da disposição de poluentes gerados no meio ambiente, hoje, a sustentabilidade em produção tem como pano de fundo uma questão social muito mais profunda: a possibilidade de satisfação das necessidades e aspirações das gerações presentes e futuras (Silvestre and Silva Neto, 2014). Para que as organizações caminhem em direção a este objetivo, Elkington (1997) postula que é necessária uma abordagem estratégica “triple bottom line”, ou seja, a decomposição de seus próprios objetivos em 3 dimensões igualmente relevantes: econômica, social e ambiental, e também sua responsabilização por quaisquer atividades referentes a estas mesmas dimensões.

De acordo com Schulz et al. (2016), a abordagem “triple bottom line” se tornou uma das mais conhecidas definições de sustentabilidade e, com sua popularização, muitas empresas passaram a adotá-la como forma de medir sua *performance*, perenizar sua atividade e tentar obter vantagens competitivas em diferentes dimensões em relação a seus concorrentes (Schulz et al., 2016; Wilson, 2015). Dentro de cada dimensão deste conceito, estão contidas uma série de métricas e requisitos com que as organizações precisam se preocupar para que atinjam um patamar considerado sustentável. É importante frisar também o potencial de mudança organizacional oriundo da orientação das empresas à sustentabilidade de longo prazo. Segundo Padin et al. (2016), esta mudança de orientação e a utilização do conceito de “triple bottom line” implica em uma transformação dos objetivos organizacionais, que passam de um foco estreito no lucro final do negócio, para uma perspectiva de geração de valor para todos os afetados pela atividade da organização (*Stakeholders*).

Dentre as alternativas propostas para auxiliar na condução da indústria a um futuro mais sustentável, a *Cleaner Production* é uma abordagem que já demonstrou resultados positivos de mitigação de danos ambientais e benefícios econômicos e sociais em sua aplicação (Glavič and Lukman, 2007; Kjaerheim, 2005; Lopes Silva et al., 2013; Peng and Liu, 2016). Criada em 1989, sua definição então era: “*The continuous application of an integrated environmental strategy to processes, products and services to increase efficiency and reduce risks to humans and the environment*” (UNEP, 1990).

A percepção que levou à criação da *Cleaner Production* era que os métodos tradicionais de prevenção de poluição conhecidos como “*end-of-pipe*”, ou seja, aqueles que tratavam os poluentes após a sua geração nos processos produtivos e antes do descarte no meio ambiente, tinham custos elevados e eficácia reduzida. Para resolver esse problema, a referida filosofia nasceu como uma estratégia de prevenção da poluição, que tratava a emissão de poluentes no processo produtivo como uma forma de ineficiência e desperdício de recursos e que, portanto, poderia ser eliminada em sua fonte a um custo reduzido e aumentando também a eficiência dos processos. Por esse motivo a *Cleaner Production* ficou conhecida como uma estratégia de eco-eficiência (Malinauskienė et al., 2016; UNEP, 1990). Sua relevância se acentua à medida que é observado o agravamento dos problemas ambientais contemporâneos. Não obstante à popularidade crescente desta metodologia, há ainda uma série de desafios que impedem sua disseminação (Luken et al., 2016; Vieira and Amaral, 2016; Zeng et al., 2010).

É justamente com o objetivo de contribuir com o corpo do conhecimento a respeito da *Cleaner Production* e oferecer informações que possam acelerar a maturação dessa metodologia que este artigo recorreu a um levantamento bibliográfico na literatura recente sobre o tema, identificando as principais barreiras e dificuldades encontradas na implantação de projetos de *Cleaner Production*. As informações compiladas e os resultados da pesquisa podem se mostrar importantes tanto para a academia, no caso de pesquisas que visem aprofundar o tema, quanto para gestores de empresas e produção que queiram se informar sobre as principais barreiras que podem ser encontradas por suas organizações e seus riscos potenciais. No entanto, estão fora do escopo de pesquisa as questões relacionadas a sugestões para a resolução e mitigação das dificuldades e barreiras encontrados. A elaboração e planejamento de soluções para estas exige então pesquisas posteriores.

## 2. Método

Com o objetivo de realizar um levantamento bibliográfico sobre as dificuldades encontradas na implementação da Cleaner Production, foram pesquisados artigos científicos nas bases Science Direct, Emerald, Scopus, Springer, Wiley, EBSCO, periódicos CAPES, Web Of Science, Taylor & Francis e ResearchGate. Nestas bases, a busca por artigos foi realizada com os termos: “Cleaner Production” somente e combinado a “Barriers and difficulties” e também “Sustainable Manufacturing” e “Green Manufacturing”. Optou-se por não realizar estudo de número de referências obtidas em cada base de dados pois diversos artigos foram encontrados em mais de uma das bases científicas citadas.

Dentre os resultados das buscas realizadas, foram selecionados 111 artigos que tratassem e contivessem evidências, levantamentos bibliográficos e experiências ou estudos de caso relativos à *Cleaner Production* a serem utilizados na formulação deste artigo. Para a elaboração da Tabela 1, uma segunda revisão foi feita e, visando a utilização apenas da literatura e das evidências mais recentes, foi proposto um escopo de tempo de dez anos anteriores, tendo 2016 como base. Após a análise dos artigos, foram utilizados aqueles que contivessem menções explícitas a dificuldades e barreiras encontrados na implementação da *Cleaner Production*. Sendo assim, 39 artigos foram selecionados para integrar a Tabela 1, que contém os principais resultados da pesquisa. As categorias de dificuldades e barreiras propostas na tabela foram adicionadas conforme as informações encontradas nos artigos selecionados e outros artigos foram adicionados à medida que seus dados a resultados se encaixassem nas categorias propostas ou precisassem ser direcionados a uma nova. Sendo assim, um possível gap do presente artigo poderia ser a existência de benefícios e dificuldades adicionais não encontrados na literatura pesquisada.

## 3. Resultados

O objetivo deste estudo foi a identificação na literatura de barreiras e dificuldades que impedem, inviabilizam ou desincentivam a implementação da Cleaner Production. Na literatura pesquisada, um total de 39 artigos relata alguma dificuldade ou aponta possíveis barreiras que poderiam ser encontradas neste sentido. As dificuldades e barreiras foram categorizadas à medida que surgiam na revisão bibliográfica e os resultados são apresentados por meio da Tab. 1. Na tabela está apresentada a porcentagem dos autores que menciona cada dificuldade ou barreira específica e suas as referências.

Tab. 1. Dificuldades e barreiras da Cleaner Production (Fonte: vide Coluna 2)

DIFICULDADES E BARREIRAS	Autores	% DOS AUTORES
Falta de Apoio da liderança e de política ambiental clara/adequada (Organizacional ou Governamental)	(Almeida et al., 2015; Altham, 2007; Bai et al., 2014, 2015; Basappaji and Nagesha, 2014; Dodić et al., 2010; Dong et al., 2012; Fore and Mbohwa, 2015; Geng et al., 2010; Hicks and Dietmar, 2007; Khuriyati et al., 2015; Li and Hamblin, 2016; Lopes Silva et al., 2013; Peng and Liu, 2016; Schaltegger et al., 2012; Severo et al., 2015; Shi et al., 2008; Silvestre and Silva Neto, 2014; Thrane et al., 2009; Ulutas et al., 2012; Velazquez et al., 2014; Vieira and Amaral, 2016; Yüksel, 2008; Žarković et al., 2011)	61,54%
Manutenção de registros inapropriada	(Büyükbay et al., 2010; Giannetti et al., 2008; Lopes Silva et al., 2013; Ribeiro Massote and Moura Santi, 2013; Shi et al., 2008; Velazquez et al., 2014)	15,38%
Distanciamento dos centros de atuação e decisão	(Velazquez et al., 2014)	2,56%

Indisponibilidade de recursos (Financeiros, Humanos e Gerenciais, Tecnológicos, Informativos e de Monitoramento)	(Almeida et al., 2015; Armenti et al., 2011; Ashton et al., 2016; Bai et al., 2014, 2015; Basappaji and Nagesha, 2014; Brown and Stone, 2007; Daylan et al., 2013; Dodić et al., 2010; Dong et al., 2012; Fore and Mbohwa, 2015, 2010; Geng et al., 2010; Hicks and Dietmar, 2007; Khuriyati et al., 2015; Li and Hamblin, 2016; Lopes Silva et al., 2013; Oliveira and Alves, 2007; Peng and Liu, 2016; Rahim and Raman, 2015; Shi et al., 2008; Silvestre and Silva Neto, 2014; Thrane et al., 2009; Ulutas et al., 2012; Vieira and Amaral, 2016; Yüksel, 2008)	69,23%
Descontinuidade de projetos de implementação de Cleaner Production	(Bonilla et al., 2010; Brown and Stone, 2007; Fore and Mbohwa, 2010; Hicks and Dietmar, 2007; Lopes Silva et al., 2013; Severo et al., 2015; Vieira and Amaral, 2016)	17,95%
Potencial ausência de incentivos além da Compliance e Inércia operacional	(Almeida et al., 2015; Ashton et al., 2016; Basappaji and Nagesha, 2014; Brown and Stone, 2007; Dodić et al., 2010; Dong et al., 2012; Fore and Mbohwa, 2015; Hicks and Dietmar, 2007; Khuriyati et al., 2015; Li and Hamblin, 2016; Lopes Silva et al., 2013; Peng and Liu, 2016; Severo et al., 2015; Shi et al., 2008; Ulutas et al., 2012; Vieira and Amaral, 2016; Yüksel, 2008; Yusup et al., 2015)	41,03%
Investimento no curto prazo	(Altham, 2007; Büyükbay et al., 2010; Dodić et al., 2010; Dong et al., 2012; Fore and Mbohwa, 2015; Huang et al., 2013; Lopes Silva et al., 2013; Oliveira Neto et al., 2015; Peng and Liu, 2016; Shi et al., 2008; Ulutas et al., 2012; Vieira and Amaral, 2016; Yüksel, 2008; Yusup et al., 2015; Zeng et al., 2010)	38,46%
Falta ou dificuldade de Participação dos funcionários	(Armenti et al., 2011; Brown and Stone, 2007; Daylan et al., 2013; Khuriyati et al., 2015; Lopes Silva et al., 2013; Ribeiro Massote and Moura Santi, 2013; Shi et al., 2008; Ulutas et al., 2012; Vieira and Amaral, 2016; Yüksel, 2008; Yusup et al., 2015)	28,21%
Planejamento inadequado	(Bai et al., 2014; Geng et al., 2010; Lopes Silva et al., 2013; Severo et al., 2015; Silvestre and Silva Neto, 2014; Ulutas et al., 2012; Vieira and Amaral, 2016)	17,95%
Conflitos entre Stakeholders	(Armenti et al., 2011; Bai et al., 2014, 2015; Geng et al., 2010; Hicks and Dietmar, 2007; Schaltegger et al., 2012; Shi et al., 2008; Silvestre and Silva Neto, 2014; Ulutas et al., 2012; Vieira and Amaral, 2016)	25,64%
Sistemas de comunicação inadequados	(Altham, 2007; Fore and Mbohwa, 2015; Geng et al., 2010; Lopes Silva et al., 2013; Vieira and Amaral, 2016)	12,82%
Ausência de metodologia específica estruturada para análise e implementação da CP	(Basappaji and Nagesha, 2014; Lopes Silva et al., 2013; Schaltegger et al., 2012; Ulutas et al., 2012; Vieira and Amaral, 2016)	12,82%
Aumento de complexidade da operação	(Dodić et al., 2010; Geng et al., 2010; Vieira and Amaral, 2016)	7,69%
Ausência de cultura "Environmental-	(Altham, 2007; Dodić et al., 2010; Geng et al., 2010; Hicks and	17,95%

friendly" (Nível empresarial e Social, incluindo dificuldade em enxergar benefícios da CP)	Dietmar, 2007; Li and Hamblin, 2016; Shi et al., 2008; Yüksel, 2008)	
Dificuldade de receber Feedback do Mercado	(Altham, 2007; Hicks and Dietmar, 2007; Thrane et al., 2009)	7,69%

Observando os resultados da Tabela 1, é possível observar que foram levantadas 15 diferentes categorias de dificuldades e barreiras relativas à implementação da *Cleaner Production*. Uma primeira observação destas barreiras e dificuldades permite constatar que elas se originam a partir de uma multiplicidade de fatores e *stakeholders*, podendo estes serem tanto internos quanto externos às organizações que se engajam neste processo. Dito isso, as categorias são discutidas a seguir.

A principal barreira levanta pelos autores pesquisados, indisponibilidade de recursos (Financeiros, Humanos e Gerenciais, Tecnológicos, Informativos e de Monitoramento), é uma barreira genérica que engloba diversas dificuldades em obter qualquer tipo de recurso que seja necessário para dar suporte e viabilizar a iniciativa. Estas podem ser desde dificuldades financeiras de obtenção e gerenciamento de capital (Peng and Liu, 2016; Rahim and Raman, 2015; Silvestre and Silva Neto, 2014), até recursos humanos, tecnológicos e de monitoramento, nos quais estão inclusos a falta de conhecimento e capacitação de gestores (Shi et al., 2008), a gestão do conhecimento (Vieira and Amaral, 2016), entre outros.

Entre as demais categorias, é importante observar a abrangência das dimensões que podem obstar a *Cleaner Production*. Há, por exemplo, dimensões políticas quando se fala na barreira "Falta de Apoio da liderança e de política ambiental clara/adequada (Organizacional ou Governamental)" e "Conflitos entre *stakeholders*". No primeiro caso, nem sempre as organizações tem a capacidade de resolução e superação das barreiras encontradas, já que estas estão contidas em um ambiente regulatório que condiciona a competitividade deste tipo de medida, seus incentivos e a provisão de recursos para sua utilização em nível macro (Peng and Liu, 2016; Yüksel, 2008). No segundo caso, particularmente, visto que há a necessidade de consideração de interesses de atores sociais sobre os quais a empresa não necessariamente exerce influência (Lopes Silva et al., 2013; Vieira and Amaral, 2016), as perspectivas e demandas de diferentes *stakeholders* podem causar divergência e criar impedimentos à *Cleaner Production* (Bai et al., 2014). Além destas, a "Ausência de cultura "Environmental-friendly" (Nível empresarial e Social, incluindo dificuldade em enxergar benefícios da CP)" e a "Dificuldade de receber Feedback do Mercado" são outras dimensões que não dependem exclusivamente do engajamento e da capacidade gerencial das organizações, pois abrangem aspectos mercadológicos e políticos fora do escopo de suas atividades (Shi et al., 2008).

Merece também ser destacada a barreira que relata a "Ausência de metodologia específica estruturada para análise e implementação da CP". Mesmo com décadas de evolução desta metodologia, ainda há dificuldade de implementação por não haver uma fórmula aplicável a todos os casos (Vieira and Amaral, 2016) e deficiências nas metodologias de implementação apresentadas na literatura permanecem sendo uma barreira importante (Lopes Silva et al., 2013).

Por fim, excetuando as dimensões já citadas neste tópico, e apenas em parte a questão da "Indisponibilidade de recursos (Financeiros, Humanos e Gerenciais, Tecnológicos, Informativos e de Monitoramento)" e a "Potencial ausência de incentivos além da *Compliance* e Inércia operacional", é possível inferir que as demais categorias de dificuldades e barreiras encontradas abrigam um forte componente operacional interno às organizações. Apesar de necessidade de comprovação desta inferência através de métodos estatísticos, esta primeira observação é potencialmente positiva para a evolução da metodologia. Isso porque barreiras internas e operacionais podem sofrer influência e ser impactadas de maneira gradualmente positiva conforme se desenvolvem as competências gerenciais e operacionais das organizações para a *Cleaner Production*.

#### 4. Conclusão

Neste artigo foi feita uma revisão de literatura com 39 artigos científicos selecionados, que relatassem casos de aplicação, abordagens conceituais e casos mais amplos como estudos de políticas públicas direcionadas à *Cleaner Production*. Ao todo, foram identificados 15 categorias principais sobre as dificuldades e barreiras encontradas em sua implementação.

Os estudos sobre a *Cleaner Production* selecionados demonstram que, apesar de observações de que ela não é a solução para todos os problemas de sustentabilidade enfrentados pela sociedade, e consequentemente pelas organizações produtivas (Bai et al., 2014; Kjaerheim, 2005), se confirma o relato feito por Glavič and Lukman (2007) e Kjaerheim (2005) de que ela é um passo na direção correta. É possível afirmar a partir deste estudo bibliográfico que a abordagem preventiva desta metodologia, que consiste principalmente no mapeamento e eliminação das fontes de poluição em sua fonte e enxerga a poluição como um desperdício e não como subproduto necessário da produção, tem o potencial de gerar ganhos *triple bottom line* (econômicos, sociais e ambientais).

Por outro lado, também foi possível identificar que apesar de seus diversos benefícios, há impedimentos de diversas ordens para que a *Cleaner Production* seja implementada e seja eficaz e perene na obtenção de seus potenciais benefícios. Os pontos de insucesso têm diversas origens, que vão desde fatores internos como o comprometimento dos funcionários e o nível de conhecimento dos gestores a respeito da metodologia, até externos como, por exemplo, a demanda da sociedade civil por produtos ambientalmente corretos e o tipo de política pública que um país ou região adota para promover soluções de sustentabilidade. Sendo assim, os 15 pontos de dificuldades e barreiras exibidos na (Tabela 1) evidenciam que ainda há uma série de problemas a serem adereçados para aprimorar o ímpeto de implementação desta metodologia, alguns deles dizendo respeito à melhoria do gerenciamento interno do processo por parte das organizações e, outros ainda, incluindo fatores mercadológicos, políticos e sociais aos quais elas estão sujeitas.

Visto que esta pesquisa se limitava à identificação das principais barreiras e dificuldades e, sendo uma referência para acadêmicos e gestores interessados em projetos de *Cleaner Production*, pode-se dizer que ela tem como principal deficiência a não consideração dos detalhes sobre caminhos e passos seguidos por diferentes organizações produtivas durante a implementação e tampouco prove soluções estruturadas para as dificuldades e barreiras encontrados. Para tal, posterior pesquisa é necessária.

Deve-se considerar também que estes pontos foram levantados a partir de diferentes experiências empreendidas por empresas, governos e outras instituições. Sendo assim, análises e prospecções setoriais e conjunturais devem considerar seus contextos específicos ao utiliza-los como referência, levando em conta a existência de dificuldades e barreiras adicionais que escapam à literatura revista neste artigo.

## Referências

- Almeida, C.M.V.B., Agostinho, F., Giannetti, B.F., Huisingh, D., 2015. Integrating cleaner production into sustainability strategies: An introduction to this special volume. *J. Clean. Prod.* 96, 1–9. doi:10.1016/j.jclepro.2014.11.083
- Altham, W., 2007. Benchmarking to trigger cleaner production in small businesses: drycleaning case study 15, 798–813. doi:10.1016/j.jclepro.2006.07.005
- Armenti, K.R., Moure-Eraso, R., Slatin, C., Geiser, K., 2011. Primary prevention for worker health and safety: Cleaner production and toxics use reduction in Massachusetts. *J. Clean. Prod.* 19, 488–497. doi:10.1016/j.jclepro.2010.07.006
- Ashton, W.S., Hurtado-Martin, M., Anid, N.M., Khalili, N.R., Panero, M.A., McPherson, S., 2016. Pathways to cleaner production in the Americas I: bridging industry-academia gaps in the

- transition to sustainability. *J. Clean. Prod.* 142, 432–444. doi:10.1016/j.jclepro.2016.03.116
- Bai, S. wei, Zhang, J. sheng, Wang, Z., 2014. A methodology for evaluating cleaner production in the stone processing industry: Case study of a Shandong stone processing firm. *J. Clean. Prod.* 102, 461–476. doi:10.1016/j.jclepro.2015.04.139
- Bai, Y., Yin, J., Yuan, Y., Guo, Y., Song, D., 2015. An innovative system for promoting cleaner production: Mandatory cleaner production audits in China. *J. Clean. Prod.* 108, 883–890. doi:10.1016/j.jclepro.2015.07.107
- Basappaji, K.M., Nagesha, N., 2014. Assessment of cleaner production level in agro based industries - A fuzzy logic approach. *Energy Procedia* 54, 127–134. doi:10.1016/j.egypro.2014.07.255
- Bonilla, S.H., Almeida, C.M.V.B., Giannetti, B.F., Huisingh, D., 2010. The roles of cleaner production in the sustainable development of modern societies: an introduction to this special issue. *J. Clean. Prod.* 18, 1–5. doi:10.1016/j.jclepro.2009.09.001
- Brown, G., Stone, L., 2007. Cleaner production in New Zealand: taking stock. *J. Clean. Prod.* 15, 716–728. doi:10.1016/j.jclepro.2006.06.025
- Büyükbay, B., Ciliz, N., Goren, G.E., Mammadov, A., 2010. Cleaner production application as a sustainable production strategy, in a Turkish Printed Circuit Board Plant. *Resour. Conserv. Recycl.* 54, 744–751. doi:10.1016/j.resconrec.2009.12.004
- Daylan, B., Ciliz, N., Mammodov, A., 2013. Hazardous process chemical and water consumption reduction through cleaner production application for a zinc electroplating industry in Istanbul. *Resour. Conserv. Recycl.* 81, 1–7. doi:10.1016/j.resconrec.2013.09.002
- Dodić, S.N., Vučurović, D.G., Popov, S.D., Dodić, J.M., Zavargo, Z.Z., 2010. Concept of cleaner production in Vojvodina. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 14, 1629–1634. doi:10.1016/j.rser.2010.02.004
- Dong, X., Li, C., Li, J., Huang, W., 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. *J. Clean. Prod.* 20, 72–81. doi:10.1016/j.jclepro.2011.08.014
- Elkington, J., 1997. *Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. Oxford, Capstone.
- Fore, S., Mbohwa, C., 2015. Greening manufacturing practices in a continuous process industry. *J. Eng. Des. Technol.* 13, 94–122. doi:10.1108/JEDT-04-2014-0019
- Fore, S., Mbohwa, C.T., 2010. Cleaner production for environmental conscious manufacturing in the

- foundry industry. *J. Eng. Des. Technol.* 8, 314–333. doi:10.1108/17260531011086180
- Geng, Y., Xinbei, W., Qinghua, Z., Hengxin, Z., 2010. Regional initiatives on promoting cleaner production in China: A case of Liaoning. *J. Clean. Prod.* 18, 1500–1506. doi: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: when little changes make the difference. *J. Clean. Prod.* 16, 1106–1117. doi:10.1016/j.jclepro.2007.06.002
- Glavič, P., Lukman, R., 2007. Review of sustainability terms and their definitions. *J. Clean. Prod.* 15, 1875–1885. doi:10.1016/j.jclepro.2006.12.006
- Gutberlet, J., 2000. Sustainability : a new paradigm A new mali.
- Hicks, C., Dietmar, R., 2007. Improving cleaner production through the application of environmental management tools in China. *J. Clean. Prod.* 15, 395–408. doi:10.1016/j.jclepro.2005.11.008
- Huang, Y., Luo, J., Xia, B., 2013. Application of cleaner production as an important sustainable strategy in the ceramic tile plant-a case study in Guangzhou, China. *J. Clean. Prod.* 43, 113–121. doi:10.1016/j.jclepro.2012.12.013
- Khuriyati, N., Wagiman, Kumalasari, D., 2015. Cleaner Production Strategy for Improving Environmental Performance of Small Scale Cracker Industry. *Agric. Agric. Sci. Procedia* 3, 102–107. doi:10.1016/j.aaspro.2015.01.021
- Kjaerheim, G., 2005. Cleaner production and sustainability. *J. Clean. Prod.* 13, 329–339. doi:10.1016/S0959-6526(03)00119-7
- Li, X., Hamblin, D., 2016. Factors impacting on cleaner production: Case studies of Chinese pharmaceutical manufacturers in Tianjin, China. *J. Clean. Prod.* 131, 121–132. doi:10.1016/j.jclepro.2016.05.066
- Lopes Silva, D.A., Delai, I., De Castro, M.A.S., Ometto, A.R., 2013. Quality tools applied to Cleaner Production programs: A first approach toward a new methodology. *J. Clean. Prod.* 47, 174–187. doi:10.1016/j.jclepro.2012.10.026
- Luken, R.A., Van Berkel, R., Leuenberger, H., Schwager, P., 2016. A 20-year retrospective of the National Cleaner Production Centres programme. *J. Clean. Prod.* 112, 1165–1174. doi:10.1016/j.jclepro.2015.07.142
- Malinauskienė, M., Kliopova, I., Slavickaitė, M., Staniškis, J.K., 2016. Integrating resource criticality assessment into evaluation of cleaner production possibilities for increasing resource efficiency.



Clean Technol. Environ. Policy 18, 1333–1344. doi:10.1007/s10098-016-1091-5

- Oliveira, J.F.G. de, Alves, S.M., 2007. Adequação ambiental dos processos usinagem utilizando Produção mais Limpa como estratégia de gestão ambiental. *Produção* 17, 129–138. doi:10.1590/S0103-65132007000100009
- Oliveira Neto, G.C. de, Vendrametto, O., Naas, I.A., Palmeri, N.L., Lucato, W.C., 2015. Environmental impact reduction as a result of cleaner production implementation: A case study in the truck industry. *J. Clean. Prod.* 129, 681–692. doi:10.1016/j.jclepro.2016.03.086
- Padin, C., Ferro, C., Wagner, B., Carlos, J., Valera, S., Høgevoid, N.M., Svensson, G., Padin, C., Ferro, C., Wagner, B., Carlos, J., Valera, S., Høgevoid, N.M., Svensson, G., Padin, C., Ferro, C., Wagner, B., Carlos, J., Valera, S., Høgevoid, N.M., Svensson, G., 2016. Validating a triple bottom line construct and reasons for implementing sustainable business practices in companies and their business networks. doi:10.1108/CG-12-2015-0163
- Peng, H., Liu, Y., 2016. A comprehensive analysis of cleaner production policies in China. *J. Clean. Prod.* 135, 1138–1149. doi:10.1016/j.jclepro.2016.06.190
- Rahim, R., Raman, A.A.A., 2015. Cleaner production implementation in a fruit juice production plant. *J. Clean. Prod.* 101, 215–221. doi:10.1016/j.jclepro.2015.03.065
- Ribeiro Massote, C.H., Moura Santi, A.M., 2013. Implementation of a cleaner production program in a Brazilian wooden furniture factory. *J. Clean. Prod.* 46, 89–97. doi:10.1016/j.jclepro.2012.09.004
- Sangwan, K.S., Mittal, V.K., 2015. A bibliometric analysis of green manufacturing and similar frameworks. *Manag. Environ. Qual. An Int. J.* 26, 566–587. doi:10.1108/MEQ-02-2014-0020
- Schaltegger, S., Viere, T., Zvezdov, D., 2012. Tapping environmental accounting potentials of beer brewing: Information needs for successful cleaner production. *J. Clean. Prod.* 29–30, 1–10. doi:10.1016/j.jclepro.2012.02.011
- Schulz, S.A., Flanigan, R.L., Schulz, S.A., Flanigan, R.L., 2016. Developing competitive advantage using the triple bottom line : a conceptual framework. doi:10.1108/JBIM-08-2014-0150
- Severo, E.A., De Guimarães, J.C.F., Dorion, E.C.H., Nodari, C.H., 2015. Cleaner production, environmental sustainability and organizational performance: An empirical study in the Brazilian metal-mechanic industry. *J. Clean. Prod.* 96, 118–125. doi:10.1016/j.jclepro.2014.06.027
- 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. *J. Clean. Prod.* 16, 842–852. doi:10.1016/j.jclepro.2007.05.002

- Silvestre, B.S., Silva Neto, R.E., 2014. Are cleaner production innovations the solution for small mining operations in poor regions? the case of Padua in Brazil. *J. Clean. Prod.* 84, 809–817. doi:10.1016/j.jclepro.2014.01.097
- Thrane, M., Nielsen, E.H., Christensen, P., 2009. Cleaner production in Danish fish processing - experiences, status and possible future strategies. *J. Clean. Prod.* 17, 380–390. doi:10.1016/j.jclepro.2008.08.006
- Ulutas, F., Alkaya, E., Bogurcu, M., Demirer, G.N., 2012. The national capacity assessment on cleaner (sustainable) production in Turkey. *Sustain. Cities Soc.* 5, 30–36. doi:10.1016/j.scs.2012.05.006
- UNEP, 1990. Resource efficiency and cleaner production [WWW Document]. United Nations Environ. Program. URL <http://www.unep.org/recp/>
- Velazquez, L., Munguia, N., Zavala, A., Esquer, J., Will, M., Delakowitz, B., 2014. Cleaner production and pollution prevention at the electronic and electric Mexican maquiladora. *Manag. Environ. Qual. An Int. J.* 25, 600–614. doi:10.1108/MEQ-02-2013-0011
- Vieira, L.C., Amaral, F.G., 2016. Barriers and strategies applying Cleaner Production: A systematic review. *J. Clean. Prod.* 113, 5–16. doi:10.1016/j.jclepro.2015.11.034
- Virakul, B., 2015. Global challenges, sustainable development, and their implications for organizational performance. *Eur. Bus. Rev.* 27, 430–446. doi:10.1108/EBR-02-2014-0018
- Wilson, J.P., 2015. The triple bottom line Undertaking an economic , social , and environmental retail sustainability strategy. doi:10.1108/IJRDM-11-2013-0210
- Yüksel, H., 2008. An empirical evaluation of cleaner production practices in Turkey. *J. Clean. Prod.* 16, 50–57. doi:10.1016/j.jclepro.2007.10.003
- Yusup, M.Z., Wan Mahmood, W.H., Salleh, M.R., Ab Rahman, M.N., 2015. The implementation of cleaner production practices from Malaysian manufacturers’ perspectives. *J. Clean. Prod.* 108, 659–672. doi:10.1016/j.jclepro.2015.07.102
- Žarković, D.B., Rajaković-Ognjanović, V.N., Rajaković, L. V., 2011. Conservation of resources in the pulp and paper industry derived from cleaner production approach. *Resour. Conserv. Recycl.* 55, 1139–1145. doi:10.1016/j.resconrec.2011.07.003
- Zeng, S.X., Meng, X.H., Yin, H.T., Tam, C.M., Sun, L., 2010. Impact of cleaner production on business performance. *J. Clean. Prod.* 18, 975–983. doi:10.1016/j.jclepro.2010.02.019