

**Tecnologia, inovação e sustentabilidade:
50 anos de Cursos de Tecnologia no Brasil.**

Aplicação do sistema *lean and green* para inovações sustentáveis no setor de infraestrutura flexível – um estudo bibliométrico

Leonardo Augusto de Campos; ¹ Antonio César Galhardi²

Resumo - Este trabalho tem como finalidade identificar referencial teórico para embasamento de pesquisa quanto ao tema definido a partir de um estudo bibliométrico. Após análise, identifica-se interesse quanto ao assunto evidenciado pelo crescente número de estudos nos últimos dez anos. A pesquisa reconheceu determinadas limitações que foram estabelecidas a partir dos critérios de busca definidos. Também foi possível identificar a relevância de estudos que abordem a aplicação do sistema *lean and green* para inovações sustentáveis especificamente no setor de infraestrutura flexível.

Palavras-chave: *lean and green*, inovação sustentável, infraestrutura flexível

Abstract - The present work had the purpose of identifying theoretical reference for research base on the theme defined from a bibliometric study. After analysis, we identify the relevant interest in the subject evidenced by the growing number of studies on the subject in the last ten years. The research also recognized certain limitations that were established from the defined search criteria. It was also possible to identify the relevance of studies addressing Lean and Green Application for sustainable innovations specifically in the flexible infrastructure sector.

Keywords: lean and green, sustainable innovation, flexible infrastructure

¹ Centro Paula Souza. Endereço eletrônico: leodecampos@gmail.com

² Centro Paula Souza. Endereço eletrônico: prof.galhardi@fatec.sp.gov.br

1 Introdução

Em um mundo globalizado no qual os avanços tecnológicos e as demandas cada vez mais exigentes dos consumidores por produtos e serviços que atendam suas especificidades de aplicação, as organizações devem se reinventar continuamente, inclusive nos processos.

Considera-se, ainda, que elementos como sustentabilidade, conectividade e compartilhamento são requeridos, contudo, diversos recursos são finitos e alguns, inclusive, são escassos. Neste sentido, a otimização na utilização dos mesmos passa a ser elemento chave nos processos e na concepção de produtos e serviços.

Assim, diante das necessidades proeminentes de uso racional de recursos, as possibilidades que se relacionam aos sistemas *lean and green* destacam-se em suas respectivas concepções.

O sistema *lean* foi concebido e disseminado em todo mundo pela Toyota, e um dos seus principais objetivos é a identificação e a eliminação de desperdícios nos diversos processos (VERRIER, ROSE, CAILLAUD, 2015). *Green* define os desperdícios em: gases de efeito estufa, eutrofização, uso excessivo de recursos, uso excessivo de energia, poluição, lixo, uso excessivo de água e falta de saúde e segurança (HINES, 2009 apud VERRIER, ROSE, CAILLAUD, 2015).

Combinar simultaneamente estratégias *lean* e *green* pode auxiliar na redução de riscos e de custos, aumentando a receita, a melhoria da imagem da organização e a obtenção de vantagem competitiva, pois a aplicação destes sistemas promove benefícios mútuos e recíprocos (FERCOQ, LAMOURI, CARBONE, 2016).

Inovação sustentável é o produto novo ou com características melhoradas considerando os aspectos ambientais, ou seja, reduzindo o impacto humano no meio ambiente ou o consumo de recursos naturais (SEVERO, 2016).

Embora inovação, tecnologia e meio ambiente tem tido sua relação bastante contestada uma vez que a mudança tecnológica tem sido considerada tanto uma fonte quanto a solução para vários fatores ambientais (FRANCESCHINI, FARIA, JUROWETZKI, 2016), a adoção de componentes *lean and green* na inovação de produtos sustentáveis pode trazer benefícios (VERRIER, ROSE e CAILLAUD, 2015).

O setor de infraestrutura flexível, apresenta-se como uma opção favorável ao contexto destacado, pois apresenta características do sistema *lean* e *green* em sua cadeia. Os insumos inerentes ao processo de fabricação e à montagem de galpões modulares geram baixos níveis de resíduos materiais e os mesmos ainda podem ser recicláveis usando a logística reversa.

Os galpões flexíveis apresentam-se como uma alternativa de soluções para armazenagem dentro da cadeia logística. As facilidades de montagem e desmontagem de estrutura representam características específicas do compartilhamento na utilização de recursos uma vez que o modelo de negócios permite que um mesmo produto possa atender várias configurações e especificidades de diversos clientes durante seu ciclo de vida.

Diante desse contexto, este artigo tem como objetivo identificar o estado da arte do sistema *lean and green* e dos conceitos de inovação sustentável e como estes conceitos podem ser aplicados no setor de infraestrutura flexível.

Para tal, realizou-se um estudo bibliométrico na base principal da *Web of Science*.

Embora tenha sido possível encontrar um referencial teórico importante para a sustentação dos principais conceitos quanto ao sistema *lean* e *green* e de inovação sustentável, identificou-se a ausência de produções a partir dos referenciais identificados especificamente empregado ao setor de infraestrutura flexível, destacando-se portanto, a relevância deste estudo bem como as possíveis contribuições empíricas e gerenciais obtidas a partir dele.

2 Referencial Teórico

O sistema *lean* concentra-se na redução ou eliminação das sete fontes de desperdícios: defeitos, excesso de produção, espera, transporte, movimentos, estoque e retrabalhos (VERRIER, ROSE, CAILLAUD, 2015).

Já no *green*, os desperdícios são definidos como gases de efeito estufa, eutrofização, uso excessivo de recursos, uso excessivo de energia, poluição, lixo, uso excessivo de água e falta de saúde e segurança (HINES, 2009 apud VERRIER, ROSE, CAILLAUD, 2015).

Verrier, Rose e Caillaud (2015) ainda destaca haver um oitavo desperdício que está diretamente ligado tanto ao *lean* quanto ao *green* que é a perda do potencial humano já que os funcionários e seu bom comportamento são preponderantes à maximização de resultados.

A falta de saúde e segurança e o potencial de pessoas perdidas são especiais, pois ambos são geralmente o “oitavo” desperdício, mas também podem ser adicionados como importantes motivos para aumentar a preocupação social no processo de fabricação, restaurando os recursos humanos.

O movimento *green* emergiu da preocupação das indústrias e das comunidades com relação aos efeitos da poluição e da geração de desperdícios. O paradigma verde surge como uma abordagem filosófica e operacional para redução dos impactos ecológicos negativos e alia melhorias à eficiência ambiental de produtos e operações (GARZA-REYES, 2015 apud FERCOQ, LAMOURI, CARBONE, 2016).

Fercoq, Lamouri e Carbone (2016), apontam que há uma grande convergência entre os conceitos *lean* e *green* principalmente no que tange às técnicas de redução de resíduos ou desperdícios. Essa proposição não é válida em todos os casos como apontado em recente trabalho de Jakhar, Rathore e Mangla (2018) que destacou a implementação do *lean* contribuindo positivamente para a implementação de práticas de sustentabilidade na seleção e produção de fornecedores, mas negativamente à sustentabilidade para entrega e serviços logísticos.

A junção da manufatura enxuta às preocupações ecológicas tem, portanto, crescido nos campos industrial e acadêmico na última década (VERRIER, ROSE, CAILLAUD, 2015). Jakhar, Rathore e Mangla (2018), em seu trabalho, contextualizam a crescente demanda de consumo por produtos e tecnologia e em mesma medida, a utilização de recursos. O consumidor também passou a requerer produtos e serviços mais ecológicos e a eficiência na utilização de recursos ganhou importância, dessa forma, o sistema *lean* e *green* devem ir além das fronteiras da organização.

Verrier, Rose e Caillaud (2015) também destacaram que o desempenho industrial e as pressões por sustentabilidade, fazem com que as organizações promovam estratégias de ecoeficiência associando o *lean* ao *green* como forma de responder às dinâmicas necessidades.

Fercoq, Lamouri e Carbone (2016) destacam como sendo importante a observância do gerenciamento de resíduos, materiais verdes e projetos ecológicos na seleção de fornecedores. Essa proposição é reforçada por Jakhar, Rathore e Mangla (2018) quando destacam a necessidade de extrapolar as decisões de uma organização no emprego de ferramentas *lean* e *green* na cadeia de suprimentos pois muitas vezes um determinado benefício pode ser em detrimento de outro.

Empresas pertencentes à mesma cadeia de suprimentos não são necessariamente enxutas ou verdes. Individualmente as organizações precisam comprometer-se com seus respectivos comportamentos para que as restrições ambientais e econômicas sejam satisfeitas dentro da cadeia. Impactos ambientais são determinados de forma cumulativa a partir daqueles gerados individualmente pelas empresas dentro da cadeia. (CARVALHO *et. al.*, 2016).

O mapeamento do fluxo de valor é uma ferramenta amplamente aplicada ao sistema *lean* e permite a identificação de atividades que não agregam valor em unidades de tempo, mas normalmente não observa ineficiências relacionadas à utilização de materiais e de energia (THANKI, THAKKAR, 2016).

Atividades de redução de energia também reduzem desperdício. Além disso, ações nesse sentido têm sido impulsionadas por aspectos regulatórios, incentivos, pressões sociais e dos consumidores. Aliados aos custos de processo, estes elementos estão compatíveis com a proposição dos conceitos de *lean* e *green* (BALL, 2015).

As organizações precisam utilizar de forma eficiente os recursos disponíveis para estarem preparadas às restrições de recursos naturais, crise energética global, necessidades relativas à custos e de redução de tempo de disponibilidade. Tratam-se de estímulos para melhorar estratégias operacionais e ambientais reduzindo assim os desperdícios operacionais e impactos ao meio ambiente (THANKI, THAKKAR, 2016).

Assim, assume grande importância as inovações verdes que ajudam as empresas a conservarem os recursos e estabelecem melhoria na imagem corporativa, a possibilidade de desenvolvimento de novos mercados e portanto, a consecução de vantagem competitiva (CARVALHO *et. al.*, 2016).

Pressões oriundas da legislação e por parte da sociedade além de métodos que busquem produção mais limpa adicionado de práticas de gestão ambiental, podem contribuir significativamente para a inovação sustentável de produtos pois minimizam resíduos gerados e o uso irracional de recursos naturais. Além disso, as empresas que desenvolvem inovação em produtos sustentáveis apresentam melhores desempenho financeiro que as demais (SEVERO, GUIMARAES E DORION, 2016).

A gestão ambiental e a produção mais limpa são predecessoras da inovação sustentável de produtos que, por sua vez, precede e media o desempenho financeiro das organizações (SEVERO, GUIMARAES E DORION, 2016).

O conceito de produção mais limpa está associado à ações eficientes no que tange o uso de matérias-primas e de energia durante o processo de produção pelas empresas com o foco de aumentar a produtividade e

consequente aumento na competitividade e desempenho organizacional (SEVERO *et al.*, 2015 apud SEVERO *et al.*, 2016).

Em economias capitalistas, grande parte das pessoas estão voltadas a aquisição de bens, o que gera oportunidades para desenvolvimento de novos produtos. Portanto, para alcançar o desenvolvimento sustentável, faz-se necessário a criação de produtos ambientalmente sustentáveis (MEDEIROS, RIBEIRO, 2016).

O consumo e os comportamentos são elementos importantes para obtenção de resultados sustentáveis. Além disso, políticas e regulamentos também influenciam as inovações sustentáveis, entretanto destacou que o desenvolvimento de tecnologias persuasivas, que mudam o comportamento do usuário, podem ter um papel importante nos padrões de consumo (BLOK *et al.*, 2015).

Blok *et al.* (2015), ainda destacam que abordagens como pesquisas e inovações responsáveis deveriam estar na vanguarda atual e futura para o alcance de objetivos sustentáveis.

A transição para uma sociedade mais sustentável tem a colaboração entre as empresas como importante elemento, além disso apresenta-se como uma forma de governança para gerenciar as relações entre empresas em um contexto de sustentabilidade. A colaboração beneficia o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis reduzindo-se assim o desperdício e incrementando o desempenho social e ambiental das empresas. Destaca-se ainda que leis e regulamentações ambientais contribuem positivamente no gerenciamento de relacionamento em cadeias de fornecimento sustentáveis (NIESTEN *et al.*, 2016).

3 Método

Com o propósito de identificar o referencial teórico mais aderente às proposições deste trabalho foi realizada pesquisa bibliométrica cujo processo é descrito a seguir.

Os dados do estudo foram coletados durante o mês de maio de dois mil e dezenove, iniciando-se com a escolha da base de dados *Web of Science* (coleção principal) na Plataforma de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

Franceschini, Faria e Jurowetzki (2016) observaram que termos tais como eco-inovação, inovação ambiental, inovação verde e sustentabilidade eram intercambiáveis.

Dessa forma, já na base escolhida, a partir do conhecimento prévio do autor, selecionaram-se inicialmente “*sustainable innovation*” (SI) e posteriormente, “*lean and green*” (LG), como palavras-chave. Determinou-se como tópicos das fontes escolhidos aqueles que estivessem presentes no título, resumo e palavras-chave.

Verificou-se quais os autores com maior produção quanto aos temas escolhidos e com o intuito de restringir a análise em publicações mais contemporâneas e atuais, optou-se por selecionar apenas produções publicadas nos anos de 2015 à 2019.

Em seguida, analisou-se a concentração das publicações por localidades e selecionou-se documentos do tipo artigo com o propósito de identificar estudos

reconhecidos pela comunidade acadêmica uma vez que foram publicados em periódicos científicos.

Na sequência, com o propósito de identificar periódicos de maior relevância quanto aos assuntos escolhidos, definiu-se analisar aqueles que tivessem pelo menos duas publicações sobre o tema. Então, observou-se o fator de impacto dos respectivos periódicos escolhidos por meio do site *Scimago Journal & Country Rank* – SJR (<https://www.scimagojr.com/journalrank.php>), e selecionou-se os sete de maior impacto.

Dessa forma, optou-se por pesquisar artigos contidos nos periódicos que seguem na Tabela 1.

Tabela 1: Fator de Impacto dos Periódicos selecionados e quantidades de publicações

PERIÓDICO	PALAVRA-CHAVE	FATOR DE IMPACTO (SJR)	QUANTIDADE DE ARTIGOS
INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION ECONOMICS	LG	2,48	3
BUSINESS STRATEGY AND THE ENVIRONMENT	SI	2,17	4
ENERGY RESEARCH SOCIAL SCIENCE	SI	2,14	3
ENERGY POLICY	SI	1,99	4
JOURNAL OF BUSINESS ETHICS	SI	1,86	2
ACS SUSTAINABLE CHEMISTRY ENGINEERING	SI	1,67	2
JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	LG	1,62	11
JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	SI	1,62	42
INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH	LG	1,59	2
INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH	SI	1,59	2
RESOURCES CONSERVATION AND RECYCLING	LG	1,54	3
PRODUCTION PLANNING CONTROL	LG	1,43	7
JOURNAL OF MANUFACTURING TECHNOLOGY MANAGEMENT	LG	0,95	4
INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTIVITY AND PERFORMANCE MANAGEMENT	LG	0,64	3

Fonte: os autores

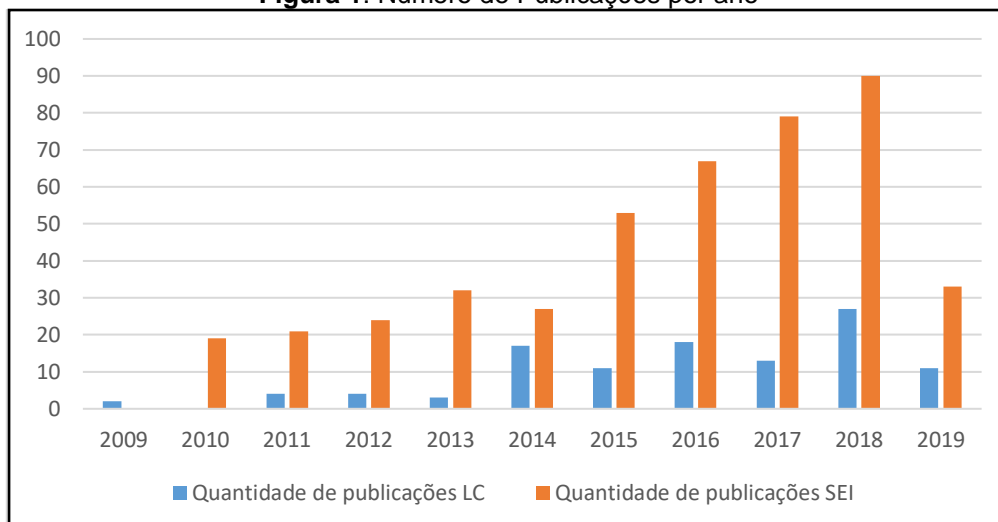
Tendo realizado a etapa anterior, ordenou-se de forma decrescente os artigos de acordo com o número de citações do mesmo. Pela análise dos resumos das produções selecionadas, identificaram-se aquelas que estavam mais aderentes às proposições de estudo.

Com o propósito de analisar os dados referentes aos filtros estabelecidos, os artigos foram classificados por meio de planilhas eletrônicas Excel onde também foram gerados os gráficos que representam os dados identificados.

4 Resultados e Discussões

A partir do estudo bibliométrico descrito no item 3, identificou-se no período de 2009 à 2019, 530 publicações com o tema SI e 127 com LG. Nota-se um aumento no interesse de ambos os temas, refletido no número de publicações sobre os respectivos assuntos, conforme demonstra a Figura 1. Ao restringir-se a análise ao período de 2015 à 2019, identificou-se 321 publicações ao primeiro conjunto de palavras-chave e 80 ao segundo conjunto.

Figura 1: Número de Publicações por ano



Fonte: os autores

Verificou-se quais os autores que mais publicaram conteúdo sobre o tema em questão no período de 2009 à 2019 conforme representado na Tabela 2.

Tabela 2: Publicações por autores e por ano

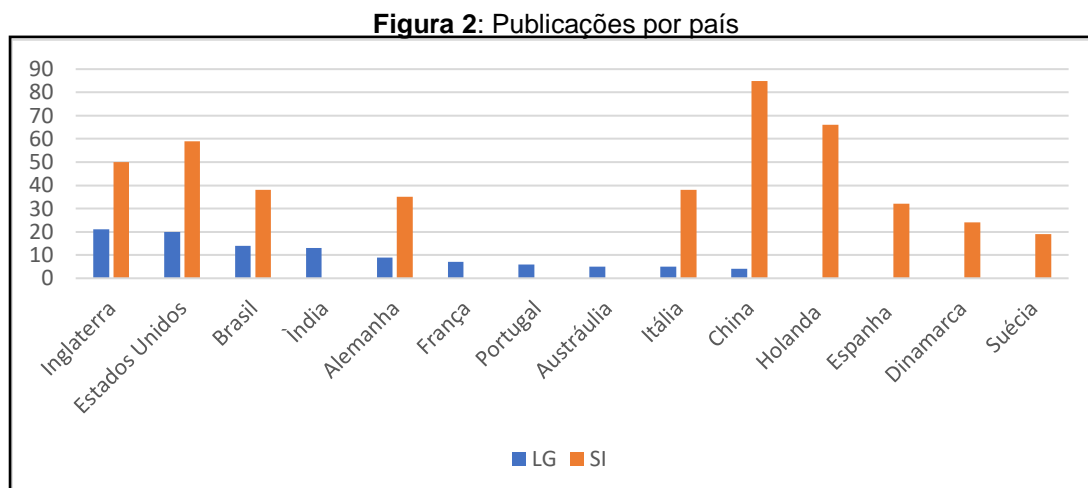
Autor	Palavra-Chave	Número de publicações	Autor	Palavra-Chave	Número de publicações
Garza-Reyes, Jose Arturo	LG	6	Xiang, Gang	SI	12
Kumar, Vikas	LG	5	Quist, Jaco	SI	6
Caillaud, Emmanuel	LG	4	Blok, Vincent	SI	5
Rose, Bertrand	LG	4	Huisingh, Donald	SI	5
Tan, Kim Hua	LG	4	Smith, Adrian	SI	5
Bashkite, Viktoria	LG	3	Som, C	SI	5
Caldera, H. T. S	LG	3	Chareonpanich, Metta	SI	4
Cruz-Machado, Virgilio	LG	3	Donphai, Waleeporn	SI	4
Dawes, L.	LG	3	Hischier, Roland	SI	4
Desha, C	LG	3	Piccinno, Fabiano	SI	4

Fonte: Web of Science

Buscando-se verificar se havia concentração de publicações sobre o tema de LG por países, identificou-se a Inglaterra com 21 artigos, seguida de Estados Unidos com vinte, Brasil com quatorze, Índia com treze, Alemanha com nove trabalhos, seguida de outros países. Já sobre o tema SI, encontra-se a China com 85, Holanda com 66, Estados Unidos com 59, Inglaterra com cinquenta, Brasil e Itália com 38 trabalhos, seguida de outras localidades conforme representado na Figura 3.

Ao selecionar-se documentos do tipo artigo, foram encontrados 218 artigos com o tema SI e 56 com LG. Em seguida, definiu-se por critério, filtrar por

tipo de fonte, estabelecendo-se que o periódico devesse ter pelo menos duas publicações e a partir daí examinou-se o fator de impacto de cada um deles. Os seis periódicos de cada busca com maior fator de impacto foram selecionados.



Fonte: Web of Science

Ao ordená-los por ordem decrescente de número de citações e em seguida, por meio dos títulos e resumos das produções selecionadas, identificaram-se onze artigos que estavam mais aderentes às proposições de estudo estabelecidas e assim iniciou-se a construção do referencial teórico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como finalidade identificar referencial teórico para embasamento de pesquisa quanto ao tema Aplicação do sistema *lean and green* para inovações sustentáveis no setor de infraestrutura flexível.

Após estudo bibliométrico foi possível identificar, a partir dos critérios estabelecidos, as principais referências para desenvolvimento do estudo, tendo sido encontrado um arcabouço importante para desenvolvimento de pesquisa na área.

Por meio do referencial teórico nota-se a importância do tema em questão, tendo sido evidenciado o crescente número de estudos nessa área nos últimos dez anos.

Cabe ressaltar que não foram identificadas referências especificamente empregadas no setor de infraestrutura flexível corroborando, portanto, com a relevância deste estudo além das consequentes contribuições empíricas e gerenciais a partir do mesmo.

Considera-se que os filtros que foram estabelecidos para identificação do referencial teórico pode ter sido um limitador para a identificação de outras importantes produções que pudessem servir de embasamento ao desenvolvimento do estudo de forma que sugere-se o emprego de outros filtros com maior abrangência para identificação de acervo de sustentação teórica ainda mais rico.

REFERÊNCIAS

BALL, Peter. Low energy production impact on lean flow. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 2015

BLOK, Vincent; LONG, Thomas B.; GAZIULUSOY, Idil; CILIZ, Nilgun; LOZANO, Rodrigo; HUISINGH, Donald; CSUTORA, Maria; BOKS, Casper. From best practices to bridges for a more sustainable future: advances and challenges in the transition to global sustainable production and consumption Introduction to the ERSCP stream of the Special volume. *Journal of Cleaner Production*, 2015

CARVALHO ,Helena; GOVINDAN , Kannan; AZEVEDO, Susana G.; CRUZ-MACHADO, Virgílio. Modelling green and lean supply chains: An eco-efficiency perspective. *Resources, conservation na Recycling*, 2017

FERCOQ, Alain; LAMOURI, Samir; CARBONE ,Valentina. Lean/Green integration focused on waste reduction techniques. *Journal of Cleaner Production*, 2016

FRANCESCHINI, Simone; FARIA, Lourenço G.D.; JUROWETZKI, Roman. Unveiling scientific communities about sustainability and innovation. A bibliometric journey around sustainable terms. *Journal of Cleaner Production*, 2016

JAKHARA ,Suresh Kumar; RATHOREB, Himanshu; MANGLAC, Sachin Kumar. Is lean synergistic with sustainable supply chain? An empirical investigation from emerging economy. *Resources, Conservation & Recycling*, 2018

MEDEIROS, Janine Fleith de; RIBEIRO, José Luis Duarte. Environmentally sustainable innovation: Attributes expected in the purchase of green products. *Journal of Cleaner Production*, 2016

NIESTEN, Eva; JOLINK, Albert; JABBOUR, Ana B. L. S.; CHAPPIN, M.; LOZANO, R. Sustainable collaboration: The impact of governance and institutions on sustainable performance. *Journal of Cleaner Production*, 2016

SEVERO, Eliana Andrea; GUIMARÃES, Julio Cesar Ferro de; DORION, Eric Charles Henri. Cleaner production and environmental management as sustainable product innovation antecedents: A survey in Brazilian industries. *Journal of Cleaner Production*, 2016

THANKI, Shashank J.; THAKKAR, Jitesh J. Value–value load diagram: a graphical tool for lean–green performance assessment. *Production Planning & control*, 2016

VERRIER, Brunilde; ROSE, Bertrand; CAILLAUD, Emmanuel. Lean and Green strategy: The Lean and Green House and Maturity deployment model. *Journal of Cleaner Production*, 2015