

A IMPORTÂNCIA DOS FERTILIZANTES NA ANÁLISE DO CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS - UM OLHAR SOBRE AS PUBLICAÇÕES CIENTÍFICAS

Igor Rosa Dias de Jesus (UFF/EMBRAPA)

igdias@uol.com.br

Mauro Pereira Hill (UFRJ)

lait@uol.com.br



No setor de produção agropecuária, estudos indicam que os principais impactos ambientais e econômicos estão relacionados com os fertilizantes, seja em sua cadeia produtiva, seja na etapa de uso final. Desta forma, o presente artigo se propõe a estabelecer uma revisão de literatura dos últimos dez anos sobre os impactos associados à temática dos fertilizantes, avaliados sob a dinâmica metodológica da Análise de Ciclo de Vida (ACV). A partir de buscas realizadas na base de dados Scopus, foram utilizadas técnicas de análise bibliométrica como o agrupamento de publicações por ano, por nacionalidade do primeiro autor, por instituição, e por quantidade de citações. Os principais resultados apontam para um crescimento exponencial da pesquisa em análise de ciclo de vida associada aos fertilizantes, bem como para uma liderança da Espanha nas pesquisas desenvolvidas no tema, uma vez que este país é sede de três das dez mais relevantes instituições mapeadas por este estudo, no que concerne à quantidade de publicações. A pesquisa desenvolvida por este estudo, ao possibilitar uma compreensão a respeito do panorama científico neste tema, assinala a necessidade de novas pesquisas em que a produção de fertilizantes seja uma nova fronteira de redução de impactos ambientais.

Palavras-chave: análise de ciclo de vida, fertilizantes, agropecuária, impactos ambientais

1. Introdução

Para alcançar os melhores rendimentos de produtividade nessas culturas, o setor agrícola consome uma grande quantidade de fertilizantes para controlar as propriedades nutritivas do solo, e assim fornecer a quantidade adequada de nutrientes para cada cultura.

No setor de produção agropecuária, há evidências de que os principais impactos ambientais e econômicos relacionados aos fertilizantes são bastante relevantes, seja em sua cadeia produtiva, seja na etapa de uso final (Liang et al., 2012; Mosier et al., 2013). Governo, indústria e sociedade buscam alternativas para compreender, mensurar, controlar e reduzir os impactos negativos sobre o ambiente. Uma das formas de se obter parâmetros quantitativos dos impactos ambientais é através do emprego da metodologia de Análise de Ciclo de Vida.

A ferramenta metodológica de Avaliação do Ciclo de Vida de Produto doravante referida como ACV, prevê uma abordagem ao longo de todo o ciclo de vida do produto, ou seja, considerando desde a extração na natureza de suas matérias primas necessárias a sua produção, passando por todas as etapas da cadeia produtiva até o seu uso e destino final. Também é uma ferramenta de apoio a decisão pautada nas avaliações dos impactos ao longo do ciclo de vida dos produtos e serviços (CHEHEBE, 2002).

De acordo com Claudino & Talamini (2012), as agroindústrias brasileiras vêm utilizando a metodologia de ACV para as análises das questões ecológicas relacionadas às diversas etapas de produção, consumo e destino final de produtos ou serviços industriais e agrícolas. Barbosa Júnior (2008) pondera que o objetivo dos estudos de análise de ciclo de vida é o de provocar uma melhoria da eficiência da produção, ao mesmo tempo em que contribui para o desenvolvimento socioeconômico e auxilia na conservação ambiental. Ainda segundo Barbosa Júnior (2008), essas medidas fornecem suporte metodológico aos agentes do agronegócio na tomada de decisão quanto à definição de quais insumos deverão ser utilizados e de como deverão ser conduzidos os investimentos nas novas tecnologias.

Ruviaro et al. (2012) apontam que a metodologia de ACV apresenta alguns pontos fracos por não considerar todos os impactos relativos à produção, como as mudanças no uso do solo derivadas de um processo produtivo. Este ponto é também reforçado por Gaillard &

Nemecek (2009) que analisam que o impacto sobre o solo é geralmente pouco discutido nos estudos de ACV.

No entanto, tem-se percebido recentemente que o estudo dos impactos no solo e no ambiente oriundos de fertilizantes tem recebido uma maior atenção por parte da academia. Isto fica evidenciado quando o impacto dos fertilizantes é considerado, por exemplo, na análise do ciclo de vida nas culturas da uva (Freitas, 2014), do algodão (Scachetti et al., 2013) e do pinhão-manso (Matsuura et al, 2013).

A partir disso, o questionamento que surge é: qual é, precisamente, o tamanho desta área de pesquisa científica?

Desta forma, o objetivo do presente trabalho é o de montar um panorama a respeito da pesquisa científica conduzida nos últimos dez anos sobre os impactos ambientais associados aos fertilizantes, considerando a perspectiva da análise de ciclo de vida dos produtos.

2. Metodologia

Para a realização deste trabalho, foi realizada uma busca na base de dados Scopus. A Scopus é uma das principais bases de dados científicas do mundo, com 20.544 periódicos indexados (ENNAS et GUARDO, 2015). Optou-se pela realização de uma busca que contivesse os termos ‘LCA’ e ‘fertilizer*’ em qualquer parte do seu título, de seu resumo ou de suas palavras-chave. A busca pelo termo LCA garante uma maior amplitude de busca, uma vez que a sigla é bastante difundida. Além disso, o uso da sigla assegura que diferentes formas de escrita sejam contempladas como ‘lifecycle analysis’, ‘life cycle analysis’, ‘life cycle assessment’, etc. A utilização do asterisco no termo ‘fertilizer’ garante que sejam encontrados artigos que utilizem os termos ‘fertilizer’ ou ‘fertilizers’.

Quanto ao tipo de artigo escolhido, optou-se por trabalhar apenas com artigos publicados em periódico. Dessa forma, ficam excluídos livros, artigos publicados em congressos, resenhas e demais publicações.

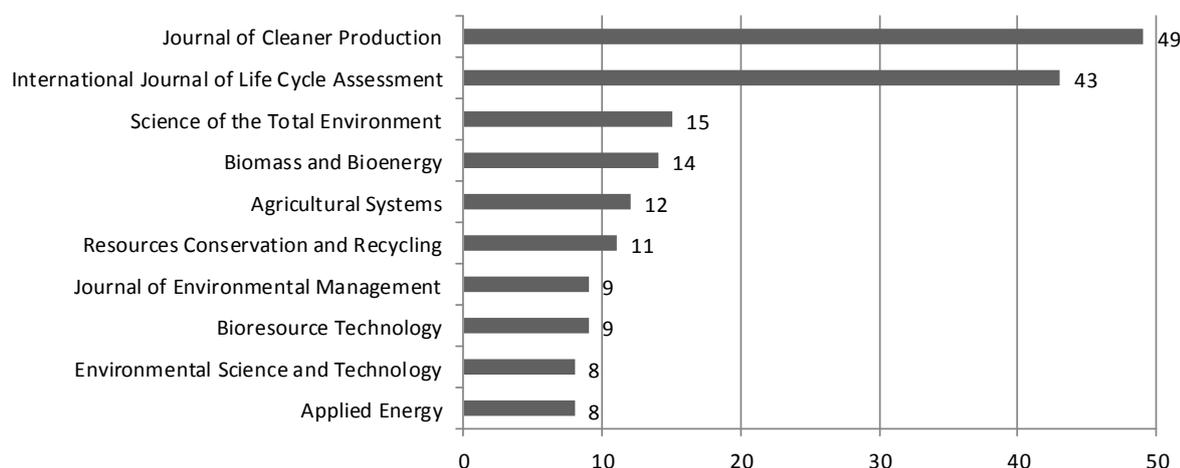
A delimitação temporal escolhida foi de 2005 até 2014. Isto significa que foi mapeada a produção científica relativa aos últimos dez anos sobre análise de ciclo de vida que considere

os fertilizantes. A abrangência geográfica da pesquisa é em nível mundial, uma vez que a base Scopus publica documentos científicos advindos de qualquer país.

3. Resultados e Discussão

A busca forneceu 294 registros de publicações. A Figura 1 mostra a quantidade de artigos dos dez periódicos que mais são citados na busca realizada.

Figura 1 – Distribuição de artigos por periódico



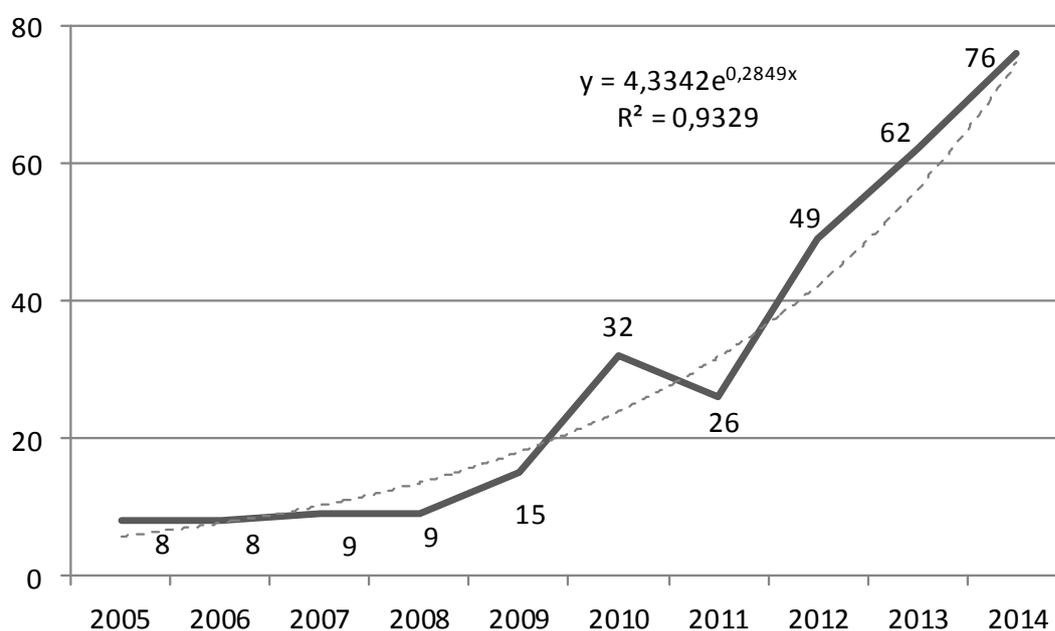
Fonte: elaboração própria

Pode-se perceber que as publicações que mencionam fertilizantes na análise de ciclo de vida dos produtos apresenta predomínio de dois periódicos: “Journal of Cleaner Production” e “International Journal of Life Cycle Assessment”. Este predomínio se justifica por dois fatores. O primeiro deles é a forte aderência temática desses periódicos ao tema pesquisado. “Journal of Cleaner Production” é dedicado às questões ambientais voltadas à produção mais limpa e “International Journal of Life Cycle Assessment” é o primeiro periódico dedicado exclusivamente à análise de ciclo de vida. (Springer, 2015). O segundo motivo é a alta periodicidade de publicação. “Journal of Cleaner Production” possui edições quinzenais e “International Journal of Life Cycle Assessment” possui edições mensais. Esta constância de publicações aumenta o volume total de artigos desses

periódicos, o que contribui para que haja mais artigos dos mesmos na busca realizada, em decorrência de outros que sejam trimestrais ou quadrimestrais.

A Figura 2 mostra a distribuição dos artigos publicados sobre a temática ao longo dos anos.

Figura 2 – Distribuição de artigos por ano



Fonte: elaboração própria

A quantidade de publicações por ano vem passando por um grande aumento nos últimos anos. Costumeiramente, utiliza-se regressão linear para tentar encontrar uma correlação entre duas variáveis (ANDERSON et al., 2003) Nesse caso, entretanto, as variações da quantidade de artigos em função do tempo podem ser melhor explicadas por uma função exponencial.

O uso da função exponencial propicia um resultado de $R^2 = 0,9329$. Isto significa que 93,29% do aumento na quantidade de artigos pode ser explicada exclusivamente pelo avanço temporal. (Bertolo, 2015).

O aumento exponencial da quantidade de artigos indica um aumento de popularidade da análise de ciclo de vida como metodologia de avaliação de impactos ambientais ao passo em

que, governo, indústria e sociedade buscam alternativas para compreender, mensurar, controlar e reduzir as pressões antrópicas sobre o ambiente .

A Figura 3 mostra a distribuição dos artigos por países e a Figura 4 mostra a distribuição dos artigos por instituições.

Figura 3 – Distribuição de artigos por países

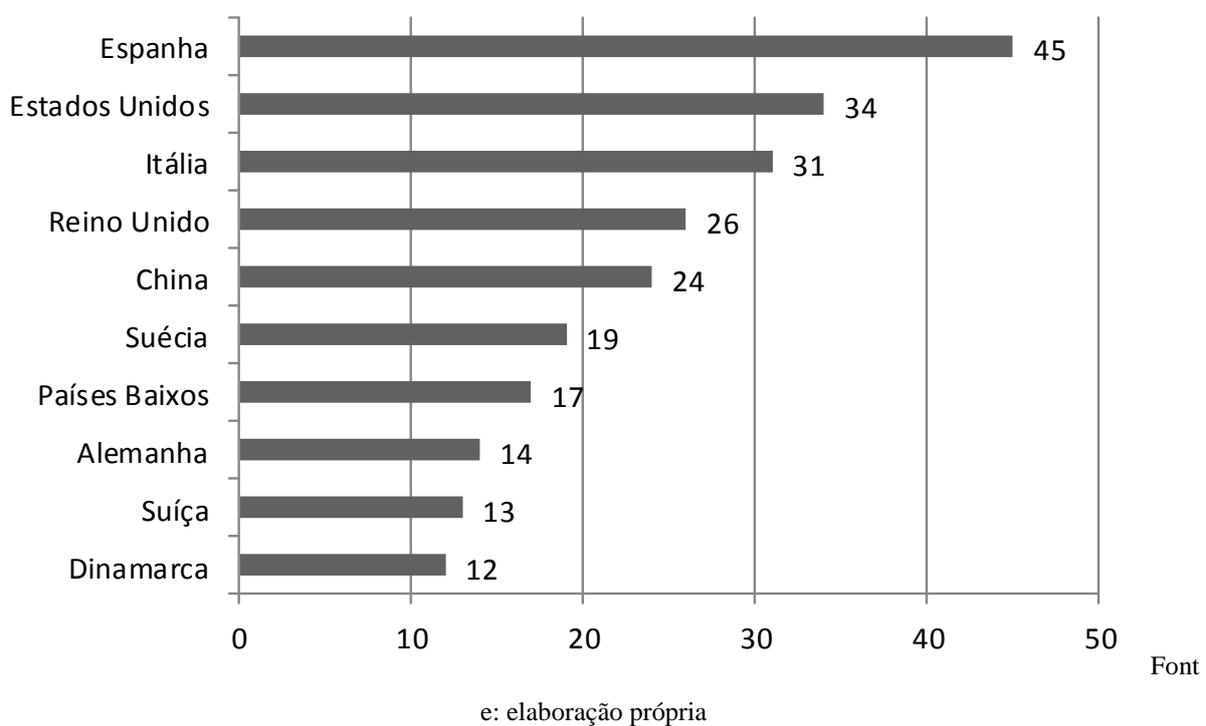
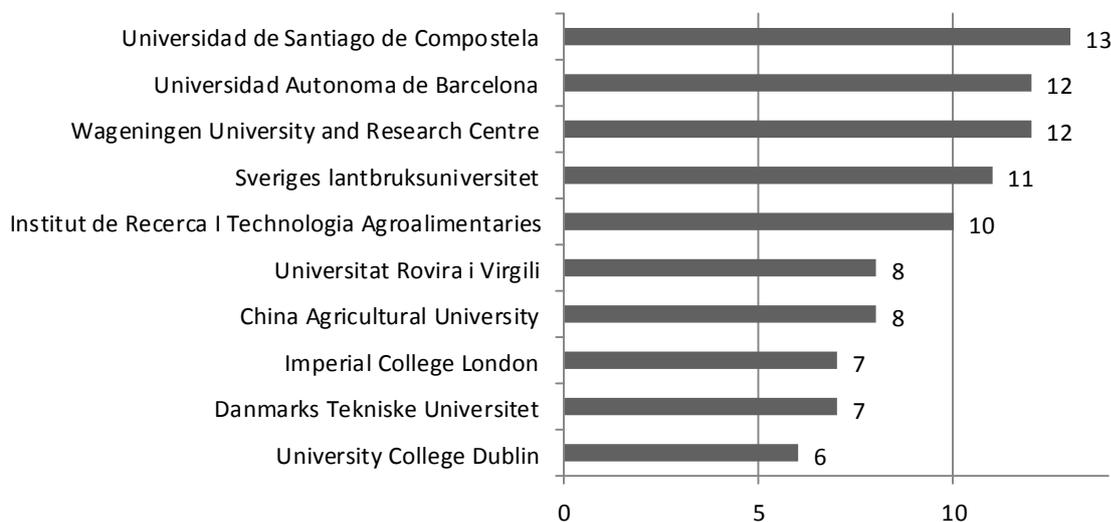


Figura 4 – Distribuição de artigos por instituição de pesquisa



Fonte: elaboração própria

A análise das informações referentes aos países e às instituições revela duas informações importantes. A primeira delas indica que dos dez países mais citados, oito são europeus. Isto demonstra que a metodologia de análise de ciclo de vida e os estudos sobre impactos ambientais associados aos fertilizantes estão mais concentrados na Europa do que no resto do mundo. Isto pode ser corroborado pelo fato de que os dez principais institutos de pesquisa fornecidos pela busca estão localizados na Europa.

A outra informação importante que se pode depreender é a preponderância da Espanha, que aparece com 45 artigos na busca realizada, bem à frente dos Estados Unidos da América, que figuram em segundo lugar, com 34 artigos. Essa preponderância pode ser explicada porque, diferentemente dos outros países, a Espanha tem três grandes centros de pesquisa que aparecem na lista das dez instituições que mais aparecem na busca: a “Universidad de Santiago de Compostela”, a “Universidad Autonoma de Barcelona”, e o “Institut de Recerca I Tecnologies Alimentares”, localizado na cidade de Valencia. Estes centros de pesquisa são o primeiro, o segundo e o quinto lugar, respectivamente, no ranking de artigos dos dados fornecidos pela busca.

A última análise a ser realizada é a de conteúdo. Para efetuar uma análise de conteúdo dos principais artigos que aparecem na busca, optou-se por realizar um filtro na base de dados

Scopus, de forma a ordená-los por quantidade de citações. Foram selecionados os 20 artigos mais citados. Os resultados são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resumo dos 20 artigos mais citados

Ano	Autores	Produto	Recorte	Impacto
2005	HANSEN, S.	Óleo de palma	Análise de ciclo de vida de óleo de palma na Malásia	CO ₂
	MOURON, P. et al.	Maçãs	Análise de ciclo de vida de um sistema de produção de maçãs na Suíça	energia, ecotoxicidade aquática e eutrofização
2006	BOVEA, M. D.; POWELL, J. C.	Resíduos sólidos	Comparação entre três alternativas de gestão de resíduos sólidos na Espanha	Não especificado
	BERNESSON, S.; NILSSON, D.; HANSSON, P.-A.	Etanol	Comparação entre produção de etanol em larga e em pequena escala na Suécia	Energia, acidificação, eutrofização
	CHAYA, W.; GHEEWALA, S. H.	Resíduos Sólidos	Análise de ciclo de vida dos resíduos sólidos municipais na Tailândia	Aquecimento global, acidificação, depleção de ozônio
2007	GASOL, C. M. et al.	Biocombustível	Análise de ciclo de vida de uma espécie vegetal para verificar possibilidade de uso como biomassa na Espanha	CO ₂
2008	HALLEUX, H. et al.	Etanol	Comparação entre etanol a partir de beterraba e de	Não especificados

canola na Bélgica

	ROBERTO OMETTO, A.; ZWICKY HAUSCHILD, M.; NELSON LOPES ROMA, W.	Etanol	Análise de ciclo de vida de etanol à base de cana-de-açúcar no Brasil	Energia, acidificação e ecotoxicidade
	MADIVAL, S. et al.	Biopolímeros	Avaliação de contêineres construídos com biopolímeros	Aquecimento global, acidificação, eutrofização, depleção de ozônio
	CONTRERAS, A. M. et al.	Cana-de-açúcar	Comparação entre quatro possibilidades de uso dos subprodutos da cana-de-açúcar	Não especificados
2009	CHERUBINI, F.; JUNGMEIER, G.	Switchgrass (Panicum virgatum)	Estudo dos impactos de uma biorrefinaria de switchgrass	Gases de efeito estufa e demanda energética
	GASOL, C. M. et al.	Choupo	Comparação entre obtenção de bioenergia a partir do choupo e de outras culturas na Etiópia	Gases de efeito estufa
	BASSET-MENS, C.; LEDGARD, S.; BOYES, M.	Leite	Ecoeficiência na produção leiteira na Nova Zelândia	Não especificados
	OU, X. et al.	Biocombustíveis	Comparação entre seis tipos de produção de biocombustíveis na China	Gases de efeito estufa

	PRUDÊNCIO DA SILVA, V. et al.	Soja	Estudo das cadeias produtivas da soja no Brasil	Acidificação, mudanças climáticas, consumo de energia, ecotoxicidade
2010	JURY, C. et al.	Biogás	Estudo da implementação do biogás na rede de distribuição de gás natural	Mudanças climáticas
	BEAUCHEMIN, K. A. et al.	Carne bovina	Avaliação dos impactos ambientais oriundos da produção de carne bovina no Canadá	Gases de efeito estufa
	CROSSON, P. et al.	Carne bovina	Revisão de literatura de análise de impactos ambientais de produção de carne bovina	Gases de efeito estufa
2011	FLYSJÖ, A. et al.	Leite	Pegada de carbono na produção leiteira na Suécia e na Nova Zelândia	Carbono
	NEMECEK, T. et al.	Alimentos orgânicos	Análise da redução do impacto ambiental na agricultura orgânica	Ecotoxicidade e biodiversidade

Fonte: elaboração própria

A análise dos vinte artigos mais citados dentre aqueles encontrados pela busca realizada na base Scopus revela algumas informações importantes.

A primeira informação que se depreende dos artigos mais citados é o fato de todos os artigos estudarem produtos da agropecuária e da agroindústria. Embora essa pareça uma conclusão lógica, dado o formato da busca que originou esses dados, é interessante observar que o impacto associado aos fertilizantes na análise de ciclo de vida não ultrapassa os primeiros elos da cadeia produtiva. Por exemplo, Ou et al. (2009) e Gasol et al. (2007) estudam os impactos ambientais de biocombustíveis, dentre os quais se encontra o uso de fertilizantes. Não ficam evidenciados em quaisquer dos estudos, o impacto desses mesmos fertilizante para os próximos elos da cadeia produtiva, isto é, para indústrias ou equipamentos que utilizem esses biocombustíveis.

Outra informação importante é que a maioria dos vinte artigos citados apresentam os fertilizantes como um input do sistema, isto é, como um elemento causador de impactos ambientais. Em alguns desses trabalhos, como pode ser visto em Gasol et al. (2007), Ou et al. (2009) e Jury et al. (2010), o uso de fertilizantes no cultivo é apontado como o maior elemento causador de impactos para o produto que está sendo analisado. Ainda que haja trabalhos que apontem para a produção de fertilizantes como subproduto de algum processo que esteja sendo analisado, como ocorre nos estudos de Chaya e Gheewala(2007) e de Hansen (2005), a listagem dos vinte artigos mais citados não apresenta nenhum estudo que estude a produção dos fertilizantes e seus respectivos impactos.

Quanto aos tipos de impactos estudados, pode-se perceber que existe uma grande diversidade de enfoques: emissão de gases de efeito estufa, consumo de energia, ecotoxicidade, acidificação e eutrofização, etc. De acordo com os dados analisados, pode-se inferir que não existe uma preponderância de análise de um único tipo de impacto ambiental sobre os demais.

Por fim, uma última informação importante que se depreende da Tabela 1 é a multiplicidade dos recortes regionais apresentados pelos artigos. Embora a produção de conhecimento esteja concentrada nos centros de pesquisa europeus, conforme demonstrado na Figura 3 e na Figura 4, a análise dos recortes regionais dos artigos aponta para uma grande diversidade. Os trabalhos de Mouron et al. (2006) na Suíça, de Chaya e Gheewala (2007) na Tailândia, de Prudêncio da Silva et al. (2010) no Brasil, de Gasol et al. (2009) na Etiópia e de Basset-Mens et al. (2009) na Nova Zelândia garantem a representatividade dos cinco continentes entre os

vinte artigos mais citados.

Esta diversidade dos recortes regionais, entretanto, deve ser olhada com cautela. Ao analisarmos as filiações institucionais dos cinco primeiros autores dos artigos citados no parágrafo anterior, constatamos que três deles estão na Europa, um nos Estados Unidos da América, e um no Brasil. Isto nos leva a crer que essa diversidade regional é obtida, não por pesquisadores locais, mas por pesquisadores de países europeus ou dos Estados Unidos da América que escolhem outras regiões, que não os seus próprios países, como local de estudo.

4. Conclusões

O presente artigo cumpre seu papel ao apresentar um panorama científico sobre as análises de ciclo de vida que apresentam impactos associados ao uso de fertilizantes.

Os resultados encontrados apontam para uma área de pesquisa em franca expansão, com predomínio da pesquisa desenvolvida por instituições europeias, lideradas pela Universidad de Santiago de Compostela.

É importante ressaltar que, os fertilizantes vêm sendo estudados como *inputs* da análise do ciclo de vida dos produtos, em especial dos produtos agrícolas e agroindustriais. Muitas vezes, os mesmos são o elemento que mais contribui para a geração de impactos ambientais em um determinado processo produtivo.

Nesse sentido, o presente trabalho aponta para a necessidade de novos estudos que pesquisem os fertilizantes, não como *inputs* de um processo produtivo, mas sim como *outputs*. Dessa forma, questões associadas à mitigação dos altos impactos ambientais provocados pelos fertilizantes poderão ser discutidas, de forma a desenvolver fertilizantes alternativos que se utilizem de materiais e processos que apresentem menores impactos ambientais no ciclo de vida dos produtos.

REFERÊNCIAS

ANDERSON D. R. et al. **Estatística Aplicada à Administração e Economia**, 2ª edição, Editora Thomson, São Paulo, 2003.

- BARBOSA JÚNIOR, A. F. Conceitos e aplicações de análise do ciclo de vida (ACV) no Brasil. **Gerenciais**, v.7, p.39-44, 2008.
- BASSET-MENS, C.; LEDGARD, S.; BOYES, M. Eco-efficiency of intensification scenarios for milk production in New Zealand. **Ecological Economics**, v. 68, n. 6, p. 1615–1625, abr. 2009.
- BEAUCHEMIN, K. A. et al. Life cycle assessment of greenhouse gas emissions from beef production in western Canada: A case study. **Agricultural Systems**, v. 103, n. 6, p. 371–379, jul. 2010.
- BERNESSON, S.; NILSSON, D.; HANSSON, P.-A. A limited LCA comparing large- and small-scale production of ethanol for heavy engines under Swedish conditions. **Biomass and Bioenergy**, v. 30, n. 1, p. 46–57, jan. 2006.
- BERTOLO, L. A. **Notas sobre regressão**. Disponível em: <www.bertolo.pro.br/> Acesso em: 21 abr. 2015.
- BOVEA, M. D.; POWELL, J. C. Alternative scenarios to meet the demands of sustainable waste management. **Journal of environmental management**, v. 79, n. 2, p. 115–32, abr. 2006.
- CHAYA, W.; GHEEWALA, S. H. Life cycle assessment of MSW-to-energy schemes in Thailand. **Journal of Cleaner Production**, v. 15, n. 15, p. 1463–1468, out. 2007.
- CHEHEBE, J. R.B.. **Análise do ciclo de Vida de Produtos – Ferramenta Gerencial da ISO 14000**, Rio de Janeiro, Qualitymark Ed. CNI, 2002. ISBN: 85-7303-169-7.
- CHERUBINI, F.; JUNGMEIER, G. LCA of a biorefinery concept producing bioethanol, bioenergy, and chemicals from switchgrass. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 15, n. 1, p. 53–66, 20 out. 2009.
- CONTRERAS, A. M. et al. Comparative Life Cycle Assessment of four alternatives for using by-products of cane sugar production. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, n. 8, p. 772–779, maio 2009.
- CLAUDINO, Edison S.; TALAMINI, Edson. Análise do Ciclo de Vida (ACV) aplicada ao agronegócio-Uma revisão de literatura. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 77-85, 2013.
- CROSSON, P. et al. A review of whole farm systems models of greenhouse gas emissions from beef and dairy cattle production systems. **Animal Feed Science and Technology**, v. 166-167, p. 29–45, jun. 2011.
- ENNAS, G. et GUARDO, M.C. Features of top-rated gold open access journals: An analysis of the scopus database, **Journal of Infometrics**, v. 9, n.1, 79-89, jan. 2015. FLYSJÖ, A. et al. The impact of various parameters on the carbon footprint of milk production in New Zealand and Sweden. **Agricultural Systems**, v. 104, n. 6, p. 459–469, jul. 2011.
- FREITAS, M. A. **Gestão e quantificação de resíduos na atividade vitícola. Avaliação de ciclo de vida e proposta de plano de gestão**. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia, 2014.
- GASOL, C. M. et al. Life cycle assessment of a Brassica carinata bioenergy cropping system

in southern Europe. **Biomass and Bioenergy**, v. 31, n. 8, p. 543–555, ago. 2007.

GASOL, C. M. et al. LCA of poplar bioenergy system compared with Brassica carinata energy crop and natural gas in regional scenario. **Biomass and Bioenergy**, v. 33, n. 1, p. 119–129, jan. 2009.

HALLEUX, H. et al. Comparative life cycle assessment of two biofuels ethanol from sugar beet and rapeseed methyl ester. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 13, n. 3, p. 184–190, 11 mar. 2008.

HANSEN, S. Feasibility Study of Performing an Life Cycle Assessment on Crude Palm Oil Production in Malaysia (9 pp). **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 12, n. 1, p. 50–58, 18 ago. 2005.

JURY, C. et al. Life Cycle Assessment of biogas production by monofermentation of energy crops and injection into the natural gas grid. **Biomass and Bioenergy**, v. 34, n. 1, p. 54–66, jan. 2010.

LIANG, Q. et al. Effects of 15 years of manure and inorganic fertilizers on soil organic carbon fractions in a wheat-maize system in the North China Plain. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 92, n. 1, p. 21–33, 2012.

MADIVAL, S. et al. Assessment of the environmental profile of PLA, PET and PS clamshell containers using LCA methodology. **Journal of Cleaner Production**, v. 17, n. 13, p. 1183–1194, set. 2009.

MATSUURA, M. I. S. F. et al. Inventário do ciclo de vida do pinhão manso destinado à produção de biodiesel. In: Congresso Brasileiro em Gestão de Ciclo de Vida de Produtos e Serviços, Florianópolis: UFSC, 2013.

MOSIER, A.; SYERS, J. K.; FRENEY, J. R. **Agriculture and the nitrogen cycle: assessing the impacts of fertilizer use on food production and the environment**. Island Press, 2013.

MOURON, P. et al. Management influence on environmental impacts in an apple production system on Swiss fruit farms: Combining life cycle assessment with statistical risk assessment. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 114, n. 2–4, p. 311–322, jun. 2006.

NBR, Norma Brasileira, “Gestão Ambiental – Avaliação do Ciclo de Vida”, Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, ISBN 978-85-07-01532-1, 2005.

NEMECEK, T. et al. Life cycle assessment of Swiss farming systems: I. Integrated and organic farming. **Agricultural Systems**, v. 104, n. 3, p. 217–232, mar. 2011.

NEMECEK, T.; GAILLARB, G. Conference Report. Agri-Food 6th International Conference on LCA in the Agri-Food Sector. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v.17, p.687–689, 2009.

OU, X. et al. Energy consumption and GHG emissions of six biofuel pathways by LCA in (the) People’s Republic of China. **Applied Energy**, v. 86, n. SUPPL. 1, p. S197–S208, nov. 2009.

PRUDÊNCIO DA SILVA, V. et al. Variability in environmental impacts of Brazilian soybean according to crop production and transport scenarios. **Journal of Environmental**

Management, v. 91, n. 9, p. 1831–1839, set. 2010.

ROBERTO OMETTO, A.; ZWICKY HAUSCHILD, M.; NELSON LOPES ROMA, W. Lifecycle assessment of fuel ethanol from sugarcane in Brazil. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 14, n. 3, p. 236–247, 18 mar. 2009.

RUVIARO, C. F.; GIANEZINI, M.; BRANDÃO F. S.; WINCK, C. A.; DEWES, H. Life cycle assessment in Brazilian agriculture facing worldwide trends. **Journal of Cleaner Production**, v.28, p.9-24, 2012.

SCACHETTI, M. T. et al. Avaliação do ciclo de vida da produção de algodão para extração de nanofibras: sistema de produção em rotação com soja e forrageira In: Workshop de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio, 7, 2013. **Anais...** São Carlos: Embrapa Instrumentação, p. 575-577, 2013.

SPRINGER. **International Journal of Life Cycle Assessment**. Disponível em: <<http://www.springer.com/environment/journal/11367>> Acesso em: 22 abr. 2015.