



## AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA DO BIOFERTILIZANTE HORTBIO

Keryman Ramos da **Costa**<sup>1</sup>; Luiz Guilherme de Souza **Hilara**<sup>2</sup>; Juliana Ferreira **Picoli**<sup>3</sup>; Mariana Rodrigues **Fontenelle**<sup>4</sup>; Carlos Eduardo Pacheco **Lima**<sup>5</sup>; Marília Ieda da Silveira **Folegatti Matsuura**<sup>6</sup>

Nº 17408

**RESUMO** – Na agricultura brasileira, consome-se uma grande quantidade de fertilizantes químicos, empregados na produção de alimentos, fibras e energia. O uso de fertilizantes químicos é hoje a principal causa de impactos do ciclo de vida de produtos agrícolas. Na busca por novas alternativas, a Embrapa Hortaliças desenvolveu um biofertilizante com base em resíduos agroindustriais, carboidratos e micro-organismos do solo – o Hortbio® que já está sendo adotado na produção de hortaliças. O objetivo deste trabalho foi avaliar os impactos ambientais potenciais deste biofertilizante, pela técnica da Avaliação de Ciclo de Vida (ACV). Para tanto, foram identificados e adequados inventários de processo de bases de dados de ACV internacionais. A avaliação de impactos adotou o método ReCiPe Midpoint (H) V1.12 / World ReCiPe H. Os resultados mostraram que no ciclo de vida deste biofertilizante destacaram-se os impactos de Ecotoxicidade Terrestre e Aquática, devido ao uso da cipermetrina na cultura do arroz, matéria-prima do farelo de arroz, ingrediente do Hortbio®; e à Ocupação de Terra Agricultável, devido ao comprometimento deste recurso pela pecuária, de atividade de natureza extensiva, da qual deriva a farinha de sangue. A produção pecuária foi a etapa do ciclo de vida do biofertilizante que mais contribuiu para a geração de impactos, particularmente pela emissão de compostos nitrogenados. A produção de farelo de arroz foi o segundo processo maior gerador de impactos, pelo uso de um pesticida extremamente tóxico, mas também pelo alto consumo de água, no sistema de produção por inundação.

**Palavras-chaves:** Biofertilizante, Fertilizante Orgânico, Impactos Ambientais, Desempenho Ambiental, ACV.

1 Autora Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Engenharia Ambiental, USF, Campinas-SP; keryman.ramos@hotmail.com

2 Colaborador: Graduação em Engenharia Ambiental, POLICAMP, Campinas-SP.

3 Colabora: Estagiária Embrapa Meio Ambiente, UNICAMP Campinas-SP;

4 Colaborador: Pesquisadora da Embrapa Hortaliças, Brasília-DF;

5 Colaborador: Pesquisadora da Embrapa Hortaliças, Brasília-DF;

6 Orientadora: Pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP; marilia.folegatti@embrapa.br



**11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017  
02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo**

**ABSTRACT** – *In Brazilian agriculture is consumed a great amount of chemical fertilizers, used in the production of foods, fibers and energy. The use of chemical fertilizers is now the main cause of impacts of the life cycle of agricultural products. In the search for new alternatives, Embrapa Hortaliças developed a biofertilizer based on agroindustrial residues, carbohydrates and soil microorganisms - Hortbio®, which is already being adopted in the production of vegetables. The objective of this work was to evaluate the potential environmental impacts of this biofertilizer by the Life Cycle Assessment (LCA) technique. To this end, process inventories of international LCA databases were identified and adequate. The results showed that in the life cycle of this biofertilizer the impacts of Terrestrial and Aquatic Ecotoxicity were highlighted, due to the use of cypermethrin in the rice crop, which is the raw material of rice bran, an ingredient of Hortbio®; and the occupation of arable land, due to the commitment of this resource by livestock, an activity of an extensive nature, from which the blood meal is derived. Livestock was the life cycle stage of the biofertilizer that most contributed to the generation of impacts, particularly by the emission of nitrogen compounds. The production of rice bran was the second largest process that generated impacts, due to the use of an extremely toxic pesticide, but also due to the high water consumption in the flood production system.*

**Keywords:** Biofertilizer, Organic Fertilizer, Environmental Impacts, Environmental Performance, LCA

## **1 INTRODUÇÃO**

O Brasil tem um enorme potencial agrícola. O agronegócio é responsável por uma importante parcela do Produto Interno Bruto brasileiro, sendo o país um dos maiores produtores e exportadores mundiais de alimentos. Sendo a demanda por produtos agrícolas crescente, para que não haja pressão sobre as reservas naturais a produtividade das áreas cultivadas deve aumentar. Esse aumento de produtividade vem ocorrendo por meio do uso de fertilizantes, aliado a outras tecnologias. Como um grande produtor agrícola, o Brasil é também um grande consumidor de fertilizantes, ficando atrás apenas de China, Índia e Estados Unidos (COSTA, 2012).

Os fertilizantes têm a função de fornecer às plantas nutrientes prontamente assimiláveis para o seu metabolismo, porém o uso excessivo desses produtos pode ser prejudicial à saúde



## 11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017 02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo

humana e ao meio ambiente, além de onerar os custos de produção. Neste contexto, as práticas agrícolas sustentáveis têm ganhado maior atenção nas últimas décadas (BOMFIM, 2016). Entre essas novas práticas, vem se destacando o uso de biofertilizantes.

Segundo Bomfim (2016), os biofertilizantes são formulações que utilizam micro-organismos que auxiliam o crescimento vegetal por meio da disponibilização de nutrientes, além de atuarem em importantes processos do solo, como na fixação biológica de nitrogênio.

O Hortbio® é um biofertilizante líquido desenvolvido pela Embrapa Hortaliças, que possui na sua composição materiais de fácil acesso ao produtor, em grande parte produtos secundários de outros sistemas agroindustriais, e micro-organismos isolados do solo. Sua produção promove o aproveitamento de resíduos. Este produto já teve sua eficiência comprovada em trabalhos anteriores, com diferentes tipos de hortaliças, e já está sendo utilizado por produtores orgânicos do Distrito Federal.

Considerando que os biofertilizantes são apontados como produtos que concorrem para uma produção agrícola mais eficiente, minimizando impactos ambientais enquanto mantêm a qualidade produtiva, torna-se importante a avaliação do desempenho ambiental efetivo destes produtos.

O objetivo do presente trabalho foi analisar os impactos ambientais potenciais do biofertilizante Hortbio® por meio da técnica de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV), identificando seus pontos críticos.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Biofertilizante HortBio**

O Hortbio® é um biofertilizante líquido de composição variável. Em geral, utiliza resíduos agroindustriais, combinados a ingredientes ricos em carboidratos e micro-organismos isolados do solo. A composição analisada neste trabalho é apresentada na Tabela 1.

### **2.2 Avaliação de Ciclo de Vida**

A avaliação de impactos ambientais potenciais do biofertilizante Hortbio® adotou o método da ACV, seguindo o preconizado pelas normas ABNT NBR ISO 14040:2009 e 14044:2009 (ABNT, 2009 a,b).



**11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017**  
**02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo**

**Tabela 1.** Composição do biofertilizante Hortbio®.

<b>Ingredientes sólidos</b>	<b>Quantidade</b>	<b>(%)</b>
Serrapilheira, L	2	15,38
Farinha de Sangue, Kg	1	7,69
Farelo de Arroz, Kg	4	30,77
Farelo de Mamona, Kg	1	7,69
Farinha de Ossos, Kg	2	15,38
Grãos triturados – Feijão, Kg	1	7,69
Cinzas, Kg	1	7,69
Açúcar Mascavo, Kg	0,5	3,85
Fubá de Milho, Kg	0,5	3,85
<b>Total</b>	<b>13</b>	<b>100</b>
<b>Ingredientes líquidos</b>	<b>Quantidade (L)</b>	<b>(%)</b>
Água	88	100

### 2.2.1 Escopo da ACV

O sistema de produto incluiu o processo de produção do biofertilizante Hortbio®, os processos de produção dos seus ingredientes e os processos a montante destes, abrangendo as etapas do ciclo de vida do berço ao portão (excluindo-se a etapa de transporte dos ingredientes ao local de formulação do biofertilizante).

A função do processo principal é produzir o biofertilizante Hortbio®, que por sua vez tem a função de fornecer nutrientes a culturas agrícolas. A unidade funcional do sistema é um litro deste biofertilizante.

A cobertura temporal do estudo corresponde ao período de 2012 a 2016 e a cobertura geográfica corresponde ao território brasileiro.

Quanto à cobertura tecnológica, o preparo do Hortbio® seguiu o recomendado por Souza et al. (2012). Os ingredientes listados na Tabela 1 foram adicionados à água, sob agitação. A mistura foi mantida por dez dias, sendo agitada três vezes ao dia durante três minutos, manualmente. A etapa final correspondeu à peneiragem para separação do material sólido (usado como adubo) do líquido (o biofertilizante, propriamente).



## **2.2.2 Inventário do Ciclo de Vida**

A construção do inventário da produção do Hortbio® correspondeu à identificação, nas bases de dados ecoinvent v 3.1 e Agri-footprint, dos processos de produção que melhor correspondessem a cada ingrediente deste biofertilizante. Os processos selecionados foram modificados, substituindo-se o fluxo de entrada de energia elétrica pelo representativo da matriz elétrica brasileira.

## **2.2.3 Avaliação de Impactos do Ciclo de Vida (AICV)**

Para a avaliação dos impactos ambientais do ciclo de vida foi adotado o método ReCiPe Midpoint (H) V1.12 / World ReCiPe H (Goedkoop et al., 2009), processado pelo software SimaPro, versão 8.1.1.16.

Foram consideradas as seguintes categorias de impacto, pertinentes à natureza dos processos principais em estudo: Mudanças Climáticas (MC), Depleção da Camada de Ozônio (DO), Acidificação Terrestre (AcT), Eutrofização de Água doce (EuA), Toxicidade Humana (TH), Formação de Oxidantes Fotoquímicos (FOF), Formação de Material Particulado (FMP), Ecotoxicidade Terrestre (EcT), Ecotoxicidade de Água Doce (EcA), Ocupação de Terra Agrícola (OTA), Transformação de Terra Natural (TTN), Depleção da Água (DA), Depleção de Metais (DM) e Depleção Fóssil (DF).

# **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

## **3.1 Avaliação do inventário do ciclo de vida**

As bases de dados internacionais de inventários de ciclo de vida dispõem de um número reduzido de inventários de processos agrícolas e pecuários e quase nenhum específico para a realidade brasileira. A construção do inventário da produção do Hortbio® implicou na identificação dos processos de produção constantes das bases de dados ecoinvent v 3.1 e Agri-footprint mais semelhantes aos dos ingredientes da formulação deste biofertilizante (Tabela 2).



## 11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017 02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo

**Tabela 2.** Inventário do processo de produção do biofertilizante Hortbio®, com a identificação dos fluxos de entrada segundo as bases de dados de origem e dos inventários agropecuários ou de energia elétrica associados.

INVENTÁRIO DE CICLO DE VIDA - PRODUÇÃO DE BIOFERTILIZANTE						
ICV FERTILIZANTE HortBio - 90 litros						
Saídas conhecidas para a tecnosfera						
	Quantidade	Unidade	Fluxo Simapro			
Produção de Biofertilizante	90	L	118 KR biofertilizante HortBio			
Entradas da tecnosfera			Fluxos de entrada	Base de dados	Inventário Agropecuário Associado	Inventário de Eletricidade Associado
Serrapilheira	2	L	Soil	Ecoinvent v3		
Farinha de Sangue	1	kg	Blood meal, spray dried, from blood processing, at plant/NL Mass	Agri-footprint - mass	Beef cattle for slaughtering, live weight {BR} extensive beef production, from cattle,	Electricity, low voltage {BR} electricity voltage transformation from medium
Farelo de arroz	4	kg	Rice bran, from dry milling, raw, at plant/CN Mass	Agri-footprint - mass		Electricity, low voltage {BR} electricity voltage transformation from medium
Farelo de mamona	1	kg	Soybean meal {BR} soybean meal and crude oil production	Juliana Picoli	Soybean {GO-BR} soybean production   JP - Mestrado	
Farinha de ossos	2	kg	Beef co-product, food grade bones, from beef cattle, at slaughterhouse, PEF	Agri-footprint - mass	Beef cattle for slaughtering, live weight {BR} extensive beef production, from cattle,	Electricity, low voltage {BR} electricity voltage transformation from medium
Grãos triturados	1	kg	Beans, dry, at fam/ZA Mass	Agri-footprint - mass		
Cinzas	1	kg	Ash {SP-BR} ethanol production from sugarcane   Sugar cane molasses, from sugar production, at plant/BR	Juliana Picoli	Sugarcane {SP-BR} sugarcane production   JP - Sugarcane {SP-BR} sugarcane production   JP - 117 JP CILCA 2017, winter	Electricity, low voltage {BR} electricity voltage transformation from medium
Açúcar mascavo	0.5	kg	Maize flour, from dry milling, at plant/US Mass	Agri-footprint - mass	maize production, cropping system MT	
Fubá de milho	0.5	kg	Water, unspecified natural	Ecoinvent v3		
Água (sem cloro)	88	L				

O uso de processos de produção de ingredientes similares, e não específicos, mesmo que ajustados, certamente gerou uma distorção no inventário de ciclo de vida, que tem consequências na avaliação de impactos. A dimensão do efeito deste ajuste é difícil de ser estimada. A alternativa a esta abordagem seria a geração de inventários nacionais para cada processo identificado como significativo no ciclo de vida do biofertilizante – o que seria extremamente demandante de tempo e recursos e impraticável no contexto deste trabalho.

### 3.2 Avaliação de impactos do ciclo de vida

A análise dos resultados da avaliação de impactos de ciclo de vida normalizados (Figura 1) mostra que, das 14 categorias de impacto analisadas, três se destacaram: Ecotoxicidade Terrestre (EcT) e Aquática (EcA) e Ocupação de Terras Agrícolas (OTA).

A OTA é uma categoria de impacto que trata do uso deste recurso finito, as terras agricultáveis. Neste caso, sendo todos os ingredientes do Hortbio® derivados da produção agrícola ou pecuária, obviamente este recurso é comprometido. O processo do ciclo de vida que mais demandou terras agrícolas foi a produção pecuária, da qual derivou a farinha de sangue.



11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017  
02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo

Quanto às categorias de ecotoxicidade (EcT e EcA), o principal processo do ciclo de vida do biofertilizante a contribuir para este impacto é a produção de farelo de arroz, devido à cipermetrina, um piretróide empregado na cultura do arroz como inseticida.

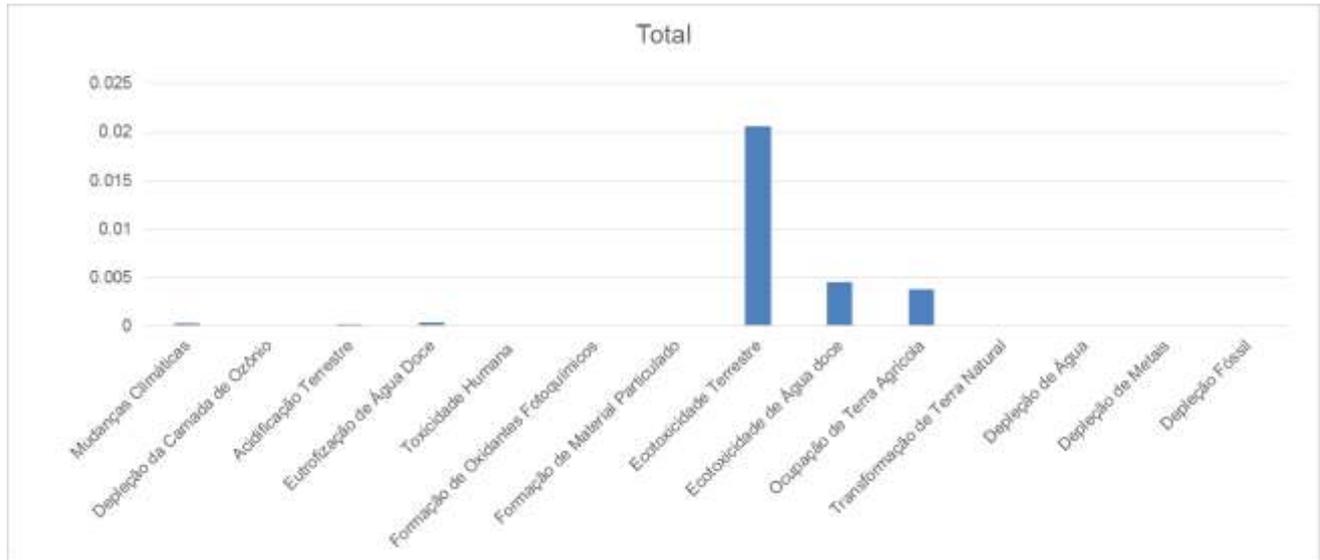


Figura 1. Resultados normalizados da avaliação de impactos do ciclo de vida do biofertilizante Hortbio®.

A Figura 2 mostra os resultados da avaliação de impactos do ciclo de vida do Hortbio® após a caracterização dos dados do inventário, onde podem ser identificados os processos que mais contribuíram para cada categoria de impacto analisada.

De maneira geral, o processo de produção de farinha de sangue e de farelo de arroz são os mais impactantes no ciclo de vida do Hortbio®. A produção de farinha de sangue é o processo mais impactante em nove das categorias analisadas. Para quatro destas categorias os compostos nitrogenados emitidos pela pecuária são as principais substâncias causadoras de impactos: Mudanças Climáticas, devido à emissão de metano biogênico e óxido nitroso; Acidificação Terrestre, devido à emissão de amônia e óxidos de nitrogênio; Formação de Oxidantes Fotoquímicos, devido à emissão de óxidos de nitrogênio e metano biogênico; Formação de Material Particulado, devido à emissão de amônia, óxidos de nitrogênio e material particulado < 2.5 µm.

A Eutrofização de Água Doce é causada pela emissão de fósforo para águas superficiais por erosão da pastagem. A Ocupação de Terra Agrícola também é afetada principalmente pela atividade pecuária, já que predomina no país o sistema extensivo de produção.



11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017  
02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo

A Depleção da Camada de Ozônio é decorrente, principalmente, da produção de petróleo e energia elétrica consumidos nos processos produtivos.

Os principais recursos minerais e fósseis consumidos no ciclo de vida do biofertilizante são cobre e ferro; gás natural e óleo diesel.

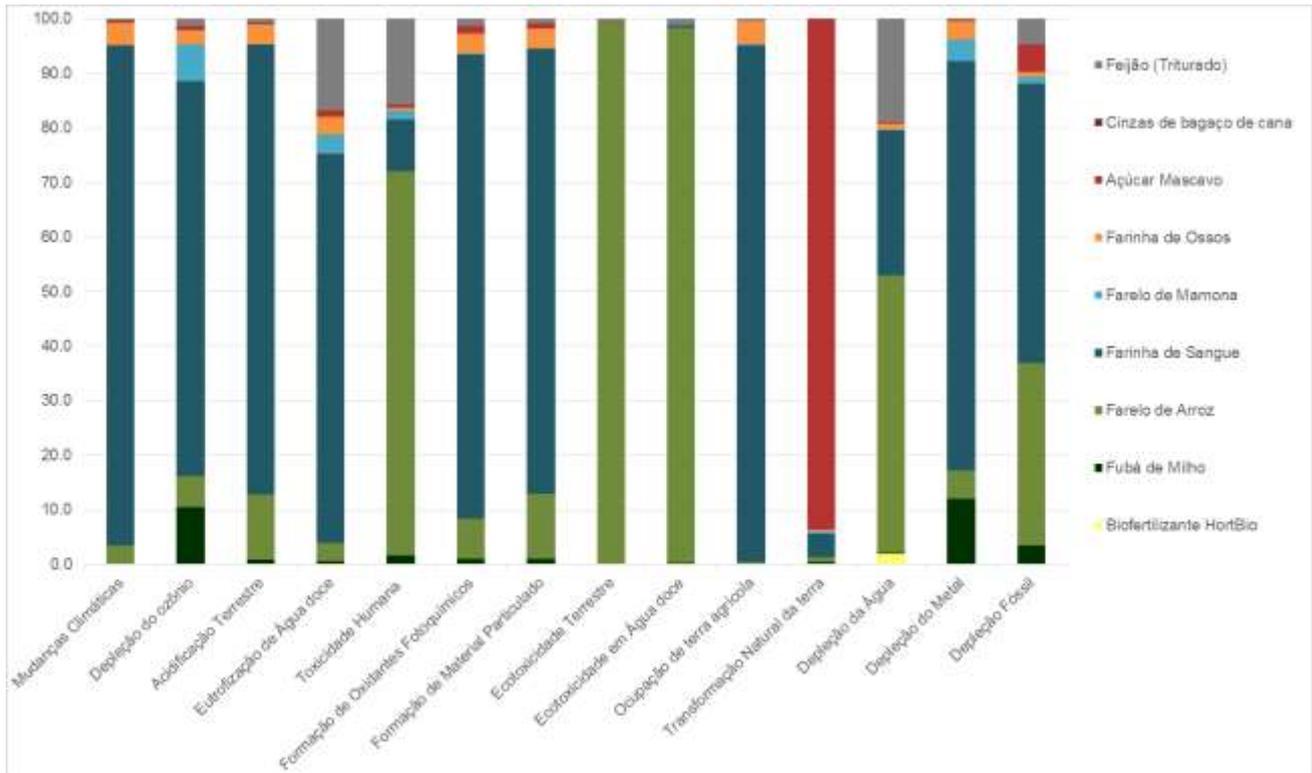


Figura 2. Resultados caracterizados da avaliação de impactos do ciclo de vida do biofertilizante HortBio®.

O processo de produção de farelo de arroz foi o que mais contribuiu para os impactos de Toxicidade Humana, Ecotoxicidade de Água Doce e Terrestre, pela emissão de cipermetrina; e Depleção de Água, pelo sistema de produção de arroz adotado, por inundação.

A produção de açúcar mascavo, pela suposta expansão da cana-de-açúcar sobre áreas de vegetação nativa, foi o processo que mais impactou a Transformação de Terra Natural.

Não foi possível localizar na literatura estudos cujos resultados pudessem ser comparados a este, pelo seu ineditismo. O HortBio® é um produto desenvolvido pela Embrapa, com resíduos agroindustriais de produtos brasileiros, portanto a literatura internacional não relata estudos



## 11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017 02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo

semelhantes. Por outro lado, este é o único estudo com base em ACV aplicado a este tipo de produto no Brasil.

### 4 CONCLUSÃO

O Hortbio® é um biofertilizante formulado com resíduos agroindustriais, fontes de carboidratos de grau alimentício e serapilheira (que fornece micro-organismos do solo). Tem sido empregado em produtos de alto valor agregado, como hortaliças. Seu uso substitui fertilizantes químicos, sabidamente os responsáveis por importantes impactos da produção agrícola.

No ciclo de vida deste biofertilizante destacaram-se os impactos de Ecotoxicidade Terrestre e Aquática, devido ao uso da cipermetrina na cultura do arroz, matéria-prima do farelo de arroz, ingrediente do Hortbio®; e à Ocupação de Terra Agricultável, devido ao comprometimento deste recurso pela pecuária, de atividade de natureza extensiva, da qual deriva o farinha de sangue.

A produção pecuária foi a etapa do ciclo de vida do biofertilizante que mais contribuiu para a geração de impactos (afetando nove categorias), particularmente pela emissão de compostos nitrogenados. A produção de farelo de arroz foi o segundo processo maior gerador de impactos (sendo o processo determinante em quatro categorias), pelo uso de um pesticida extremamente tóxico, mas também pelo alto consumo de água, no sistema de produção por inundação.

### 5 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, pela bolsa de iniciação científica; à Embrapa Meio Ambiente, pela orientação e estrutura para realização do trabalho, e à Embrapa Hortaliças, pelo fornecimento dos dados técnicos referentes ao Hortbio®.

### 6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14040: gestão ambiental - avaliação do ciclo de vida - princípios e estrutura. Rio de Janeiro, 2014 a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14044: gestão ambiental - avaliação do ciclo de vida – requisitos e orientações. Rio de Janeiro, 2014 b.

BOMFIM, C.A. **Biofertilizante hortbio®: características microbiológicas e efeito na qualidade da alface**. 2016. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Biologia Microbiana, Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, Brasília, 2016.



**11º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2017**  
**02 a 04 de agosto de 2017 – Campinas, São Paulo**

COSTA, L. M.; SILVA, M. F. O. **A indústria química e o setor de fertilizantes**. 60 anos: perspectivas setoriais. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, BNDES 2012. Disponível em: <[https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2025/1/A\\_industria\\_quimica\\_e\\_o\\_setor\\_de\\_fertilizantes\\_P\\_A.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2025/1/A_industria_quimica_e_o_setor_de_fertilizantes_P_A.pdf)>. Acesso em: 26 maio 2017.

GOEDKOOP, M.; HEIJUNGS R.; HUIJBREGTS M.; SCHRYVER A.; STRUIJS J.; VAN ZELM R. **Recipe 2008: Report I -Characterisation**. RIVM, The Netherlands, 2009.

NEMECEK, T.; KÄGI, T. **Life cycle inventories of agricultural production systems**. Zürich and Dubendorf: ART, 2007. 46 p. (Ecoinvent Report, 15) Data v2.0 (2007).

SEO, E.S.M.; KULAY, L.A. **Avaliação do ciclo de vida: ferramenta gerencial para tomada de decisão**. Interfacehs, 2006.

SOUZA, R. B.; REZENDE, F. V.; LÜDKE, I.; COUTO, J. R. **Aprenda como se faz Hortbio®**. Brasília: **Embrapa Hortaliças**. Folder. 2012. Disponível em <[https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=12&ved=0ahUKEwjX49mh26XUAhVBC5AKHX83CpwQFghRMAs&url=https%3A%2F%2Fwww.infoteca.cnptia.embrapa.br%2Fbitstream%2Fdoc%2F946012%2F1%2Ffolder20hortbio.pdf&usq=AFQjCNG5CdToJx3nDY5sf4\\_YI-idcUaC0w&sig2=1QhEPAvTQwdQwP2m61ba5w&cad=rja](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=12&ved=0ahUKEwjX49mh26XUAhVBC5AKHX83CpwQFghRMAs&url=https%3A%2F%2Fwww.infoteca.cnptia.embrapa.br%2Fbitstream%2Fdoc%2F946012%2F1%2Ffolder20hortbio.pdf&usq=AFQjCNG5CdToJx3nDY5sf4_YI-idcUaC0w&sig2=1QhEPAvTQwdQwP2m61ba5w&cad=rja)>. Acesso em: 30 maio 2017.