

MUITO ALÉM DO QUE O DINHEIRO PODE COMPRAR, DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL SOB A PERSPECTIVA DA SÍNTESE EM EMERGIA

ANGIE TATIANA RAMOS PERDOMO¹; GABRIELITO MENEZES² MARIO DUARTE CANEVER³

¹ Universidade Federal de Pelotas – angie.tatiana@ufpel.edu.br

² Universidade Federal de Pelotas – gabarielitorm@gmail.com

³ Universidade Federal de Pelotas – caneverm@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, as abordagens relacionadas ao desenvolvimento sustentável, bem-estar social e agroecologia vêm ganhando crescente relevância em escala global. Um dos maiores desafios enfrentados pela humanidade é o crescimento acelerado da população e o manejo adequado dos recursos naturais, visando à promoção do bem-estar social. Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) evidenciam que o desenvolvimento ultrapassa o mero crescimento econômico, destacando que o grande desafio desta geração é promover o progresso enquanto se mitigam os impactos ambientais, que, se não controlados, tornar-se-ão insustentáveis a longo prazo.

Essas preocupações não são novas. No Relatório de Brundtland, conhecido no Brasil como "Nosso Futuro Comum" (1987), o desenvolvimento sustentável foi definido como "aquele capaz de garantir as necessidades das gerações futuras". Esse conceito propõe uma visão holística, interligando diferentes níveis de sistemas sociais e naturais, buscando assegurar a continuidade da vida na Terra, tal como a conhecemos, ao mesmo tempo em que promove a melhoria dos sistemas existentes.

De acordo com ASSAD (2022), a sustentabilidade foi amplamente debatida durante a Cúpula da Terra, realizada no Rio de Janeiro em 1992, sendo aclamada como um conceito fundamental para a formulação de metas e políticas futuras das nações. Nesse contexto, diversos acadêmicos desenvolveram modelos e indicadores para avaliar o desenvolvimento sustentável. Entre eles, destacam-se a Pegada Ecológica e a Contabilidade Ambiental (WACKERNAGEL; GALLI, 2007), o Índice de Sustentabilidade Ambiental (Esty et al., 2005), a Avaliação do Ciclo de Vida (PIERAGOSTINI et al., 2012) e a Contabilidade Ambiental em emergia (ULGIATI; BROWN, 1998). Esta última é considerada uma metodologia adequada para avaliar tanto os recursos naturais quanto os elementos socioeconômicos, oferecendo, assim, uma abordagem holística que não apenas visa o desenvolvimento econômico dos sistemas, mas também analisa a verdadeira riqueza destes. Segundo ODUM (2012), verdadeira riqueza pode ser compreendida como:

Riqueza verdadeira é constituída pelas coisas necessárias para a vida; como a comida, a água, a moradia, a roupa, os bens e serviços fornecidos pelas florestas, a pesca, a terra, os combustíveis, os minerais, as construções, as obras de infraestrutura, a arte, a música e a informação de boa qualidade. O dinheiro em si não é riqueza. É apenas um meio físico que facilita as trocas entre pessoas que compram a riqueza verdadeira HOWARD T. ODUM, (2012 p.135).

Dessa forma, a teoria da síntese em emergia se apresenta como uma ferramenta capaz de visibilizar as necessidades humanas e os impactos dessas necessidades nos ecossistemas, expressando a interface socioeconômica e

ambiental em uma única unidade de medida. O presente estudo tem como objetivo apresentar, por meio de uma revisão bibliográfica, a incorporação da síntese em energia como uma ferramenta útil para avaliar a verdadeira riqueza dos países e promover o desenvolvimento sustentável.

2. METODOLOGIA

A metodologia deste estudo baseou-se em uma pesquisa bibliográfica realizada nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science* (WoS). A pesquisa utilizou a seguinte combinação de termos "energy" e "development", aplicados no título, resumo e nas palavras-chave dos artigos, adicionalmente foi aplicado o filtro *limit-to* (*exactkeyword*) nas palavras chaves "sustainable development", "energy analysis" e "energy". Obtendo assim a combinação: TITLE-ABS-KEY (energy AND development) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD,"sustainable Development") OR LIMIT-TO(EXACTKEYWORD), "energy Analysis) OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD, "energy"). A janela temporal para a pesquisa na base de dados Scopus abrangeu o período de 1991 até o presente, enquanto, na *Web of Science*, o recorte temporal foi de 1995 até o presente. O idioma selecionado para a busca foi o inglês, considerando sua predominância nas publicações relacionadas ao tema em estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a pesquisa bibliográfica realizada, a teoria da síntese em energia apresentou um crescimento contínuo, com um aumento significativo na literatura publicada a partir de 2003, ano em que foram registrados 12 artigos. Esse crescimento se intensificou até 2019, alcançando 103 obras. No entanto, observou-se uma redução nos anos de 2022 e 2024, com 78 e 50 artigos publicados, respectivamente, na base de dados Scopus.

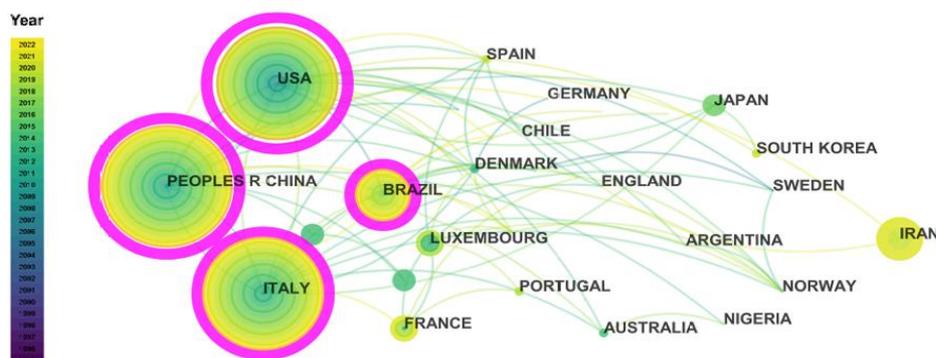
Além disso, a pesquisa revelou que os países com maior proporção de publicações, de acordo com a base de dados da WoS, foram China, Estados Unidos, Itália e Brasil (Figura 1). A utilização e a incorporação da síntese em energia em projetos de pesquisa visam proporcionar uma perspectiva holística e multidisciplinar sobre os sistemas humano-econômicos (Figura 2).

Figura 1 A rede de cooperação de publicação entre países/territórios durante 1995-2022.

Fonte: ZHANG *et al.*, (2024)

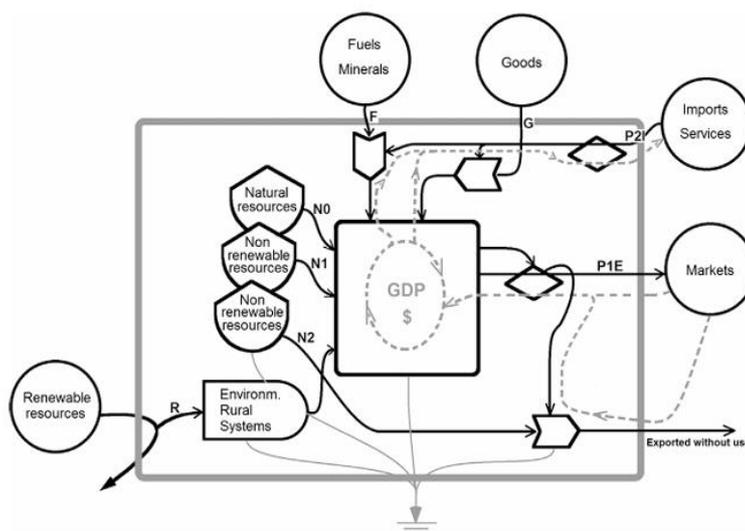
C. Zhang *et al.*

Renewable and Sustainable Energy Reviews 192 (2024) 114201



A teoria da síntese em energia, como indicador para a avaliação do desenvolvimento sustentável, pode não apenas fornecer dados quantitativos, mas também oferecer uma base teórica para a análise do bem-estar social e da riqueza dos países, fundamentada em seus recursos naturais.

figura 2. Resumo da base de recursos nacionais para o Brasil.
Fonte: GIANNETTI et al., (2013)



Gera-se como hipótese deste trabalho que países com maior riqueza natural teriam maior capacidade de promover qualidade de vida, independência e estabilidade. Esses fatores, por sua vez, proporcionaram uma maior resiliência frente a flutuações econômicas e políticas externas. No entanto, essa riqueza natural muitas vezes não se reflete no cotidiano da sociedade, devido à ausência de políticas públicas e a má gestão dos recursos. Como consequência, países com verdadeira riqueza acabam, sendo reduzidos principalmente a meros exportadores de produtos primários. No que concerne a relação da síntese de energia e a avaliação das potencialidades dos países e regiões, diversas pesquisas já foram publicadas abordando a aplicação desta ferramenta na avaliação da riqueza (ORTEGA et al., 2017; LIU et al., 2018;). O Banco de Dados Nacional de Contabilidade Ambiental (SWEENEY et al., 2006), que compila a contabilidade emergética para 134 países, está disponível na plataforma *National Environmental Accounting Database V2.0* (emergy-nead.com). Esse banco de dados fornece um marco comparativo da verdadeira riqueza dos países, considerando não apenas o aspecto econômico, mas também os três pilares fundamentais do desenvolvimento: economia, meio ambiente e sociedade.

4. CONCLUSÕES

A integração do conceito de verdadeira riqueza, por meio da análise da Síntese em Energia, proporciona uma visão integral e humanista sobre o desenvolvimento. Em um contexto global cada vez mais consciente, nossa geração começa a compreender o verdadeiro valor da vida, a natureza, a arte, a segurança alimentar e do bem-estar social. Ao quantificar esses elementos em uma única unidade de medida, a energia permite não apenas uma compreensão mais ampla da sustentabilidade, mas também torna possível promover mudanças significativas,

não só na forma como utilizamos os recursos naturais, mas também na formulação de políticas públicas voltadas para um desenvolvimento verdadeiramente sustentável.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

UN.SECRETARY-GENERAL, WORLD COMMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT. **Report of the World Commission on Environment and Development: note/by the Secretary-General**. United Nations digital library, New York, 4 Aug, 1987. Acesso em 8 set. 2024 online. Disponível em: Report of the World Commission on Environment and Development : (un.org)

ASSAD, E.D. MARTINS, S.C. Mudança do Clima no Brasil. In: COLLICCHIO, E. ROCHA, H. R. **Agricultura e mudanças do clima no Estado do Tocantins: vulnerabilidades, projeções e desenvolvimento**. Palmas, TO: Editora Universitária - EdUFT, 2022, cap. 3, p. 69-92

ESTY, Daniel C. et al. Environmental sustainability index: Benchmarking national environmental stewardship. **New Haven: Yale Center for Environmental Law & Policy**, v. 47, n. 2, p. 60-76, 2005.

SWEENEY, S., M.J. COHEN, D.M. KING and BROWN M.T. . 2007. Creation of a Global Emergy Database for Standardized National Emergy Synthesis. In (ed. M.T. Brown), **Proceedings of the 4th Biennial Emergy Research Conference. Center for Environmental Policy**, Gainesville, FL.

GIANNETTI, B. F. et al. Emergy diagnosis and reflections towards Brazilian sustainable development. **Energy Policy Brazil**, v. 63, p. 1002–1012, 2013.

ODUM, T. H. ODUM. E. C. **O declínio próspero: princípios e políticas. Tradução de Enrique Ortega**. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2012.

LIU, Z. et al. Co-benefits accounting for the implementation of eco-industrial development strategies in the scale of industrial park based on emergy analysis. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 81, p. 1522–1529, 2018.

PIERAGOSTINI, C.; MUSSATI, M. C.; AGUIRRE, P. On process optimization considering LCA methodology. **Journal of Environmental Management**, Argentina, v. 96, n. 1, p. 43–54, 2012.

ORTEGA, R. T. et al. Does intensification result in higher efficiency and sustainability? An emergy analysis of Mediterranean sheep-crop farming systems. **Journal of Cleaner Production**, Spain, v. 144, p. 171–179, 2017.

ULGIATI, S.; BROWN, M. T. Monitoring patterns of sustainability in natural and man-made ecosystems. **Ecological Modelling**, v. 108, n. 1–3, p. 23–36, 1998.

WACKERNAGEL, M.; GALLI, A. An overview on ecological footprint and sustainable development: a chat with Mathis Wackernagel. **International Journal of Ecodynamics**, v. 2, n. 1, p. 1–9, 2007.

ZHANG, C. et al. Emergy-based evaluation of ecosystem services: Progress and perspectives. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 192, p. 114201, 2024.