



# REVISÃO SOBRE CIÊNCIA AMBIENTAL E INTERDISCIPLINARIDADE: CONTAMINANTES EMERGENTES NA ÁGUA

## ***REVIEW ABOUT ENVIRONMENTAL SCIENCE AND INTERDISCIPLINARITY: EMERGING CONTAMINANTS IN WATER***

**Marcela Hirose Miyabara** [marcelahirosemiyabara@gmail.com]<sup>1</sup>

**Fernando Schimidt** [schimidt99@gmail.com]<sup>2</sup>

**Alex Mota dos Santos** [alex.geotecnologias@gmail.com]<sup>3</sup>

1. Mestranda Profissional em Tecnologias de Processos Sustentáveis pelo IFG
2. Docente Programa de Mestrado Profissional em Tecnologias Sustentáveis do IFG
3. Docente Programa de Mestrado Profissional em Tecnologias Sustentáveis do IFG

### **RESUMO**

No início do século XX o conhecimento estava fundamentado no pensamento cartesiano do francês René Descartes, no entanto a complexidade dos processos naturais exigiu uma reorientação do conhecimento, que permitisse compreender essas interdependências nas ciências ambientais, através do pensamento sistêmico. Essa mudança de paradigma nas pesquisas científicas ainda está em processo, sendo um desafio definir, ampliar e legitimar novos campos de saberes, uma vez que a crise ambiental permite novas vias para mudanças de conhecimentos. Este trabalho é uma revisão bibliográfica que apresenta o conceito, uma análise e as divergências entre o pensamento cartesiano e o pensamento sistêmico. O foco do trabalho é sobre a problemática da interdisciplinaridade aplicada às Ciências Ambientais, reconhecendo a concepção de meio ambiente como sistemas complexos e a partir disso há uma discussão sobre a implicação e relevância do pensamento sistêmico sobre os estudos dos contaminantes emergentes na água, que incorporam o âmbito social, ambiental, econômico, político e institucional.

**PALAVRAS-CHAVE:** pensamento cartesiano; pensamento sistêmico; interdisciplinaridade; ciência ambiental; contaminantes emergentes.

### **ABSTRACT**

*At the beginning of the 20th century, knowledge was based on the Cartesian thought of the French René Descartes, however, the complexity of natural processes demanded a reorientation of knowledge, which would allow understanding these interdependencies in environmental sciences, through systemic thinking. This paradigm shift in scientific research is still in process, being a challenge to define, expand, and legitimize new fields of understanding since the environmental crisis allows new ways for changes in knowledge. This work is a bibliographic review that presents the concept, analysis, and the divergences between Cartesian and systemic thinking. The focus of the work is on the problem of interdisciplinarity applied to Environmental Sciences, recognizing the conception of the environment as complex systems and from that, there is a discussion on the implication and*

*relevance of systemic thinking on the studies of contaminants emerging in water, which incorporate the social, environmental, economic, political and institutional scope.*

**KEYWORDS:** *Cartesian thinking; systemic thinking; interdisciplinarity; environmental science; emerging contaminants.*

## INTRODUÇÃO

O precursor do pensamento cartesiano foi o francês René Descartes, um filósofo, físico e matemático, que publicou uma obra denominada "O Discurso do Método", seu trabalho mais conhecido. Esta obra queria estabelecer bases de um pensamento seguro e universal, com o propósito de interpretar os fenômenos do cotidiano sob a perspectiva do pensamento a serviço da ciência, tornando a vida totalmente dominável e segura (COSTA, 2014).

Assim, o pensamento cartesiano partia de um princípio de verdade simplificado, em que a verdade era uma ideia clara e distinta, ou seja, um princípio unitário de todos os conhecimentos, sendo este subdividido e reduzido a leis gerais (MORIN, 2005). Durante o século XX percebeu-se que o conhecimento disciplinar fragmentado, característico do pensamento cartesiano, não era capaz de compreender a problemática ambiental, devido há uma forte tendência em separar as ações antrópicas das ações naturais, o que restringe sua capacidade de explicá-las (SARTORI, 2005). Por isso desenvolveu-se o pensamento sistêmico, que ao contrário, procura articulações entre as disciplinas, categorias cognitivas e tipos de conhecimentos, promovendo um conhecimento multidimensional, envolvendo fenômenos econômicos, sociais, culturais, psicológicos e ambientais (MORIN, 2005). Deste modo, a crise ambiental possibilita novas vias de transformação do conhecimento, por meio do diálogo, da hibridação de saberes, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade, criando uma complexidade sistêmica da possibilidade, potencialidade, sinergia da natureza, tecnologia e cultura. Tudo isso devido à problemática ambiental ser mais que uma crise ecológica, e sim fazer parte de um questionamento do pensamento e do entendimento, então a solução dessa crise não pode ser dada apenas pela uniformidade e homogeneidade da gestão racional da natureza e do risco de mudança global (LEFF, 2003). Nesse sentido, aprender sobre a complexidade ambiental implica em uma revolução do pensamento, em mudança de mentalidade, em transformação do conhecimento e das práticas educativas, de modo a construir um saber ambiental de visão integrada e articulada, afirmando as sinergias em um mundo sustentável (LEFF, 2003). Com isso, surge um grande desafio no campo educacional, para promover um processo de reorientação do conhecimento, das ideologias, dos paradigmas científicos e das práticas de pesquisa, com papéis importantes das instituições de ensino (SARTORI, 2005).

Logo, o presente estudo tem o objetivo de analisar o pensamento sistêmico, com foco na interdisciplinaridade aplicada às Ciências Ambientais, discutindo a problemática da articulação dessa interdisciplinaridade com os estudos de questões ambientais, abordando o caso específico de contaminantes emergentes em água.

## INTERDISCIPLINARIDADE EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

A interdisciplinaridade foi fundada na Teoria Geral de Sistemas, que estabelece inter-relações e interdependências possíveis entre os elementos que formam um sistema, configurando uma totalidade integrada, sendo impossível estudar seus elementos isoladamente. Então o conceito de transação refere-se a interação simultânea e interdependente entre os componentes de um sistema e o conceito de globalidade revela que qualquer mudança em uma das partes do sistema afetará todo o conjunto. A finalidade era que essa teoria fosse comum a todas as áreas da ciência, encontrando os fatores comuns para

o estudo e abordagem dos sistemas vivos e conseqüentemente os princípios e conclusões seriam válidos e aplicáveis a diferentes setores do conhecimento humano (BERTALANFFY, 1968).

Entretanto, as questões ambientais somente foram consideradas em seu viés de complexidade e interdisciplinaridade no último terço do século XX, entre final dos anos 60 e início da década de 70, uma vez que é através do método interdisciplinar que é possível internalizar a dimensão ambiental, reintegrando o conhecimento para entender a realidade complexa. (LEFF, 2000).

No Brasil, a partir dos anos 90, as ciências ambientais foram incluídas nos subprogramas do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), o que significou que a dimensão ambiental seria considerada relevante para o desenvolvimento nacional sustentável. Isso impulsionou a incorporação do pensamento sistêmico na abordagem das ciências ambientais, integrando o meio ambiente as demais áreas do conhecimento, desenvolvendo estudos, projetos, pesquisas, técnicas e tecnologias baseados em metodologias interdisciplinares, de forma a abordar as dinâmicas e complexidades ambientais (PHILIPPI JR., 2000).

A área das ciências ambientais é caracterizada por fazer ciência de uma forma particular justamente por incluir a interdisciplinaridade como um dos seus campos de conhecimento, que decorre do saber intrínseco envolvendo fatores naturais e sociais, que foca tanto na natureza biofísica quanto na natureza humana (LEIS, 2010). O estudo de Souza e Fernandes (2013) revela que as ciências ambientais abrangem diversas áreas do conhecimento, tais como a Gestão Ambiental, Recursos Naturais, Tecnologia, Ambiente e Sociedade, oriundas de diversas formações, tais como Geografia, Agronomia, História, Biologia, Química, Ciências Sociais, Ecologia entre outras, provenientes tanto das Ciências Humanas como das Naturais e Exatas.

Nessa perspectiva, os problemas ambientais foram reconhecidos como sistemas complexos, nos quais intervêm processos de diferentes racionalidades, ordens de materialidade e escalas espaço-temporais. No caso dos contaminantes emergentes na água incorpora o âmbito social, político e institucional, devido as suas implicações na saúde humana e ambiente, a necessidade de serem monitorados periodicamente e sendo passíveis de regulamentação nas normativas de potabilidade da água para consumo. Com isso, o assunto dos contaminantes emergentes segue impulsionando e sendo impulsionado pela pesquisa científica, pelo cenário internacional, instituições governamentais e pelos movimentos socioambientais. Tudo isso compreende as ciências ambientais como um campo das inter-relações sociedade-natureza, razão pela qual exige uma abordagem holística e interdisciplinar do conhecimento, que permitam integrar as ciências ambientais e as sociais, as esferas do ideal e do material, as economias, as tecnologias e a cultura (UNESCO, 1986).

Deste modo, gradativamente a concepção de ambiente tornou-se mais ampla, abordando além dos aspectos biológicos e físicos, sendo a base natural do ambiente humano, e também discutindo as questões econômicas e socioculturais, com orientações conceituais, instrumentos técnicos e comportamentos práticos para que se compreenda e utilize melhor os recursos da biosfera para a satisfação das necessidades humanas (UNESCO, 1980).

Assim, a interdisciplinaridade pode ser definida como uma tática de união de diferentes disciplinas para questionar e explicar um problema, podendo ser uma estratégia epistemológico-metodológica para tratar a complexidade ambiental, que implica em múltiplos processos ontológicos, de organização não linear, de diferentes escalas e níveis (local a global), que em conjunto promovem sinergias e novos contextos ambientais (LEFF, 2000).

A inclusão dessa interdisciplinaridade nos estudos sobre ciências ambientais revoluciona os métodos de pesquisa e as teorias científicas, permitindo um novo aprendizado de uma

realidade em vias de complexização, que ultrapassa a capacidade de explicação dos paradigmas teóricos estabelecidos anteriormente pelo pensamento cartesiano. Em seguida, é possível internalizar um saber ambiental emergente em todo um conjunto de disciplinas, incluindo as ciências naturais e sociais, para construir um conhecimento capaz de compreender a multicausalidade e as relações de interdependência dos processos de âmbito natural e social, construindo uma racionalidade objetivando o desenvolvimento sustentável, equitativo e duradouro (LEFF, 2010).

Por isso, é necessário que o campo educacional reestruture o modelo metodológico e institucional de realizar as pesquisas científicas, que está desatualizado em relação à incorporação do pensamento sistêmico, para uma avaliação mais realista sobre as ciências ambientais, ampliando a capacidade crítica dos pesquisadores e contribuindo com o ensino que as instituições oferecem.

## **PROBLEMÁTICA DA INTERDISCIPLINARIDADE APLICADA ÀS CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

As transformações do conhecimento impulsionadas pelas questões ambientais requerem uma estratégia epistemológica, com um enfoque prospectivo orientado à estabelecer uma nova racionalidade social, predisposta às diversidades, interdependências e complexidades ambientais, sendo um paralelo oposto à racionalidade dominante, inclinada a unidade da ciência e homogeneidade da sociedade (LEFF, 2010).

A problemática da interdisciplinaridade aplicada às ciências ambientais está relacionada a incorporação da complexidade, que ainda é marginal no pensamento científico, no pensamento epistemológico e no pensamento filosófico, devido às dificuldades de enfrentar os paradoxos da ordem/desordem, da parte/todo, do singular/geral e de incorporar o acaso e o particular como componentes da pesquisa científica, integrando a natureza singular e evolutiva do mundo à sua natureza acidental e factual (MORIN, 2005).

O desafio não é somente entender esse novo conhecimento sobre a realidade complexa da área ambiental, mas também o desafio de caráter conceitual, pedagógico, didático e organizacional das instituições de ensino em implementar essas mudanças educacionais. A tarefa seria inibir o conhecimento desarticulado, uma vez que as questões ambientais são alheias as barreiras disciplinares e buscar internalizar as dimensões do conhecimento de cada disciplina, rearticulando um conhecimento que passou pelo processo de ambientalização-complexização e que poderá ser reconectado da melhor forma com outros campos do saber (RIOJAS, 2003).

Também seria necessário encontrar estratégias didáticas e técnicas que permitam aprender e dominar um campo de trabalho e simultaneamente detectar a rede de inter-relações em que se encontra inserido o mesmo, pois trabalhar a complexidade e interdisciplinaridade implica visualizar conexões entre áreas que normalmente estão separadas (RIOJAS, 2003).

Caso a complexidade e a interdisciplinaridade aplicadas às ciências ambientais permaneçam sendo abordadas majoritariamente de forma restrita e limitada, ou seja, isoladas de um contexto sistêmico, as instituições de ensino terão a tendência de atenuar a capacidade de pensar os problemas concretos e emergentes, distanciando-se da realidade, que está em processo constante de mudanças. O reflexo dessa tendência seria na própria continuidade da universidade, comprometendo sua função de servir à sociedade (SARTORI, 2005).

## INTERDISCIPLINARIDADE NOS ESTUDOS SOBRE CONTAMINANTES EMERGENTES EM ÁGUA

A qualidade da água é um dos principais desafios que as sociedades irão enfrentar durante o século XXI, uma vez que a degradação da qualidade da água pode apresentar ameaças à saúde humana, limitar a produção de alimentos, reduzir as funções dos ecossistemas e dificultar o crescimento econômico, portanto se traduz diretamente em impactos ambientais, sociais e econômicos. Os contaminantes emergentes, apresentados no Quadro 1, incluem amplamente fármacos, produtos de higiene pessoal, pesticidas, produtos químicos domésticos e industriais, surfactantes, aditivos industriais e solventes, podem ser provenientes da poluição dos recursos de água doce, causados pelo lançamento de efluentes, insuficientemente tratados ou sem tratamento em rios, lagos, aquíferos e águas costeiras, como mostra a Figura 1 (UNESCO, 2015).

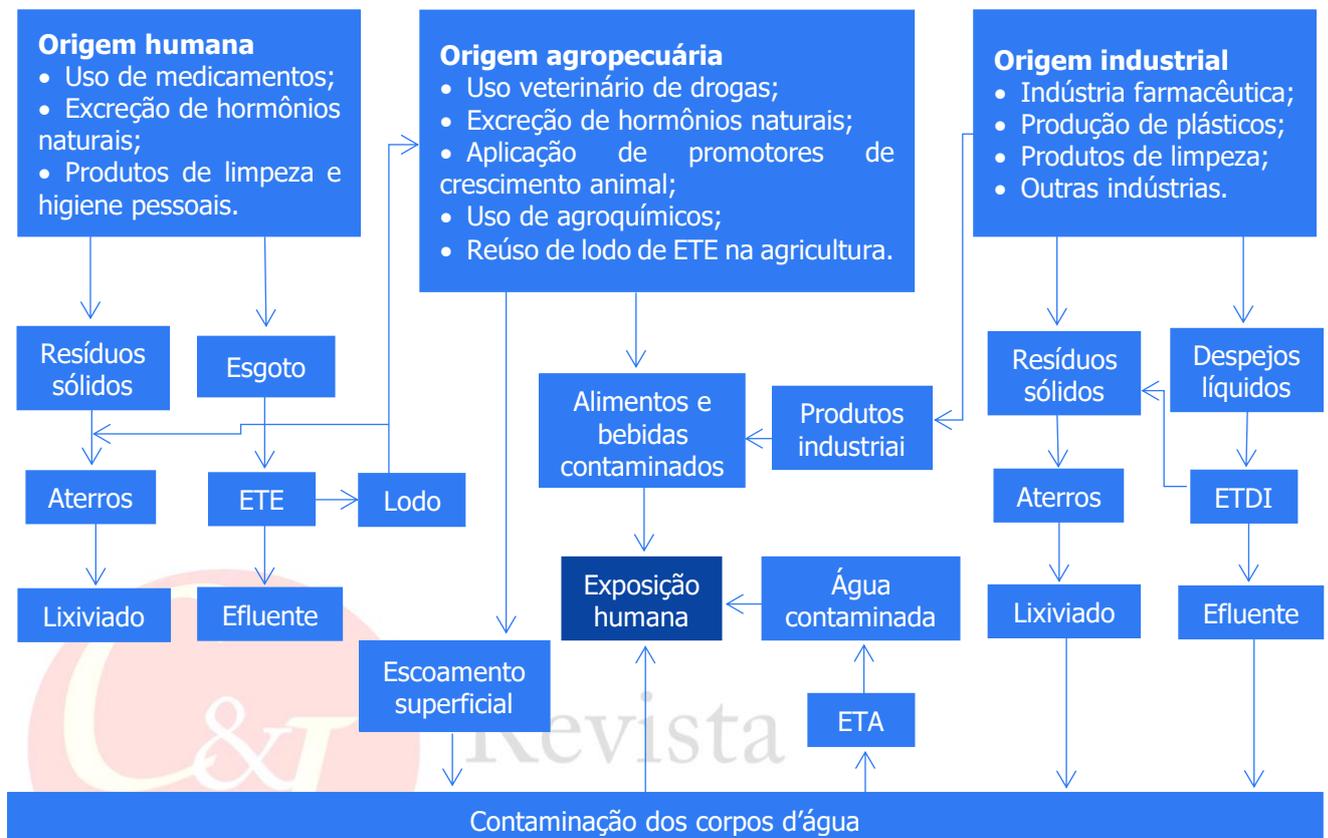
**Quadro 1:** Tipo e Classe dos Contaminantes Emergentes Presentes na Água.

TIPO	CLASSE	CONTAMINANTES EMERGENTES
Compostos estimulantes <sup>a,b,c</sup>	-	Cafeína
Fármacos <sup>b</sup>	Medicamentos veterinários e antibióticos	Eritromicina, Sulfametoxazol
	Medicamentos analgésicos e anti-inflamatórios	Ibuprofeno, Paracetamol
Produtos de higiene pessoal <sup>b</sup>	Agentes de proteção solar	Benzofenoma, Metilbenzilideno-cânfora
	Repelentes de insetos	N-N-dietoluamida
Agroquímicos <sup>a,b</sup>	-	Atrazina
Produtos químicos industriais	Plastificante <sup>a,c</sup>	Bisfenol A
	Surfactantes e metabólitos <sup>b</sup>	Alquifenol etoxilatos, 4-nonifenol
	Aditivos industriais <sup>b</sup>	Agentes quelantes (EDTA)
Hormônios <sup>a</sup>	Hormônios endógenos	Estrona, 17β-estradiol, Estriol, Progesterona, Testosterona
	Hormônios sintéticos	Mestranol, 17α-etinilestradiol, Dietilestilbestrol, Levonorgestrel
Drogas ilícitas <sup>b</sup>	-	Cocaína, Anfetamina

Fonte: Adaptado de <sup>a</sup> RAIMUNDO, 2011; <sup>b</sup> ARIAS, 2013; <sup>c</sup> SOUZA, 2016.

Entretanto, esses contaminantes emergentes geralmente não são monitorados, sendo que muitos desses são conhecidos ou suspeitos de serem disruptores endócrinos com efeitos adversos à saúde e ao meio ambiente. O conhecimento científico e a compreensão sobre seus efeitos, destino e acúmulo ainda são limitados, assim como os esforços para monitorar e regular os contaminantes emergentes em recursos hídricos e águas residuais. Devido à complexidade de suas formas, mecanismos de ações e potencial persistência no meio ambiente, há uma necessidade urgente de fortalecer e promover o conhecimento científico sobre os contaminantes emergentes e implementar abordagens eficazes para monitorá-los, avaliá-los e controlá-los. Os contaminantes emergentes não são apenas um grande desafio

para os países em desenvolvimento, mas também uma preocupação nos países desenvolvidos, pois as estações convencionais de tratamento de água e tratamento de efluentes não são eficazes na sua remoção, mesmo que um país tenha atingido uma alta taxa de coleta e tratamento de águas residuais (UNESCO, 2015).



ETE e ETDI: Estações de Tratamento de Esgoto e de Despejos Industriais; ETA: Estação de Tratamento de Água

**Figura 1:** Principais Rotas de Liberação de Contaminantes Emergentes para o Meio Ambiente.

Fonte: Adaptado de AQUINO; BRANDT; CHERNICHARO, 2013.

Nessa situação, pode ser observado nas publicações em periódicos científicos, que apesar de possuírem prestígio, serem consolidadas pelas suas periodicidades, terem corpos editoriais compostos por profissionais renomados e serem importantes meios de divulgação do conhecimento científico, também seguem majoritariamente linhas editoriais que não apresentam uma análise ambiental sistêmica ou complexa, com bases conceituais integradas e interdisciplinares, o que implica na problemática para incorporar a interdisciplinaridade nos estudos sobre todas as áreas ambientais, inclusive os contaminantes emergentes em águas (SARTORI, 2005).

Segundo um estudo realizado por Sartori (2005) foram analisados 20% das publicações científicas "Scientia Agricola" (SA), "Scientia Forestalis" (SF) e todas as teses de livre-docência desenvolvidas pela ESALQ/USP, entre os anos de 1998 e 2002, correspondendo a 136 artigos da "SA" e "SF" e 40 teses de livre-docência. A análise buscou categorizar os artigos em duas categorias: 1º) Caráter interdisciplinar e 2º) Se estavam inseridas no novo paradigma, ou seja, o pensamento sistêmico, de acordo com Morin (1977). Os resultados apresentaram que somente 6 artigos (1 "SA" e 5 "SF") empregaram o pensamento sistêmico e foram

considerados interdisciplinares, correspondendo a 4,4% da amostragem. Já no caso das teses de livre-docência, apenas 2 empregaram o pensamento sistêmico, cerca de 5% da amostragem.

Já a pesquisa do Instituto Nacional de Ciências e Tecnologias Analíticas Avançadas - INCTAA (2014) foi voltada para a investigação da presença de contaminantes emergentes na água de abastecimento na maioria das capitais brasileiras. Optou-se por usar a cafeína como indicador da qualidade das águas coletadas, na impossibilidade de se analisar um número muito grande de compostos, como drogas lícitas e ilícitas, produtos de higiene pessoal, hormônios, fármacos e outros. Entretanto, a influência do pensamento sistêmico pode ser considerada limitada pela amostragem, pois foram coletadas em apenas uma época do ciclo hidrológico e analisadas apenas um contaminante emergente. Além disso, discutir a qualidade das águas de abastecimento sem estudar a qualidade dos mananciais seria revelar apenas uma parcela da realidade que o Brasil apresenta no tocante ao saneamento básico. Outro estudo realizado por Geissen et al. (2015) apresenta que as pesquisas nacionais frequentemente usam parâmetros diferentes e revelam incoerências temporais/sazonais para avaliação da qualidade da água e geralmente não incluem as análises de contaminantes emergentes, que na Europa é muito alto (> 700 contaminantes emergentes conhecidos). Além disso, um monitoramento harmonizado de águas superficiais e subterrâneas ainda não foi alcançado e é urgentemente necessário, uma vez que a aplicação do pensamento sistêmico solicita uma abordagem ambiental de múltiplos compartimentos, integrando os componentes específicos em modelos que avaliam a origem (fontes fixas ou difusas de lançamento de efluentes domésticos, industriais ou agrícolas) e o destino dos contaminantes emergentes (água, sedimentos e teia alimentar aquática), avaliando os meios de transporte pelos compartimentos ambientais. Também seria necessário desenvolver novos métodos para avaliar os riscos cumulativos de exposições combinadas de contaminantes emergentes em uma abordagem multi-escala, pois os limites de detecção para vários contaminantes emergentes estão acima da respectiva concentração prevista sem efeitos, portanto, resultados falso-negativos são esperados. Consequentemente, a quantificação dos riscos para o homem e o meio ambiente, que formam o pré-requisito para a formulação de políticas ambientais equilibradas, permanece fragmentado.

Portanto, avaliando o histórico da transição do pensamento cartesiano para o pensamento sistêmico, a interdisciplinaridade aplicada às ciências ambientais, assim como alguns estudos recentes sobre contaminantes emergentes, percebe-se que a interdisciplinaridade e a ideia de complexidade são temas ainda ausentes nas pesquisas científicas, mesmo após as fundamentações sobre a importância dessas articulações para o válido conhecimento das questões ambientais.

## CONCLUSÃO

Pode-se inferir que o pensamento sistêmico é imprescindível para análises ambientais, uma vez que compreendem métodos interdisciplinares de pesquisa, com o objetivo de estudar as complexidades entre os processos naturais. No entanto, justamente por requisitar uma quebra de paradigma no campo educacional, revela-se um desafio promover a articulação da interdisciplinaridade com os estudos de questões complexas do meio ambiente, incluídos o caso específico de contaminantes emergentes em água. Então é necessário atualizar as pesquisas científicas em relação à incorporação do pensamento sistêmico, para uma avaliação mais realista sobre as ciências ambientais, ampliando a capacidade crítica dos pesquisadores e contribuindo com o ensino que as instituições oferecem.

**REFERÊNCIAS**

AQUINO, S. F.; BRANDT, E. M. F.; CHERNICHARO, C. A. L. Remoção de Fármacos e Desreguladores Endócrinos em Estações de Tratamento de Esgoto: Revisão da Literatura. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 3, p. 187-204, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522013000300002>>. Acesso em: 17 abr. 2019.

ARIAS, D. G. **Contaminantes Emergentes, seus Efeitos no Meio Ambiente e Desafios para Novos Mecanismos de Purificação de Água**. Campinas-SP: Unicamp, 2013. Disponível em: <[http://www.ib.unicamp.br/dep\\_biologia\\_animal/indice2013](http://www.ib.unicamp.br/dep_biologia_animal/indice2013)>. Acesso em: 17 abr. 2019.

BERTALANFFY, L. V. **General System Theory**. New York: George Braziller, 1968. 289 p.

COSTA, P. V. R. O Projeto de Homem Cartesiano como Fundamento da Prática Psicológica Contemporânea. **Polêmica**, v. 13, n. 1, 2014. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/9628/7590>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

GEISSEN, V.; MOL, H.; KLUMPP, E.; UMLAUF, G.; NADAL, M.; VAN DER PLOEG, M.; VAN DE ZEE, S. E. A. T. M.; RITSEMA, C. J. Emerging Pollutants in the Environment: A Challenge for Water Resource Management. **International Soil and Water Conservation Research**, v. 3, n. 1, p. 57-65, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2015.03.002>>. Acesso em: 18 abr. 2019.

INCTAA - Instituto Nacional de Ciências e Tecnologias Analíticas Avançadas. **Caféina em Águas de Abastecimento Público no Brasil**. São Carlos-SP: Editora Cubo, 2014. 96 p. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=62433&opt=1>>. Acesso em: 18 abr. 2019.

LEFF, E. Complexidade, Interdisciplinaridade e Saber Ambiental. In: PHILIPPI JR., A.; TUCCI, C. E. M.; HOGAN, D. J.; NAVEGANTES, R. **Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais**. São Paulo-SP: Signus Editora, 2000. Cap. 2, p. 19-51.

LEFF, E. **Epistemologia Ambiental**. 5 ed. São Paulo-SP: Cortez Editora, 2010. 240 p.

LEFF, E. Pensar a Complexidade Ambiental. In: LEFF, E.; FUNTOWICZ, S.; DE MARCHI, B.; CARVALHO, I.; OSORIO, J.; PESCI, R.; LUZZI, D.; RIOJAS, J.; ESTEVA, J.; REYES, J.; GÓMEZ, M. **A Complexidade Ambiental**. São Paulo-SP: Cortez Editora, 2003. Cap. 1, p. 15-64.

LEIS, H. R. Uma Viagem Interdisciplinar ao Lado Oculto da Problemática Ambiental na Modernidade. **Revista Internacional Interdisciplinar INTERthesis**, v. 7, n. 2, p. 19-44, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.5007/1807-1384.2010v7n2p19>>. Acesso em: 09 jun. 2019.

MORIN, E. **Ciência com Consciência**. 82 ed. Revista e modificada pelo autor. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 344 p.

MORIN, E. **O Método 1: A Natureza da Natureza**. 2 ed. Portugal: Publicações Europa-América, 1977. 363 p.

PHILIPPI JR., A. A Interdisciplinaridade como Atributo da C&T. In: PHILIPPI JR., A.; TUCCI, C. E. M.; HOGAN, D. J.; NAVEGANTES, R. **Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais**. São Paulo-SP: Signus Editora, 2000. Cap. 1, p. 3-15.

RAIMUNDO, C. C. M. **Contaminantes Emergentes em Água Tratada e seus Mananciais: Sazonalidade, Remoção e Atividade Estrogênica**. Campinas-SP, Tese (Doutorado em Ciências na Área de Química Analítica) – Unicamp, 2011. 203 p. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/249643>>. Acesso em: 25 jun. 2019.

RIOJAS, J. A Complexidade Ambiental na Universidade. In: LEFF, E.; FUNTOWICZ, S.; DE MARCHI, B.; CARVALHO, I.; OSORIO, J.; PESCI, R.; LUZZI, D.; RIOJAS, J.; ESTEVA, J.; REYES, J.; GÓMEZ, M. **A Complexidade Ambiental**. São Paulo-SP: Cortez Editora, 2003. Cap. 7, p. 217-240.

SARTORI, R. C. **O Pensamento Ambiental Sistêmico**: Uma Análise da Comunicação Científica da ESALQ/USP. Piracicaba-SP, Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) – USP, 2005. 128 p. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/91/91131/tde-15072005-145343/pt-br.php>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

SOUZA, M. P. **Determinação de Contaminantes Emergentes em Água Utilizando Microextração Adsorptiva em Barra (BA $\mu$ E) e UHPLC-MS/MS**. Santa Maria-RS, Dissertação (Mestrado em Química) – UFMS, 2016. 94 p. Disponível em : <<https://repositorio.ufsm.br/handle/1/10632>>. Acesso em: 17 abr. 2019.

SOUZA, S. S.; FERNANDES, V. Análise e Caracterização das Ciências Ambientais no Brasil. **Revista da FAE**, Caderno PAIC, v. 14, n. 1, p. 511-524, 2013. Disponível em: <<https://cadernopaic.fae.edu/cadernopaic/article/view/32>>. Acesso em: 09 jun. 2019.

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **Environmental Education in the Light of the Tbilisi Conference**. Paris, France: Unesco, 1980. 97 p. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000038550/PDF/038550engb.pdf.multi>>. Acesso em: 14 abr. 2019.

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **International Initiative on Water Quality**. Paris, France: Unesco, 2015. 26 p. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000243651>>. Acesso em: 10 abr. 2019.

UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **Universities and Environmental Education**. Paris, France: UNESCO, 1986. 122p.