



## **A ENGENHARIA AMBIENTAL E SUAS TECNOLOGIAS NO BOJO DO CAPITALISMO**

**Evandro Bandão Barbosa<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Doutor em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia; economista e administrador. Professor de Ensino Superior no Centro Universitário Luterano de Manaus. E-mail: educacaosustentavel@gmail.com.br.

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Evandro Bandão Barbosa (2018): "A engenharia ambiental e suas tecnologias no bojo do capitalismo.", Revista OÍDLES, n. 24 (junio 2018).

En línea: <http://www.eumed.net/rev/oidles/24/engenharia-ambiental.html>

### **Resumo**

A pesquisa bibliográfica "A Engenharia Ambiental e suas tecnologias no bojo do capitalismo", sob o foco de paradigma e razão para agir na busca de desenvolver a cultura da racionalidade ambiental, tem o objetivo de explorar a dicotomia tecnologia e ambiental como temática que necessita de mais pesquisas para ser aprendida, praticada e fomentada. A pesquisa é relevante porque investiga as diferentes denominações do que têm sido publicados como formas de lidar com o meio ambiente racionalmente, para suscitar interesses em aprofundar estudos e pesquisas sobre tecnologias para o meio ambiente, em um sistema social e econômico alimentado pela busca do lucro, incentivador do consumo e, principalmente, defensor da visão de que os custos dos danos ambientais são considerados externalidades nos processos produtivos. As discussões apresentadas neste texto são os resultados de revisão bibliográfica de temas integrantes da complexidade ambiental do século XXI, como sustentabilidade, desenvolvimento sustentável, economia e meio ambiente, sociedade sustentável e economia ambiental, e como a Engenharia Ambiental e suas tecnologias quebram paradigmas para agirem em prol da criação de cultura ambiental no bojo do capitalismo.

Palavras-chave: Racionalidade Ambiental. Sustentabilidade. Economia Ecológica.

Área Temática: Engenharia Ambiental.

### **La Ingeniería Ambiental y sus tecnologías en el seno del capitalismo**

#### **Resumen**

La investigación bibliográfica "La Ingeniería Ambiental y sus tecnologías en el seno del capitalismo, bajo el foco de paradigma y razón para actuar en la búsqueda de desarrollar la cultura de la racionalidad ambiental, tiene el objetivo de explorar la dicotomía tecnológica y ambiental como temática que necesita más las investigaciones para ser aprendidas, practicadas y fomentadas. La investigación es relevante porque investiga las diferentes denominaciones de lo que han sido publicados como formas de lidiar con el medio ambiente racionalmente, para suscitar intereses en profundizar estudios e investigaciones sobre tecnologías para el medio ambiente, en un sistema social y económico alimentado por la búsqueda del lucro, incentivador del consumo y, principalmente, defensor de la visión de que los costos de los daños ambientales son considerados externalidades en los procesos productivos. Las discusiones presentadas en este texto son los resultados de revisión bibliográfica de temas integrantes de la complejidad ambiental del siglo XXI, como sustentabilidad, desarrollo sostenible, economía y medio ambiente, sociedad sostenible y

economía ambiental, y cómo la ingeniería ambiental y sus tecnologías rompen paradigmas para actuar en favor de la creación de cultura ambiental en el seno del capitalismo.

**Palabras clave:** Racionalidad Ambiental. Sostenibilidad. Economía Ecológica.

**Área Temática:** Ingeniería Ambiental.

## **Environmental Engineering and its technologies in the bosom of capitalism**

### **Abstract**

The bibliographic research "The Environmental Engineering and its technologies in the capitalist sphere", under the focus of paradigm and reason to act in the search to develop the culture of environmental rationality, has the objective of exploring the technology and environmental dichotomy as the theme that needs more research to be learned, practiced and fostered. The research is relevant because it investigates the different denominations of what have been published as ways to deal with the environment rationally, to stimulate interests in deepening studies and research on technologies for the environment, in a social and economic system fueled by the pursuit of profit, which encourages consumption and, above all, supports the view that environmental damage costs are considered externalities in production processes. The discussions presented in this text are the results of a bibliographical review of themes that are part of the environmental complexity of the 21st century, such as sustainability, sustainable development, economy and environment, sustainable society and environmental economics, and how Environmental Engineering and its technologies break paradigms to act in favor of the creation of environmental culture in the bosom of capitalism.

**Keywords:** Environmental Rationality. Sustainability. Ecological Economics.

**Subject Area:** Environmental Engineering

### **1 Introdução**

O objetivo deste artigo é explorar a dicotomia tecnologia e ambiental como temática que necessita de mais pesquisas para ser aprendida e utilizada pela Engenharia Ambiental. O paradigma que ampara a denominação tecnologias ambientais é a utilização de metodologias, softwares, equipamentos ou mesmo diferentes formas de reduzir a degradação ambiental decorrente das atividades humanas. Porém, é passível de questionamento a visão da junção de tecnologia e ambiente de modo harmônico e, a partir daí terem resolvidos os problemas causados ao ambiente até agora no sistema capitalista voltado para o aumento constante do consumo, independentemente das consequências causadas ao meio ambiente pelos processos produtivos, que as consideram como externalidades. O ônus de processos produtivos apartados da ética de cuidado com o meio ambiente recai no ambiente e o bônus tem sido destinado àqueles que detêm a posse de fatores de produção como o capital, a tecnologia e a capacidade de empreender.

Assim, pensar em tecnologias ambientais indica a necessidade de compreender como as tecnologias vistas e compreendidas até então como catalisadoras de danos causados ao ambiente, em nome do aumento da produção e do crescimento econômico, agora se revestem de poder para sanar os problemas ambientais causados pela dinâmica de produção capitalista, tornando-se um

termo adjetivado – tecnologias ambientais, no caminho da criação da cultura da sustentabilidade. A busca de soluções alternativas para reduzir os danos ao ambiente tornou-se uma necessidade, consequente dos desequilíbrios ecológicos causados pelos processos produtivos; para Leff (2000, p. 260), enquanto não havia sido identificado “graves desequilíbrios ecológicos, ninguém se preocupou em produzir “tecnologias limpas”, nem os conhecimentos científicos e técnicos necessários para se adequar às especificidades dos ecossistemas tropicais”. Portanto, independentemente da denominação de tecnologias sustentáveis ou tecnologias limpas, tratam-se de metodologias, diferentes modos de fazer individual ou socialmente, em pequena ou em larga escala, produto e/ou serviço que resulte de processo produtivo causador de danos ao ambiente. Minimizar tais danos é o objetivo das tecnologias ambientais desenvolvidas, de alguma forma, pela Engenharia Ambiental. Tecnologias focadas no propósito de não degradar ou reduzir níveis de degradação ambiental são demandas que representam a razão para agir do sistema econômico e social, na expectativa de manter o seu nível de produção e de crescimento econômico, agora com uma racionalidade ambiental. No entanto, “a produção continua orientada e dominada pela lógica do mercado. A proteção do ambiente é considerada como um custo e condição do processo econômico, cuja “sustentabilidade” gravita sobre os princípios de sua racionalidade mecanicista” (LEFF, 2000, p. 262). As tecnologias denominadas ambientais buscam estabelecer um agir mediano do capitalismo; não abandona a busca do lucro com o aumento do consumo, mas também se volta para minimizar os danos ambientais causados pelos processos produtivos. Nesse balanço de medianização, a cultura do desenvolvimento sustentável ronda os pressupostos do desenvolvimento econômico para substituí-lo.

As diferentes nomenclaturas têm sido identificadas em ambas as literaturas, nacional e internacional (JABBOUR, 2010): tecnologias ambientais alternativas (KOLAR, 2000); tecnologias ambientalmente interessantes (UNEP, 2002); tecnologias verdes (KIVIMAA & MICKWITZ, 2006); tecnologias ambientalmente amigáveis (BARBIERI, 2004); ecotecnologias (SMITH, 2001); inovações tecnológicas ambientalmente saudáveis (BARBIERI, 1997); tecnologias limpas (MAZON, 1992); tecnologias mais limpas (ONU, 1992); tecnologias ambientalmente sensíveis (MAZON, 1992); tecnologias ambientalmente avançadas (OLSON, 1991); tecnologias naturais avançadas (OLSON, 1991); soluções ambientalmente amigáveis (MARTINSONS & COLABORADORES, 1997); tecnologias ambientalmente benéficas (JAFFE et. al., 2005); tecnologias mais verdes (CONWAY & STEWARD, 1998); tecnologias não agressivas ao meio ambiente (DONAIRE, 1999); tecnologias ambientalmente sustentáveis (HALL & VRENDENBURG, 2003). A diversidade terminológica para cuidar dos usos de tecnologias que minimizem os danos ao ambiente instiga pesquisadores a buscarem conceituações.

A produção deste artigo teve como motivação as dificuldades identificadas durante a pesquisa para compreender a conceituação da temática aqui abordada; o início da pesquisa não identificou problema, mas uma problemática, como é singular às pesquisas cuja metodologia traz no seu bojo a Abordagem Crítico-Dialética. A problemática é a seguinte: tecnologias ambientais ou tecnologias sustentáveis ou tecnologias para a sustentabilidade ambiental? Sustentável é a tecnologia ou sustentável é a condição que as tecnologias se propõem a estabelecer nas interações

do homem com o ambiente? Esse foi o contexto motivador para a elaboração deste artigo, que não explica cada uma das diferentes denominações já citadas para *tecnologias ambientais*, antes explora a dicotomia tecnologia e ambiente como temática que necessita de mais pesquisas para ser aprendida.

## **2 Metodologia**

O artigo foi elaborado sob a Abordagem Crítico-Dialética, porque “a postura marcadamente crítica das pesquisas dialéticas expressa o desejo de desvendar, mais que o conflito das interpretações, o conflito dos interesses. Há um interesse marcadamente transformador das situações e dos fenômenos estudados” (MARTINS & THEÓPHILO, 2009, p. 51).

As questões básicas delineadoras da pesquisa indicaram publicações de resultados de pesquisas sobre tecnologias voltadas à minimização de danos ao ambiente; pesquisas que mostraram quatro categorias (KUEHR, 2007): 1. tecnologia de mensuração ambiental; 2. tecnologias de controle da poluição; 3. tecnologias mais limpas ou de prevenção da poluição; e, 4. tecnologias ambientais de impacto nulo. Realizaram-se leituras e releituras dessas publicações e em seguida os fichamentos necessários para construir análises que apresentassem as relações entre os interesses capitalistas pelo desenvolvimento de tecnologias que aceleram o consumo dos recursos naturais para produzir mais e lucrar mais, e os interesses capitalistas que indicam a complexidade ambiental como causa para incentivar a criação de tecnologias ambientais, estas ainda conceitualmente confusas e instigadoras à realização de pesquisas mais densas, que mostrem clareza conceitual.

O artigo foi elaborado como uma proposta de “resgate crítico da produção teórica existente sobre a problemática definida” (MARTINS & THEÓPHILO, 2009, p. 51). Esse resgate apontou tópicos e questões prioritárias para explorar a problemática tecnologias ambientais ou tecnologias sustentáveis ou tecnologias para a sustentabilidade ambiental? Sustentável é a tecnologia ou sustentável é a condição que as tecnologias se propõem a estabelecer nas interações do homem com o ambiente?. Os tópicos são: sustentabilidade e capitalismo; tecnologias para a sustentabilidade. E as questões prioritárias são: tecnologias e ambiente são compatíveis?; por que há diversidade terminológica para as tecnologias que buscam reduzir os impactos ambientais dos processos produtivos no sistema capitalista?

Em seguida, os dados e as informações coletados durante a pesquisa bibliográfica foram analisados e assim estabelecerem-se as relações entre a totalidade e as partes, representadas pelas categorias já aludidas neste artigo. Finalmente, o percurso metodológico induziu à síntese da investigação, a mostra do “avanço obtido em relação ao conhecimento anterior, as questões pendentes e a própria redefinição das categorias, conceitos etc.” (MARTINS & THEÓPHILO, 2009, p. 51). O artigo resultante é um processo de exploração de como as tecnologias denominadas ambientais se adequam aos interesses do sistema econômico e social na direção do crescimento econômico ainda com dificuldades para promover desenvolvimento sustentável.

## **3 Resultados**

Os resultados da pesquisa apresentam paradigma e razão para agir no contexto das

questões ambientais, com foco em tecnologias para o meio ambiente produzidas sob a lógica da Engenharia Ambiental. O termo ambiente e a sua variação “ambiental”, apresentados durante a realização da pesquisa, não representam apenas os recursos naturais como terra, minérios e água, mas também a fauna e os vegetais, além da interação entre todos eles associados às relações entre agentes, sujeitos e instituições que promovem dinâmicas de ocupação de terras, produção, comercialização e aprendizagens, as quais se revelam complexas porque ultrapassam as dimensões social, ambiental e econômica inseridas nas discussões sobre sustentabilidade, cuja “noção é difusa e fluida. Ela se encontra em processo de construção e legitimação técnica, em sua identificação e contextualização aos processos socioeconômicos das regiões e dos países” (FREITAS & FREITAS, 2016, p. 16). A sustentabilidade é um jogo, cujas regras são ao mesmo tempo estruturadas e estruturantes, e se transformam enquanto o jogo é jogado pelos seus agentes. E o ambiente é, como afirma Leff (2002, p. 17), “a complexidade do mundo; é um saber sobre as formas de apropriação do mundo e da natureza através das relações de poder que se inscreveram nas formas dominantes de conhecimento”.

A compreensão da existência de diversidade terminológica para as tecnologias denominadas ambientais implica em conhecer algumas especificidades sobre a necessidade da inclusão do ambiente no planejamento da produção social e econômica. Informação, por exemplo, que Rachel Carson foi a cientista que ajudou o mundo a construir uma consciência ambiental, pois, “preocupada com o uso excessivo de pesticidas químicos sintéticos, após a Segunda Guerra Mundial, Rachel mudou seu foco de pesquisa, decidindo investigar a questão do uso dos agrotóxicos e seus impactos no meio ambiente, a fim de alertar o público sobre os efeitos” (ANIMAMUNDHI, 2015, p. 1). E também, “em abril de 1968, um grupo de 30 indivíduos de 10 países reuniu-se em Roma, instigados pelo Dr. Arillo Peccei, empresário industrial italiano, economista e homem de visão. [...] e chamaram o grupo de Clube de Roma” (ODUM, 2013, p. 379). O Clube de Roma discutiu, inicialmente, a crise atual e futura da humanidade decorrente da desconsideração do ambiente como integrante dos processos produtivos.

Considerando os eventos e publicações que alertaram o sistema global quanto à necessidade de zelar pelos ecossistemas e assim reduzir os prejuízos ao ambiente decorrentes do sistema de produção capitalistas, o Quadro 1 elenca alguns desses eventos e publicações.

Quadro 1 – Alertas sobre a importância do Ambiente

<b>Ano</b>	<b>Eventos e Publicações</b>
1962	Primavera Silenciosa – Rachel Carson
1968	Criação do Clube de Roma
1972	Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente Humano
1972	Documento “Os Limites do Crescimento”
1984	Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
1987	Documento “Nosso Futuro Comum”
1992	Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento

1992	Documento “Agenda 21”
2002	Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável
2012	Conferência da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
2012	Documento “O Futuro que queremos”

Fonte: do Autor (2017).

O paradigma da economia de mercado do sistema capitalista apresenta-se de modo sintético, da seguinte forma: “o mercado é incapaz de atribuir valores econômicos à produtividade da natureza e aos serviços ambientais que correspondam às condições ecológicas para um desenvolvimento sustentável” (LEFF, 2006, p. 176). A mudança desse paradigma tornou-se uma necessidade vital, visceral para a continuidade do capitalismo enquanto sistema econômico e social. Como resultado da presente pesquisa, desvela-se as tecnologias denominadas ambientais como uma dimensão das questões ambientais que ramifica diversas denominações de tecnologias, como mostradas por Jabbour (2010) e citadas na Introdução deste artigo.

E por que as tecnologias ambientais são uma necessidade para o capitalismo? Porque desde o século XV, o capitalismo mantém a sua lógica produtivista e o ambiente considerado como externalidade; a base produtiva são os recursos naturais que integram os ecossistemas. O aumento da produção para atender a crescentes demandas dos consumidores explora o ambiente em intensidade e velocidade superiores àquela de recomposição dos ecossistemas. “A evolução tecnológica foi outro fator que contribuiu muito não só para a prosperidade do capitalismo, mas também com a transformação do modo de vida das pessoas e a expansão do mercado consumidor” (QUERO SABER, 2016, p. 28). O avanço tecnológico aumenta a produção, o crescimento econômico, mas diminui a saúde do ambiente.

A tomada de consciência ambiental da sociedade desde a primeira metade do século XX tem sido elevada globalmente; os dados do Quadro 1 deste artigo mostram os esforços para reverter e não alimentar os danos ao ambiente causados pelo sistema de produção engendrado pelo capitalismo. É nesse conjunto de esforços que se encontram a necessidade das tecnologias ambientais. Se antes a lógica era avançar tecnologicamente para produzir mais, vender mais e lucrar mais, sem qualquer consideração pelos danos causados ao ambiente, agora os apelos são para a criação, a inovação tecnológica, as tecnologias ambientais voltadas para a produção com sustentabilidade. Inclusive, o desenvolvimento econômico buscado pelo capitalismo, tendo o Produto Interno Bruto (PIB) como Indicador Macroeconômico da sua mensuração, criticado durante mais de um século, começa a dar lugar ao desenvolvimento sustentável, que se pauta na realização de práticas sociais e econômicas de modo a não causar danos ao ambiente, porque assim as gerações atuais mantêm qualidade de vida, sem criar dificuldades para que as gerações futuras também possam construir qualidade vida sem ambiente degradado, depredado. Ou seja, a criação e o emprego de tecnologias ambientais são práticas necessárias à preservação da vida dos animais racionais e irracionais no planeta. Portanto, o sistema de produção começa a considerar o ambiente como variável interna nos seus processos produtivos e, como tal, tem custos sociais e econômicos que precisam ser mensurados e assumidos pelos tomadores de decisão do sistema social e

econômico em operação.

Entre os resultados já apresentados, a pesquisa, as leituras e as análises apresentam também como resultado a compreensão de que as conceitualizações publicadas pelos pesquisadores ainda carecem de mais aprofundamento que lhes tragam clareza; abandonando a timidez até agora presente nas atuais conceitualizações, o que incentiva a diversidade terminológica para essas tecnologias que incorporam o ambiente como variável a ser considerada e não depredada, não degradada, durante a execução dos processos produtivos.

#### 4 Conclusão

Tecnologias Ambientais é a temática que engloba uma diversidade terminológica de metodologias e técnicas capazes de minimizar os danos ao ambiente durante processos produtivos; representam a razão para agir do sistema de produção no interior do capitalismo. Tais tecnologias são consequências da elevação do nível de consciência ambiental da sociedade global, na busca de práticas voltadas para a sustentabilidade e indutoras de desenvolvimento sustentável. Não significa, no entanto, que a racionalidade capitalista da busca do lucro com o constante aumento da produção e o incentivo ao consumo tenham sido substituídos. A racionalidade é a mesma. A produção desenfreada continua, embasada no incentivo ao consumo de produtos e serviços operacionalizado pelo marketing, para criar necessidades e produzir bens e serviços para satisfazê-las.

Logo, ao fazer referência à temática Tecnologias Ambientais é necessário compreender tratar-se de um rol de práticas, técnicas voltadas para a minimização de danos ao ambiente com a incorporação de conhecimentos tecnológicos engendrados pela ótica da Engenharia Ambiental. Essas tecnologias são globais, porque as questões ambientais subordinam-se aos sistemas sociais e econômicos mundiais, cujos fazeres estabelecem o fluxo circular de renda, onde o mercado de fatores de produção e o mercado de bens de consumo interagem para satisfazer as necessidades sociais, econômicas, tecnológicas, culturais, ambientais, políticas, estéticas e todas as outras que puderem ser pensadas.

#### 5 Referências

- ANIMAMUNDHY. **Rachel Carson: cientista que ajudou o Mundo a criar uma Consciência do Meio Ambiente**. Disponível em: <http://animamundhy.com.br/blog/rachel-carson-cientista-meio-ambiente>. Acesso em 12/12/2017.
- BARBIERI, J. C. **Políticas públicas indutoras de inovações tecnológicas ambientalmente saudáveis nas empresas**. Revista Brasileira de Administração Pública, v. 31, n. 2, p. 135-152, 1997.
- \_\_\_\_\_. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. São Paulo: Saraiva, 2004.
- CONWAY, S.; STEWARD, F. **Networks and interfaces in environmental innovation: a comparative study in the UK and Germany**. The Journal of High Technology Management Research, v. 9, n. 2, p. 239-253, 1998.
- DONAIRE, D. **Gestão ambiental na empresa**. São Paulo: Atlas, 1999.
- FREITAS, Marcílio; FREITAS, Marilene Corrêa da Silva. **A sustentabilidade como paradigma: cultura, ciência e cidadania**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2016.
- HALL, J.; VRENDENBURG, H. **The challenges of innovating for sustainable development**. MIT Sloan Management Review, v. 45, n. 1, p. 61-68, 2003.

JABBOUR, C. J. **Tecnologias ambientais: em busca de um significado**. In: Revista de Administração Pública (RAP) — Rio de Janeiro, maio/jun. 2010.

JAFFE, A. B.; NEWELL, R. G.; STAVINS, R. N. **A tale of two market failures: technology and environmental policy**. Ecological Economics, v. 54, p. 164-174, 2005.

KIVIMAA, P.; MICKWITZ, P. **The challenge of greening technologies: environmental policy integration in finnish technology policies**. Research Policy, v. 35, p. 729-744, 2006.

KOLAR, J. L. **Alternative energy technologies**. Environmental Quality Management Journal, p. 45-53, 2000.

KUEHR, R. **Environmental technologies: from a misleading interpretations to na operational categorization and definition**. Journal of Cleaner Production, 2007.

LEFF, E. **Ecologia, capital e cultura: racionalidade ambiental, democracia participative e desenvolvimento sustentável**; tradução de Jorge Esteves da Silva, Blumenau: Ed. da FURB, 2000.

\_\_\_\_\_, E. **Racionalidade Ambiental: a reapropriação social da natureza**. São Paulo: Civilização Brasileira, 2006.

MARTINS, G. A.; THEÓPHILO, C. R. **Metodologia da investigação científica para ciências sociais aplicadas**. São Paulo: Atlas, 2009.

MARTINSONS, M. G. et al. **Hong Kong and China: emerging markets for environmental products and technologies**. Long Range Planning, v. 30, n. 2, p. 277-290, 1997.

MAZON, R. **Em direção a um novo paradigma de gestão ambiental: tecnologias limpas ou prevenção da poluição**. Revista de Administração de Empresas, v. 32, n. 2, p. 78-98, 1992.

ODUM, E. P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

OLSON, R. L. **The greening of high tech**. The Futurist, v. 25, n. 3, p. 28-34, 1991.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Agenda 21**. Rio de Janeiro: CMMED, 1992.

QUERO SABER. Guia Quero Saber. Capitalismo X Socialismo: os sistemas que dividiram o mundo. São Paulo: Online, 2016.

SMITH, M. T. **Eco-innovation and market transformation**. The Journal of Sustainable Product Design, v. 1, p. 19-26, 2001.

UNEP. **Environmentally sound technologies in wastewater treatment for the implementation of the Unep Global Programme of Action (GPA) "Guidance on Municipal Wastewater"**. Japan, 2002.