

Poluentes Emergentes: um Perigo Silencioso para o Meio Ambiente e um Desafio para as Novas Tecnologias de Informação e Comunicação

MARIA CLÁUDIA DA SILVA ANTUNES DE SOUZA

Doutora e Mestre em *Derecho Ambiental y de la Sostenibilidad* pela Universidade de Alicante – Espanha, Mestre em Ciência Jurídica pela Universidade do Vale do Itajaí – Univali, Professora no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência Jurídica, nos cursos de Doutorado e Mestrado em Ciência Jurídica, e na Graduação no Curso de Direito da Universidade do Vale do Itajaí – Univali, Coordenadora do Grupo de Pesquisa “Estado, Direito Ambiental, Transnacionalidade e Sustentabilidade” cadastrado no CNPq/EDATS/Univali, Coordenadora do Projeto de pesquisa aprovado no CNPq intitulado “Análise comparada dos limites e das possibilidades da avaliação ambiental estratégica e sua efetivação com vistas a contribuir para uma melhor gestão ambiental da atividade portuária no Brasil e na Espanha”.

GREYCE KELLY ANTUNES DE SOUZA

Doutoranda em Ciência Jurídica pela Universidade do Vale do Itajaí – Univali, Mestre em Ciência Jurídica pela Universidade do Vale do Itajaí – Univali, Mestre em *Derecho Ambiental y de la Sostenibilidad* pela Universidade de Alicante – Espanha, Graduada em Direito pela Universidade do Vale do Itajaí – Univali, Membro do Grupo de Pesquisa “Estado, Direito Ambiental, Transnacionalidade e Sustentabilidade” cadastrado no CNPq/EDATS/Univali.

Submissão: 21.03.2016

Decisão Editorial: 07.04.2016

Comunicação ao Autor: 07.04.2016

RESUMO: A presente pesquisa tem como objeto a discussão dos prejuízos causados pelos poluentes emergentes ao meio ambiente e o desafio das novas tecnologias de informação e comunicação, contribuindo, assim, para a efetividade do meio ambiente sadio e equilibrado. Para tanto, examina-se, primeiramente, a crise ambiental e as exigências ecológicas dela decorrentes. Em seguida, analisa-se a influência dos poluentes emergentes na qualidade da água e do meio ambiente. Por fim, discutem-se os limites e desafios das novas tecnologias de informação e comunicação para a efetividade do meio ambiente sadio e equilibrado. Quanto à Metodologia, foi utilizada a base lógica indutiva por meio da pesquisa bibliográfica a ser utilizada no desenvolvimento da pesquisa, compreendendo o método cartesiano quanto à coleta de dados e no relatório final o método indutivo com as técnicas do referente, da categoria, dos conceitos operacionais, da pesquisa bibliográfica e do fichamento.

PALAVRAS-CHAVE: Poluentes emergentes; novas tecnologias de informação e comunicação; meio ambiente.

SUMÁRIO: Introdução; 1 A crise ambiental; 2 Meio Ambiente: Água e os Poluentes Emergentes; 3 Novas Tecnologias de informação e comunicação: limites e desafios para a efetividade da sustentabilidade; Considerações finais; Referências.

INTRODUÇÃO

A proteção do ambiente não faz parte da cultura do homem, pois conquistar a natureza sempre foi o seu grande desafio. Ao longo da história, o homem dominou a natureza, sem se preocupar com os danos que esse desenvolvimento causava.

Destruí florestas na busca de espaços para cultivar os alimentos, moradia para sua subsistência e de sua prole e defesa frente aos inimigos. Esta degradação ambiental acompanha o homem na sua trajetória pela Terra. Todavia, com a revolução industrial iniciada no século XVIII, tem-se como marco de forte agravamento dos impactos da atividade humana sobre o meio ambiente.

Apesar de toda a movimentação voltada à natureza, a evolução tecnológica e o desenvolvimento da ciência não suscitaram, de um modo geral, no ser humano a preocupação com a natureza, que somente assumiu proporções concretas em meados do século XX¹.

Viver na era da informação implica um aumento da reflexividade social cujo significado é pensar constantemente e refletir sobre as circunstâncias em que vive. Nas sociedades, quando se conduziam mais pelo costume e pela tradição, as pessoas podiam seguir as maneiras de fazer as coisas de uma forma mais irrefletida. Nos dias atuais, tal realidade é diferente, uma vez que, em virtude da ciência e da tecnologia, pode-se utilizar tais mecanismos e interferir nas decisões, colocando em risco a sociedade em razão das incertezas científicas².

Houve períodos em que inexistia preocupação com o meio ambiente, a ausência de problemas agudos na qual estavam instaladas as indústrias alimentava um entendimento generalizado de que a natureza seria capaz de absorver materiais tóxicos lançados no ambiente, acreditando que o equilíbrio seria mantido de maneira automática.

Contudo, nem a natureza poderia continuar reciclando os materiais tóxicos, nem o homem estaria em condições de frear suas atividades poluidoras³.

Com a grande influência da Revolução Industrial, a época Contemporânea é caracterizada pela reavaliação dos valores sociais, passando da concepção individualista para o bem social.

As decorrentes necessidades de proteção ao ambiente, que aos poucos foram sentidas e regulamentadas em nível interno dos Estados, ultrapassaram

1 GRANZIERA, Maria Luiza Machado. *Direito ambiental*. São Paulo: Atlas, 2009. p. 22.

2 BECK, Ulrich. *Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade*. Trad. Sebastião Nascimento. São Paulo: Editora 34, 2010. p. 208.

3 SOARES, Guido Fernando Silva. *Direito internacional do meio ambiente: emergência, obrigações e responsabilidades*. São Paulo: Atlas, 2001. p. 35.

fronteiras nacionais, pois tanto a poluição quanto as medidas de conservação dos elementos componentes do ambiente não conhecem os limites de uma geografia política, que os homens artificialmente instituíram entre as sociedades humanas.

Nessa perspectiva, este artigo objetiva analisar o perigo silencioso que os poluentes emergentes causam ao meio ambiente e o desafio para as novas tecnologias de informação e comunicação contribuindo para a efetividade da sustentabilidade.

Na investigação, adotou-se o Método⁴ Indutivo⁵, instrumentalizado com as técnicas do referente⁶, da categoria⁷, do conceito operacional⁸ e da pesquisa bibliográfica⁹. Na redação do artigo, optou-se por organizá-lo em três partes. Na primeira, examina-se a crise ambiental e as exigências ecológicas dela decorrentes. Na segunda, analisa-se como essas exigências ecológicas, de vocação global, afetam o meio ambiente, em especial a água, por meio dos poluentes emergentes. E na terceira parte, destaca os limites e desafios para manter o meio ambiente sadio e equilibrado com as novas tecnologias de informação e comunicação.

1 A CRISE AMBIENTAL

A tomada de consciência da crise ambiental é deflagrada, principalmente, a partir da constatação de que as condições tecnológicas, industriais e formas de organização e gestões econômicas da sociedade estão em conflito com a qualidade de vida¹⁰.

Um posicionamento diante desta conflituosidade tende a remodelar a forma de desenvolvimento econômico, com vistas a integrar o bem ambiental como elemento de um novo modelo¹¹. É buscar o equilíbrio entre a atividade econômica e a qualidade de vida, eliminando o pensamento de apenas buscar

4 “Método é a forma lógico-comportamental na qual se baseia o pesquisador para investigar, tratar os dados colhidos e relatar os resultados”. (PASOLD, Cesar Luiz. *Prática da pesquisa jurídica: ideias e ferramentas úteis para o pesquisador do Direito*. 12. ed. rev. atual. amp. Florianópolis: OAB/SC Editora, 2011. p.104).

5 “Método Indutivo é a forma lógico-comportamental investigatória pela qual o pesquisador identifica as partes de um fenômeno, colecionando-as de modo a ter uma percepção ou conclusão geral”. (Idem, p. 85)

6 “Explicitação prévia do motivo, objetivo e produto desejado, delimitado o alcance temático e de abordagem para uma atividade intelectual, especialmente para uma pesquisa”. (Idem, p. 241)

7 “Palavra ou expressão estratégica à elaboração e/ou expressão de uma ideia”. (Idem, p. 229)

8 “Definição estabelecida ou proposta para uma palavra ou expressão, com o propósito de que tal definição seja aceita para os efeitos das ideias expostas”. (Idem, ibidem)

9 “Técnica de investigação em livros, repertórios jurisprudenciais e coletâneas legais”. (Idem, p. 240)

10 LEITE, José Rubens Morato; AYALA, Patryck de Araújo. *Dano ambiental: do individual ao coletivo extrapatrimonial – teoria e prática*. 3. ed. São Paulo: RT, 2010. p. 23.

11 Idem, ibidem.

o acúmulo de capital e a produção de riqueza, ignorando a preservação dos recursos naturais como elemento de uso limitado.

O paradigma ecológico domina as preocupações ambientais contemporâneas e resulta da percepção do ambiente como um sistema, correspondente ao paradigma das ciências que, considerando a sociedade humana como um sistema de comunicações sociais e não como um somatório de indivíduos, tende a ver no direito mais do que um conjunto de regras de conduta, mas um sistema de ações e comunicações funcionalmente diferenciado¹².

Sabe-se que um fator ambiental afetado raramente é possível proceder à reconstituição da situação anterior à verificação do dano – corolário lógico de uma correta política de ressarcibilidade dos danos. O dano ambiental é específico e exige a adoção de políticas preventivas, as únicas que, com total eficácia, conseguem o equilíbrio ambiental desejado. Contudo, ora pela inoperância das políticas preventivas, ora pela impossibilidade da sua aplicação, existem e, infelizmente, cada vez mais, danos ambientais¹³.

Os fatos apontam para um fenômeno cruel: a poluição e os danos não conhecem fronteiras e, portanto, uma luta para preveni-los ou remediar suas consequências só seria realizável em âmbito global e por meio de um sistema internacional de cooperação entre os Estados e de coordenação e/ou harmonização de suas políticas e legislações internas¹⁴.

O Direito não se constrói para si mesmo ou para uma ordem social e política abstrata. Ele deve interessar-se pelo homem concreto, pelas diferentes realidades humanas, permanentes e mutantes, que servem de insumo para a História Universal. A justiça legal e a justiça moral dão-se as mãos e se fundem para construir um mundo saudável e justo¹⁵.

No pensamento de Ramón Martín Mateo¹⁶,

[...] en todos los países más o menos industrializados se ha generalizado un clima de opinión en torno a los problemas del medio. Este tipo de preocupaciones va más allá de las simples ilusiones naturistas o de la demanda colectiva de mejoras sanitarias. Puede afirmarse que ha ido surgiendo una indudable reflexión ecológica que ha impulsado por doquier reformas institucionales, aunque todavía no haya avocado a las grandes mutaciones organizatorias que la humanidad precisa.

12 FERREIRA, Heline Silvivi; LEITE José Rubens Morato. *Estado de direito ambiental: tendências, aspectos constitucionais e diagnósticos*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2004. p. 118.

13 Idem, p. 129.

14 SOARES, Guido Fernando Silva. Op. cit., p. 61.

15 MILARÉ, Édís. *Direito do ambiente: doutrina, jurisprudência e glossário*. 6. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2009. p. 141.

16 MATEO, Ramón Martín. *Tratado de derecho ambiental*. Madrid: Trivium, v. 1, 1991. p. 27.

Os poucos recursos destinados às atividades de aprendizagem no Brasil, quando comparados ao cenário que se vê nos países desenvolvidos, possibilitam duas inferências. Em primeiro lugar, constata-se que a educação corporativa não é entendida no País como um elemento estratégico para alcançar os objetivos organizacionais de competitividade e lucratividade. Em segundo lugar, considerando que, na maior parte das empresas, a variável socioambiental continua relegada a segundo plano, ainda mais escassos são os recursos disponíveis para a formação e a aprendizagem no campo socioambiental¹⁷.

A revolução causada pela globalização e aproximação dos mercados com ampliação do comércio que passa a ser seguido em escala internacional¹⁸ exige da empresa uma postura compromissada com a proteção ambiental. Em contrapartida, estes produtos possuem grande aceitação em âmbito internacional, principalmente no mercado europeu, e a certificação voltada para testar o respeito da norma de proteção ambiental é um diferencial para vender aos consumidores cada vez mais cientes e exigentes.

Estas posturas dos consumidores acabam influenciando de forma direta atitudes das empresas, as quais procuram implantar sistema de gestão ambiental, para não perder espaço de mercado. No momento em que a opinião pública passa a exigir uma atuação ambientalmente responsável, seja por meio da adoção de medidas de gestão ambiental, seja pela adequação a padrões de qualidade ambiental, as empresas são compelidas a mudar seu comportamento.

Sabe-se que ainda são poucas as organizações que investem de forma sistemática em programas de formação e mudanças organizacionais visando reduzir os problemas socioambientais decorrentes de suas atividades. A tendência é esta realidade ser gradativamente alterada, pois se percebe a necessidade de se desenvolver uma visão estratégica, considerando-se as exigências do mercado internacional, que muitas vezes acabam transformando-se em verdadeiros instrumentos de barreira comercial.

A humanidade demorou toda a sua existência para entender a verdadeira importância da biodiversidade, e que sem a sua preservação não haverá garantia de sobrevivência da maioria das espécies. Foi difícil de perceber que os recursos naturais não são inesgotáveis, e que todas as atitudes que atingem direta ou indiretamente o meio ambiente também irão prejudicar o homem. A demora da percepção e a mudança de comportamento do homem são lamentáveis.

17 DEMAJOROVIC, Jacques. *Sociedade de risco e responsabilidade socioambiental: perspectivas para a educação corporativa*. São Paulo: Senac, 2003. p. 29.

18 Como por exemplo, o “selo verde”, que serve para indicar que o produto, neste caso, a madeira, foi extraído das florestas tropicais de forma ambientalmente correta. Quando o consumidor encontra este selo, sabe que a extração esteve submetida a um plano de manejo e respeitou as normas de proteção do meio ambiente.

No dizer de Mateo¹⁹,

[...] el hombre de hoy usa y abusa de la naturaleza como si hubiera de ser el último inquilino de este desgraciado planeta, como si detrás de él no se anunciara un futuro. La naturaleza se convierte así en el chivo expiatorio del progreso.

Felizmente, a cada dia surgem novas efetivas normas, do âmbito internacional ao municipal, para servir de instrumento de proteção do meio ambiente e da sociedade como um todo. Com este escopo, houve a intervenção do direito em matéria ambiental, por meio da proteção de direitos difusos, dando suporte à manutenção do ambiente ecologicamente equilibrado, o qual é bem de uso comum do povo, e essencial à sadia qualidade de vida, assegurado na Constituição da República Federativa do Brasil.

O Direito Ambiental teria surgido com a sagrada missão de conservar a vida, em todas as suas formas, por meio de um equilíbrio entre a ação humana e a capacidade de suporte do Planeta Terra, preservando a natureza e o meio em que se vive para as presentes e futuras gerações. Há que se repensar e se aplicar imediatamente um modelo de desenvolvimento que leve em consideração as gerações futuras e uma política que tenha como base a preservação dos recursos naturais a longo prazo²⁰.

2 MEIO AMBIENTE: ÁGUA E OS POLUENTES EMERGENTES

Um amplo espectro de processos humanos e naturais afeta as características biológicas, químicas e físicas da água, impactando assim sua qualidade. Diversas atividades humanas – entre elas a agricultura, a indústria, a mineração, o descarte de resíduos humanos, o crescimento demográfico, a urbanização e as mudanças climáticas – têm impacto sobre a qualidade da água. A agricultura pode provocar contaminação por nutrientes e agrotóxicos e aumento da salinidade. A contaminação por excesso de nutrientes tornou-se um dos problemas mais difundidos no planeta em termos de qualidade da água e, mundialmente, estima-se que a aplicação de agrotóxicos já tenha ultrapassado 2 (dois) milhões de toneladas por ano. As atividades industriais lançam, a cada ano, entre 300 (trezentos) e 400 (quatrocentos) milhões de toneladas de metais pesados, solventes, lodo tóxico e outros efluentes e resíduos sólidos nas águas do mundo²¹.

As atividades humanas, assim como os processos naturais, podem alterar as características físicas, químicas e biológicas da água, com ramificações espe-

19 MATEO, Ramón Martín. Op. cit., p. 27.

20 LEITE, José Rubens Morato; AYALA, Patryck de Araújo. Op. cit., p. 27.

21 BRASIL. Agência Nacional de Águas (Brasil). Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos/Agência Nacional de Águas, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. 2. ed. Brasília: ANA, 2013. ISBN: 978-85-8210-018-9. p. 22.

cíficas para a saúde humana e do ecossistema. A qualidade da água é afetada por mudanças em teores de nutrientes, sedimentos, temperatura, ph, metais pesados, toxinas não metálicas, componentes orgânicos persistentes e agrotóxicos, fatores biológicos, entre muitos outros²².

Em todos os anos, morrem mais pessoas pelas consequências de água imprópria que por todas as formas de violência, incluindo as guerras, sendo as crianças menores de 5 (cinco) anos as mais impactadas. A água imprópria ou inadequada e a falta de tratamento e de disposição adequada de esgotos domésticos e de higiene são as causas de aproximadamente 3,1 por cento de todos os óbitos – mais de 1,7 milhão por ano – e de 3,7 por cento dos anos de vida perdidos devido aos problemas de saúde considerados mais impactantes em todo o mundo²³.

É sabido que ampla gama de outros contaminantes orgânicos e inorgânicos também exercem impactos diretos e indiretos sobre a saúde humana. Metais como mercúrio, cobre e zinco são encontrados naturalmente no meio ambiente e, em baixas concentrações, são essenciais ao bom funcionamento do ecossistema e à saúde humana. Contudo, a exposição prolongada a altos teores desses metais pode acarretar sérias consequências aos seres humanos, pois tendem a bioacumular nos tecidos do organismo²⁴.

Em 1962, na obra *Primavera Silenciosa*, Carson já alertava sobre o uso de pesticidas químicos e a poluição ao meio ambiente, dizendo que

os pesticidas sintéticos entram e se alojam no corpo de peixes, pássaros, répteis e animais domésticos e selvagens de forma universal. Eles têm sido encontrados em quase todos os grandes sistemas fluviais e até mesmo nos cursos de água subterrânea que fluem invisíveis pela Terra.²⁵

Em sua maior parte, essa poluição é invisível, revelando sua presença quando centenas ou milhares de peixes morrem, porém o mais usual é que jamais seja detectada. Os químicos que cuidam da pureza da água não dispõem de testes de rotina para esses poluentes orgânicos, nem de nenhum método para removê-los, chamava atenção Carson²⁶.

22 CARR, G. M.; J. P. Neary. (2008). *Water Quality for Ecosystem and Human Health*, 2nd Edition. United Nations Environment Programme Global Environment Monitoring System. Retrieved 14 July 2009. Disponível em: <http://www.gemswater.org/publications/pdfs/water_quality_human_health.pdf>. Acesso: 27 abr. 2015.

23 BRASIL. Agência Nacional de Águas (Brasil). *Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos/Agência Nacional de Águas, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente*. 2. ed. Brasília: ANA, 2013. ISBN: 978-85-8210-018-9. p. 18.

24 BRASIL. Agência Nacional de Águas (Brasil). *Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos/Agência Nacional de Águas, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente*. 2. ed. Brasília: ANA, 2013. ISBN: 978-85-8210-018-9. p. 43.

25 CARSON, Rachel. *Primavera silenciosa*. Trad. Claudia Sant'Anna Martins. São Paulo: Gaia, 2010. p. 29.

26 Idem, p. 49

O atual sistema de tratamento ainda não está preparado para detectar e eliminar muitos destes elementos prejudiciais à qualidade da água. É necessário desenvolver, investir e empregar técnicas de tratamento mais específicas e complexas, caso contrário, o meio ambiente continuará sofrendo sérios e irreversíveis prejuízos.

Por meio do desenvolvimento de métodos mais sensíveis, substâncias químicas antes desconhecidas passaram a ser detectadas, identificadas e definidas quanto aos riscos que possam causar no meio ambiente. Este é o caso dos chamados “contaminantes emergentes”, ou seja, compostos já utilizados há décadas, mas que foram avaliadas e monitoradas recentemente²⁷.

O termo “poluente emergente²⁸” pode ser utilizado para definir um grupo especial de substâncias com características peculiares devido ao seu crescente nível de utilização pela sociedade e pelo seu real potencial de contaminação, pois não precisam persistir no meio ambiente para causar efeitos negativos²⁹. Os poluentes emergentes são qualquer composto químico presente em uma variedade de produtos comerciais como medicamentos, produtos de uso veterinário, embalagens de alimentos, produtos de higiene, agrotóxicos lançados diretamente nos corpos d’água ou na rede de esgotos.

Registra-se que os poluentes emergentes são de diversas classes de compostos com amplas aplicações, como os fármacos (antibióticos, anti-inflamatórios, analgésicos e reguladores lipídicos); produtos de beleza (bronzeadores, antissépticos, repelentes de insetos e fragrâncias); produtos químicos industriais (plastificantes, preservantes de madeira, produtos de limpeza, anticorrosivos e aditivos de gasolina); hormônios e esteróides; e pesticidas³⁰.

Em sua maioria, esses compostos não são degradados pelos métodos convencionais de tratamento (processos biológicos); sendo assim, mesmo após passagem pelas estações de tratamento, continuam livres no meio, podendo atingir as águas para abastecimento humano. Como risco potencial à saúde humana e ao meio ambiente, pode-se citar a disfunção no sistema endócrino

27 PEDROSO, R. C. R. Desenvolvimento de métodos de análise por CLAE-UV para os antimicrobianos tetraciclina, sulfametoxazol e trimetoprima utilizando materiais à base de sílica e poliméricos como sistemas de pré-concentração. Dissertação de Mestrado. Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

28 Sobre este tema, sugere-se, ainda leitura do capítulo de livro: SOUZA, Maria Cláudia S. Antunes de.; SOUZA, Greyce Kelly Antunes de. Poluentes invisíveis: impactos ambientais, econômicos e sociais como uma ameaça a qualidade da água e sustentabilidade. In: POMPEU, Gina Marcilio; SAMPAIO, Natércia; MENEZES, Wagner. *Comércio, globalização e formação do capital social*. Arraes: Belo Horizonte, 2015. p. 506-518.

29 REIS FILHO, R. W.; LUVIZOTTO-SANTOS, R.; VIEIRA, E. M. Poluentes Emergentes como Desreguladores Endócrinos. *Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology*, v. 2, 2007. p. 283-288.

30 ABREU, Fernando Girardi de; BRANDÃO, João Luiz Boccia. Impactos e desafios futuros no monitoramento dos contaminantes emergentes. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/a8514ef31d822864a33bf9d119d91095_9148e05313c2aa67326457f676c03fbf.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2015.

e reprodutivo de seres humanos e dos animais, abortos espontâneos, distúrbios metabólicos e incidência de neoplasias malignas, além da indução de bactérias mais resistentes³¹. Devido à exposição de algumas espécies aquáticas com essas substâncias, registram-se alterações morfológicas e extinção de determinadas espécies³².

Estes produtos químicos estão cada vez mais presentes nas águas do mundo e, quando atingem o meio ambiente, causam danos ao ecossistema e a saúde humana. Sua propagação em mares, rios e reservatórios é resultado do crescimento das cidades e de novos processos industriais³³. Entretanto, é hora de assumir uma postura global frente ao desafio de proteger e melhorar a qualidade das reservas de água do planeta, prevenindo a poluição; tratando a água poluída, inclusive com eliminação dos poluentes emergentes e restaurando ecossistemas, amenizando os impactos ambientais ocorridos pela ação do homem, passando a ser um desafio para as novas tecnologias de informação e comunicação no alcance da efetivação da sustentabilidade.

3 NOVAS TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO: LIMITES E DESAFIOS PARA A EFETIVIDADE DA SUSTENTABILIDADE

Definir conceitualmente tecnologia da informação e comunicação é um trabalho árduo, tendo em vista a sua composição por três diferentes conceitos, que possuem várias significações conforme as suas aplicações nas mais variadas áreas do saber humano e de acordo com o contexto histórico em que são utilizados. Uma das formas da resolução desse impasse é tomar conhecimento das conceituações dos três elementos que constituem a tríade tecnologia/informação/comunicação. Assim, primeiramente, atendo-se ao vocábulo *tecnologia*, tem-se que as raízes gregas *téchne* e *logos* correspondem, respectivamente, à ideia de “arte”, “ofício”, “indústria” e ao conceito de “palavra”, “tratado”, “estudo”, “ciência”. Dessa forma, para os filósofos gregos, a *téchne* não era um ofício ou arte qualquer, mas aquela que deveria ser realizada de acordo com o estudo, com a ciência³⁴.

31 REIS FILHO, R. W.; LUVIZOTTO-SANTOS, R.; VIEIRA, E. M. Poluentes Emergentes como Desreguladores Endócrinos. *Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology*, v. 2, n. 3, 2007, p. 283-288.

32 ARIAS, David Gutierrez. Contaminantes emergentes, seus efeitos no meio ambiente e desafios para novos mecanismos de purificação de água. Disponível em: <http://www.ib.unicamp.br/dep_biologia_animal/sites/www.ib.unicamp.br/dep_biologia_animal/files/contaminantes%20emergentes%20purifica%C3%87%C3%83o%20%C3%81gua.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2015.

33 ARIAS, David Gutierrez. Contaminantes emergentes, seus efeitos no meio ambiente e desafios para novos mecanismos de purificação de água. Disponível em: <http://www.ib.unicamp.br/dep_biologia_animal/sites/www.ib.unicamp.br/dep_biologia_animal/files/contaminantes%20emergentes%20purifica%C3%87%C3%83o%20%C3%81gua.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2015.

34 RODRIGUES, Gelze Serrat de Souza Campos; COLESANTI, Marlene T. de Muno. Educação ambiental e as novas tecnologias de informação e comunicação. *Sociedade & Natureza*. Uberlândia, 20 (1): 51-66, jun. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v20n1/a03v20n1>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

Nas sociedades contemporâneas, a tecnologia vai ocupando cada vez mais um lugar de destaque na organização das práticas sociais, gerando efeitos em todo o universo social e criando dinâmicas diferenciadas nas quais o conhecimento passa a tomar um lugar central. Essa interação entre ciência e tecnologia se dá de um modo tão intenso que alguns autores preferem denominá-las com um único conceito – o de tecnociência, enfatizando o seu atual estado de fusão³⁵.

A ideia de ciência, a ideia de tecnologia e a ideia de mercado global devem ser encaradas conjuntamente e, desse modo, podem oferecer uma nova interpretação à questão ecológica, já que as mudanças que ocorrem na natureza também se subordinam a essa lógica³⁶.

Chega-se ao segundo elemento da tríade – *informação*, sua raiz latina *informare* significa “a ação de formar matéria”. Até a década de 1940, o conceito de informação é extremamente ligado à “[...] ação de informar; formação ou moldagem da mente ou do caráter, treinamento, instrução, ensinamento, comunicação de conhecimento instrutivo”³⁷. Com o desenvolvimento da informática, o conceito de tecnologias da informação vai paulatinamente abarcando as tecnologias relacionadas à informática, utilizadas para transmitir a informação.

Deve-se ressaltar que, a partir do final da II Guerra Mundial, a informação perde o caráter de elemento(s) que deve(m) levar à redução do grau de incerteza sobre um determinado assunto, passando a ter um significado ligado ao ato comunicante, podendo designar qualquer coisa que fosse comunicada, transmitida, seja ela compreendida ou não³⁸. A partir de então, outro elemento passa a ser valorizado e agregado às tecnologias de informação – a comunicação.

Propondo outro olhar, observa que as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs)³⁹ estão presentes ao longo de todo o processo de desenvolvimento humano, considerando tecnologia de informação toda configuração comunicativa que utiliza como apoio as tecnologias disponíveis no seu contexto histórico, estando ela, portanto, relacionada à informática ou não.

35 SANTOS, Milton. *A natureza do espaço*. Técnica e Tempo. Razão e Emoção. São Paulo: Hucitec, 1997. p. 23.

36 Idem, p. 190;

37 WURMAN, Richard Saul. *Como transformar informação em compreensão*. São Paulo: Cultura: Editores Associados, 1991. p. 42.

38 ABREU, Fernando Girardi de; BRANDÃO, João Luiz Boccia. Impactos e desafios futuros no monitoramento dos contaminantes emergentes. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves/RS. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/a8514ef31d822864a33bf9d119d91095_9148e05313c2aa67326457f676c03fbf.pdf>. Acesso em 7 dez. 2015.

39 SILVA, Bento Duarte. A inserção das tecnologias de informação e comunicação. Repercussões e exigências na profissionalidade docente. In: MOREIRA, Antônio Flávio B.; MACEDO, Elizabeth Fernandes de. *Currículo, práticas pedagógicas e identidades*. Portugal: Porto Ed., 2002. p. 65.

Com o aperfeiçoamento dos microprocessadores, com a digitalização da informação, sua disseminação e popularização, estabelece-se um ajuste estratégico entre o audiovisual, a informática e as telecomunicações, o que resulta na comunicação virtual e nas denominadas novas tecnologias de comunicação e informação.

Fiorillo⁴⁰ destaca que a manifestação do pensamento, a criação, a expressão e a informação realizadas por meio da Internet e concebidas pela pessoa humana não só como formas de expressão, mas efetivamente como modo de criar, fazer e viver estão particularmente fundamentadas no plano constitucional pela tutela jurídica do meio ambiente cultural (arts. 215 e 216) dentro do atual processo civilizatório nacional fortemente impactado pela denominada cultura da convergência (meio ambiente digital).

Diariamente, cada vez mais o homem interage com tecnologias. Computadores e sistemas de informação mudaram e continuarão a transformar, provavelmente para sempre, a sociedade, as relações comerciais e a vida das pessoas. A sociedade está percebendo que os benefícios tecnológicos serão solicitados cada vez mais em futuro próximo, dessa forma, os sistemas computacionais são usados em quase todos os aspectos da vida humana e continuarão oferecendo carreiras estimulantes à sociedade⁴¹.

Pode-se observar, especialmente após a ocorrência da 3ª Revolução Industrial, a ascensão de atividades que adotam altas tecnologias em sua produção, com destaques para as áreas de informática, microeletrônica, robótica e telecomunicações. As tecnologias passaram a ser incorporadas em massa nas organizações visando objetivos variados, por exemplo, produtos de melhor qualidade, maior precisão, aperfeiçoamento no sistema de saúde, maior eficiência e redução de custos⁴². Registra-se que as empresas, ao utilizarem tecnologias na produção, conseguem diminuir o consumo de recursos naturais, minimizar a geração de resíduos e impactos ambientais.

Por outro lado, a disseminação de tecnologias de informação e comunicação cria novas oportunidades e expectativas em relação ao processo de conscientização ambiental, uma vez que a integração da informática e dos multimeios propiciam a sensibilização e o conhecimento de ambientes diferenciados e dos seus problemas intrínsecos por mais distantes espacialmente que eles estejam⁴³. Destaca-se que as diferentes tecnologias implicam mudanças nas

40 FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. *O marco civil da Internet e o meio ambiente digital na sociedade da informação*. Comentários à Lei nº 12.965/2014. São Paulo: Saraiva, 2015. p. 16.

41 STAIR, Ralph. *Princípios de sistemas de informação*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1998. p. 28.

42 LAUDON, Kenneth; LAUDON, Jane. *Gerenciamento de sistemas de informação*. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001. p. 36.

43 RODRIGUES, Gelze Serrat de Souza Campos; COLESANTI, Marlene de Muno. *Educação ambiental e as novas tecnologias de informação e comunicação*. Sociedade e Natureza, v. 20, n. 1, 2008.

atitudes, nos valores e nos comportamentos, nos processos mentais e perceptivos, demandando novos métodos educacionais e racionalidades pedagógicas sintonizadas com as necessidades das novas gerações.

Outro ponto que precisa ser enfatizado é o papel dos profissionais da área tecnológica e de que maneiras podem contribuir para o desenvolvimento de sistemas computacionais que consigam identificar, analisar e solucionar problemas associados às questões ambientais naturais, artificiais, laborais e culturais. Na visão de Sommerville⁴⁴, engenheiros de *software* devem aceitar que seu trabalho envolve responsabilidades mais amplas do que a simples aplicação de habilidades técnicas, visto que o seu trabalho é realizado dentro de uma estrutura legal e social. Dessa forma, devem comportar-se de maneira responsável, ética e moralmente.

As tecnologias possuem papel fundamental na geração de mudanças nos modelos de produção e na criação de estilos de vida mais sustentáveis. Contudo, há muito que percorrer! É um desafio para a área levar as informações necessárias para a sociedade, em especial sobre a qualidade da água no planeta, maneiras de reduzir a emissão de poluentes nos rios e lagos, reduzindo a degradação ao meio ambiente.

Pouco a pouco a humanidade se conscientiza de que necessita de novos valores e comportamentos para administrar de forma harmoniosa as leis naturais. A sociedade precisa de um novo destino, menos violento, mais nobre, em que o homem por si mesmo se distancie dos caminhos tortuosos, mas, para tanto, necessita de atitude e mudança de comportamento; permitindo ver as inter-relações de todos com todos e as ecodependências do ser humano. Para tanto, faz-se necessário tratar as questões ambientais de forma global e integrada.

Assim, pior do que a relação humana para com o meio ambiente é o relacionamento do homem consigo, uma vez que, chegando ao consenso coletivo da imprescindibilidade da preservação ambiental, do desenvolvimento sustentável, e, por fim, da sustentabilidade, não se consegue articular gestão passível de tornar efetivas as medidas em prol destas finalidades.

É essencial que a humanidade se conscientize da necessidade de novos valores e comportamentos para administrar de forma harmoniosa as leis naturais. Caso contrário, em breve, os recursos hídricos mundiais entrarão em colapso; considerando que a população cresce em níveis elevados, o aumento do consumo e a diminuição das fontes de água potável do planeta contribuirão muito para este triste cenário. É necessário, contudo, contribuir com a disseminação do saber, do respeito ao meio ambiente, do zelo pelos recursos finitos do planeta, que são um dos objetivos a serem alcançados pela sustentabilidade. É

44 SOMMERVILLE, Ian. *Engenharia de Software*. 6. edição, São Paulo: Addison Wesley Brasil, 2003. p. 98.

essencial o comprometimento de todos os atores envolvidos para que se possam atingir os propósitos firmados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tomada de consciência da crise ambiental é deflagrada, principalmente, a partir da constatação de que as condições tecnológicas, industriais e formas de organização e gestões econômicas da sociedade estão em conflito com a qualidade de vida⁴⁵.

Não se trata apenas de introduzir corretivos ao sistema que criou a atual crise ecológica, mas de educar para sua transformação⁴⁶. Isto implica superar a visão reducionista e mecanicista ainda imperante e assumir a cultura da complexidade.

Os poluentes emergentes não estão incluídos em programas de monitoramento de rotinas de órgãos de meio ambiente e saúde, e tampouco estão inseridos em normativas ou legislações de controle ambiental. Esta situação é crítica, pois ainda não se sabe todos os impactos sobre o meio ambiente, especialmente em longo prazo.

A poluição e os danos ambientais não conhecem fronteiras e, portanto, uma luta para preveni-los ou remediar suas consequências só seria realizável em âmbito global, tendo como aliadas as novas tecnologias de informação e comunicação.

Estas tecnologias possuem papel fundamental na geração de mudanças nos modelos de produção e na criação de estilos de vida mais sustentáveis. Contudo, há muito que percorrer! É um desafio para área levar as informações necessárias para a sociedade, em especial, sobre a qualidade da água no planeta, maneiras de reduzir a emissão de poluentes nos rios e lagos, reduzindo a degradação ao meio ambiente.

Estas dificuldades evidenciam a complexidade do assunto e a necessidade de mudanças, principalmente o desapego à percepção individualista do direito, e enxergando com a ótica de um todo, do coletivo. É fundamental o trabalho de conscientização e sensibilização no sentido de não serem mais admitidas ou toleradas, como exigência da sociedade contemporânea a formação de novos passivos ambientais.

45 LEITE, José Rubens Morato; AYALA, Patryck de Araújo. Op. cit., p. 23.

46 BOFF, Leonardo. *Sustentabilidade: o que é, o que não é*. Petrópolis/RJ: Vozes, 2012. p. 153.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Fernando Girardi de; BRANDÃO, João Luiz Boccia. Impactos e desafios futuros no monitoramento dos contaminantes emergentes. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Disponível em: <https://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/a8514ef31d822864a33bf9d119d91095_9148e05313c2aa67326457f676c03fbf.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2015.
- ARIAS, David Gutierrez. Contaminantes emergentes, seus efeitos no meio ambiente e desafios para novos mecanismos de purificação de água. Disponível em: <http://www.ib.unicamp.br/dep_biologia_animal/sites/www.ib.unicamp.br/dep_biologia_animal/files/contaminantes%20emergentes%20purifica%C3%87%C3%83o%20%C3%81gua.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2015.
- BECK, Ulrich. *Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade*. Trad. Sebastião Nascimento. São Paulo: Editora 34, 2010.
- BOFF, Leonardo. *Sustentabilidade: o que é, o que não é*. Petrópolis/RJ: Vozes, 2012.
- BRASIL. Agência Nacional de Águas (Brasil). Cuidando das águas: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos/Agência Nacional de Águas, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. 2. ed. Brasília: ANA, 2013. ISBN: 978-85-8210-018-9.
- CARR, G. M. and J. P. Neary. (2008). *Water Quality for Ecosystem and Human Health*. 2nd Edition. United Nations Environment Programme Global Environment Monitoring System. Retrieved 14 July 2009, Disponível em: <http://www.gemswater.org/publications/pdfs/water_quality_human_health.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2015.
- CARSON, Rachel. *Primavera silenciosa*. Trad. Claudia Sant'Anna Martins. São Paulo: Gaia, 2010.
- DEMAJOROVIC, Jacques. *Sociedade de risco e responsabilidade socioambiental: perspectivas para a educação corporativa*. São Paulo: Senac, 2003.
- FERREIRA, Heline Silvivi; LEITE José Rubens Morato. *Estado de direito ambiental: tendências, aspectos constitucionais e diagnósticos*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2004.
- FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. *O marco civil da Internet e o meio ambiente digital na sociedade da informação*. Comentários à Lei nº 12.965/2014. São Paulo: Saraiva, 2015.
- GRANZIERA, Maria Luiza Machado. *Direito ambiental*. São Paulo: Atlas, 2009.
- LAUDON, Kenneth; LAUDON, Jane. *Gerenciamento de sistemas de informação*. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.
- LEITE, José Rubens Morato; AYALA, Patryck de Araújo. *Dano ambiental: do individual ao coletivo extrapatrimonial – teoria e prática*. 3. ed. São Paulo: RT, 2010.
- MATEO, Ramón Martín. *Tratado de derecho ambiental*. Madrid: Trivium, v. 1, 1991.
- MILARÉ, Édís. *Direito do ambiente: doutrina, jurisprudência e glossário*. 6. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2009.

- PASOLD, Cesar Luiz. *Prática da pesquisa jurídica: ideias e ferramentas úteis para o pesquisador do Direito*. 12. ed. rev. atual. amp. Florianópolis: OAB/SC Editora, 2011.
- PEDROSO, R. C. R. Desenvolvimento de métodos de análise por CLAE-UV para os antimicrobianos tetraciclina, sulfametoxazol e trimetoprima utilizando materiais à base de sílica e poliméricos como sistemas de pré-concentração. Dissertação de Mestrado. Instituto de Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- REIS FILHO, R. W.; LUVIZOTTO-SANTOS, R.; VIEIRA, E. M. Poluentes Emergentes como Desreguladores Endócrinos. *Journal of the Brazilian Society of Ecotoxicology*, v. 2, p. 283-288, 2007.
- REIS FILHO, R. W.; LUVIZOTTO-SANTOS, R.; VIEIRA, E. M. Poluentes emergentes como desreguladores endócrinos. *J. Braz. Soc. Ecotoxicol.*, v. 2, n. 3, 2007.
- RODRIGUES, Gelze Serrat de Souza Campos; COLESANTI, Marlene T. de Muno. Educação ambiental e as novas tecnologias de informação e comunicação. *Sociedade & Natureza*. Uberlândia, 20 (1): 51-66, jun. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/sn/v20n1/a03v20n1>>. Acesso em: 10 dez. 2015.
- SANTOS, Milton. *A natureza do espaço*. Técnica e Tempo. Razão e Emoção. São Paulo: Hucitec, 1997.
- SILVA, Bento Duarte. A inserção das tecnologias de informação e comunicação. Repercussões e exigências na profissionalidade docente. In: MOREIRA, Antônio Flávio B.; MACEDO, Elizabeth Fernandes de. *Currículo, práticas pedagógicas e identidades*. Portugal: Porto Ed., 2002.
- SOUZA, Maria Cláudia S. Antunes de.; SOUZA, Greyce Kelly Antunes de. Poluentes invisíveis: impactos ambientais, econômicos e sociais como uma ameaça a qualidade da água e sustentabilidade. In: POMPEU, Gina Marcilio; SAMPAIO, Natércia; MENEZES, Wagner. *Comércio, globalização e formação do capital social*. Arraes: Belo Horizonte, 2015.
- SOARES, Guido Fernando Silva. *Direito internacional do meio ambiente: emergência, obrigações e responsabilidades*. São Paulo: Atlas, 2001.
- SOMMERVILLE, Ian. *Engenharia de Software*. 6. edição, São Paulo: Addison Wesley Brasil, 2003.
- STAIR, Ralph. *Princípios de sistemas de informação*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1998.
- WURMAN, Richard Saul. *Como transformar informação em compreensão*. São Paulo: Cultura: Editores Associados, 1991.