

Eixo Temático ET-04-010 - Energia

EXERGIA E MEIO AMBIENTE

Ana Alice Quintans de Araujo¹, Ruth Silveira do Nascimento², Rui de Oliveira²

¹Engenheira Civil, Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental - UEPB.

²Prof. Dr. do Departamento de Engenharia Ambiental - UEPB.

RESUMO

Na atualidade, a mudança ambiental mostra-se generalizada, onde a atuação de novos atores que expressam condutas ecológicas distintas quanto às variáveis demográficas, comportamentais e econômicas estão transformando as decisões ambientais. Zelar pela sustentabilidade é a única forma de garantir a disponibilidade de recursos necessários ao desenvolvimento humano da geração atual sem ameaçar as gerações futuras. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é apresentar uma revisão de literatura sobre a ligação existente entre a termodinâmica e os impactos ambientais, de forma mais específica acerca da propriedade termodinâmica exergia. A coleta das referências foi realizada nos meses de abril e outubro de 2019, posteriormente os documentos foram analisados e os que atenderam ao objetivo estudado foram utilizados. É possível contribuir com a redução do impacto ambiental ao realizar estudos sobre energia e meio ambiente, pois, através deles são disseminadas e desenvolvidas tecnologias que minimizam as perdas de energia. Já as atividades de exergia levam à uma maior eficiência, que muitas vezes contribuem de forma significativa para alcançar a segurança energética de uma maneira ambientalmente aceitável através da redução das emissões poderiam vir a ocorrer, como também reduzir o requisito de novas instalações para a produção, o transporte, a transformação e a distribuição das várias formas de energia, haja vista que essas instalações adicionais trazem alguns impactos ambientais.

Palavras-chave: Exergia; Meio Ambiente; Eficiência energética; Termodinâmica e meio ambiente; Resíduos exergéticos.

INTRODUÇÃO

Na atualidade, a mudança ambiental mostra-se generalizada, onde a atuação de novos atores que expressam condutas ecológicas distintas quanto às variáveis demográficas, comportamentais e econômicas estão transformando as decisões ambientais. Tais decisões, como forma de intervenções, provocam uma modificação no sistema ambiental, devido à interconexão existente dos elementos naturais, sociais e econômicos (GONÇALVES; GONÇALVES, 2018).

Zelar pela sustentabilidade é a única forma de garantir a disponibilidade de recursos necessários ao desenvolvimento humano da geração atual sem ameaçar as gerações futuras (COMMISSION, 1987), bem como diminuir impactos ambientais, estender a continuidade dos negócios e a viabilidade das economias, além de cumprir normas regulamentares (CUI et al., 2003; KUEHR et al., 2003; IAER, 2006).

A crescente demanda por fontes de energia, o aumento da emissão de gases do efeito estufa na atmosfera e o rápido esgotamento das fontes não renováveis têm estimulado o processamento de recursos renováveis. No entanto, a maioria das tecnologias propostas esbarra em dificuldades técnicas ou econômicas. Neste cenário, a análise exérgica, a qual provém da combinação da Primeira e da Segunda Leis da termodinâmica, merece destaque e fornece uma medida mais aproximada de como o desempenho real se compara ao ideal e identifica, mais claramente a análise de energia, as causas e localização das perdas termodinâmicas

(irreversibilidades) e o impacto do ambiente construído no ambiente natural (SILVA et al., 2018).

OBJETIVO

Apresentar uma revisão de literatura sobre a ligação existente entre a termodinâmica e os impactos ambientais, de forma mais específica acerca da exergia e explorar sua relação com o meio ambiente.

METODOLOGIA

Classifica-se como exploração para a busca de publicações direcionadas a área científica e acadêmica, com fontes nos seguintes bancos de dados: Web of Science, Scopus e na biblioteca eletrônica Scientific Electronic Library Online (SciELO). As palavras chaves utilizadas para esta busca, foram: “Exergia”, “Meio Ambiente”, “Eficiência energética”, “Termodinâmica e meio ambiente”, “Problemas Ambientais” e “Resíduos exergéticos”. A coleta das referências foi realizada nos meses de abril e outubro de 2019. A posteriori, os documentos foram analisados e os que atenderam ao objetivo estudado foram utilizados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Problemas ambientais globais

A conscientização sobre os problemas ambientais, a exemplo da chuva ácida, depleção de ozônio e mudanças climáticas globais, tem evoluído ultimamente com foco nas fontes pontuais de poluição, mas com efeitos distribuídos ao longo da escala de atuação.

Cada vez mais os perigos ambientais aumentam através de poluentes mais perigosos e com mais risco de degradação dos ecossistemas que interferem da escala local até a global. Desta maneira, tem se popularizado a conscientização de que todos devem agir em suas localidades para que os problemas regionais sejam minimizados e, conseqüentemente, os globais sejam solucionados.

Na década de 1970, segundo Mazarji et al. (2014), a maioria das análises ambientais e instrumentos legais de controle se concentraram em poluentes convencionais. Entretanto, atualmente a preocupação foi estendida ao controle de poluentes atmosféricos perigosos (substâncias químicas tóxicas) e poluentes globalmente significativos como CO₂. Um aspecto importante do impacto ambiental é que o homem cada vez mais depende dos combustíveis fósseis fato que contribui para o aumento significativo da poluição e conseqüentemente uma redução na diversidade ecológica do planeta.

Termodinâmica e Meio Ambiente

A transferência de calor de dispositivos industriais para o meio ambiente é de grande preocupação, pois a gestão irresponsável da energia residual pode aumentar significativamente a temperatura de porções do meio ambiente, resultando em uma poluição térmica. Se esta não for cuidadosamente controlada pode prejudicar seriamente a vida marinha em lagos e rios. Mas se feito um gerenciamento cuidadoso a energia pode ser usada para melhorar significativamente a qualidade da vida marinha (MAZARJI et al., 2014).

Pode-se afirmar, ainda segundo os autores, que em cada forma de transferência de energia, uma certa quantidade é transformada de uma forma útil para uma menos útil, o que significa que cada forma de energia tem um nível de qualidade diferente (isto é, energia de alta qualidade de uma forma altamente útil e energia de baixa qualidade de uma forma relativamente inútil). Em conjunto com isso, pode-se dizer que não há necessidade de utilizar energia de alta qualidade para propósitos simples, corroborando com a segunda lei da termodinâmica da seguinte maneira; em todos os processos que convertem energia em trabalho útil, alguma

energia é convertida de uma forma de maior qualidade para uma menor qualidade, e, sempre que a energia é usada, parte dela é perdida (o resto está disponível, em outras palavras, exergia).

Exergia e Meio Ambiente

É possível contribuir com a redução do impacto ambiental ao realizar estudos sobre energia e meio ambiente, pois, através deles são disseminadas e desenvolvidas tecnologias que minimizam as perdas de energia. Já as atividades de exergia levam à uma maior eficiência, que muitas vezes contribuem de forma significativa para alcançar a segurança energética de uma maneira ambientalmente aceitável através da redução das emissões poderiam vir a ocorrer, como também reduzir o pré-requisito de novas instalações para a produção, o transporte, a transformação e a distribuição das várias formas de energia, haja vista que essas instalações adicionais trazem alguns impactos ambientais.

Na definição do Ministério do Meio Ambiente (2016) brasileiro, os instrumentos de avaliação ambiental são:

- Avaliação Ambiental Estratégica (AAE);
- Avaliação de Impacto Ambiental (AIA);
- Abordagens do componente social na avaliação ambiental;
- Desenvolvimento de propostas de trabalho;
- Desenvolvimento de análise de proposta de novas regulamentações.

Nas descrições de MMA (2016), a interação destes instrumentos busca a proposição de metodologias e diretrizes para a avaliação ambiental estratégica, a realização de trabalhos técnicos e de articulação setorial para o aprimoramento dos procedimentos para o licenciamento ambiental federal e a regularização ambiental de portos, rodovias, dentre outros. E por fim, uma satisfatória articulação do envolvimento de órgãos do licenciamento ambiental.

Exergia é definida como a quantidade máxima de trabalho que pode ser produzida por uma corrente de matéria, calor ou trabalho, quando se trata de equilíbrio com um ambiente de referência. É uma medida do potencial de um fluxo para causar mudanças, como consequência de não ser completamente estável em relação ao ambiente de referência. A Exergia não está sujeita a uma lei de conservação; em vez disso, a exergia é consumida ou destruída, devido a irreversibilidades em qualquer processo (ROSEN; DINCER, 1997). Conforme, Cornelissen (1997), a energia nunca pode ser perdida, como afirmado na primeira lei da termodinâmica, entretanto a exergia pode ser perdida e essa perda, chamada irreversibilidade, criada durante o uso de não renováveis, deve ser minimizada para obter desenvolvimento sustentável.

Degradação de recursos

A degradação dos recursos encontrados na natureza é uma forma de danos ambientais. Kestin (1980) define um recurso como um material, encontrado na natureza ou criado artificialmente, o que está em um estado de desequilíbrio com o meio ambiente. Os recursos têm exergia como consequência desse desequilíbrio. Para alguns, é sua composição que é avaliada. Existem muitos processos para aumentar o valor de tais recursos, purificando-os. Para outros recursos, é normalmente a sua reatividade que é valorizada (ou seja, seu potencial para causar mudanças ou "conduzir" uma tarefa ou processo). Ao preservar a exergia através de uma maior eficiência (ou seja, usando tão pouca exergia quanto necessário para um processo), o dano ambiental é reduzido. O aumento da eficiência também tem o efeito de reduzir as emissões de exergia, que, como discutido na próxima seção, também desempenham um papel em danos ambientais.

Exergia como caráter interdisciplinar

Consoante Dincer (1998), uma das definições de desenvolvimento sustentável é: desenvolvimento que atenda às necessidades do presente, sem comprometer a capacidade das

gerações futuras de atender às suas próprias necessidades. Muitos fatores contribuem para a consecução sustentável desenvolvimento, um dos mais importantes é o requisito de um fornecimento de recursos energéticos totalmente sustentáveis. A este respeito, o aumento da eficiência também é importante, pois o aumento da eficiência energética leva às perdas de energia reduzidas. A maioria das melhorias de eficiência produz benefícios ambientais diretos de duas maneiras; primeiro, os requisitos de entrada de energia operacional são reduzidos por unidade de saída e os poluentes gerados são reduzidos de forma correspondente, e, em segundo lugar, a consideração de que todo o ciclo de vida dos recursos e tecnologias energéticos sugere que uma eficiência melhorada reduz o impacto ambiental durante a maioria das etapas do ciclo de vida. Por conseguinte, é importante mencionar que a exergia tem um caráter interdisciplinar com ambiente energético e desenvolvimento sustentável e que o impacto da utilização de recursos energéticos no meio ambiente é melhor abordado considerando a exergia.

CONCLUSÃO

Foram identificadas duas principais conexões entre exergia e impactos ambientais: degradação de recursos e emissões de exergia. Pode-se concluir que a utilidade potencial da análise exergetica no tratamento e resolução de problemas ambientais é importante, pois através desta análise podemos entender fisicamente os acontecimentos e conseqüentemente poderemos projetar soluções mais eficientes para resolver nossos problemas e também com maior economia, visto que o método de tentativa e erro será posto de lado com o conhecimento técnico dos problemas.

Portanto, é possível atingir um ambiente menos caótico, com menor entropia, aumentar a exergia através da purificação dos recursos e, conseqüentemente diminuir a degradação do meio ambiente através da simulação sistemas com alta eficiência.

REFERÊNCIAS

- COMMISSION, B. **Our common future**: Report of the World Commission on Environment and Development. 1987.
- CORNELISSEN, R. L.; HIRS, G. G. The value of the exergetic life cycle assessment besides the LCA. **Energy Conversion and Management**, v. 43, n. 9, p. 1417-1424, 2002.
- CUI, J.; FORSSBERG, E. Mechanical recycling of waste electric and electronic equipment: a review. **Journal of hazardous materials**, v. 99, n. 3, p. 243-263, 2003.
- DINCER, I.; ROSEN, M. A. The intimate connection between exergy and the environment. In: BEJAN, A.; MAMUT, E. (Eds.), **Proc. NATO-Advanced Study Institute on Thermodynamics and the Optimization of Complex Energy Systems**, Neptun, Romania, p.145-154, 1998.
- GONÇALVES, D. D. S. L.; GONÇALVES, T. E. Mecanismos de gestão ambiental: da avaliação à valoração ambiental. **Revista Geo UERJ**, n. 32, p. e29592, 2018.
- IAER. IAER Electronics Recycling Industry Report. International Association of Electronics Recyclers (IAER). IGNATENKO, O.; VAN SCHAIK, A.; REUTER, M. A. Exergy as a tool for evaluation of the resource efficiency of recycling systems. **Minerals Engineering**, v. 20, n. 9, p. 862-874, 2006.
- KESTIN, J. Availability: The concept and associated terminology. **Journal of Energy Research**, v. 5, p. 679-692, 1980.
- KUEHR, R.; WILLIAMS, E. Computers and the Environment: Understanding and Managing their Impacts. **Understanding and Managing Their Impacts**. 2003.

MAZARJI, M., MOKHTARI, H., MOSTAFAVI, M., ERSHADI, L. Case Study: Exergy and Energy Analysis of Hot Water Loop and Branch Network Using Two CHP. **International Journal of engineering sciences & research technology**, vol. 3, n. 5, 2014.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 02 out. 2019.

ROSEN, M. A.; DINCER, I. On exergy and environmental impact. **International Journal of Energy Research**, v. 21, n. 7, p. 643-654, 1997.

SILVA, S. R.; NIQUINI, G. R.; TURETTA, L. F.; COSTA, A. O. S. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 5, p. 1263-1279, 2018.