

América Latina: produção e uso desigual da energia no território dos países e a cartografia dos fluxos de eMergia no continente

Enquadramento da faixa de financiamento – Faixa B

Histórico do Projeto – Este projeto nasceu a partir do grupo de trabalho para a criação do projeto de programa de pós-graduação denominado: Planejamento Territorial: Urbano e Regional na América Latina e Caribe. Os docentes envolvidos neste projeto trabalham das áreas de Geografia, Engenharia Química e Engenharia de Energia, possuem conhecimento prévio em energia, eMergia e planejamento territorial, tendo participado de grupos de pesquisa sobre o tema, defesas de teses e dissertações, participado de eventos sobre eMergia, Planejamento Territorial, bem como possuem domínio do uso do software ArcGis.

Nomes e currículos dos envolvidos:

Marlei Roling Scariot - <http://lattes.cnpq.br/4771679884412606>

Walber Ferreira Braga - <http://lattes.cnpq.br/5490416588107422>

James Humberto Zomighani Junior - <http://lattes.cnpq.br/8496507156512016>

Link para o espelho do(s) Grupo(s) de Pesquisa no DGPCNPq:

dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/4174648733614433

dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/6233372332524454

dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/3879540642608910

Resumo:

Muitas questões ambientais são tipicamente caracterizadas por conflitos na tomada de decisão, o que poderia ser evitado, já que há um sistema de avaliação - baseado na ciência - disponível, que pode ser utilizado para representar os valores ambientais e econômicos com uma medida comum a diferentes sistemas e, assim, produzir conhecimento científico e sustentar decisões políticas. EMergia, escrita com "m", mede o trabalho da natureza, no caso da formação dos seus elementos, por conta da dinâmica dos processos naturais ao longo da história do Planeta, e o dos seres humanos, quando se refere à geração de produtos e serviços. A tomada de decisões políticas, baseadas nos índices elaborados a partir dessa metodologia, pode favorecer alternativas ambientais que reconheçam o valor real de um determinado produto, ao ter disponíveis opções que maximizem a produção e o uso da eMergia. O conceito de eMergia, portanto, é fundamental para a compreensão da metodologia deste trabalho. Quanto à sua conceituação, o termo eMergia pode ser compreendido sob diferentes aspectos. Emergeia pode ser considerada como a quantidade

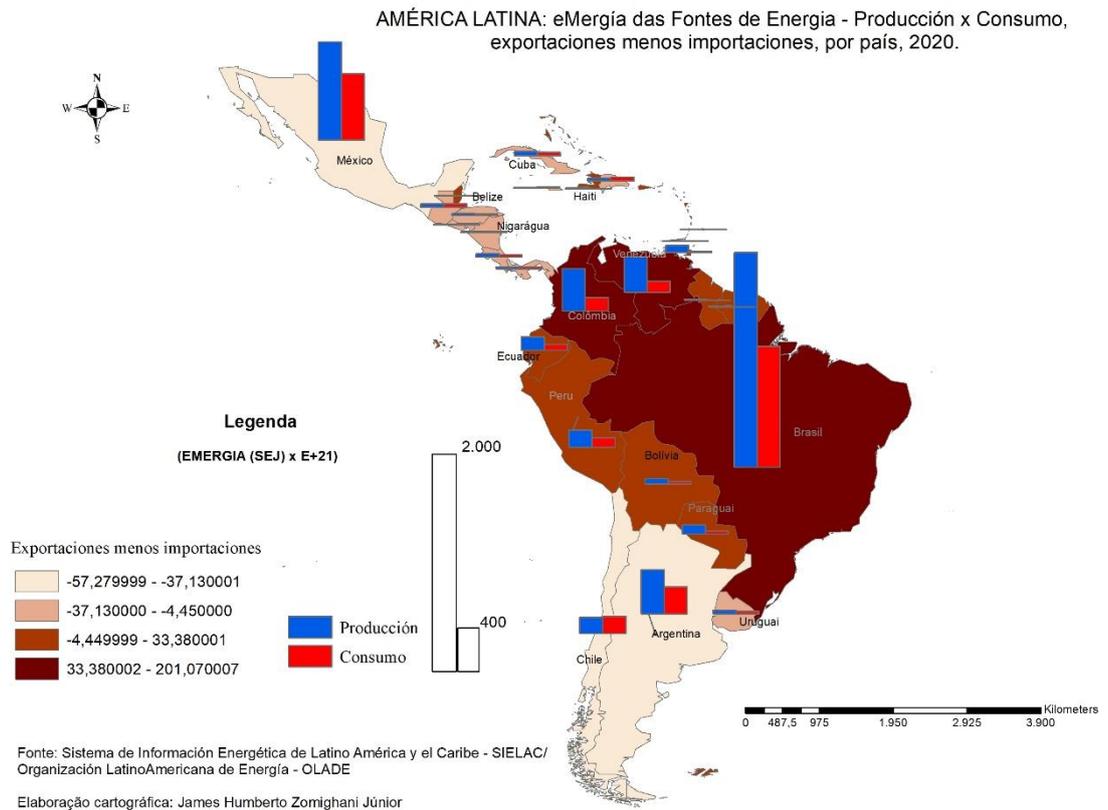
de energia que foi consumida nas transformações (diretas e indiretas) para produzir um produto ou serviço. Também é expressão de toda a energia usada no processo de trabalho para gerar um produto ou serviço, em unidades de um tipo de energia. A emergia contabiliza diferentes formas de energia e recursos (luz do sol, combustíveis fósseis, minerais, etc). Cada forma (de energia) é constituída por processos de transformação na natureza, e cada um tem a diferente habilidade de suportar (inserir/absorver) trabalho de sistemas naturais e sociais. Emergia também pode ser compreendida como a “memória energética”, por contabilizar a energia que foi degradada em um processo de transformação onde um tipo de energia foi transformado em outro. Para a aplicação da metodologia da Contabilidade em eMergia, é necessário conhecer o conceito de transformidade (Tr), que é um índice emergético que avalia a eficiência do sistema em estudo, pois é resultado da divisão da emergia total utilizada pela energia produzida. A transformidade é medida em joules solares por joule ($seJ.J^{-1}$), e é utilizada para converter diferentes tipos de energia na mesma unidade de emergia. Para calcular a emergia de diferentes fontes de energia, podem ser utilizadas as transformidades disponíveis em diferentes trabalhos na literatura. O objetivo deste trabalho é o de quantificar e discutir o real valor em termos de emergia, da produção e consumo de diferentes tipos de energia em alguns países da América Latina, com vistas a analisar as potencialidades produtivas energéticas, bem como o grau de dependência, subordinação e a soberania energética de cada país da América Latina e do Caribe. No caso das fontes primárias utilizadas na análise, foram utilizados dados de energia fornecidos pelo sieLAC-OLADE. Este é um trabalho que também pode ter seus resultados utilizados em processos de tomada de decisão política, sendo incluído no rol das ciências interdisciplinares aplicadas (como o Planejamento Territorial), e os índices resultantes da aplicação desta metodologia também serão mapeados, por país e sua interpretação será uma potente ferramenta para o planejamento territorial relacionado à disponibilidade, produção e consumo da energia em sua totalidade, revelando assimetrias na distribuição dos recursos naturais e desigualdades socioespaciais em uma região (a América Latina), carente de estudos dessa natureza, e de indicadores científicos para a realização de um planejamento territorial mais competente.

Justificativa

O mundo vive um momento de transição energética de fontes não renováveis para fontes renováveis e uma análise dos esforços da América-Latina e Caribe para assegurar a garantia de um abastecimento energético justo para sua população é fundamental diante dos cenários de grande desigualdade social que assolam estas regiões.

O projeto visa quantificar, em termos de eMergia, a produção e consumo de diferentes tipos de energia (renováveis e não renováveis) em países da América Latina. Os índices, resultantes da aplicação desta metodologia, poderão ser mapeados e interpretados sob o ponto de vista do planejamento urbano, regional, metropolitano e nacional, bem como servirão para análise da Geopolítica Energética e da Soberania Energética de cada país, como pode ser visto no MAPA 1:

MAPA 1: América Latina: Total das diferentes fontes de eMergia (produção e consumo) por país.



Os dados representados no MAPA 1 revelam as implicações das atuais condições de produção, consumo, importação e exportação de eMergia, para a soberania de maior parte dos países LatinoAmericanos e Caribenhos. Ao longo do desenvolvimento da pesquisa, um maior detalhamento – analítico e cartográfico – será feito para outras escalas geográficas, no interior dos países e para algumas regiões, a serem selecionadas ao longo do desenvolvimento do projeto. Esta pesquisa tem caráter interdisciplinar busca integrar profissionais de diferentes áreas do conhecimento os quais farão uma interlocução buscando compreender as características dos processos e dos lugares, sob diferentes perspectivas buscando resultados complementares e que possibilitem maior conhecimento da realidade estudada, em comparação à realização de pesquisas realizadas por cada uma das disciplinas envolvidas (Engenharia Química, Geografia e Engenharia de Energia) de forma independente, porém convergente.

A aplicação da contabilidade em eMergia para o planejamento territorial tem potencial para integrar profissionais de diferentes áreas e proporcionar um aprendizado sobre a visão sistêmica de processos e produtos, quantificando-os em termos de energia, e produzindo indicadores e conhecimento científico que poderá ser utilizado pelos políticos, dentre outros tomadores de decisão sobre os usos futuros do território pelos sistemas energéticos

De acordo com GOLDEMBERG (1998), o uso da energia é um ingrediente fundamental para o desenvolvimento do Brasil e da América Latina. Este projeto buscará revelar a qualidade das diferentes formas de energia (renováveis e não renováveis) em termos de

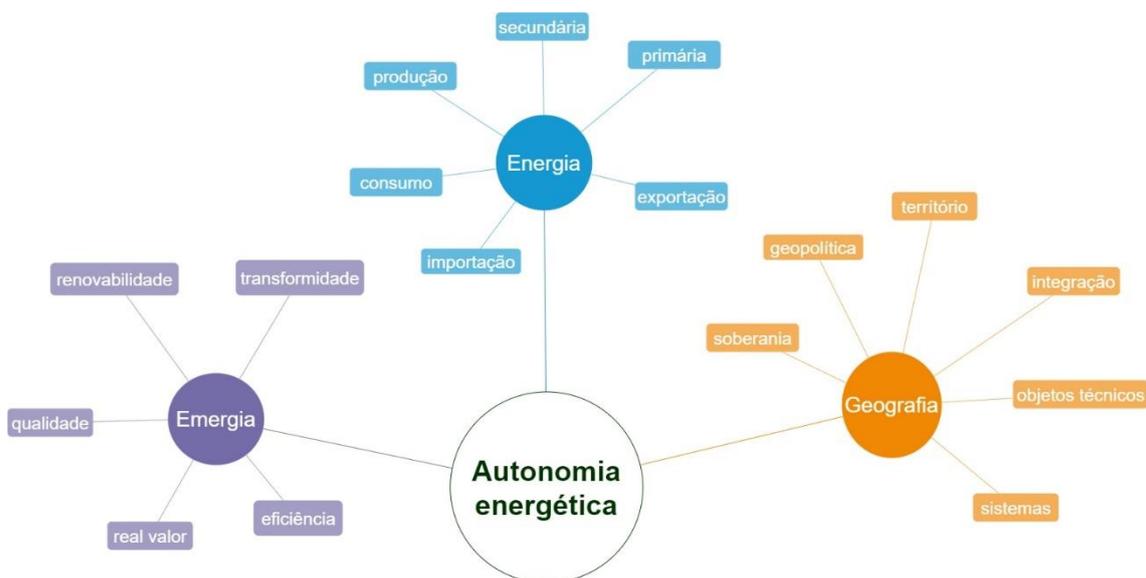
eMergia, além de expor as desigualdades espaciais, a partir do mapeamento destes dados, em países da América Latina.

A comparação entre as variáveis energia e a eMergia nos dará a informação sobre o quanto cada nação possui de autonomia em seu território, em termos do real valor (eMergia) produzido ou do real valor exportado.

Identificação das áreas do conhecimento participantes (duas ou mais, conforme faixa escolhida), bem como suas formas de interação e cooperação, de forma a promover a prática da interdisciplinaridade:

As análises envolvendo as áreas de Engenharia Química, Engenharia de Energia e Geografia concorrerão, de forma interdisciplinar, para compreensão da constituição dos sistemas energéticos, do potencial eMergético e das dinâmicas territoriais envolvendo a produção, o consumo, a importação e a exportação de energia/eMergia, em diferentes escalas geográficas (Figura 1). Esse trabalho interdisciplinar concorrerá para um maior aprofundamento das análises realizadas por três áreas do conhecimento distintas, agora integradas a partir de um mesmo objeto de pesquisa científica.

Figura 1 – Perspectivas de abordagem Interdisciplinar da Autonomia Energética pelas Áreas de Engenharia Química, Engenharia de Energia e Geografia



Elaboração: dos autores.

As análises que serão desenvolvidas pelos pesquisadores do projeto, de caráter mais complexo, envolverão temas, dados e variáveis fundamentais para o conhecimento do grau de dependência e da soberania energética do continente, em tempos de desenvolvimento acelerado das sociedades e da economia, por conta da aceleração contemporânea, e da crescente demanda por energia pelas sociedades e governos da região, o que traz implicações para a geopolítica da energia e a independência dos países da América Latina e do Caribe, pela produção energética ser um serviço caro, raro e

altamente dependente de recursos naturais e tecnológicos, organizados a partir de um planejamento bastante complexo.

Por sua vez, no campo do planejamento territorial, serão mais bem conhecidos os usos dos territórios dos países pelos sistemas produtores e consumidores de energia, de diferentes tipos e qualidades (eMergia), podendo haver indicadores de outros usos futuros, apontando para elementos do planejamento territorial na escala nacional, ou em perspectiva, inclusive, internacional, por conta dos sistemas de produção e consumo de energia serem também utilizados, de forma estratégica, para aprofundar processos de cooperação e de integração territorial, desde a escala regional, até a internacional (como o caso de Itaipu, que promove diversas conexões geográficas, políticas, diplomáticas e econômicas entre o Brasil e o Paraguai).

Objetivos

Objetivos gerais:

O projeto visa quantificar, em termos de eMergia, a produção e consumo de diferentes tipos de energia nos países pertencentes aos países da América Latina. Os índices resultantes da aplicação desta metodologia poderão ser mapeados e interpretados sob o ponto de vista do planejamento urbano, regional, metropolitano e nacional.

Objetivos específicos:

1. Realizar atualização do levantamento bibliográfico para maior conhecimento do estado da arte sobre aplicação da Emergia no planejamento territorial;
2. Realizar levantamento na literatura e em diferentes instituições de dados de consumo e produção de energia nos países da América Latina;
3. Elaborar cartografia para a produção e consumo de energia;
4. Calcular uma série temporal dos valores de energia e emergia total, advindos das diferentes fontes de energia para a América Latina e Caribe;
5. Avaliar a distribuição espacial dos índices de desempenho emergético e/ou da própria eMergia;
6. Avaliar as regiões do ponto de vista da emergia dos produtos, identificar distinções e propor políticas de planejamento territorial;
7. Estudar a dinâmica temporal da emergia total produzida, consumida, importada e exportada para a América Latina e Caribe, por país, e também para um determinado estudo de caso.
8. Representar graficamente os fluxos de emergia entre diferentes países da América Latina;
9. Comparar os reais valores em eMergia com fluxos monetários;
10. Mapear os fluxos de Emergia.
11. Identificar elementos da geopolítica energética que trazem implicações à soberania energética para os países da América Latina e do Caribe.

Metodologia

O conceito de eMergia é fundamental para a compreensão da metodologia deste projeto. A seguir será apresentado alguns conceitos do termo eMergia, em que será possível compreendê-lo sob diferentes aspectos.

Energia é a quantidade de energia que foi consumida nas transformações (diretas e indiretas) para produzir um produto ou serviço.

Energia é uma expressão de toda a energia usada no processo de trabalho para gerar um produto ou serviço em unidades de um tipo de energia.

Energia é medida na unidade de eMjoules, que é uma unidade que se refere a energia consumida disponível nas transformações.

A energia contabiliza diferentes formas de energia e recursos (luz do sol, combustíveis fósseis, minerais, etc). Cada forma (de energia) é gerada por processos de transformação na natureza e cada um tem a diferente habilidade de suportar (inserir/absorver) trabalho de sistemas da natureza e humanos. O reconhecimento destas diferentes habilidades é o conceito chave (ODUM, 2000) (BROWN & ULGIATTI, 2004).

Energia também pode ser compreendida como a “memória energética” que foi degradada em um processo de transformação onde energia de uma forma foi transformada em energia de outra forma.

Para a aplicação da metodologia da Contabilidade em eMergia, é usual conhecer o conceito de transformidades, conforme descrito a seguir.

A transformidade (Tr) é um índice emergético que avalia a eficiência do sistema em estudo, pois é resultado da divisão da energia total utilizada pela energia produzida. Transformidade é medida em emjoules solares por joule ($seJ.J^{-1}$) e é utilizada para converter diferentes tipos de energia na mesma unidade de energia. (BROWN & VIVAS, 2007).

Para calcular a energia de diferentes fontes de energia serão utilizadas as transformidades, disponíveis em diferentes trabalhos na literatura (BASTIANONI, 2009), (PEREIRA, 2010) (PENG, T., 2008), bem como de outras fontes bibliográficas a serem encontradas no desenvolvimento do trabalho.

A metodologia de contabilidade em energia pode ser aplicada em todas as escalas, ou seja, pode-se calcular a energia de um alimento (soja, suco de laranja, etc), produtos tecnológicos (computadores, celulares, etc), combustíveis (etanol, gasolina, etc), uma propriedade agrícola ou uma cidade, estado ou país.

A contabilidade em eMergia permite identificar a qualidade, em termos de trabalho feito, para produzir um produto ou serviço, expressa em índices que podem ser utilizados para revelar as desigualdades espaciais em termos das riquezas dos lugares e serem utilizados para o planejamento territorial.

O conceito de eMergia é relativamente novo para a aplicação no planejamento territorial (ASCIONE et al., 2009) (MARIANO et al., 2015). Ele foi criado para permitir o conhecimento do real valor da energia consumida na produção de mercadorias, serviços, processos ou na formação dos elementos da natureza. A definição clássica de emergia é: “Emergia é a energia disponível de um tipo que foi previamente utilizada diretamente e indiretamente para fazer um serviço ou produto”.

Emergia também pode ser compreendida como a “memória energética” que foi degradada em um processo de transformação, no qual energia de uma forma foi transformada em energia de outra forma.

A qualidade de um recurso depende de suas características físico-químicas, que por sua vez são dependentes do trabalho realizado pela natureza para produzi-lo através de seu complexo processo natural. O trabalho adicional fornecido pelas atividades humanas para refinar o recurso bruto, é adicionado a sua qualidade para torná-lo mais adequado ao usuário final. Dessa forma, fica claro que para tornar um recurso valioso, é necessário o trabalho da natureza e do homem (FRANZESE et al., 2009).

Muitas vezes as questões ambientais são tipicamente caracterizadas por tomada de decisão confusas e contraditórias. O sistema de avaliação em Emergia é baseado na ciência e está disponível para representar os valores ambientais e econômicos com uma medida comum. Emergia, escrito com um "m", mede o trabalho da natureza e o dos seres humanos na geração de produtos e serviços. Ao selecionar opções que maximizem a produção e o uso da emergia, políticas e julgamentos podem favorecer as alternativas ambientais que maximizam a riqueza real, toda a economia e o benefício público. - HT Odum, Contabilidade Ambiental, 1996, p.1

Para que uma tomada de decisão para produção de energia, portanto, se faz necessário conhecer a emergia dos diferentes processos e fontes de energia.

Os dados primários de energia foram fornecidos pelo sistema da Organização Latino-Americana de Energia (OLADE), que há décadas vem compilando informações sobre todos os países da América Latina e do Caribe, e sobre todas as fontes de energia produzidas, consumidas, importadas e exportadas.

Com as transformidades de cada fonte de energia, encontradas em diferentes fontes na literatura e apresentada na Tabela 01, será calculada a emergia por país e, finalmente, será realizado o mapeamento de emergia.

Tabela 01: Tabelas de transformidades das fontes primárias e secundárias de energia.

Fontes primárias	Transformidades	Referência
Petróleo	54200	(Bastianoni et al., 2005)
Gas natural	43500	(Bastianoni et al., 2005)
Carvão mineral	67000	(M. T. Brown & Ulgiati, 2004)
Hidroenergía	112000	(Häyhä et al., 2011)
Geotermia	147000	(M. T. Brown & Ulgiati, 2002)
Nuclear	336000	(Häyhä et al., 2011)
Lenha	16100	(M. T. , B. E. Brown, 2001)

Cana de açúcar e derivados	48700	(Pereira & Ortega, 2010)
Outras primarias	103062,5	media simple de las otras fuentes
Fontes secundárias		
Eletricidade	371000	(Caruso et al., 2001) y (M. T. Brown & Ulgiati, 2002)
Gas liquefeito de petróleo	65116,3	(Bastianoni et al., 2005)
Gasolina/alcohol		
Gasolina	65237	(Bastianoni et al., 2005)
Etanol	48700	(Pereira & Ortega, 2010)
Kerosene/jet fuel - Aviation Gasoline	65079,4	(Bastianoni et al., 2005)
Diesel oil	65116,3	(Bastianoni et al., 2005)
Fuel oil	65099	(Bastianoni et al., 2005)
Coque	65230,8	(Bastianoni et al., 2005)
Carvão vegetal	106000	(le Corre, 2016)
Gases	65252,5	(Bastianoni et al., 2005)
Outras secundarias	98183,1	media simple das outras fontes

Um aprofundamento e detalhamento das análises territoriais também será feito pelo estudo dos sistemas técnicos energéticos em alguns dos países da América do Sul, com destaque para formas de produção e particularidades dos diferentes tipos de energia (hidrocarboneto, bioenergia, solar, hidrelétrica, dentre outras) por sistema e por país.

Sistema de Informação Geográfica (SIG) – A cartografia dos dados de energia será feita com o auxílio do programa ArcGIS 10.5, ARCGIS PRO e MAPINFO 16.0 PRO.

Cronograma:

ETAPAS	Semestres			
	1	2	3	4
<ul style="list-style-type: none"> Realizar atualização do levantamento bibliográfico para maior conhecimento do estado da arte sobre aplicação da Emergia no planejamento territorial; Realizar levantamento na literatura e em diferentes instituições de dados de consumo e produção de energia nos países da América Latina; 	x			
<ul style="list-style-type: none"> Elaborar cartografia para a produção e consumo de energia; Calcular uma série temporal dos valores de energia total advindos das diferentes fontes de energia, para a América Latina e Caribe; Avaliar a distribuição espacial dos índices de desempenho energético e/ou da própria eMergia; 	x	x	x	
<ul style="list-style-type: none"> Avaliar as regiões do ponto de vista da energia dos produtos, identificar distinções e propor políticas de planejamento territorial; Estudar a dinâmica temporal da energia total produzida, consumida, importada e exportada para a América Latina e Caribe, por país, e também para um determinado estudo de caso. 		x	x	
<ul style="list-style-type: none"> Representar graficamente os fluxos de energia entre diferentes países da América Latina; Comparar os reais valores em eMergia com fluxos monetários; Mapear os fluxos de Emergia. 		x	x	
<ul style="list-style-type: none"> Identificar elementos da geopolítica energética que trazem implicações à soberania energética para os países da América Latina e do Caribe. 			x	x
<ul style="list-style-type: none"> Produção de artigo científico e submissão para revistas especializadas 		x	x	x
<ul style="list-style-type: none"> Apresentação dos resultados em evento(s) acadêmico(s)/científico(s) 		x		x

Resultados esperados

Com as análises dos resultados das três diferentes áreas de conhecimento será possível calcular os valores energia total interpretar para uma série temporal, interpretar sobre como é a contribuição das diferentes fontes de eMergia para a qualidade total produzida, bem como conhecer as desigualdades espaciais das variáveis relacionadas às diferentes fontes de energia, interpretar sobre as origens dessas desigualdades e particularidades de cada país, sobre o grau de eficiência e independência dos sistemas produtivos energéticos nacionais, bem como realizar as interpretações acerca da qualidade dos saldos energéticos por país em termos de energia. Além do avanço sobre aspectos da produção (real ou potencial), essa análise possibilitará avançar na interpretação do grau de subordinação e/ou independência energética, e do comprometimento de sua soberania territorial por conta dessas relações que se dão no campo da diplomacia e da política internacionais.

Referências

- ABEL, T. 2004. Systems diagrams for visualizing macroeconomics. *Ecological Modelling*. 178:189-194.
- AGOSTINHO, F., L.A. AMBRÓSIO, E. ORTEGA. 2010. Assessment of a large watershed in Brazil using Emergy Evaluation and Geographical Information System. *Ecological Modelling*, Volume 221, Issue 8, 24 April 2010, Pages 1209-1220.
- ALTHUSSER, L. (1970). *Aparelhos Ideológicos do Estado*. São Paulo: Editorial Presença, Martins Fontes.
- BAUDRILLARD, J. (1969). *El Sistema de los Objetos*. México: Siglo XXI.
- ARMSTRONG, N.E. 2004. The beginnings of Ecological Engineering. *Ecological Modelling* 178: 129-131.
- ASCIONE, M., L. CAMPANELLA, F. CHERUBINI AND S. ULGIATI. 2009. Environmental driving forces of urban growth and development: An emergy-based assessment of the city of Rome, Italy. *Landscape and Urban Planning* 93: 238-249.
- BASTIANONI, S. et al. The solar transformity of oil and petroleum natural gas. *Ecological Modelling*, v. 186, n. 2, p. 212–220, 15 ago. 2005.
- BROWN, M. T. , B. E. *Handbook of Emergy Evaluation. A Compendium of Data for Emergy Computation: Folio #3 – Emergy of Ecosystems*. Brown and Bardi, 2001: [s.n.].
- BROWN, M. T.; ULGIATI, S. Emergy evaluations and environmental loading of electricity production systems. *Journal of Cleaner Production*. [s.l: s.n.]. Disponível em: <www.cleanerproduction.net>.
- BROWN, M. T.; ULGIATI, S. Energy quality, energy, and transformity: H.T. Odum's contributions to quantifying and understanding systems. *Ecological Modelling*, v. 178, n. 1–2, p. 201–213, 15 out. 2004a.

BROWN, M. T.; ULGIATI, S. Energy quality, emergy, and transformity: H.T. Odum's contributions to quantifying and understanding systems. *Ecological Modelling*, v. 178, n. 1–2, p. 201–213, 15 out. 2004b.

CARDONA-ALMEIDA, C.; OBREGÓN, N.; CANALES, F. A. An integrative dynamic model of Colombian population distribution, based on the maximum entropy principle and matter, energy, and information flow. *Entropy*, v. 21, n. 12, 1 dez. 2019.

CARUSO, C. et al. Emergy Based Analysis of Italian Electricity Production System. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry* 2001 66:1, v. 66, n. 1, p. 265–272, 2001.

CAVALETT, O. ORTEGA, E. Using the values of internal emergy flows for emergy accounting in agricultural complex systems. *Emergy Conference Proceedings*. 2006.

CHANG, L. F.; HUANG, S. L. Assessing urban flooding vulnerability with an emergy approach. *Landscape and Urban Planning*, v. 143, p. 11–24, 1 nov. 2015.

DANG, X. et al. An ecological footprint and emergy based assessment of an ecological restoration program in the Loess Hilly Region of China. *Ecological Engineering*, v. 61, p. 258–267, dez. 2013.

FRANZESE P.P., RUSSO G.F., ULGIATI S. (2008) Geographical Information System (GIS) and Emergy Synthesis Evaluation of Urban waste Management. In: BARBIR F., ULGIATI S. (eds). *Sustainable Energy Production and Consumption*. pp 339-352. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-8494-2_23>. Acesso em: 18 ago. 2019.

FRANZESE, P.P. ET AL. Sustainable biomass production: a comparison between gross energy requirement and emergy synthesis methods. *Ecological Indicators*, Germany, v.9, n.5, p.959-970, 2009. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X0800160X>>. Acesso em: 18 ago. 2019.

GOLDEMBERG, JOSÉ. Energia e Desenvolvimento. *Estudos Avançados*. vol.12 no.33 São Paulo. 1998. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40141998000200002. Acesso em: 10 set. 2019.

HÄYHÄ, T.; FRANZESE, P. P.; ULGIATI, S. Economic and environmental performance of electricity production in Finland: A multicriteria assessment framework. *Ecological Modelling*, v. 223, n. 1, p. 81–90, 24 dez. 2011.

KAHIL, S. P. Usos do território: uma questão política. *Estudos Geográficos*, Rio Claro, 10(2): 26-36, jul./dez. 2012 (ISSN 1678—698X). Disponível em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo>

LE CORRE, O. *Emergy and Converting Renewable Energy*. Em: *Emergy*. [s.l.] Elsevier, 2016. p. 37–78.

MARIANO, M. V., ALMEIDA, C. M., BONILLA, S. H., AGOSTINHO, F., GIANNETTI, B. F., . *Gestão da Produção*, São Carlos, v. 22, n. 2, p. 443-458, 2015.

ODUM, H.T. *Environmental accounting, emergy and decision making*. New York: J. Wiley, 1996. 370 p.

ODUM, H.T. *Environment, Power and Society*. John Wiley, NY. 336 pp. 1971.

ODUM, H.T. Emergy Accounting. Environmental Engineering Sciences. University of Florida, Gainesville, Florida, USA. April 2000.

ODUM, H.T. Environment, Power and Society for the Twenty-First Century. The Hierarchy of Emergy. Columbia University Press, 2007

ODUM, H.T., ODUM, E.C., . A Prosperous Way Down: Principles and Policies. University Press of Colorado. 2001

PEET, R. (2012). Desigualdad y pobreza. una teoria geográfico-marxista. Barcelona: Icária.

PENG, T.; LU, H.; F. Should a small combined heat and power plant (CHP) open to its regional power and heat networks? Integrated economic, energy, and emergy evaluation of optimization plans for Jiufa CHP. Energy. 437-445. 33. 2008.

PEREIRA, C. L. F.; ORTEGA, E. Sustainability assessment of large-scale ethanol production from sugarcane. Journal of Cleaner Production, v. 18, n. 1, p. 77–82, jan. 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652609002753>. Acesso em: 18 ago. 2019.

SANTOS, M. (2017). Sociedade e espaço: a formação social como teoria e como método. Boletim Paulista De Geografia, (54), 81_100. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/index.php/boletim-paulista/article/view/1092>

SANTOS, M. (2017a). Para que a geografia mude sem ficar a mesma coisa. Boletim Paulista De Geografia, (59), 5–22. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/index.php/boletim-paulista/article/view/1027>

SANTOS, M. (2017b). Materiais para o estudo da urbanização brasileira no período técnico científico. Boletim Paulista De Geografia, (67), 5–16. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/index.php/boletim-paulista/article/view/942>

SANTOS, M. (2002). A natureza do Espaço. Técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: EDUSP.