

O DIREITO INTERNACIONAL AMBIENTAL COMO SISTEMA COMPLEXO: CARACTERÍSTICAS, METODOLOGIAS E INSTRUMENTOS DE ANÁLISE

Marcela Albuquerque Maciel

Mestre em Direito pelo Centro Universitário de Brasília (UnICEUB).
Procuradora Federal
E-mail: marcela.maciel@agu.gov.br

Marcelo Dias Varella

Doutor em Direito pela Université Paris 1 Pantheon-Sorbonne, PARIS 1, França.
Mestre em Direito pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).
Professor do Centro Universitário de Brasília (UnICEUB).
E-mail: marcelodvarella@gmail.com

RESUMO

Resumo: A compreensão dos problemas ambientais internacionais exige a consideração do Direito Internacional Ambiental como um sistema complexo, isto é, como sistema no qual a interação entre atores e processos, no tempo e no espaço, apresenta diversidade e dinâmica próprios. Com a aproximação dos elementos marcantes do Direito Internacional Ambiental e da abordagem complexa, ressalta-se a necessidade de sua compreensão e interpretação de forma não reducionista e linear, com a possibilidade de ganhos mediante a utilização de metodologias e ferramentas associadas a tais sistemas. Para tanto, o trabalho foi desenvolvido em duas partes principais. A primeira visa a assentar conceitos básicos da teoria dos sistemas complexos, de modo a possibilitar uma melhor análise das questões a serem tratadas envolvendo o Direito Internacional Ambiental. São apresentadas as principais características, metodologias de análise e suas possíveis aplicações no campo do Direito. Na segunda parte, a pesquisa volta-se ao Direito Internacional Ambiental, com foco no cenário de seu surgimento e sua consolidação, bem como na complexidade de seus atores, processos normativos, espaço e tempo. É nesse cenário que reside a relevância do tema e a originalidade do trabalho que, apesar de teórico, tem a pretensão

de contribuir para a orientação de estudos posteriores que venham a focar o objeto em toda a sua complexidade, bem como do desenvolvimento e emprego de modelagens que lhes sejam mais adequadas.

Palavras-chave: Direito Internacional Ambiental; Sistemas complexos; Desenvolvimento sustentável.

*INTERNATIONAL ENVIRONMENTAL LAW AS A COMPLEX SYSTEM:
CHARACTERISTICS, METHODOLOGIES AND INSTRUMENTS*

ABSTRACT

The understanding of international environmental problems demands a comprehension of international environmental law as a complex system, in which the interaction between actors and processes offers its own dynamic. The remarkable elements of the international environmental law and the theory of complex systems show the importance of the interpretation that is not reductionist or linear. It is possible to achieve gains of understanding this field of law through methodologies and tools associated with the complex systems. Therefore, the essay has been divided into two main sections. The first aims to present the basic concepts of the theory of complex systems, in order to allow the following analysis of the international environmental law conducted in the second part. The relevance and originality of the paper can be assessed from the context of complexity that has been verified. Despite the theoretical nature of the paper, it intends to contribute to further studies that aim to deal with the subject in all its complexity, as well as the development of most appropriate tools to handle with them.

Keywords: *International Environmental Law; Complex systems; Sustainable development.*

INTRODUÇÃO

Abordagens, métodos e modelagens da chamada ciência da complexidade - surgida nas áreas das ciências exatas, como a Física, a Matemática e a Biologia -, estão, cada dia mais, sendo utilizados em diferentes campos das ciências humanas e sociais aplicadas, assim como nas políticas públicas e no Direito¹. Argumenta-se que o tratamento de objetos complexos por meio de instrumental fundado em perspectivas reducionistas e lineares não seria suficiente para sua compreensão e enfrentamento.

No âmbito do Direito Internacional - e, agora, do que se considera internacionalização do Direito -, a ideia de direito como sistema complexo ou formado por subsistemas complexos, aparece em contraponto à da fragmentação da ordem jurídica com a emergência de ordens plurais autônomas. Nos dois extremos, contudo, fixam-se teorias com pretensões descritivas e prescritivas; aquelas, com o intento de neutralidade, e estas, fundadas em concepções éticas, ainda que não as expressem diretamente. Numa escala entre o político e o jurídico, fixam-se teorias que vão da apologia à utopia (KOSKENNIEMI, 2012).

Este artigo tem como cenário as questões supramencionadas, preocupando-se especialmente com o Direito Internacional Ambiental. Esse recorte encontra justificativa no fato de o meio ambiente e os problemas que as políticas ambientais visam a enfrentar serem essencialmente reconhecidos como um sistema complexo (KIM e MACKKEY, 2014). Todavia, a maior parte da literatura especializada ainda tende a descrever a complexidade da governança internacional ambiental com foco na fragmentação e na sobreposição de regimes e normas (BARROS-PLATIOU et al., 2015), ou seja, não sistêmica.

Seria possível e útil pensar o Direito Internacional Ambiental como um sistema complexo? A compreensão dos problemas ambientais internacionais exigiria a consideração do Direito Internacional ambiental como tal? Quais os eventuais ganhos que se poderia ter com a aplicação do instrumental da ciência da complexidade ao Direito Ambiental Internacional? Sem a pretensão de apresentar resposta definitiva a essas questões, procuramos fazer um levantamento dos principais temas que as circundam, de modo a oferecer, ao menos, pontos de partida para outras

¹ Ver, por exemplo, o interessante Centro da Escola de Direito da Universidade de Stanford (CodeX), dedicado ao tema do chamado “*legal informatics*”: <<https://law.stanford.edu/codex-the-stanford-center-for-legal-informatics/>>. Acesso em: jan. 2016.

aproximações.

A suposição é de que, se se pode tratar o Direito Internacional Ambiental como sistema complexo, também é possível obter ganhos mediante a utilização do instrumental associado a tais sistemas. E é nisso que reside a relevância do tema e da originalidade do trabalho que, apesar de teórico, pretende contribuir para a orientação de estudos posteriores que venham a focar o objeto em toda a sua complexidade, bem como o desenvolvimento e o emprego de modelagens que lhes sejam mais adequadas.

Para tanto, o trabalho foi desenvolvido em duas partes principais. A primeira visa a assentar conceitos básicos da teoria dos sistemas complexos, de modo a possibilitar uma melhor análise das questões a serem abordadas, as quais envolvem o Direito Internacional Ambiental. São apresentadas as principais características, metodologias de análise e suas possíveis aplicações no campo do Direito. Na segunda parte, a pesquisa volta-se ao Direito Internacional Ambiental, com foco nas características que possam aproximá-lo dos referenciais dos sistemas complexos. Ao final, apresentamos não só conclusões sobre os estudos feitos, mas também novas inquietações que possam oferecer caminhos a futuras pesquisas.

1 A IDEIA DE SISTEMAS COMPLEXOS

Tendo em vista a novidade do tema, é importante apresentar os principais conceitos, características, metodologias e ferramentas que são utilizados para a análise dos sistemas complexos. Importa também abordar possíveis aplicações do instrumental pesquisado ao campo do Direito, especialmente ao Direito Internacional Ambiental. O que são sistemas complexos? Quais suas propriedades e conceitos essenciais? Quais suas principais metodologias e instrumentos? Em que medida esses sistemas poderiam contribuir para a compreensão e aperfeiçoamento do Direito Internacional Ambiental? São essas as questões que norteiam os tópicos a seguir.

1.1 Conceito e características dos sistemas complexos

Podem-se definir sistemas complexos como os “sistemas nos quais agentes interagem com o ambiente e entre si, sem uma autoridade central, de forma complexa, dinâmica e não linear, e cujas ações geram

estruturas emergentes observáveis, em escalas diferenciadas, a partir de regras usualmente simples, que permitem a adaptação e a evolução do próprio sistema” (FURTADO e SAKOWSKI, 2014, p. 7). Pressupõem um grande número de interação entre as partes, gerando comportamentos denominados emergentes ou auto-organizáveis - que são os comportamentos macroscópicos adotados sem líder ou sistema de controle (MITCHELL, 2011) -, de modo a possibilitar a adaptação e modificação do sistema como um todo (FURTADO et al., 2015). Em razão desta última característica, são também chamados de sistemas complexos adaptativos (KIM e MACKEY, 2014).

O exemplo clássico de sistema complexo, retirado da Biologia, pode auxiliar na compreensão do conceito. Trata-se do comportamento de bando, dos pássaros conhecidos por estorninhos, que parecem bailar em uma coreografia própria, aos milhares, sem colisão (DAWKINS, 2009)². Na realidade, o comportamento de cada indivíduo do bando observa três regras simples e locais: evitar outros pássaros; dirigir-se ao centro de massa dos pássaros próximos; e alinhar sua trajetória à dos demais (RAND, 2015). O resultado é mais do que a soma dos indivíduos, e, para se chegar a ele por meio de uma simulação de computador, não se deve programar o comportamento do bando como um todo, e sim o de um único pássaro, replicando-o posteriormente. “Não existe coreógrafo nem líder” (DAWKINS, 2009, p. 207). O caso foi objeto um estudo computacional realizado por Craig Reynolds, em 1986, e batizado de “*boids*” (“*bird-like-objets*”) (RAND, 2015), constando de grande parte da literatura sobre o tema.

Outro exemplo clássico que costuma ser apontado é o caso dos engarrafamentos. O tráfego em si é composto por diversos atores individuais em movimento que, considerados isoladamente, não são capazes de produzir um engarrafamento. Contudo, o engarrafamento é não só um resultado agregado de cada decisão individual, como também pode afetar tais decisões, criando um padrão emergente em retroalimentação (RAND, 2015). Outros exemplos podem ser retirados da economia, como o preço médio do trigo no mercado internacional ou o consumo total de petróleo numa dada região, ou mesmo a quebra nos mercados de ações (PAGE, 2015). Em outras palavras, é possível encontrar um padrão e antecipar movimentos mesmo em cenários que envolvam milhares de atores, *a priori* independentes, em um cenário altamente complexo.

2 Pode ser visto em: <<https://www.youtube.com/watch?v=UEjcaKyx6yQ>>. Acesso em: mar. 2016.

A partir da conceituação e dos exemplos apresentados, torna-se mais fácil a compreensão das propriedades essenciais dos sistemas complexos: a) grande número e heterogeneidade de atores; b) interação dos agentes com seus vizinhos ou por conexão de redes (PAGE, 2015), normalmente, por meio de regras simples e marcadas por escalas de relevância espacial e temporal (ações adotadas em um determinado tempo e espaço refletem-se sobre as possibilidades e limitações das que as seguem (FURTADO, et al., 2015); c) interconexão por redes; d) emergência de comportamento coletivo não-linear e auto-organizado (sem controlador central) (FUENTES, 2015); e) produção de resultados agregados e fenômenos emergentes por retroalimentação, permitindo que os sistemas aprendam, adaptem-se e evoluam (FURTADO, et al., 2015).

Destacamos ainda os seguintes conceitos com os quais trabalha a ciência da complexidade, que são importantes para lidar com as questões postas na presente investigação. O primeiro é o de pontos de alavancagem (*leverage points*), que consiste em locais dentro de um sistema complexo no qual pode ocorrer alteração ou mudança. O segundo, a ele correlato, é o de pontos críticos (*tipping points*), isto é, a mudança de estado do sistema relacionada a uma pequena alteração de sua dinâmica ou padrão. Também de grande relevância é a ideia de dependência de trajetória (*path dependence*), concernente à impossibilidade ou à dificuldade de um sistema sofrer certas alterações de trajetória, em razão de questões ocorridas previamente, ou seja, de que as possibilidades atuais de um sistema encontram restrição por escolhas realizadas no passado ou em sua origem. O conceito de robustez, por sua vez, relaciona-se com a possibilidade de remoção de subcomponentes de um sistema, sem que isso o altere substancialmente (RAND, 2015).

1.2 Metodologias e instrumentos de análise da abordagem sistêmica

De início, ressaltamos que não se pretende, nos limites deste texto, esgotar o universo e as metodologias que envolvem a abordagem de sistemas complexos, ou mesmo tratá-los em profundidade. Isso mereceria, por si só, um trabalho específico. A intenção é apresentar um panorama que não só facilite a análise a ser realizada na sequência, isto é, da eventual caracterização do Direito Ambiental como um sistema complexo, mas também fornecer pistas quanto à utilidade desse enquadramento, a serem melhor desenvolvidas em pesquisas futuras. De fato, sem que o instrumental

correspondente aos sistemas complexos possa, ao menos em tese, apresentar ganhos para o tratamento do objeto - Direito Ambiental Internacional -, a própria aposta epistemológica ficaria infundada. Vejamos então.

As metodologias e ferramentas utilizadas na abordagem de sistemas complexos são provenientes de disciplinas previamente existentes, como a Física e a Matemática (FURTADO, et. al., 2015). Sofrem, contudo, adequações para lidar com os conceitos e princípios abordados no item anterior, sendo a principal delas o tratamento da forma mais ampla possível da heterogeneidade e diversificação existentes (RAND, 2015).

O incremento do poder computacional, com a possibilidade de processamento de um número cada vez maior e mais detalhado de dados a um menor custo, foi essencial para o desenvolvimento dos instrumentos hoje encontrados (PAGE, 2015). De fato, a maioria das metodologias da abordagem complexa emprega métodos computacionais, existindo inúmeros programas nesse sentido. Muitos, entretanto, foram mal desenvolvidos, não verificáveis ou validados, sendo necessário que sejam construídos com o cuidado para que possam ser úteis (PAGE, 2015). Importa, assim, a indicação, a cada análise realizada, de qual o programa computacional a ser utilizado, para que possa ser aferida a sua adequabilidade.

Para os fins do presente trabalho, como exemplos de metodologias de análise de sistemas complexos, podem-se destacar a análise de redes, os modelos baseados em agentes, autômatos, os celulares, a teoria da informação e a modelagem de sistemas dinâmicos. A análise de redes consiste num campo metodológico recente, que estuda as interações entre partes ou nós de um sistema. Preocupa-se com questões como o tempo e a relevância das ligações entre instituições ou pessoas, como se dá essa conectividade e de que modo são recebidas e processadas mudanças (FURTADO, et al., 2015). Recentemente, também se destaca a chamada análise de redes sociais, que busca compreender o efeito e a conexão de tais redes com outros sistemas, como as políticas públicas (RAND, 2015).

A teoria da informação surgiu antes da análise de redes e encontra-se estritamente ligada a ela. Relaciona-se com a definição e a quantidade de informação, suas trocas, armazenamento e características de compressão. Ao tratar da quantificação da incerteza, de uma atribuição de medida para a complexidade, a teoria da informação é aplicada a diferentes áreas do conhecimento, da Biologia à Medicina, da Física estatística à teoria da probabilidade, da telecomunicação à Ciência da Computação (FURTADO, et al., 2015).

Os modelos baseados em agentes³ e os autômatos celulares⁴ focam-se em agentes que seguem regras - sejam elas simples ou decorrentes de elaborados algoritmos -, simulando interações e propriedades que delas decorrem. A principal diferença é que, nos autômatos celulares, os agentes são fixos, com interações locais fisicamente limitadas, enquanto que, nos modelos baseados em agentes, estes podem ser móveis, ou seja, o espaço não é relevante (FURTADO, et al., 2015).

A modelagem de sistemas dinâmicos, por sua vez, aborda sistemas com alto nível de interação entre populações e recursos, em torno da noção de estoques e fluxos, e de respostas positivas e negativas (RAND, 2015). Neste artigo, defende-se a relação da expansão do Direito Internacional Ambiental (normas, interpretações, princípios, efetividade), mesmo entre atores aparentemente independentes.

1.3 Possíveis aplicações no campo do Direito

Ainda que se discuta se o Direito pode, por si, apresentar todas as características dos sistemas complexos para assim ser considerado, é certa a natureza complexa de objetos com os quais lida o Direito, como a própria sociedade, o meio ambiente e as políticas públicas. A hipótese é a de que, se objetos do Direito podem ser compreendidos como sistemas complexos, o instrumental de análise correspondente pode também lhe ser útil, inclusive como meio de aperfeiçoá-lo.

A adoção da abordagem sistêmica no Direito, especialmente no trato das políticas públicas, que podem ser desdobradas em normas, processos e arranjos institucionais mediados pelo Direito (COUTINHO, 2013), parece, assim, promissora. Entender e levar em consideração a não linearidade do sistema jurídico auxiliaria no desenho institucional da política pública por ele conformada. Também no processo de elaboração legislativa do Direito - no qual diversos atores heterogêneos interagem estrategicamente com o fim de produzir decisões coletivas (FURTADO, et al., 2015) -, a aplicação das metodologias da teoria da complexidade mostra-se ser de grande utilidade para a compreensão das normas decorrentes.

Além de os objetos com os quais o Direito atua poderem ser analisados mediante abordagem sistêmica, o próprio Direito tem sido compreendido dessa forma, numa série cada vez maior de pesquisas. O

3 Em inglês: *agente-based models* - ABMs

4 Em inglês: *cellular automata* - CAs

foco é, sobretudo, a existência e relevância de redes de atores envolvidos na produção, na dispersão e na consolidação normativa nas mais diversas áreas, como o Direito e Economia, a responsabilidade civil, a mediação, o Direito Constitucional, Econômico, Administrativo, e na própria formação da decisão judicial (JONES, 2008).

Como estudo pioneiro no campo, destaca-se o de Thomas Schelling - laureado com o Nobel de Economia, em 2005 -, que demonstrou a dinâmica não linear e emergente decorrente de uma política pública de financiamento de moradia que levava a níveis desproporcionais de segregação entre brancos e negros, numa mesma região (JONES, 2008), o que implicaria a necessidade de adequação do seu quadro institucional e normativo. O resultado a que Schelling chegou, em imagem, foi (vermelho para negros e azul para brancos, com representação espacial):

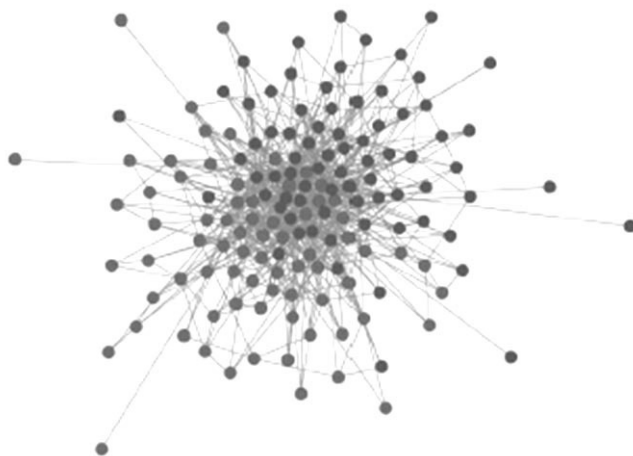


Figura 1: JONES, 2008, p. 877

Um emprego interessante de metodologias da abordagem sistêmica ao campo do Direito tem sido a utilização da análise de redes sociais. Nesse sentido, apontamos resultado gráfico do trabalho realizado por Katz et al. (2016), acerca da rede de professores de Direito em universidades dos Estados Unidos, em espaço e relevância de citações:

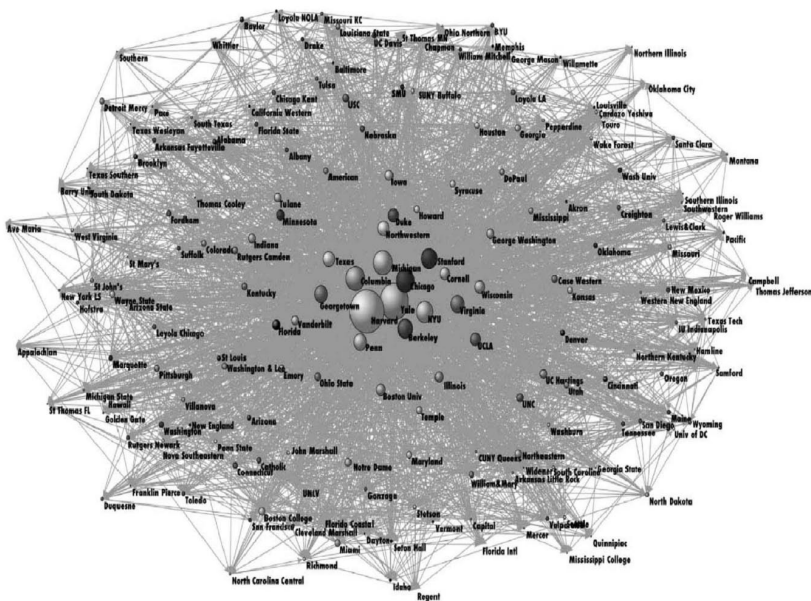


Figura 2: KATZ, et al., 2016, p. 8.

Outras pesquisas (POAST, et al., 2016; RUHL e KATZ, 2016; BOULET, et al. 2016; JONES, 2008; KATZ e STAFFORD, 2016) têm sido direcionadas a demonstrar, de maneira visual, o sistema jurídico como sistema complexo, e, assim, possibilitar a realização de diversos tipos de análise e tratamento do tema, antes dedicados apenas a outros campos do conhecimento.

Nesse cenário, há a migração de ideias jurídicas entre os diferentes atores, aparentemente autônomos e isolados. O processo de fertilização cruzada entre tribunais constitucionais, por exemplo, reflete a migração de ideias entre diferentes tribunais sem jurisdição uns sobre os outros. O farto uso da jurisprudência de tribunais estrangeiros e de tribunais regionais sem jurisdição local demonstram o tema no plano concreto. No Brasil, os casos difíceis dos anencéfalos, das células tronco embrionárias, da união homoafetiva, da liberdade de imprensa, das biografias demonstram, no campo do Direito, o movimento uniforme de atores autônomos.

Como se pode concluir, as possibilidades de aplicação futura de técnicas e metodologias da abordagem sistêmica, no campo do Direito, têm um grande potencial de desenvolvimento. Para além de bases de dados de citações e de decisões judiciais, já se trabalha na criação de modelos

computacionais do próprio sistema jurídico, em toda a sua complexidade (RUHL e KATZ, 2016).

2 O DIREITO INTERNACIONAL AMBIENTAL À LUZ DA IDEIA DE SISTEMAS COMPLEXOS

O Direito Internacional Ambiental pode ser apresentado como um sistema complexo, ou seja, considerando as características que podem aproximá-lo dos referenciais da abordagem sistêmica. Como foi dito anteriormente, trabalha-se aqui com a questão da possibilidade e da utilidade de pensar o Direito Internacional Ambiental nesse contexto, especialmente em face de o meio ambiente ser reconhecido como um sistema complexo por excelência (KIM e MACKEY, 2014). De fato, temas como a conservação da biodiversidade ou as alterações climáticas exigem uma análise não linear e não restrita a disciplinas estanques, de modo que as políticas ambientais formuladas para enfrentá-los - conformadas pelo Direito - sejam melhor informadas (FURTADO, et al., 2015).

O tema pode ser subdividido em duas partes. A primeira trata da complexidade que o envolve, com foco nos atores, em processos normativos, no espaço e no tempo. A segunda parte apresenta possíveis implicações, teóricas e práticas, que a compreensão do Direito Internacional Ambiental como um sistema complexo pode trazer.

2.1 O cenário do surgimento e consolidação do Direito Internacional Ambiental: modernidade, progresso e desenvolvimento sustentável

Há uma crise ecológica sem precedentes na história humana, decorrente de seu processo de modernização (TAIBO, 2011). Em meio à devastação, acredita-se, contudo, que nossas sociedades seguem um caminho linear a partir de um passado de atraso, rumo a um futuro de maior bem-estar (HERRERO, 2010), no qual os países centrais, dito desenvolvidos, são o exemplo a ser alcançado. Essa ideia de progresso, como crença no sentido de que os acontecimentos históricos se realizam num aperfeiçoamento crescente, é uma característica da própria modernidade (ABBAGNANO, 2007). Nota-se, na Antiguidade Clássica e na Idade Média, concepções da história como decadência a partir de uma perfeição primitiva ou como apresentando uma natureza cíclica (ABBAGNANO, 2007). Com o advento da modernidade, reforça-se a noção de progressão

linear, voltada ao futuro, que é seu portador (KOSELLECK, 2006). Da caça e coleta ou da ausência de propriedade privada à sociedade industrial ou à economia de mercado, da selvageria à civilização, tão naturalmente como as leis da mecânica explicariam o mundo físico (HERRERO, 2010).

Compreendido o progresso como o novo horizonte de expectativa da modernidade, constata-se a necessidade de aceleração do tempo rumo a um futuro que ultrapassa a experimentação tradicional. As experiências do passado e as projeções do futuro são afastadas por um coeficiente temporal que traz em si a ideia de transformação do mundo real. Surgem prognósticos de longo prazo rumo ao desconhecido, permitindo-se transpor para a realidade histórica ficções atreladas à ideia de revolução; não mais de reação, como, por exemplo, a de uma sociedade sem classes (KOSELLECK, 2006). Distanciando-se dos fatos e experiências do passado para projetar o futuro, a ideia de progresso se constrói de costas para os limites e dinâmicas da natureza, da qual também se afasta. O avanço tecnológico e o bem-estar associado ao consumo dos bens e serviços que a tecnologia produz (HERRERO, 2010) são os seus motores, ainda que desconsiderem os pontos críticos e limites que o meio ambiente seria capaz de fornecer e assimilar.

Além da ideia de progresso, a modernidade é constituída por elementos ou dimensões que se relacionam e se influenciam mutuamente. Para Anthony Giddens (1991), esses elementos são: a) o industrialismo, entendido como desenvolvimento do ambiente criado, com a constante transformação da natureza; b) o capitalismo, no sentido da acumulação de capital e no estabelecimento de mercados de produtos competitivos; c) a vigilância, relacionada ao controle da informação e da supervisão social; e d) o poder militar controlado e monopolizado pelo Estado, no âmbito da industrialização da guerra. Carlos Taibo (2011), por sua vez, destaca que os tempos modernos são marcados pelo mito do crescimento, do consumo, da produtividade, da competitividade e das tecnologias liberadoras. Esses elementos, em conjunto ou distintamente focados, estão presentes no pensamento da maior parte dos autores que tratam da modernidade ocidental. É de se destacar, todavia, que a percepção negativa da temporalidade, isto é, a ideia de crise, não foi por completo abandonada na modernidade, coexistindo com a esperança no futuro como noções contraditórias (ROSSI, 2000). Houve, ainda, a permanência paralela de noções cíclicas e ondulatórias da história.

Quanto ao tema, discute-se, ainda, se a modernidade estaria

substancialmente acabada, como defendem os chamados pós-modernistas, ou mesmo sequer concluída. Compreendemos que, ao se verificar a coexistência de percepções contraditórias, como a esperança no futuro e a ideia de crise ou do progresso com a noção cíclica da história, a radicalização de um ou outro de seus elementos constitutivos não significaria sua ruptura ou completude (GIDDENS, 1991). De todo modo, seja uma modernidade radicalizada ou pós-modernidade, o cenário que se busca descrever é o mesmo, pois a reflexividade do processo de modernização converte-o, ao mesmo tempo, em tema e problema (BECK, 2010), como as questões ambientais que são objeto do Direito Internacional Ambiental.

Estreitamente ligada ao conceito de progresso e ao de modernidade está a ideia de desenvolvimento (ABBAGNANO, 2007). No início do século XX, prevaleceu a concepção liberal de que a promoção do progresso seria realizada pelas forças da economia de mercado, não cabendo ao Estado exercer uma política nesse sentido (HEIDERMAN, 2009). O Estado focava-se em garantir a segurança jurídica necessária ao estabelecimento do mercado capitalista (COMPARATO, 1998). Desenvolver um país significava implantar uma economia de mercado que pudesse incluir ao menos a maior parte dos seus cidadãos, representando os países industrialmente avançados modelos a serem seguidos pelos demais (HEIDERMAN, 2009). A expressão “desenvolvimento” aparece no Direito Internacional a partir de 1940, na Carta de Havana, do GATT⁵ (Acordo Geral de Tarifas e Comércio), dentro de uma ótica liberal, embora preservando certos países mais pobres da incidência de normas globais.

Em 1972, na *Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Humano*, em Estocolmo, Maurice Strong cunha a definição de ecodesenvolvimento como alternativa à resistência de diferentes atores à ideia então discutida de crescimento zero⁶. Em face da resistência ao exercício do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA como uma agência de cunho econômico, o tema é rebatizado, posteriormente, como desenvolvimento sustentável, não inerente a uma agência da família onusiana, mas inerente a todo o sistema jurídico internacional.

A *Declaração sobre o Direito ao Desenvolvimento*, de 1986, da ONU, define “desenvolvimento sustentável” como um processo econômico, social, cultural e político, visando ao constante incremento

5 Em inglês: General “*Agreement on Tariffs and Trade*”

6 A exemplo dos famosos Relatório Meadows ou do Limits to Growth.

do bem-estar da população, com base na sua participação ativa, livre e significativa, não só no próprio desenvolvimento, mas também na distribuição justa dos benefícios dele resultantes. Não há menção à sua eventual dimensão ecológica ou sustentável. No ano seguinte, em 1987, o termo “desenvolvimento sustentável”, entretanto, passa a se difundir ao ser conceituado, no *Relatório da Comissão Mundial para o Ambiente e Desenvolvimento*, ligada à ONU, como “aquele capaz de satisfazer as necessidades presentes sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades” (ONU, 1986).

É, assim, na tentativa de conciliação das agendas do meio ambiente e do desenvolvimento, que surge a ideia de sustentabilidade. Ela se daria quando, na relação do homem com o ambiente natural, não ocorresse o esgotamento das bases materiais de reprodução das atividades econômicas, sociais e culturais sobre as quais se desenvolvessem (LEUZINGER e CUREAU, 2008). Não há, todavia, na expressão “sustentável” a indicação de até onde pode o desenvolvimento ser, assim, considerado. É certo que ele não poderá ser considerado dessa forma, indefinidamente, num mundo finito (WORSTER, 1995). Quais práticas são ou não sustentáveis? Qual o ponto crítico em que a atividade humana pode provocar o colapso dos ecossistemas? Não há segurança na definição de tais limites, que, além disso, são indicados, tendo-se em conta o possível alcance da sustentabilidade, sem qualquer alteração dos modelos de consumo constituintes da modernidade (WORSTER, 1995).

O conceito de desenvolvimento mais discutido atualmente, como expansão das liberdades ou da felicidade, nas palavras de Amartya Sen (2000), pressupõe a conservação ambiental. De todo modo, vê-se que, com a introdução do conceito de desenvolvimento sustentável ao longo do processo histórico, a proteção do meio ambiente passou a ser considerada como um de seus elementos fundamentais, pois toda forma de crescimento não sustentável seria oposta ao conceito de desenvolvimento em si, ao implicar a redução das liberdades das gerações futuras (VARELLA, 2004). Com isso, o crescimento econômico, ainda que acelerado, não significa desenvolver um país, não sendo suficiente maximizar o crescimento do Produto Interno Bruto - PIB. O objetivo maior deve ser a redução da pobreza e a atenuação das desigualdades, sem depreciação da força de trabalho e dos recursos naturais (SACHS, 2004). Quando se fala em desenvolvimento sustentável, não se está, portanto, se restringindo a questões ambientais ou ecológicas, pois as dimensões econômica e social - o chamado tripé

da sustentabilidade: econômico, social e ambiental (SACHS, 2004) - também fazem parte do conceito, o que exige medidas que as promovam em equilíbrio.

A reflexividade do processo de modernização converteu esse processo, ao mesmo tempo, em tema e problema (BECK, 2010). Os impactos sociais do crescimento foram percebidos e passaram a ser objeto de reflexão antes das consequências impostas ao meio ambiente (MCNEILL, 2001). A preocupação com um mundo em que a industrialização poderia implicar um crescimento além da capacidade de recuperação do ambiente só passou a se difundir recentemente. Os impactos ambientais do progresso revelam como a civilização moderna confiou na sua expansão, reprimindo as considerações acerca de dilemas existenciais da própria vida (GIDDENS, 1996), como a sobrevivência da espécie ou mesmo a questão de como viver e o que preservar.

A crise ecológica demonstra em si os limites materiais da modernidade, caracterizando-se a política ambiental como uma política de perdas e reparação (GIDDENS, 1996). Necessário lembrar, ainda, que a radicalização dos elementos constitutivos da modernidade pode levar à deterioração do meio ambiente a um ponto de desastre ecológico sem possibilidade de reversão (GIDDENS, 1991). É também importante compreender os impactos causados pela expansão do homem pela terra, no momento em que estamos diante das últimas fronteiras naturais a serem desbravadas (FERNANDEZ e ARAÚJO, 2012).

É nesse cenário e nesse momento histórico que o Direito Internacional Ambiental surge e se consolida; e é com referência a ele que deve ser interpretado. De fato, as principais descrições históricas do Direito Internacional Ambiental distinguem três grandes fases ou períodos (SAND, 2007). A primeira é o que precede a *Conferência das Nações Unidas*, realizada em Estocolmo, em 1972, conhecida como tradicional. Não há o tratamento destacado do meio ambiente nos tratados internacionais, e sim a prevalência regimes típicos de reciprocidade baseados na boa-fé, para lidar com os chamados bens comuns (SAND, 2007). A segunda fase do Direito Internacional Ambiental que costuma ser apontada é a que vai de Estocolmo, em 1972, à *Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento*, realizada no Rio de Janeiro, em 1992. Chamado de período moderno, é o momento em que o número de tratados multilaterais sobre o meio ambiente prolifera, e estruturas como a do

PNUMA⁷ se consolidam. Já na terceira fase, denominada pós-moderna, chega-se a falar em “congestionamento” (SAND, 2007) e na fragmentação do Direito Internacional Ambiental. Vejamos, porém, no próximo item, se as características principais do Direito Internacional Ambiental se aproximam mais da complexidade do que da fragmentação.

2.2 Complexidade do Direito Internacional Ambiental: atores, processos normativos, espaço e tempo

Como visto, a modernidade radicalizada - ou pós-modernidade - trouxe consigo questões antes inexistentes, especialmente em razão da compressão do espaço e do tempo inerentes à globalização (BAUMAN, 1999). Problemas de impacto mundial, como são os ambientais, sanitários e terroristas, rompem a tradição do Direito Nacional e Internacional. Na tentativa de explicar a nova realidade jurídica, surgem correntes que se extremam em defender a fragmentação da ordem jurídica internacional em múltiplos sistemas plurais ou em manter a ideia de unidade, mas com uma nova complexidade (VARELLA, 2012). A estrutura piramidal, ainda que de várias soberanias adensadas em ordens inversas (KELSEN, 2011), não mais encontra espaço como possível descrição da ordem ou das ordens jurídicas.

Delmas-Marty (2009), por exemplo, sugere substituir metáforas de castelos ou pirâmides pela de nuvens, pois os sistemas legais mais se assemelhariam a estruturas disformes, com diferentes níveis de integração, formas (espaço) e velocidades (tempo). Propõe, contudo, que, entre um absoluto universalismo - que também pode produzir uma uniformidade paralisante, como nuvens esculpidas em pedra - e uma desordem legal (nuvens numa ventania), se busque reconciliar diversidade e unidade, num modelo pluralista, porém ordenado.

Mais próximo à ideia de sistema, Teubner (2012), por outro lado, aponta uma multiplicidade de sistemas jurídicos com certa autonomia, mas em relação ao que conceitua de fragmentos constitucionais, como seriam os direitos humanos, o Direito Ambiental, o Direito Comercial, etc. Outros autores, por sua vez, entendem que o Direito Internacional estaria em processo de transformação, por meio de macro e microprocessos de expansão de fontes e sujeitos, de influências e aproximações relacionais com os direitos nacionais, e em cenários que vão da policronia à assincronia, a

7 Em inglês: *United Nations Environmental Program* – UNEP.

dependem dos subsistemas em encontro e desencontro (VARELLA, 2012). Feitas essas considerações acerca de possíveis interpretações doutrinárias que envolvem a nova realidade revelada na pós-modernidade, sobre a qual se assenta o Direito Internacional e o Direito Internacional Ambiental em particular, passamos a apontar o enquadramento dos principais aspectos dessa realidade no âmbito da teoria dos sistemas complexos.

Como foi tratado ao longo do texto, entre as propriedades essenciais dos sistemas complexos encontram-se o grande número e a heterogeneidade de atores, que se relacionam, geralmente, por meio da interconexão de redes, com diferentes escalas de espaço e tempo. Ademais, destacam-se, na abordagem complexa, os conceitos de pontos de alavancagem, pontos críticos, dependência de trajetória e robustez. O Direito Internacional Ambiental apresenta essas propriedades, até mesmo em razão das características próprias que os problemas ambientais internacionais apresentam e que dificultam o seu tratamento mediante um paradigma centrado no estado soberano em isolamento. De fato, os problemas ambientais: a) são causados, primariamente, por condutas não governamentais (ao contrário do que acontece no Direito Internacional clássico); b) apresentam dimensões físicas e tecnológicas; c) envolvem significantes questões científicas ainda incertas; d) são extremamente dinâmicos; e e) são marcadamente interconectados (BODANSKY, et al., 2007).

Além disso, pesquisas sugerem que o Direito Internacional Ambiental constitui um sistema de componentes interdependentes em relação funcional, e não mera coleção randômica e fragmentada de normas e instituições (KIM e MACKEY, 2014). Mesmo as investigações realizadas num nível dialógico (POAST, et al., 2016) - de tratados bilaterais - apontam no sentido da emergência de um sistema maior, do qual fariam parte (KIM e MACKEY, 2014). Como rede de tratados, normas e instituições, o Direito Internacional Ambiental apresentaria características-chave dos sistemas complexos.

Nesse contexto, nota-se que a governança ambiental internacional envolve atores infraestatais e não estatais em constante interação, num cenário marcado pelo estabelecimento de novos e mais complexos processos normativos, públicos e privados. O Estado, apesar de permanecer como ator e de ter endereço central no Direito Internacional Ambiental, passa a atuar, de forma cada vez menos isolada, em rede com outros Estados e organizações internacionais, inclusive sob supervisão

e controle de estruturas internacionais (MARAUHN, 2007), como o PNUMA ou o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento - PNUD. Os próprios conceitos de soberania e de ordenamento jurídico são questionados. Multiplicam-se os temas e os atores (VARELLA, 2012).

Apesar da característica marcadamente voluntária do Direito Internacional Ambiental, a partir de temas nos quais haja consenso político e científico, normas cada vez mais cogentes são adotadas, avançando em conjunto com normas não obrigatórias (“*soft norms*”). Convenções-quadro originam tratados específicos, que contribuem para a ampliação e a densificação do tratamento das questões ambientais. O intercruzamento normativo, consistente no “desenvolvimento de soluções jurídicas comuns para problemas similares entre ordenamentos jurídicos diferentes” (VARELLA, 2012, p. 97), é intensificado, com a constitucionalização de valores ambientais e a construção de uma gramática comum de proteção ao meio ambiente como um direito fundamental.

A expansão do Direito Internacional Ambiental pode ser aferida pelo mapeamento da ratificação dos tratados por diferentes Estados, o que demonstra que seguem etapas de ratificação, conforme pertençam ao mesmo bloco regional. Assim, é possível identificar que países do mesmo grupo ratificam tratados ambientais - um logo após os outros -, revelando um fluxo relativamente ordenado do processo de ratificação. Boulet, Barros-Plataiu e Mazzega (2016) fizeram um excelente mapeamento da ratificação de vários tratados ambientais ao longo de 35 anos, transformando seu resultado em gráficos, que passamos a analisar. No gráfico abaixo - no qual os vértices representam países, os *edges* representam a sequência de ratificações e as cores significam que os Estados pertencem a uma mesma comunidade (o que é feito por arbitragem dos autores) -, a ligação entre os círculos mostra que o Estado seguinte ratificou o tratado logo após o anterior:

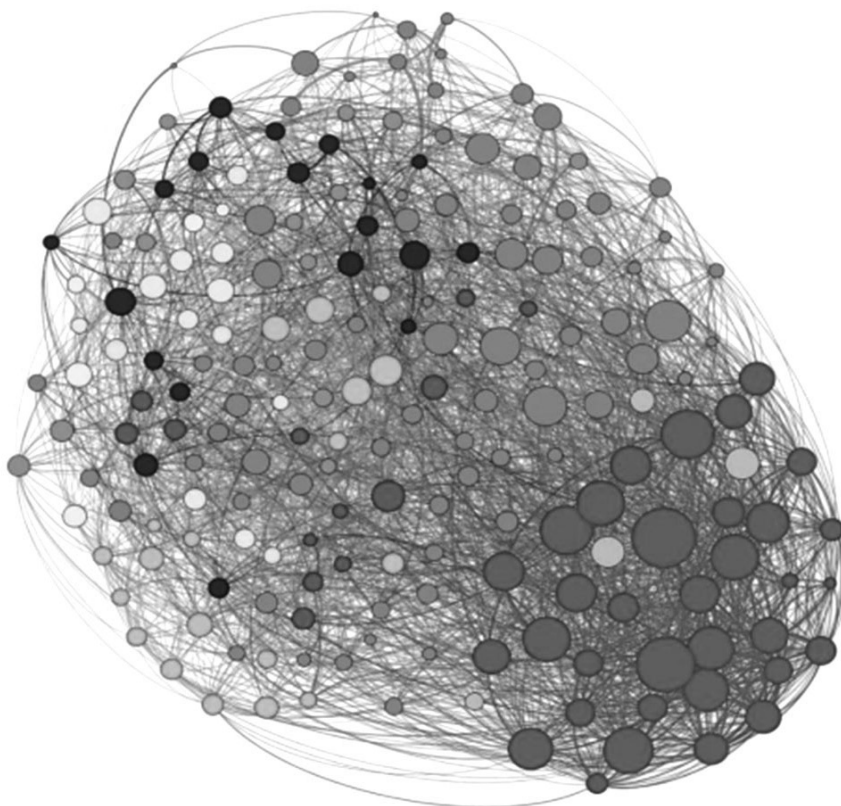


Figura 3: BOULET, et al., 2016, p. 13.

Pelo gráfico, nota-se que o território pode ser, inclusive, expandido para comunidades que envolvem diversos Estados, seja por interesses político-econômicos, como os países ocidentais liberais (União Europeia, Estados Unidos e Canadá), com interesses comuns de desenvolvimento (BRICs, União Africana) ou de integração econômica (Mercosul e ASEAN).

Os referenciais de espaço também se perdem frente ao avanço das fronteiras ambientais e a relativização das fronteiras estatais. Nesse sentido, destaca-se a ideia de fronteira não só como limitação do Estado frente a outros, mas como limite de ocupação do território (SCHITTINI, et al., 2012). Vivemos, hoje, os últimos limites dessa ocupação, o que

se reflete nos temas e problemas em discussão no âmbito do Direito Internacional Ambiental. Da mesma forma, o contínuo deslocamento e o avanço das fronteiras ambientais ao longo da história demonstram um ideal de enfrentamento homem-natureza, que encontra reflexo na crise ecológica atual. No Brasil, por exemplo, o processo de ocupação territorial foi marcado por um padrão recorrente de apropriação e de concentração de terras em grandes propriedades, fundado na devastação dos recursos naturais e na violência frente às populações locais, em contínuo deslocamento das fronteiras, após o exaurimento dos recursos explorados (SCHITTINI, et al., 2012). O ideário que acompanhou sua expansão foi o do enfrentamento da natureza, com representações características da tradição da devastação (SILVA, 2012). Tratar dos problemas ambientais atuais é também lidar com toda essa complexidade da ocupação e da consolidação das fronteiras no passado, sejam elas naturais ou políticas.

As escalas de tempo do meio ambiente e suas crises também não correspondem às da produção normativa, seja ela pública ou privada. A história ambiental apresenta um tempo próprio, do qual o tempo humano, marcado por gerações, não é mais do que uma fração. Contudo, o Direito Internacional Ambiental deve lidar com essas duas diferentes escalas temporais, o que amplia ainda mais a sua complexidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A questão ecológica incita um grande desafio para o seu enfrentamento, já que os instrumentos de associação e de comparabilidade com o existente não são suficientes para a busca de soluções, revelando-se de suma importância o apelo à criatividade, à invenção e à imaginação, voltadas para a realização de algo futuro, e não para o condicionamento do passado. Não se pode olvidar também que, nesse futuro, o desenvolvimento não visa apenas à resolução de questões ambientais, pois, como o próprio *Relatório da Comissão Brundtland, Nosso Futuro Comum* - anteriormente tratado - evidenciou, a pobreza e a destruição do meio ambiente são questões conexas.

É essencial, nesse âmbito, repensar os papéis do Direito, já que “o referencial tradicional da ciência do Direito, fundado basicamente no dogmatismo e no legalismo, apresenta limites para dar soluções para as complexas questões ambientais” (FREIRIA, 2011, p. 102). Os extremos sinalizados: de um lado, o Estado interventor, que tudo controla, e do outro,

o mercado que tudo resolve, dispensando a intervenção estatal, mostraram-se insuficientes para evitar a crise ecológica. A responsabilidade pela realização do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado é tarefa que não pode ser retirada do Estado e transferida ao mercado - o que a realidade demonstrou não ser suficiente -, mas também não é atribuição que cabe somente ao Estado (BENJAMIN, 2005).

Fragmentação ou complexidade? Questão de fé ou de futurologia? Seja qual o caminho adotado para a busca de resposta a tais perguntas, é razoável concluir que parece promissora a utilização futura de metodologias e de instrumentos dos sistemas complexos ao Direito Internacional Ambiental. Não é, contudo, solução para os problemas e as crises apontadas, e sim ferramenta que pode auxiliar sua compreensão e seu enfrentamento. Na prática, nota-se que a complexidade do fluxo de incorporação de tratados e das ideias ambientais se movimentam com certa lógica passível de ser identificada no cenário global, seguindo grupos previamente determinados, que variam conforme os perfis dos Estados. Do mesmo modo, sabe-se que há fontes de influência mais ou menos constantes, com predomínio dos Estados Unidos e da União Europeia na maioria dos casos; e que vários países esperam outros países específicos ratificarem o tratado para poderem também ratificá-lo.

Como exercício de futurologia, lembremos que Isaac Asimov, na sua *Trilogia da Fundação*, apresenta uma ciência fictícia, a psico-história, capaz de realizar previsões aproximadas sobre o comportamento futuro de grandes grupos por meio da combinação da História, da Sociologia e da Matemática (RAND, 2015). Ficção ou realidade, os instrumentos desenvolvidos para o tratamento dos sistemas complexos podem fornecer novos caminhos para o que parecia incomensurável. A nosso ver, vale a pena apostar no aprofundamento de pesquisas sobre o tema.

REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, Nicola. *Dicionário de filosofia*. 5. ed. rev. e ampl. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

BARROS-PLATIAU, Ana Flávia; BARROS, Jorge Gomes do; MAZZEGA, Pierre; OLIVEIRA, Liziane Paixão Silva. Correndo para o mar no antropoceno: a complexidade da governança dos oceanos e a estratégia brasileira de gestão dos recursos marinhos. In: *Revista de Direito*

Internacional. V. 12, n. 1, 2015. p. 150-168.

BAUMAN, Zygmunt. *Globalização: as consequências humanas*. Rio de Janeiro: Zahar, 1999.

BECK, Ulrich. *Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade*. São Paulo: 34, 2010.

BENJAMIN, Antônio Herman. O meio ambiente na constituição federal de 1988. In: Sandra Akemi Shimada Kishi et al. (orgs.). *Desafios do direito ambiental no século XXI: estudos em homenagem a Paulo Affonso Leme Machado*. São Paulo: Malheiros, 2005.

BODANSKY, Daniel; BRUNNÉE, Jutta; HEY, Ellen. International Environmental Law: mapping the field. In: BODANSKY, Daniel; BRUNNÉE, Jutta; HEY, Ellen (eds.). *The Oxford Handbook of International*. Oxford: University Press, 2007. p. 01-25.

BOULET, Romain; BARROS-PLATIAU, A.F., MAZZEGA, p. 35. years of Multilateral Environmental Agreements Ratification: a Network Analysis In: *Artificial Intelligence and Law*, v. 24, Issue 1, march 2016, p. 01-16.

BOULET, Romain; MAZZEGA, Pierre; BOURCIER, Danièle. *Network analysis on the French environmental code*. Disponível em: <<http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1201/1201.1259.pdf>>. Acesso em: dez. 2015.

BOULET, Romain; MAZZEGA, Pierre; BOURCIER, Danièle. *Visualiser la complexité du droit*. Disponível em: <<https://pierremazzeqa.files.wordpress.com/2010/02/2009bourcieretal-bruylant.pdf>>. Acesso em: jan. 2016.

COMPARATO, Fabio Konder. Ensaio sobre o juízo de constitucionalidade de políticas públicas. *Revista de Informação Legislativa*, Brasília, a. 35, n. 138, abr/jun. 1998. p. 39-48.

COUTINHO, Diogo R. O direito nas políticas públicas. In: MARQUES, Eduardo; FARIA, Carlos Aurélio de (org.). *A Política pública como campo multidisciplinar*. São Paulo: Unesp; Rio de Janeiro: Fiocruz, 2013. p. 181-200.

DAWKINS, Richard. *O maior espetáculo da terra: as evidências da evolução*. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

DELMAS-MARTY, Mirielle. *Ordering pluralism: a conceptual framework for understanding the transnational legal world*. Oxford: Hart Publishing, 2009.

FERNANDEZ, Fernando; ARAÚJO, Bernardo B. A. As primeiras fronteiras: impactos ecológicos da expansão humana pelo mundo. In: FRANCO, José Luiz de Andrade; SILVA, Sandro Dutra e; DRUMMOND, José Augusto; TAVARES, Giovana Galvão (orgs.). *História ambiental: fronteiras, recursos naturais e conservação da natureza*. Rio de Janeiro: Garamond, 2012, p. 97-117.

FREIRIA, Rafael Costa. *Direito, gestão e políticas públicas ambientais*. São Paulo: Senac, 2011.

FUENTES, Miguel Angel. Métodos e metodologia em sistemas complexos. In: *Modelagem de sistemas complexos para políticas públicas*. FURTADO, Bernardo Alves; SAKOWSKI, Patrícia A. M.; TÓVOLLI, Marina H. (Coord.). Brasília, IPEA, 2015. p. 65-84.

FURTADO, Bernardo Alves; SAKOWSKI, Patrícia A. M. Complexidade: uma revisão dos clássicos. *Texto para discussão nº 2019*. Brasília: Ipea, 2014.

FURTADO, Bernardo Alves; SAKOWSKI, Patrícia A. M.; TÓVOLLI, Marina H. Abordagens de sistemas complexos para políticas públicas. In: FURTADO, Bernardo Alves; SAKOWSKI, Patrícia A. M.; TÓVOLLI, Marina H. (coord.). *Modelagem de sistemas complexos para políticas públicas*. Brasília, IPEA, 2015. p. 21-42.

GIDDENS, Anthony. *As consequências da modernidade*. São Paulo: Unesp, 1991.

GIDDENS, Anthony. *Para além da esquerda e da direita*. São Paulo: Unesp, 1996.

HEIDERMAN, Francisco G. Do sonho do progresso às políticas de desenvolvimento. In: HEIDERMAN, Francisco G.; SALM, José Francisco (orgs.). *Políticas públicas e desenvolvimento: bases epistemológicas e modelos de análise*. Brasília: Editora UnB, 2009, p. 23-39.

HERRERO, Yago. Una mirada crítica al concepto de progreso. In: AJA,

Augustín Hernández et al. *Claves del ecologismo social*. 2. ed. Madrid: Libros en Acción, 2010.

JONES, Gregory Todd. Dynamical jurisprudence: law as a complex system. *Georgia State University Law Review*, v. 24, n. 4, 2008. p. 873-888. Disponível em: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1370527>. Acesso em: jan. 2016.

KATZ, Daniel M., et. al. *Reproduction of hierarchy?* a social network analysis of the American law professoriate. Disponível em: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1352656>. Acesso em: jan. 2016.

KATZ, Daniel M.; STAFFORD, Derek K. *Hustle and flow*: a social network analysis of the American federal judiciary. Disponível em: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1103573>. Acesso em: jan. 2016.

KELSEN, Hans. As relações de sistema entre o direito interno e o direito internacional público. *Revista de Direito Internacional*, v. 10, n.2, jul./dez. Brasília: UniCEUB, 2011.

KIM, Rakhyun E. *The emergent network structure of the multilateral environmental agreement system*. Disponível em: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2315476>. Acesso em: jan. 2016.

KIM, Rakhyun E.; MACKKEY, Brendam. International environmental law as a complex adaptive system. *International Environmental Agreements: politics, law and economics*, v.14, Issue 1, March, 2014. p. 5-24.

KO, Sebastian. *Legal treatment of complexity*: the unwieldiness of environmental law. Disponível em: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2234191>. Acesso em: jan. 2016.

KOSELLECK, Reinhart. *Passado futuro*: contribuição à semântica dos tempos históricos. Rio de Janeiro: Contraponto/PUC, 2006

KOSKENNIEMI, Martti. *From apology to utopia*. The structure of international legal argument. Cambridge: Cambridge University Press, 2012.

LEUZINGER, Márcia, CUREAU, Sandra. *Direito ambiental*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

MARAUHN, Thilo. Changing role of the state. In: BODANSKY, Daniel; BRUNNÉE, Jutta; HEY, Ellen (eds.) *The Oxford Handbook of International Environmental Law*. Oxford: University Press, 2007. p. 727-747.

MAZZEGA P.; BOURCIER D.; BOURGINE P., NADAH N.; BOULET, R.. A complex-system approach: legal knowledge, ontology, information and networks. In: SARTOR, G. et al. (eds). *Approaches to Legal Ontologies. Theories, Domains, Methodologies*. França: Springer, 2010. p. 117-132

MCNEILL, J. R. *Something new under the Sun: an environmental history of the twentieth-century world*. New York: Norton, 2001.

MITCHELL, M. *Complexity: a guided tour*. Oxford: Oxford University Press, 2011.

ONU, Organização das Nações Unidas. Comissão de Meio Ambiente e Desenvolvimento. *Our common future*. 1986. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/ocf-01.htm#VIII>>. Acesso em: mar. 2012.

PAGE, Scott E. Prefácio. In: FURTADO, Bernardo Alves; SAKOWSKI, Patrícia A. M.; TÓVOLI, Marina H. (coords). *Modelagem de sistemas complexos para políticas públicas*. Brasília, IPEA, 2015. p. 11-17.

POAST, Paul; BOMMARITO, Michael; KATZ, Daniel M. *The Electronic World Treaty Index: Collecting the Population of International Agreements in the 20th Century*. Disponível em: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2652760>. Acesso em: fev. 2016.

RAND, Willian. Sistemas complexos: conceitos, literatura, possibilidades e limitações. In: FURTADO, Bernardo Alves; SAKOWSKI, Patrícia A. M.; TÓVOLI, Marina H. (coords). *Modelagem de sistemas complexos para políticas públicas*. Brasília, IPEA, 2015. p. 43-64.

ROSSI, Paolo. *Naufrágios sem espectador: a ideia de progresso*. São Paulo: Unesp, 2000.

RUHL, J. B.; KATZ, D. M. *Measuring, Monitoring, and Managing Legal Complexity*. Disponível em: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2566535>. Acesso em: jan. 2016.

SACHS, Ignacy. *Desenvolvimento incluyente, sustentável, sustentado*. Rio

de Janeiro: Garamond, 2004.

SAND, Peter H. The evolution of international environmental law. In: BODANSKY, Daniel; BRUNNÉE, Jutta; HEY, Ellen (eds.). *The Oxford Handbook of International Environmental Law*. Oxford: University Press, 2007. p. 29-43.

SCHITTINI, Gilberto de Menezes; FRANCO, José Luiz de Andrade; DRUMMOND, José Augusto. Expansão da fronteira de recursos naturais e unidades de conservação da natureza na área de influência da BR-163. In: FRANCO, José Luiz de Andrade; SILVA, Sandro Dutra e; DRUMMOND, José Augusto; TAVARES, Giovana Galvão (orgs.). *História ambiental: fronteiras, recursos naturais e conservação da natureza*. Rio de Janeiro: Garamond, 2012, p. 147-170.

SEN, Amartya. *Desenvolvimento como liberdade*. São Paulo: Companhia das Letras. 8ª reimpressão, 2000.

SILVA, Sandro Dutra e. No caminho, um jatobá: enfrentamento devastação da natureza na conquista do “último oeste”. In: FRANCO, José Luiz de Andrade; SILVA, Sandro Dutra e; DRUMMOND, José Augusto; TAVARES, Giovana Galvão (orgs.). *História ambiental: fronteiras, recursos naturais e conservação da natureza*. Rio de Janeiro: Garamond, 2012, p. 147-170.

TAIBO, Carlos. *El decrecimiento explicado com sencillez*. Madrid: Catarata, 2011.

TEUBNER, Gunther. *Constitutional Fragments: Societal Constitutionalism and Globalization*. United Kingdom: Oxford, 2012.

VARELLA, Marcelo Dias. *Direito internacional econômico ambiental*. Belo Horizonte: Del Rey, 2004.

VARELLA, Marcelo Dias. *Internacionalização do direito: direito internacional, globalização e complexidade*. 2012. Tese (Livre-Docência em Direito Internacional). Universidade de São Paulo, São Paulo.

WORSTER, Donald. The shaky ground of sustainability. In: SESSIONS, George. *Deep ecology for the 21st century: readings on the philosophy and practice of the new environmentalism*. Boston: Shambhala, 1995. p. 417-

427.

WTI – *World Treaty Index*. Disponível em: <<http://worldtreatyindex.com/>>. Acesso em: fev. 2016.

Artigo recebido em: 11/04/2016.

Artigo aceito em: 19/08/2016.

Como citar este artigo (ABNT):

MACIEL, Marcela Albuquerque; VARELLA, Marcelo Dias. O direito internacional ambiental como sistema complexo: características, metodologias e instrumentos de análise. *Revista Veredas do Direito*, v. 13, n. 26, p. 235-261, mai./ago. 2016. Disponível em: <<http://www.domhelder.edu.br/revista/index.php/veredas/article/view/764>>. Acesso em: dia mês. ano.