

6th International Workshop - Advances in Cleaner Production

São Paulo - Brazil - 24th to 26th, May - 2017



**Avaliação de Ciclo de Vida de sistemas de
geração de energia elétrica mais limpa: uma
análise de produção científica**

Murillo Vetroni Barros
Cassiano Moro Piekarski
Rodrigo Salvador

Academic Work

Introdução

- Fontes renováveis e sua importância
- Fontes não renováveis
- ACV
- Desempenho ambiental
- Objetivo: realizar uma análise sistematizada científica na Avaliação de Ciclo de Vida de sistemas de geração de energia elétrica.

Métodos

- Palavras-chaves: - “*LCA + Electric* Mix**” e
- “*LCA + Electric* Energy + Life Cycle Assessment + Energy Production*”
- Resultaram na análise de 26 artigos no total
- Dos quais apresentam $JCR \geq 3$
- Auxílio da técnica conhecida como *Methodi Ordinatio*

Estudos de ACV em matrizes de geração de energia elétrica no mundo

- [Şengül](#) *et al.*, (2016) elaborou na Turquia (signatária do Protocolo de Quioto) um estudo de potenciais impactos ambientais utilizando os métodos CML, TRACI e ReCiPe
 - Um dos países mais ricos do mundo em termos de recursos de energia geotérmica
- No Reino Unido, [Raugei](#) *et al.*, (2016) mostrou que: carvão (37,0%), gás natural (26,7%) e nuclear (19,1%) são as principais fontes de geração de energia elétrica no país. No Brasil, segundo MME, (2016), obtém-se: carvão (4,5%), gás natural (12,9%) e nuclear (2,4%), a principal é hidrelétrica.

Estudos de ACV em matrizes de geração de energia elétrica no mundo

- A análise de ACV realizada em Portugal foi para compreender a demanda futura de eletricidade e reduzir potenciais impactos ambientais. Nos últimos 10 anos, a energia renovável mais do que dobrou sua capacidade de produção, impulsionado pelos investimentos na fonte eólica. Métodos como, IPCC 2007 e CML foram usados para compor o estudo ([GARCIA; MARQUES ; FREIRE et al., 2014](#)).
- O estudo feito na Polônia, teve como um dos resultados a necessidade de atingir uma redução de 20,0% nas emissões de CO₂ até 2020 no país. Além disso, verificou-se na análise que as maiores emissões de GEE estão relacionadas com a produção de energia elétrica a partir do carvão ([LELEK et al., 2016](#)).

Resultados

Id	Título do Artigo	Autor e Ano
1	Life cycle inventories of electricity generation and power supply in version 3 of the ecoinvent database—part I: electricity generation	Karin Treyer <i>et al</i> , 2013
2	A cradle to gate life cycle assessment of Turkish lignite used for electricity generation with site-specific data	Hatice Sengül <i>et al</i> , 2016
3	Renewable electricity in Turkey: Life cycle environmental impacts	Burcin Atilgan <i>et al</i> , 2016
4	A comprehensive assessment of the energy performance of the full range of electricity generation technologies deployed in the United Kingdom	Marco Raugei <i>et al</i> , 2016
5	Environmental impacts of high penetration renewable energy scenarios for Europe	Peter Berrill <i>et al</i> , 2016
6	Assessing the environmental sustainability of electricity generation in Turkey on a life cycle basis	Burcin Atilgan <i>et al</i> , 2016
7	Is climate change-centrism an optimal policy making strategy to set national electricity mixes?	Ian Vázquez-Rowe <i>et al</i> , 2015
8	Life cycle sustainability assessment of UK electricity scenarios to 2070	Laurence Stamford <i>et al</i> , 2014
9	Life-cycle assessment of electricity in Portugal	Rita Garcia <i>et al</i> , 2014
10	A multi-period mixed-integer linear optimisation of future electricity supply considering life cycle costs and environmental impacts	Christian B. - Hibbert <i>et al</i> , 2014
11	Environmental impacts of future low-carbon electricity systems: Detailed life cycle assessment of a Danish case study	Roberto Turconi <i>et al</i> , 2014
12	Incorporating life cycle external cost in optimization of the electricity generation mix	Athanasios Rentizelas <i>et al</i> , 2014

13	Life cycle assessment (LCA) of electricity generation technologies: Overview, comparability and limitations	Roberto Turconi <i>et al</i> , 2013
14	Modeling future life-cycle greenhouse gas emissions and environmental impacts of electricity supplies in Brazil	Alexander T. Dale <i>et al</i> , 2013
15	Life cycle modeling of energy matrix scenarios, Belgian power and partial heat mixes as case study	M.A. Rubio Rodríguez <i>et al</i> , 2013
16	Hydrogen mobility from wind energy – A life cycle assessment focusing on the fuel supply	Jörg Burkhardt <i>et al</i> , 2016
17	Ecological and economic aspects of electric energy production using the biomass co-firing method: The case of Poland	Maciej Dzikuć <i>et al</i> , 2016
18	Life cycle assessment of energy generation in Poland	Lukasz Lelek <i>et al</i> , 2016
19	Life cycle assessment of electricity production from renewable energies: Review and results harmonization	Francesco Asdrubali <i>et al</i> , 2015
20	Considering supply and demand of electric energy in life cycle assessments - A review of current methodologies	M. Rehberger <i>et al</i> , 2015
21	Human health impacts in the life cycle of future European electricity generation	Karin Treyer <i>et al</i> , 2014
22	Life cycle greenhouse gas emissions of electricity generation in the province of Ontario, Canada	Eric Mallia <i>et al</i> , 2013
23	Environmental impact assessment of increasing electric vehicles in the Brazilian fleet	Ernani Francisco Choma <i>et al</i> , 2015
24	Carbon footprint scenarios for renewable electricity in Australia	Paul Wolfram <i>et al</i> , 2016
25	Environmental and economic analysis of residual woody biomass transport for energetic use in Chile	Edmundo Muñoz <i>et al</i> , 2015
26	Life cycle assessment of electricity generation in Mauritius	Ravina Brizmohun <i>et al</i> , 2015

6th International Workshop - Advances in Cleaner Production Academic Work

Id	País	Universidade	Métodos / categorias AICV	Ano	Jornal	FI (JCR)	Citações	M. Ordinao
1	Suíça	Instituto Paul Scherre	Realizado uma análise de Inventário	2013	International Journal of LCA	3.324	24	66
2	Turquia	Hacettepe University	CML, TRACI, ReCiPe	2016	Cleaner Production	4.959	0	56
3	Reino Unido	The University of Manchester	CML 2001	2016	Renewable Energy	3.404	4	74
4	Reino Unido	Oxford Brookes University	CED	2016	Energy Policy	3.045	3	66
5	Noruega	Norwegian University of Science and Technology	ReMix	2016	Environmental Research Letters	4.134	3	57
6	Reino Unido	The University of Manchester	CML 2001	2016	Energies	2.077	2	74
7	Peru	Pontificia Universidad Católica del Perú	ReCiPe	2015	Applied Energy	5.746	4	64
8	Reino Unido	The University of Manchester	CML	2014	Energy for Sustainable Development	2.379	21	81
9	Portugal	University of Coimbra	CED, IPCC, CML	2014	Applied Energy	5.746	19	89
10	Reino Unido	The University of Manchester	CML	2014	Applied Energy	5.746	11	71
11	Dinamarca	Technical University of Denmark	EASETECH	2014	Applied Energy	5.746	15	95
12	Reino Unido	University of Strathclyde	Impact Pathway (Avaliação de custo)	2014	Energy Policy	3.045	16	56
13	Dinamarca	Technical University of Denmark	IOA, PCA	2013	Renewable and Sustainable Energy Reviews	6.798	96	159

14	Brasil	Universidade Federal do Rio de Janeiro	IMPACT 2002+	2013	Energies	2.077	7	67
15	Bélgica	Universidad Central Marta Abreu de Las Villas	Ecoindicator 99	2013	Applied Energy	5.746	8	71
16	Alemanha	Karlsruhe Institute of Technology	CED	2016	Applied Energy	5.746	0	50
17	Polónia	University of Zielona Góra	Ecoindicator 99	2016	Renewable and Sustainable Energy Reviews	6.798	6	51
18	Polónia	Mineral and Energy Economy Research Institute of the Polish Academy of Sciences	IMPACT 2002+	2016	International Journal of LCA	3.324	1	82
19	Itália	Università degli Studi di Perugia	IPCC, CED, Ecoindicator 99	2015	Renewable and Sustainable Energy Reviews	6.798	45	99
20	Alemanha	University of Kassel	Realizado uma revisão da literatura	2015	Materiaux et Techniques	0	1	41
21	Suíça	Paul Scherrer Institute	ReCiPe, IMPACT 2002+	2014	Energy Policy	3.045	16	79
22	Canadá	University of Waterloo	Realizado uma análise de Inventário	2013	International Journal of LCA	3.324	26	71
23	Brasil	Universidade Tecnológica Federal do Paraná	CML 2000	2015	Cleaner Production	4.959	4	52
24	Alemanha	Berlin Institute of Technology	IPCC's 2007	2016	Cleaner Production	4.959	2	56
25	Chile	Universidad de La Frontera	ReCiPe	2015	International Journal of LCA	3.324	4	54
26	Maurícia	University of Mauritius	CML	2015	Cleaner Production	4.959	7	70

Resultados

- Maioria dos trabalhos é internacional, com foco principal nos países europeus
- IPCC 2007, ReCipe, CML, Impact 2002+, CED
- Segundo [BERRILL](#) *et al.*, (2016) o aumento de fontes renováveis como a eólica e a solar irão criar aspectos positivos além das reduções das emissões de GEE.

Conclusão

- Já estão sendo desenvolvidos estudos científicos internacionais de alto impacto
- Estudos realizados utilizando ACV foram para gerar conhecimento sobre o sistema e apoiar decisões futuras e políticas públicas
- Segundo os estudos apontam que no futuro as principais fontes de energia elétrica serão as fontes renováveis (com foco nas energias eólica e solar)

Principais referências

- Berrill, Peter et al. Environmental impacts of high penetration renewable energy scenarios for Europe. Environmental Research Letters, Noruega, v.11, p. 1-11. 27 jan. 2016.
- Garcia, Rita; Marques, Pedro; Freire, Fausto. Life-cycle assessment of electricity in Portugal. Applied Energy, Portugal, v.134, p. 563-572. 06 set. 2014.
- Lelek, Lukasz et al. Life cycle assessment of energy generation in Poland. The International Journal Of Life Cycle Assessment, Polônia, v. 21, n. 1, p. 1-14. 03 nov. 2015.
- Ministério de Minas e Energia (MME). (Org.). Balanço Energético Nacional (BEN). 2016. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2016.pdf>. Acesso em: 16 out. 2016.
- Pagani, R. N; Kovalski, J. L.; Resende, L. M. (2015). Método para seleção e ordenação de portfólio bibliográfico Methodi Ordinatio. Technical process for patent registration pending at INPI. Brasil: INPI, 2015.