

GCV-2020 | 21

VII - Congresso Brasileiro sobre **Gestão do Ciclo de Vida**
28/09/21 a 01/10/21 | Gramado

Anais do VII Congresso Brasileiro sobre Gestão do Ciclo de Vida

Promoção



Organização e Realização



Patrocínio



Apoio



Cooperação



Volume I

Gramado
2020



GCV-2020 | 21

VII - Congresso Brasileiro sobre **Gestão do Ciclo de Vida**

Anais do VII Congresso Brasileiro sobre Gestão do Ciclo de Vida

Coordenação do Evento

Ana Carolina Badalotti Passuello

Editoração

Vinícius Gonçalves Maciel

Volume I

UFRGS
Gramado
2020

Comissão Organizadora

Presidente da Associação Brasileira de Ciclo de Vida

Gil Anderi da Silva (ABCV)

Coordenação do Evento

Ana Carolina Badalotti Passuello (UFRGS)

Comitê Científico e Técnico

Cássia Maria Lie Ugaya (UTFPR) – Coordenadora Comitê Científico

Yuki Kabe (BRASKEM) – Coordenador Comitê Técnico

Jaylton Bonacina de Araujo (UTFPR) – Apoio Comitê Científico

Aldo Roberto Ometto (USP)

Assed Naked Haddad (UFRJ)

Breno Barros Telles do Carmo (URFN)

Clandio Favarini Ruviano (UFGD)

Diogo Aparecido Lopes Silva (UFSCAR)

Ênio Leandro Machado (UNISC)

Fernanda Belizario Silva (IPT)

Fernando Rodrigues Teixeira Dias (Embrapa)

José Adolfo de Almeida Neto (UESC)

Luciano Rodrigues (UESB)

Luiz Alexandre Kulay (PQI-EPUSP)

Malaquias Zildo Antonio Tsambe (UFRGS)

Marcella Ruschi Mendes Saade (TU Graz)

Maria Cléa Brito de Figueiredo (EMBRAPA)

Marília Folegatti (EMBRAPA)

Renzo Mori Junior (IPT)

Thiago Oliveira Rodrigues (IBICT)

Tiago Braga (IBICT)

Vanessa Gomes Da Silva (UNICAMP)

Yara de Souza Tadano (UTFPR)

Comitê Organizador Local

Ângela Danilevicz (UFRGS)

Cláudia Glitzenhirn (UFRGS)

Janaíne Timm (UFRGS)

Juliana Klas (UFRGS)

Matheus Mainardi (UFRGS)

Rafael Zortea (IFSUL)

Vinícius Maciel (UFRGS)

Editoração

Vinícius Gonçalves Maciel (UFRGS)

Catálogo na Publicação (CIP)

C749 Congresso Brasileiro em Gestão do Ciclo de Vida (7. : 2021 : Gramado, RS)

Anais do VII Congresso Brasileiro em Gestão do Ciclo de Vida : volume 1 [recurso eletrônico] / Organização do evento Ana Carolina Badalotti Passuello; editoração Vinícius Gonçalves Maciel. – Gramado : UFRGS, 2020. 672 f. : il.

Data do evento: 28 de setembro a 01 de outubro de 2021.
Modo de acesso: www.ufrgs.br/qcv2020.

ISBN 978-65-86232-90-5

1. Gestão do ciclo de vida. 2. Economia circular. 3. Bioeconomia. 4. Avaliação do ciclo de vida. 5. Inventário do ciclo de vida. 6. Gestão ambiental. 7. Avaliação da sustentabilidade do ciclo de vida. I. Passuello, Ana Carolina Badalotti, coord. II. Maciel, Vinícius Gonçalves, edit. III. Título.

CDU 504

Elaborada pela Biblioteca do Campus Litoral Norte da
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Avaliação do ciclo de vida em produtos bioeconômicos

Cainã Lima Costa 1[†]

Caroline Soares da Silveira 2[†]

Flávia Regina Poyer 3[†]

Letícia de Oliveira 4[†]

1 Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

costalimaeng@gmail.com

Resumo

A redução dos impactos ambientais na produção e consumo de bens tornou-se uma meta estratégica para muitos países. Assim, a caracterização e descrição dos materiais envolvidos neste percurso é fundamental para determinar as consequências inerentes ao processo de comercialização, seja a nível social, econômico e ambiental. Partindo deste pressuposto, há um número considerável de áreas científicas que visam reconhecer e correlacionar a economia com ecossistemas naturais ao longo do tempo e espaço. Neste sentido, como um campo emergente e com agendas propositivas que buscam gerar valor a produtos por intermédio dos recursos naturais, além de aprimorar e desenvolver biotecnologias estão os conceitos de bioeconomia. Ao longo de algumas etapas produtivas dos novos produtos bioeconômicos (“bioprodutos”) ocorre a utilização de recursos minerais e uso de recursos renováveis. Logo, entender o grau de sustentabilidade entre essa relação é fundamental para a estruturar tal nicho de mercado, de modo que atenda os objetivos contemporâneos. A metodologia de avaliação do ciclo de vida contribui neste sentido, pois compreende todas as fases pelas quais os insumos passam, desde a ideia inicial, passando pelo desenvolvimento, produção, venda e manutenção, culminando na disposição final do produto. O presente artigo busca identificar os elementos principais, na literatura científica, que são capazes de mensurar o desempenho bioeconômico. O estudo caracteriza-se por ser exploratório e descritivo, por meio de uma revisão sistemática da literatura, identificando

quais cadeias produtivas possuem métricas neste sentido. Os resultados alcançados mostram as dimensões da medição de desempenho e alguns dos principais indicadores de desempenho utilizados, além de elencar os produtos encontrados, suas principais estratégias para pertencerem a uma economia de base biológica.

Palavras-chaves: ACV, Bioeconomia, Métricas, Bioprodutos.

1. Introdução

O acelerado crescimento econômico do mundo moderno requer cuidados especiais quanto ao uso dos recursos naturais e a crescente pressão ambiental. Determinadas lideranças governamentais procuram eficiência na utilização das riquezas oriundas do meio ambiente. Algumas projeções indicam que a extração de insumos, como biomassa, combustíveis fósseis, minérios e minérios metálicos em 21 setores da indústria deverá aumentar 119% de 2015 para 2050 e as emissões de gases de efeito estufa crescerão 41%. (HATFIELD-DODDS et al., 2017; KRAUSMANN et al., 2017).

Neste aspecto, a necessidade de repensar os cenários atuais e futuros se faz pertinente, tendo em vista que as novas formas de produção e consumo representam ações a serem pensadas pela sociedade e comunidade científica. Para que essas mudanças ocorram, algumas questões contemporâneas balizam as discussões, tais como: a extração de recursos naturais, os

processos produtivos alternativos e as peculiaridades do nosso estilo de vida.

Desta maneira sabe-se que um viés aborda a teoria da utilidade econômica e comportamento do consumidor e outro dá um tratamento ao que tange as abordagens ambientais (CURRAN, 2017). Entre inúmeras discussões teóricas referentes ao último ponto, que permeiam este raciocínio interligando as abordagens citadas, desperta interesse nos trabalhos envolvendo a bioeconomia.

Uma das definições mais conhecidas deste modelo de produção industrial foi desenvolvida pela Comissão de Pesquisa e Inovação da União Europeia, estabelecendo que a “bioeconomia seria responsável por produzir recursos biológicos renováveis da terra e do mar, desde que estes fossem convertidos em produtos de valor agregado, como por exemplo: alimentos, biomateriais, bioenergia e bioprodutos” (COMISSÃO EUROPEIA, 2017).

De modo geral os procedimentos técnicos deste segmento utilizam os conhecimentos desenvolvidos em outros campos científicos, unindo aspectos biológicos e econômicos, assim é possível encontrar informações na literatura através dos termos: Biotecnologia Industrial, Economia Circular, Economia Verde, entre outros. Uma vez que, a área viabiliza a transformação de sistemas biológicos (organismos, células ou enzimas) para atuarem como reagentes ou catalisadores, tornando alguns processos produtivos mais limpos, isto é,

otimizando o uso de energia e insumos não renováveis (petroquímicos) (PAULA & BIRRER, 2006). Contudo, o interesse desse ensaio não visa diferenciar as áreas que contribuíram para formação da bioeconomia e/ou são semelhantes, conforme foi realizado pelos autores D'amato et al. (2017), Ferreira, Pié & Terceño (2018) e Birner (2018).

Percebe-se que a definição do campo possui diferentes interpretações e estratégias, devido ao seu alcance intercontinental coexistem algumas características comuns referente a perspectiva de sustentabilidade que merecem destaque (BUGGE et al., 2017).

Primeiro, o setor demandará um aumento significativo da produção e extração de biomassa, sendo necessário um cuidado especial com os ecossistemas provedores. Segundo, para que seja possível substituir amplamente os recursos não renováveis é preciso desenvolver “tecnologias verdes”, divididas no desenvolvimento de ferramentas para processamento, biotecnologia e biorrefinarias. Por último é necessário compreender como os dois pontos unem-se para que haja a expansão deste mercado.

Logo, para garantir que os desafios elencados continuem tornando o ramo da bioeconomia uma realidade, esta revisão tem como objetivo geral identificar como a técnica de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) vem sendo aplicada neste seguimento. Assim, buscamos responder especificamente as seguintes questões:

1. Quais as cadeias produtivas, considerando o conceito de bioeconomia, utilizam a ACV?
2. Quais dimensões de desempenho estão presentes nos estudos?

2. Metodologia

O artigo pode ser classificado como revisão sistemática, onde há a realização de uma avaliação estruturada da literatura com o objetivo de responder os questionamentos abordados utilizando as melhores evidências coletadas. As bases de dados escolhidas foram a *Scopus* e *Web of Science*, consideradas como os maiores bancos de dados de resumos e citações da literatura com revisão por pares.

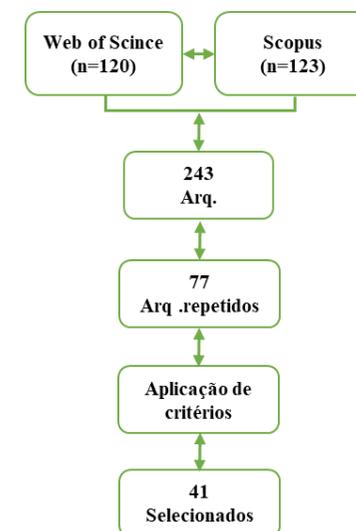
Como critério para a busca de artigos relacionados aos temas, foram inseridas no campo de busca um protocolo conforme a Tabela 1. Todos os elementos textuais poderiam ocorrer no título, no resumo ou nas palavras-chave. Considerou-se como trabalhos elegíveis os artigos em formatos científicos e capítulo de livro que estivessem escritos na língua inglesa.

Tabela 1: Protocolo de pesquisa

Item	Operador Boleando
<i>Life Cycle Assessment</i>	OR
<i>Life-Cycle Assessment</i>	OR
<i>Life Cycle Management</i>	OR
<i>Life-Cycle Management</i>	OR
<i>Life Cycle Modeling</i>	OR
<i>Bioeconomy</i>	AND
<i>Bio-economy</i>	AND

Após executar a recuperação dos arquivos foram realizadas algumas etapas ilustradas na Figura 1, cada uma seguiu as seguintes ações: 1) exclusão de arquivos repetidos; 2) leitura do título e do resumo de cada artigo; 3) aplicação dos critérios alinhados com os questionamentos propostos pelo presente trabalho. Assim, foi selecionado 41 artigos para compor a revisão sistemática.

Figura 1: Sistemática de recuperação



Na aplicação de critérios, ao realizar a leitura dos resumos, foram observados se os arquivos compunham relações textuais com o ordenamento exposto a seguir: 1º) os argumentos de definição utilizados expressavam a sua visão de bioeconomia e a importância da ferramenta ACV para o desenvolvimento do objeto pesquisado; 2º) os itens estruturados na

abordagem eram suficientes para descrever o setor e a aplicação a partir das questões de pesquisa e 3) possuía os elementos essenciais que caracterizam os trabalhos científicos nas modalidades de revisão bibliográfica, estudo empírico, construção teórica, entre outros.

Os resultados preliminares da pesquisa são apresentados conforme as perguntas, no entanto as cadeias produtivas e temas observados estão divididos em subtópicos. A Tabela 2 ilustra a operacionalização, além de representar o contingente dos arquivos distribuídos em abordagens empíricas e revisões de literatura.

Tabela 2: Protocolo de pesquisa

<i>Objeto de pesquisa</i>	<i>Abordagem metodológica</i>	
	<i>Revisão</i>	<i>Estudo Empírico</i>
<i>Avaliação Bioeconômica</i>	8	0
<i>Avaliação Social</i>	3	2
<i>Bioenergia</i>	2	0
<i>Biomassa Florestal</i>	2	8
<i>Biomassa de Algas</i>	1	3
<i>Biomassa Residual</i>	1	6
<i>Bioplástico</i>	3	2
<i>Total</i>	20	21

* Autoria própria

De maneira especial os eixos Avaliação Bioeconômica e Avaliação Social referem-se aos estudos mais generalistas, ocorrendo discussões de vários aspectos que vão além das métricas de interesses: dimensões, processos e indicadores. Dessa forma, a seleção desses arquivos foi proposital, para verificar quais as tendências de pesquisas estão sendo trabalhadas em conjunto nos dois campos. Enfim, estudos futuros possivelmente poderão incluir os novos tópicos

para recuperar as informações de forma mais sistemática.

3. Resultados

3.1 Avaliação Bioeconômica

Diferentemente das avaliações envolvendo produtos com base produtiva fóssil, a avaliação bioeconômica carece de alguns cuidados especiais. Visto que, os sistemas produtivos biológicos não podem possuir uma taxa de extração que exceda a sua capacidade de regeneração. Portanto, apontar os principais pontos críticos encontrados torna-se essencial.

Nesta perspectiva, as dimensões mais incidentes tratam dos recursos bióticos e abióticos. Nicolaidis Lindqvist et al., (2019) detalham como construir indicadores. Nesse sentido, foram estabelecidas quatro categorias principais: esgotamento de recursos bióticos, uso da água doce, perda de biodiversidade e a degradação dos serviços ecossistêmicos.

Atualmente, os trabalhos com ACV tratam a área biológica a partir de dados altamente agregados para analisar os sistemas. Esse formato não considera adequadamente os aspectos ecológicos do próprio objeto de estudo e/ou dos sistemas que o apoiam. Indicadores apropriados que incluam a vulnerabilidade das espécies, resiliência, tamanho mínimo viável de população e a taxa de regeneração ainda estão em fase de desenvolvimento ou de integração com a ACV (NICOLAIDIS LINDQVIST et al., 2019; CRENNNA et al., 2018).

Crenna et al., (2018), após uma extensa revisão, apresentaram a ferramenta (NOBRri), onde estão listados alguns recursos bióticos (animais e plantas) para inventário de ciclo de vida. Os indicadores descritos são baseados na renovabilidade, característica que pode identificar a capacidade de carga de alguns ecossistemas. Os pesquisadores finalizam suas descobertas apresentando as principais lacunas de maneira a formar uma agenda de pesquisa.

Brekke et al., (2019) mostram como os conceitos de bioeconomia e ACV podem ser estruturados para melhorar a dimensão governança, sobretudo na tomada de decisão quando se trata de reduzir impactos ambientais. Nesta mesma linha, o monitoramento das bioeconomias nacionais é debatido por outros autores, no entanto as ênfases temáticas estão relacionadas ao uso global da terra, fluxos globais dos recursos agrícolas, limites dos sistemas e cadeias de valor (O'BRIEN et al., 2017; MARTIN et al., 2018; CRISTÓBAL et al., 2016; MORRISON & GOLDEN, 2015; VIAGGI, 2015)

3.2 Avaliação Social

As estruturas para avaliação do ciclo de vida social estão em constante desenvolvimento. Ainda é necessário que ocorram uma série de evidências empíricas para validá-las como uma dimensão. Pouco se conhece sobre o desempenho social de produtos com base biológica.

Falcone et al., (2019) apresentam uma estrutura de estudo para o eixo abrangendo todas as partes

interessadas (trabalhadores, consumidores, comunidade local, sociedade em geral e atores da cadeia de valor), o trabalho resultou em 15 subcategorias dispostas em 16 indicadores sociais, entre os quais destacam-se: trabalho infantil, política para igualdade de oportunidades e o gerenciamento risco no local de trabalho, entre outros.

Em consequência da bioeconomia ter um aporte global, Mattila et al., (2018) verificaram como as métricas internacionais estão desenvolvendo-se na escala local, de maneira que possam ser efetivas. Os temas globais mais debatidos são saúde e segurança e a igualdade de gênero. Neste seguimento, destacam-se ainda trabalhos envolvendo a perspectiva do consumidor, o ciclo de vida social contextualizado a uma região específica, além de um framework para indústria florestal. (FALCONE & IMBERT, 2018; SIEBERT et al., 2018a; SIEBERT et al., 2018b)

3.3 Bioenergia

A bioenergia é considerada um dos pioneiros produtos da bioeconomia. Porém, muitos sistemas de cultivo energético estão sofrendo ameaças socioecológicas ou limitações técnicas. Nesse sentido, os estudos de ACV ajudam o desenvolvimento do campo estão entre as dimensões de desempenho recorrentes: avaliação do uso alternativo das terras, qualidade do solo, comparação de cultivares, impacto de diferentes sistemas, análise de resíduos agrícolas e as comparações com referências fósseis (VON COSSEL et al., 2019; ZABANIOTOU, 2018).

3.4 Biomassa Florestal

Nos setores de produção primária, particularmente o setor florestal é considerado um dos líderes na aplicação dos conceitos de bioeconomia e sustentabilidade dos negócios. D'Amato et al., (2019) ao revisar o estado da arte do dimensionamento ambiental do setor encontraram mais de 150 estudos aplicando ACV, os quais 90% avaliam as mudanças climáticas. No conjunto são debatidas outras questões como: a eutrofização, toxicidade humana e ambiental, esgotamento de recursos e acidificação. Uma das grandes inovações da área está na utilização da biomassa em cascata, onde uma soma específica de processos viabiliza diferentes bioprodutos em uma mesma fábrica, o que visa o máximo rendimento. Os resíduos e viabilidades deste novo complexo também estão sendo melhores avaliados com a ajuda da ACV (JARRE et al., 2020).

Estão entre as categorias já avaliadas e contextualizadas com a bioeconomia, os seguintes temas: identificação dos impactos em biodiversidade florestal (MYLLYVIITA et al., 2019); avaliação de compostos fibrosos em fluxos de uso em cascata (HILDEBRAND et al., 2019); enriquecimento do solo a partir de biofertilizantes florestais (KRZYŻANIAK et al., 2019); identificação de desempenho em diferentes processos de reciclagem para madeira laminada (RISSE et al., 2019); avaliação de cenários utilizando o conceito de simbiose ambiental (HILDEBRANDT et al., 2018); avaliação regional do ciclo de vida social

(SIEBERT et al., 2018c); viabilidade ambiental de materiais compósitos (SOMMERHUBER et al., 2017) e a avaliação integrada de operações florestais em cadeias de suprimentos (MIRABELLA et al., 2014).

3.5 Biomassa de Algas

As algas estão sendo debatidas como matérias primas promissoras para auxiliar no suprimento de biomassa. São consideradas como uma alternativa de baixo impacto ambiental, pois não dependem de terras aráveis, e evitam a competição entre cultivos, além de utilizarem menos recursos hídricos. Esses organismos já são utilizados em uma grande variedade de produtos, como os biocombustíveis, fertilizantes e produtos químicos (BUSSA et al., 2020).

As dimensões frequentemente avaliadas referem-se ao desempenho de microalgas em comparação com as plantas terrestres. Os pontos mais abordados são gastos energético e o impacto ambiental dos nutrientes aplicados. Desta forma, os estudos avaliam por intermédio da ACV uma série de uso das fontes de energia e nutrientes para o cultivo das algas (BUSSA et al., 2020; SEVERO et al., 2020; SEGHETTA et al., 2016).

3.6 Biomassa Residual

O gerenciamento correto de resíduos é uma das oportunidades de valorização da bioeconomia, aproveitando as matérias ocorre a produção de energia e produtos químicos. Existe uma grande incidência de trabalhos nesse sentido (MAK et

al., 2020). Utilizando resíduos agrícolas, como o caso do bagaço da cana de açúcar a ACV tem indicado qual a melhor rota de aproveitamento, entre gerar eletricidade ou produzir derivados celulósicos (KATAKOJWALA & MOHAN, 2020). É também empregada na avaliação de biofertilizantes reciclados e/ou na adubação proveniente da compostagem. As duas formas substituem os materiais sintéticos (CHEN et al., 2019; PERGOLA et al., 2018). A ferramenta foi aplicada empiricamente no gerenciamento de alimentos desperdiçados, verificando as melhores opções para aproveitamento de biogás, ácido, entre outros materiais (BRUNKLAUS et al., 2018; OLDFIELD et al., 2016). Salienta-se que os resíduos não estão livres do ônus dos impactos primários, assim as avaliações devem considerar as etapas anteriores para evitar decisões equivocadas de sustentabilidade (OLOFSSON & BÖRJESSON., 2018).

3.7 Bioplástico

No desenvolvimento da cadeia de bioplásticos os estudos da área indicam a vantagem em termos de economia de recursos fósseis e redução de emissões de gases do efeito estufa. O impacto mais recorrente deriva dos procedimentos primários no cultivo de diferentes matérias agrícolas (HATTI-KAUL et al., 2020). Sendo assim, as avaliações de ciclo captam qual a melhor geração de biomassa (1ª, 2ª ou 3ª) a ser processada para cada novo bioproducto (ÖGMUNDARSON et al., 2019; SPIERLING et al., 2018). Entretanto, cada tipo de bioplástico

tem um desafio produtivo. Conforme, os estudos de Yadav et al., (2020) um dos materiais com maior potencial de substituição são os *poli-hidroxicanoatos*, porém possuem um alto custo, em função da utilização de substratos puros. Uma das maneiras de minimização é fazer uso de resíduos industriais como fontes alternativas, fazendo valer os pressupostos de uma abordagem circular de processos (DIETRICH et al., 2017).

4. Conclusões

A partir de uma breve revisão sobre bioproductos que pertencem a área estratégica de bioeconomia foi possível destacar quais são os principais autores, aplicações e áreas que estão utilizando a ACV.

Os indicadores mais recorrentes são: 1) impacto do uso da terra; 2) demanda por recursos hídricos 3) emissão de gases e 4) comparações entre produtos de base biológica e petroquímica.

Verificou-se que existe uma lacuna de pesquisa trabalhando para que ocorra a inclusão dos recursos bióticos e abióticos nos inventários de análise de ciclo de vida.

Em razão da identificação de um número expressivo de cadeias produtivas, não foi possível realizar um maior detalhamento entre as mesmas. Assim, as próximas pesquisas, irão se valer de uma melhor estrutura de classificação que permita recuperar os indicadores mais consolidados em cada uma das cadeias produtivas encontradas.

Referências bibliográficas

- BIRNER, Regina. Bioeconomy concepts. In: Bioeconomy (2018). http://doi.org/10.1007/978-3-319-68152-8_3
- BREKKE, Andreas et al. Life cycle assessment: A governance tool for transition towards a circular bioeconomy?. In: From Waste to Value. Routledge, 2019. p. 272-292.
- BRUNKLAUS, Birgit et al. The future of Swedish food waste: an environmental assessment of existing and prospective valorization techniques. Journal of Cleaner Production, v. 202, p. 1-10, 2018.
- BUGGE, Markus M.; Hansen, Teis; Klitkou, Antje. What is the bioeconomy? A review of the literature (2016). <https://doi.org/10.3390/su8070691>
- BUSSA, Maresa et al. Life cycle assessment of microalgae products: State of the art and their potential for the production of polylactid acid (2019). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.12.048>
- BUSSA, Maresa; ZOLLFRANK, Cordt; RÖDER, Hubert. Life-cycle assessment and geospatial analysis of integrating microalgae cultivation into a regional economy (2020). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118630>
- CHEN, Wenhao et al. The socio-economic impacts of introducing circular economy into Mediterranean rice production. Journal of cleaner production, v. 218, p. 273-283, 2019.
- COMISSÃO EUROPEIA. Final Report Bioeconomy Strategy 2017. Disponível em: https://ec.europa.eu/transparency/regexpert/index.cfm?do=groupDetail_groupDetailDoc&id=36183&no=1. Acesso em: 25 set. 2014
- CRENNA, Eleonora; SOZZO, Sara; SALA, Serenella. Natural biotic resources in LCA: Towards an impact assessment model for sustainable supply chain management (2018). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.208>
- CRISTÓBAL, Jorge et al. Environmental sustainability assessment of bioeconomy value chains (2016). <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.02.002>
- CURRAN, Dean. The treadmill of production and the positional economy of consumption (2017). <https://doi.org/10.1111/cars.12137>
- D'AMATO, Dalia et al. Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues (2017). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.053>
- D'AMATO, Dalia; GAIO, Marco; SEMENZIN, Elena. A review of LCA assessments of forest-based bioeconomy products and processes under an ecosystem services perspective (2019). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135859>

- DIETRICH, Karolin et al. Producing PHAs in the bioeconomy—Towards a sustainable bioplastic (2017). <https://doi.org/10.1016/j.spc.2016.09.001>
- FALCONE, Pasquale Marcello et al. Transitioning towards the bioeconomy: Assessing the social dimension through a stakeholder lens (2019). <https://doi.org/10.1002/csr.179>
- FALCONE, Pasquale Marcello; IMBERT, Enrica. Social life cycle approach as a tool for promoting the market uptake of bio-based products from a consumer perspective (2018). <https://doi.org/10.3390/su10041031>
- FERREIRA GREGORIO, Valeria; PIÉ, Laia; TERCEÑO, Antonio. A systematic literature review of bio, green and circular economy trends in publications in the field of economics and business management (2018). <https://doi.org/10.3390/su10114232>
- HATFIELD-DODDS, Steve et al. Assessing global resource use and greenhouse emissions to 2050, with ambitious resource efficiency and climate mitigation policies (2017). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.170>
- HATTI-KAUL, Rajni et al. Designing biobased recyclable polymers for plastics (2019). <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2019.04.011>
- HILDEBRANDT, Jakob et al. Assessing the technical and environmental performance of wood-based fiber laminates with lignin based phenolic resin systems (2019). <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.10.029>
- HILDEBRANDT, Jakob et al. Revealing the Environmental Advantages of Industrial Symbiosis in Wood-Based Bioeconomy Networks: An Assessment From a Life Cycle Perspective (2019). <https://doi.org/10.1111/jiee.12818>
- JARRE, Matteo et al. Transforming the bio-based sector towards a circular economy-What can we learn from wood cascading? (2020). <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.01.017>
- KATAKOJWALA, Ranaprathap; MOHAN, S. Venkata. Microcrystalline cellulose production from sugarcane bagasse: Sustainable process development and life cycle assessment. *Journal of Cleaner Production*, v. 249, p. 119342, 2020.
- KRAUSMANN, Fridolin et al. Global socioeconomic material stocks rise 23-fold over the 20th century and require half of annual resource use (2017). <https://doi.org/10.1073/pnas.1613773114>
- KRZYŻANIAK, Michał; STOLARSKI, Mariusz Jerzy; WARMIŃSKI, Kazimierz. Life cycle assessment of poplar production: Environmental impact of different soil enrichment methods (2019). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.180>
- MAK, Tiffany MW et al. Sustainable food waste management towards circular bioeconomy: Policy review, limitations and opportunities (2019). <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.122497>
- MARTIN, Michael et al. Life cycle sustainability evaluations of bio-based value chains: reviewing the indicators from a Swedish perspective (2018). <https://doi.org/10.3390/su10020547>
- MATTILA, Tuomas J. et al. Evaluating social sustainability of bioeconomy value chains through integrated use of local and global methods (2018) <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.12.019>
- MIRABELLA, Nadia; CASTELLANI, Valentina; SALA, Serenella. Forestry operations in the alpine context. Life cycle assessment to support the integrated assessment of forest wood short supply chain. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, v. 19, n. 8, p. 1524-1535, 2014.
- MORRISON, Brandon; GOLDEN, Jay S. An empirical analysis of the industrial bioeconomy: implications for renewable resources and the environment. *BioResources*, v. 10, n. 3, p. 4411-4440, 2015.
- MYLLYVIITA, Tanja et al. Assessing biodiversity impacts in life cycle assessment framework-Comparing approaches based on species richness and ecosystem indicators in the case of Finnish boreal forests (2019). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117641>
- NICOLAIDIS LINDQVIST, Andreas et al. Bio-Based Production Systems: Why Environmental Assessment Needs to Include Supporting Systems (2019). <https://doi.org/10.3390/su11174678>
- O'BRIEN, Meghan et al. Toward a systemic monitoring of the European bioeconomy: Gaps, needs and the integration of sustainability indicators and targets for global land use (2017). <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.04.047>
- ÖGMUNDARSON, Ólafur et al. Environmental hotspots of lactic acid production systems (2020). <https://doi.org/10.1111/gcbb.12652>
- OLOFSSON, Johanna; BÖRJESSON, Pål. Residual biomass as resource—Life-cycle environmental impact of wastes in circular resource systems. *Journal of Cleaner Production*, v. 196, p. 997-1006, 2018.
- PAULA, Lino; BIRRER, Frans. Including public perspectives in industrial biotechnology and the biobased economy (2006). <https://doi.org/10.1007/s10806-005-6170-2>
- PERGOLA, M. et al. A combined assessment of the energy, economic and environmental issues associated with on-farm manure composting processes: Two case studies in South of Italy. *Journal of Cleaner Production*, v. 172, p. 3969-3981, 2018.
- RISSE, Michael; WEBER-BLASCHKE, Gabriele; RICHTER, Klaus. Eco-efficiency analysis of recycling recovered solid wood from construction into laminated timber products (2019). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.117>
- SEGHETTA, Michele et al. Life cycle assessment of macroalgal biorefinery for the production of ethanol, proteins and fertilizers—a step towards a regenerative bioeconomy (2016).
- SEVERO, Ihana A. et al. Bio-combustion of petroleum coke: The process integration with photobioreactors. Part II—Sustainability metrics and bioeconomy (2020). <https://doi.org/10.1016/j.ces.2019.115412>
- SIEBERT, A. et al. How not to compare apples and oranges: Generate context-specific performance reference points for a social life cycle assessment model (2018c). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.298>
- SIEBERT, A. et al. Social life cycle assessment indices and indicators to monitor the social implications of wood-based product (2018a). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.146>
- SIEBERT, Anke et al. Social life cycle assessment: in pursuit of a framework for assessing wood-based products from bioeconomy regions in Germany. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, v. 23, n. 3, p. 651-662, 2018b.
- SOMMERHUBER, Philipp F. et al. Life cycle assessment of wood-plastic composites: Analysing alternative materials and identifying an environmental sound end-of-life option (2017). <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.10.012>
- SPIERLING, Sebastian et al. Bio-based plastics-A review of environmental, social and economic impact assessments (2018). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.014>
- VIAGGI, Davide. Research and innovation in agriculture: beyond productivity?. *Bio-based and Applied Economics Journal*, v. 4, n. 1050-2016-85779, p. 279-300, 2015.
- VON COSSEL, Moritz et al. Prospects of Bioenergy Cropping Systems for A More Social-Ecologically Sound Bioeconomy (2019). <https://doi.org/10.3390/agronomy9100605>
- YADAV, Bhoomika et al. Bioconversion of waste (water)/residues to bioplastics-A circular bioeconomy approach (2019). <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.122584>
- ZABANIOTOU, A. Redesigning a bioenergy sector in EU in the transition to circular waste-based Bioeconomy-A multidisciplinary review (2018). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.172>