

A prospecção tecnológica em biorremediação como instrumento para ações civis públicas ambientais

Technological prospecting in biorremediation as an instrument for public environmental civil actions

Henrico Hernandes Nunes dos Santos*

Allynson Takehiro Fujita**

Resumo: O meio ambiente ecologicamente equilibrado é um direito a ser tutelado por intermédio dos instrumentos vigentes, dentre eles a ação civil pública ambiental, inclusive com técnicas de biorremediação, quando apropriadas, o que pode ser proporcionado por meio de prospecção tecnológica. Com o objetivo de desenvolver a análise fundamentada da situação e propor diretrizes para essa interação, utilizaram-se os métodos de pesquisa dissertativa e exploratória, com estudo da literatura pertinente e levantamento de dados sobre o tema. Os resultados indicam a possibilidade de desenvolvimento de um espaço de intercâmbio entre os interessados nas ações civis públicas ambientais e as instituições de pesquisa, ensino e tecnologia, especialmente os NITs. A conclusão indica que o caminho sugerido pode contribuir para uma abordagem mais democrática, científica e socialmente adequada aos problemas concretos oriundos dos cenários nos quais os aspectos estudados estão envolvidos.

Palavras-chave: Ação civil pública ambiental; Biorremediação; Prospecção tecnológica.

Abstract: The ecologically balanced environment is a right to be protected by means of current instruments, including public environmental civil action, and also with bioremediation techniques when appropriate, and this can be provided

* Mestre em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação/PROFNIT junto à Universidade do Estado de Minas Gerais - Unidade Frutal. Especialista em Direito Administrativo e em Direito Constitucional pela Universidade Anhanguera - UNIDERP, e Especialista em Direito Empresarial e Tributário pelo Centro Universitário de Rio Preto - UNIRP. Bacharel em Direito pela Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG - Unidade Frutal.

** Bacharel em Química pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Licenciado em Química pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Mestre em Química pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Doutor em Química Analítica (Arar.) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Professor doutor efetivo da Universidade do Estado de Minas Gerais/Unidade Frutal.

Submissão: 17.12.2020. **Aceitação:** 17.05.2021.

through technological prospecting. In order to develop a grounded analysis of the situation and propose guidelines for this interaction, the methods of dissertative and exploratory research were used, with study of the relevant literature and data collection on the topic. The results indicate the possibility of developing an exchange space between those interested in public environmental civil actions and research, teaching and technology institutions, especially the NITs. The conclusion indicates that the suggested path can contribute to a more democratic, scientific and socially adequate approach to the concrete problems arising from the scenarios in which the aspects studied are involved.

Keywords: Bioremediation; Environmental public civil action; Technological prospecting.

Introdução

Os desastres ambientais, principalmente de natureza ecológica, têm se tornado corriqueiros no Brasil. Nos últimos anos, três casos podem ser citados como exemplos. O primeiro foi o rompimento da barragem do Fundão em Mariana/MG, no ano de 2015 (REIS NETO *et al.*, 2018). O segundo consistiu no rompimento de três barragens na mina Córrego do Feijão afluente ao rio Paraopeba, repercutindo sobre o Município de Brumadinho/MG, em 2019 (SOUSA; FREITAS, 2019; FREITAS *et al.*, 2019). O terceiro caso foi o derramamento de óleo no litoral brasileiro, que começou em agosto de 2019 no nordeste do país (Pernambuco e Paraíba) e, posteriormente, atingiu o Espírito Santo e o litoral norte do Rio de Janeiro, demonstrando o quão grave foi o evento (CARMO; TEIXEIRA, 2020) – e ressalta-se que surgiram novos fragmentos no litoral nordestino no mês de junho de 2020 (EMPRESA BRASIL DE COMUNICAÇÃO, 2020).

Em tais casos, assim como é habitual em situações do gênero, um instrumento jurídico relevante pode ser aplicado, qual seja a ação civil pública ambiental. A previsão está contida na Lei Federal nº 7.347/1985, que visa tutelar as ações de responsabilidade por danos morais e patrimoniais causados a diversos bens jurídicos, dentre os quais está o meio ambiente (BRASIL, 1985).

Dentro dessa perspectiva, um elemento pode vir a colaborar com a efetividade do referido mecanismo legal e, nesse sentido, toma relevo a denominada prospecção tecnológica. Com relação ao escopo desta, Antunes *et al.* (2018, p. 29) preconizam que “a prospecção tecnológica usa diferentes atividades e/ou métodos de captação, tratamento e análise de informações para subsidiar os processos de tomada de decisão”.

Em convergência para a análise, a biorremediação é ferramental com eficiência comprovada e, de maneira geral, envolve a utilização de microrganismos, de ocorrência natural (nativos) ou cultivados, com o objetivo de degradar ou

imobilizar contaminantes, de maneira que tal mecanismo tem gerado o interesse pela sua implementação como opção para reabilitação de áreas contaminadas (ANDRADE; AUGUSTO, JARDIM, 2010).

Assim, põe-se a questão: a prospecção tecnológica em biorremediação tem aplicabilidade no âmbito das ações civis públicas ambientais? Com a ocorrência de situações que ensejem a atuação judicial via referido instrumento legal, notadamente pelo Ministério Público, um de seus principais (senão o principal) usuários propõe-se a hipótese de que a prospecção tecnológica em biorremediação pode apresentar a possibilidade de um trajeto para solucionar a problemática.

Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo responder ao questionamento formulado e propor diretrizes de um protocolo para aplicação dos elementos analisados no âmbito pretendido. A justificativa para o desenvolvimento do estudo se dá pela circunstância de que o meio ambiente ecológico e equilibrado é um direito difuso de mais alta relevância, com relação a todos os seres vivos, com inclusão dos recursos naturais (água, solo e atmosfera) como sua matriz de sobrevivência. Nesse sentido, o tema há tempos é pauta das mais sérias discussões, seja nos setores públicos em seus mais diversos órgãos ou no âmbito privado, com a demonstração de que a preocupação é geral e relevante (SOUZA; MESSIAS, 2013).

Além disso, a biorremediação é um mecanismo que possui vantagens significativas, notadamente a circunstância de se utilizar de meios naturais para sua efetivação e maior economicidade, a eliminação permanente do risco da contaminação, a boa aceitação da opinião pública e o encorajamento das agências reguladoras ambientais para sua utilização (SILVEIRA; TATTO; MANDAI, 2016).

Metodologicamente, a pesquisa exploratória foi utilizada para possibilitar a coleta de informações sobre o objeto estudado, com a viabilização do recorte adequado e a apreciação das hipóteses (SAMPIERI; COLLADO; LUCIO, 2013).

Por sua vez, a pesquisa dissertativa, com o fim de estudar, analisar, registrar e interpretar os elementos com a menor interferência possível dos pesquisadores, apresentou-se como essencial para apurar as razões acerca da potencial aplicação da prospecção tecnológica em biorremediação no âmbito das ações civis públicas ambientais, com destaque para as que envolvem diretamente o meio ambiente ecológico, bem como para delinear parâmetros para um possível protocolo, com o objetivo de difundir e facilitar essa prática.

Sobre os aspectos iniciais, mostrou-se adequada uma pesquisa descritiva acerca dos objetos estudados, viabilizada por intermédio de dados, documentos e bibliografia correlata (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009).

Acerca de dados e documentos, realizou-se um levantamento junto aos Tribunais de Justiça e Tribunais Regionais Federais brasileiros sobre informações inerentes ao tema por meio de pesquisa geral junto aos bancos de dados de tais órgãos com ferramentas disponíveis e busca de expressões literais. Para tal pesquisa utilizaram-se como parâmetros os termos definidos no âmbito da discussão do referencial teórico como técnicas de biorremediação. Em seguida os dados foram tratados via método estatístico e formulação de tabelas para o apontamento quantitativo da prospecção tecnológica em biorremediação. A faixa temporal da busca abrangeu uma década, após análise da capacidade informacional dos referidos bancos de dados.

Dessa forma, o presente trabalho utilizou pesquisas junto à legislação nacional e à literatura temática relevante. Foi aplicado o método dedutivo para sistematizar os dados coletados e se atingir o objetivo proposto.

Também foi essencial desenvolver a compreensão sobre as hipóteses apontadas como potenciais soluções para o problema discutido com a utilização do referencial teórico. Questões como as linhas conceituais e as explicações centrais sobre ação civil pública ambiental, prospecção tecnológica e biorremediação foram embasadas em literatura atual.

1. As características da ação civil pública ambiental

A ação civil pública é uma medida processual regulamentada pela Lei Federal nº 7.347/1985, que visa resguardar a higidez de uma série de bens jurídicos, dentre os quais está o meio ambiente, conforme seu art. 1º, I (BRASIL, 1985), com legitimidade e contornos procedimentais necessários (FILOMENO, 2015). Dentro dessa perspectiva, essa legislação convergiu para a efetivação dos princípios da política nacional do meio ambiente, previstos nos incisos do art. 2º da Lei Federal nº 6.938/1981 (BRASIL, 1981). Tais regramentos encontram-se alinhados com o art. 225 da Constituição Federal, sendo por ela recepcionados (BRASIL, 1988).

Nesse contexto, o meio ambiente é classificado como direito difuso, para o qual há a seguinte previsão, conforme o Código de Defesa do Consumidor (Lei Federal nº 8.078/1990) (o qual compõe o chamado microsistema de direitos coletivos no Brasil), em seu art. 81, parágrafo único, I: “interesses ou direitos difusos, assim entendidos, para efeitos deste código, os transindividuais, de natureza indivisível, de que sejam titulares pessoas indeterminadas e ligadas por circunstâncias de fato” (BRASIL, 1990). Disso decorre uma intensa litigiosidade interna, pois, dada sua complexidade e amplitude, surge um entrelaçamento de massas de interesses ao envolver os grupos relacionados, superando o tradicional

esquema “tal sujeito A x qual sujeito B”, e o meio ambiente ecológico é um dos setores nos quais isso é recorrente (MANCUSO, 2013).

Os legitimados para propositura da referida ação judicial, conforme art. 5º da Lei da Ação Civil Pública, são o Ministério Público, a Defensoria Pública, a União, os Estados, o Distrito Federal, os Municípios, as autarquias, as empresas públicas, as fundações, as sociedades de economia mista bem como as associações que estejam constituídas há pelo menos um ano que, ainda, incluam, entre suas finalidades institucionais a proteção de bens jurídicos que constituam direitos coletivos em sentido amplo, dentre eles o meio ambiente (BRASIL, 1985). Ressalta-se que é possível que vários dos legitimados se unam para atuar conjuntamente como autores do processo, formando o denominado litisconsórcio ativo (ALVES; MORONG, 2017).

Apesar do amplo rol de legitimados ativos, é conhecido o fato de que seu principal autor é o Ministério Público, como exemplificado no caso do Amapá, em que, feita coleta de dados amostrais, constatou-se que naquele momento, das 250 ações civis públicas ambientais ajuizadas, apenas uma não tinha o Ministério Público como autor (RAMOS, 2017). Isso é desdobramento do contido no art. 129, III, da Constituição Federal, sobre as funções do Ministério Público, a saber: “promover o inquérito civil e a ação civil pública, para a proteção do patrimônio público e social, do meio ambiente e de outros interesses difusos e coletivos” (BRASIL, 1988).

Nesse ponto, é importante ressaltar que o inquérito civil, com base no art. 8º, §1º, da Lei Federal nº 7.347/85, tem como finalidade o fornecimento de arcabouço probatório de eventual ação civil pública, com elementos orais, documentais e periciais, e, nesse ponto, é instrumento importante para, do ponto de vista técnico, avaliar a ocorrência ou não de danos causados ao meio ambiente (PIRES; LIMA, 2016). Dessa forma, uma eventual contaminação de uma área pode ser analisada e periciada, propondo-se medidas de biorremediação ainda no âmbito do inquérito civil.

Outro instrumento importante é o Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), conceituado por Carvalho Filho (2001, p. 4) como “o ato jurídico pelo qual a pessoa, reconhecendo implicitamente que sua conduta ofende interesse difuso ou coletivo, assume o compromisso de eliminar a ofensa através da adequação de seu comportamento às exigências legais”. Esse importante instrumento de tutela ambiental é recorrente para a composição de conflitos nessa área, de maneira que, se devidamente cumprido, extingue-se o interesse no litígio. Porém, caso contrário, uma vez constituído em título executivo extrajudicial, permite-se ajuizar desde logo a medida cabível para a efetivação de seu conteúdo, com ultrapassagem sobre

toda a fase cognitiva de um processo judicial (THEODORO, 2016). Seguindo o exemplo anterior, caso a situação concreta enseje práticas de biorremediação, obrigações pertinentes poderiam ser firmadas em um TAC.

Já no que diz respeito aos legitimados passivos, ou seja, quem pode ser réu em tal espécie de ação, da confluência entre o art. 225, *caput*, da Constituição Federal (BRASIL, 1988), que atribui a todos a responsabilidade pela preservação do meio ambiente, e do art. 3º, IV, da Lei da Política Nacional do Meio Ambiente, que trata como poluidor “a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental” (BRASIL, 1981), tem-se que, em resumo, qualquer pessoa pode ser ré em uma ação dessa natureza.

Com relação aos objetos passíveis de veiculação nas ações civis públicas, tem-se que podem ser pretensões de diversas naturezas, ou seja, condenatórias, constitutivas ou meramente declaratórias, e dentro das do gênero condenatório destacam-se as de caráter cominatório, que visam obrigar o demandado a determinada obrigação de fazer ou até mesmo de não fazer, o que possui aderência à questão ambiental, na medida em que muitas das necessárias condutas se amoldam a tal característica (PIVA; OLIVEIRA, 2015). Seria esse o caso de um pedido para ser aplicada determinada estratégia de biorremediação a certa área contaminada após os estudos desenvolvidos no âmbito de um inquérito civil que tivesse apontamentos técnicos nesse sentido.

Para a efetivação de medidas a serem tomadas no início do processo, a Lei da Ação Civil Pública, em seu art. 4º, previu a possibilidade de providências de natureza cautelar (BRASIL, 1985), porém o novo Código de Processo Civil, em seu art. 300 e nos seguintes, em abordagem com melhores delimitações e previsões mais específicas, abordou a questão no âmbito da tutela de urgência, gênero no qual se inserem a tutela antecipada (de natureza satisfativa) e a tutela cautelar, as quais viabilizam uma decisão provisória capaz de outorgar as tutelas satisfativa ou cautelar, com amparo em cognição sumária (MARINONI; ARENHART; MITIDIERO, 2017).

Os casos concretos citados no introito deste trabalho demonstram a importância de tutelas de urgência no âmbito da ação civil pública ambiental, uma vez que situações como as mencionadas demandam soluções, ao menos provisórias, com a maior brevidade possível, no sentido de que não se prolonguem os danos causados ou, ao menos, que seja possível sua atenuação. Nesse sentido, a literatura sobre o tema associa tais institutos processuais com os princípios da prevenção ou da precaução, pois danos ao meio ambiente muitas vezes são irreversíveis ou de difícil reparação. Assim, o princípio da prevenção demanda que sejam tomadas

providências para afastar danos ao meio ambiente, enquanto o da precaução aponta para a que medidas sejam tomadas diante da incerteza científica quanto ao possível risco (ALMEIDA, 2014).

Nesse ponto, a tutela de urgência e suas modalidades aliadas aos princípios da prevenção e da precaução são desdobramentos jurídicos da preocupação pela busca acerca da efetividade da proteção ao meio ambiente, com o objetivo contínuo de se evitarem danos de impossível ou improvável reparação (GOMES; LEAL JÚNIOR, 2017). Esses princípios, inclusive, associados aos dispositivos legais existentes tanto na Lei da Ação Civil Pública quanto no Código de Processo Civil, podem amparar medidas de urgência contra aqueles que exerçam atividades de risco ou danosas ao meio ambiente

2. A biorremediação e suas técnicas ou estratégias

Num primeiro momento, insta ressaltar que, conceitualmente, a biorremediação “é a utilização de organismos vivos, especialmente micro-organismos, para degradar ou transformar poluentes ambientais em substâncias de menor toxicidade”, e, não menos importante, “uma técnica mais utilizada para substâncias orgânicas, como combustíveis e solventes orgânicos, podendo também ser aplicada em substâncias inorgânicas” (ROCHA; ROSA; CARDOSO, 2009, p. 189). De maneira simplificada, a utilização de micro-organismo para desintoxicar ou degradar poluentes é denominada biorremediação (TORTORA; FUNKE; CASO, 2017). Essas definições convergem com a fornecida pela Agência de Proteção Ambiental Americana (US-EPA) (PEREIRA; FREITAS, 2012)

Dessas definições, verifica-se que a biorremediação tem como base três elementos: 1) a presença de microrganismos com capacidade catabólica para gerar a degradação do contaminante; b) a disponibilidade ou acessibilidade do contaminante ao ataque microbiano ou enzimático; e 3) a existência de condições ambientais para o crescimento e a atividade do agente biorremediador. Além disso, a biorremediação proporciona duas vantagens significativas: mais segurança e menos ações impactantes ao meio ambiente (SILVA *et al.*, 2012).

Por sua vez, a biorremediação se subdivide em categorias e respectivas técnicas ou estratégias, a seguir exemplificadas: a) *in situ*, atenuação natural, biorremediação passiva, bioestimulação, bioaumentação, fitorremediação, *wetlands*; b) *ex situ*, biorreatores, biopilhas, compostagem; c) *in e ex situ*, *landfarming*. A *ex situ* é realizada fora do local em que houve a contaminação e, assim, demanda escavação e remoção do objeto contaminado para outro local. Essa categoria de técnica pode aumentar o custo do processo, mas, apesar disso, permite o controle com maior facilidade das condicionantes do meio. Já no caso da *in situ* o tratamento

é desenvolvido no próprio local contaminado. Dessa forma, esse mecanismo pode tornar o processo mais atrativo por se mostrar mais economicamente viável quando comparado ao outro. Outro benefício é que essa categoria tende a acarretar menos impactos ambientais oriundos da remediação da área a ser descontaminada (ANDRADE; AUGUSTO; JARDIM, 2010; PEREIRA; FREITAS, 2012).

Sobre as estratégias, na atenuação natural a degradação do poluente presente no objeto se dá sem adequação de quaisquer condições ambientais, em que a desestruturação do poluente ocorre pelos micro-organismos nativos do local, em razão da adaptação natural destes à presença do contaminante (DEON *et al.*, 2012). Já a biorremediação intrínseca ou passiva constitui-se em processo ocorrido naturalmente, em que microrganismos autóctones (do próprio local), sem qualquer intervenção tecnológica de remediação, transformam contaminantes em substâncias menos tóxicas (COUTINHO *et al.*, 2015).

A seu turno, a bioestimulação é caracterizada como tecnologia de remediação ativa, consistente na introdução de receptores de elétrons ou nutrientes, possível de efetivação em condições anaeróbias ou aeróbias (RAMOS, 2013).

No que concerne à bioaumentação, esta envolve a introdução de microrganismos cultivados com o objetivo de degradar cadeias de hidrocarbonetos no interior de um sistema natural contaminado (DEON *et al.*, 2012, p. 74). Já a fitorremediação se utiliza de plantações e comunidades microbianas associadas à rizosfera com a finalidade de degradar, isolar ou até mesmo imobilizar contaminantes no solo e águas subterrâneas, e tem a vantagem de possuir baixo custo, estética agradável e natureza não destrutiva (MARQUES; AGUIAR; SILVA, 2011). *Wetlands*, por sua vez, é um sistema que utiliza as raízes de plantas (macrófitas) no tratamento de águas residuárias (SCHIRMER; OLIVEIRA, 2010).

Acerca das estratégias *ex situ*, os biorreatores se apresentam como sistemas fechados de tratamento com a possibilidade de realização de biorremediação com alto controle sobre variantes do sistema, como temperatura e umidade (MONTICELI; RODRIGUES; CORRÊA, 2018).

Já a biorremediação por biopilhas (também denominadas de biocélulas, biomontes ou pilhas de compostagem) consiste em um amontoar de solos ou materiais contaminados em pilhas, em que se estimula a atividade microbiana de natureza aeróbia, incluso o teor já presente no solo contaminado, com fornecimento de oxigênio, umidade, nutrientes e consórcios microbianos para ação degeneradora dos compostos (BISOGNIN *et al.*, 2018).

Não menos importante, a compostagem é definida como um processo de decomposição aeróbia controlada estabilizante da matéria orgânica em condições que viabilizam o desenvolvimento de temperaturas termofílicas, oriundas de uma

geração calorífica de natureza biológica, com resultado em um produto final estável, detentor de padrões sanitários adequados, rico em compostos húmicos e cuja aplicação no solo não oferece riscos ambientais (VALENTE *et al.*, 2009), desde que o material não esteja contaminado com metais tóxicos.

No que concerne à técnica denominada *landfarming*, trata-se de método de biorremediação em que os resíduos são espalhados e misturados à parcela fértil do solo, com o devido controle, com o objetivo de que a própria flora microbiana aja como agente degradante (SORIANO; PEREIRA JÚNIOR, 2006).

Em âmbito nacional, a biorremediação encontra alguma incidência normativa por intermédio das Resoluções CONAMA nº 420/2009 (porém ela não fala especificamente sobre biorremediação, com abordagem do gênero remediação, sendo uma orientadora mais ampla sobre recuperação de solos) (BRASIL, 2009) e nº 463/2014 (sucinta, trata do controle ambiental de produtos destinados à remediação, com vários conceitos pertinentes ao tema) (BRASIL, 2014).

As medidas ou as estratégias de biorremediação, como pode ser concluído de com suas definições fornecidas pela literatura, podem servir como medidas de reparação e compensação ambientais, que geralmente são definidas, no âmbito de um processo judicial, após a decisão final de mérito.

Porém, não menos importante, a análise individual dos casos pode fornecer campo para aplicação também no início de procedimentos nos quais a urgência seja um elemento de formação da tomada de decisão e cujo âmbito é permeado pelas tutelas cautelares e antecipatórias já estudadas em associação com princípios de alta relevância, como o da prevenção e o da precaução. Casos assim, como visto no início deste trabalho, são frequentes e de considerável impacto, de maneira que não podem aguentar todo um demorado debate, que geralmente ocorre num processo judicial pela via tradicional.

Todas essas técnicas ou estratégias se mostram como poderosas ferramentas biotecnológicas que, com a devida atenção e utilização, podem ser de grande valia no âmbito das ações civis públicas ambientais. Na confluência entre os dois aspectos está a prospecção tecnológica, abordada a seguir.

3. A importância da prospecção tecnológica

A literatura indica que os Estados Unidos da América foram os precursores em técnicas de prospecção tecnológica, porém, na Europa, houve a efetiva propulsão dessa seara, especialmente com o Institute for Technology Assessment of the Austrian Academy of Sciences (ITASA), na Áustria, em 1972. No Brasil as atividades embrionárias sobre o tema abordaram análises setoriais e de tendências mercadológicas, com a finalidade de subsidiar programas ou ações, principalmente,

governamentais (BAHRUTH; ANTUNES; BOMTEMPO, 2006). Atualmente a concepção de prospecção tecnológica envolve o levantamento de tecnologias existentes, fase de maturação e inserção social, e a busca de lacunas a serem preenchidas. Assim, almeja-se um direcionamento às pesquisas para áreas com maior potencial de impacto social e acadêmico (CARNEIRO, 2018).

A Constituição Federal trouxe diretrizes ligadas ao tema, principalmente por seu art. 218, ao preconizar o dever estatal de promover e incentivar o desenvolvimento científico, a pesquisa, a capacitação científica, a tecnologia e a inovação. Igualmente importante é o art. 219, ao prever que o mercado interno integra o patrimônio nacional e deverá ser incentivado para viabilizar o desenvolvimento, o bem-estar da população e a autonomia tecnológica do país (BRASIL, 1988).

Nesse sentido, no Brasil, têm-se os Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs), que são uma versão brasileira dos Escritórios de Transferência de Tecnologia (ETTs), os quais têm sido gestados internacionalmente. Tais NITs existiam bem antes da própria Constituição Federal atual, como, por exemplo, os NITs concebidos no ano de 1981 e implementados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), com a finalidade de incrementar a relação entre academia e indústria (SANTOS, 2012).

Sobre regulamentação, no Brasil foram aprovadas duas leis relacionadas ao tema. A primeira delas foi a Lei Federal nº 10.973/2004, conhecida como Lei da Inovação, que surgiu com o propósito de incentivar a inovação bem como a pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo (BRASIL, 2004). É importante ressaltar que essa lei surgiu inicialmente com caráter federal, não nacional, de maneira que se aplicaria ao âmbito das entidades federais, porém também serviria para inspirar a criação de legislações estaduais e municipais em sentido convergente, algo que ocorreu (OLIVEIRA, 2015).

No ponto, constata-se que a pretensão da legislação em comento foi ser um meio de incentivo, com a interação de universidades e outros entes da administração pública que tenham, como premissas institucionais, a prática de atividades de pesquisa básica ou aplicada de natureza científica ou tecnológica (BARBOSA, 2011).

Cumprido ressaltar que essa legislação trouxe a obrigatoriedade da existência dos NITs no âmbito das Instituições Públicas de Ciência e Tecnologia (ICTs). Isso foi motivado pela circunstância de, no âmbito internacional, a literatura indicar que a relação entre universidades e empresas mostrou que a implementação nas ICTs de setores específicos voltados para a realização das parcerias é uma importante fomentadora da confluência entre o meio acadêmico e o setor industrial. Dessa

forma, o Brasil buscou seguir essa tendência, e também nesse sentido caminharam as instituições privadas (PARANHOS; CATALDO; PINTO, 2018).

Posteriormente a referida legislação foi alterada pela Lei Federal nº 13.243/2016, conhecida como Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação (BRASIL, 2016a), com o objetivo de integrar, simplificar e descentralizar, e provocou profundas mudanças. Tentou-se ampliar a prática de promoção de pesquisa em inovação aos âmbitos dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal, principalmente no que diz respeito à destinação de recursos estatais, o que já até existia em alguma medida, mas ficou consolidado nessa legislação. Um avanço foi a possibilidade de dispensa de licitação para aquisição de materiais de pesquisa nas universidades bem como a movimentação do mercado financeiro por intermédio do uso do mercado de capitais e crédito em medidas de inovação (MORAES, 2019).

Dessa maneira, constata-se a existência de uma malha jurídica que permite uma ampla interação dos setores de inovação. Inclusive, é possível vislumbrar que há inúmeros meios de efetivar a interação entre setores, principalmente a transmissão de demandas entre áreas específicas e os NITs bem como entre entidades de esferas diversas e até mesmo entre o setor público e o privado.

Apesar disso, a legislação no âmbito da prospecção tecnológica parece estar focada no âmbito estritamente acadêmico, na medida em que não aparenta ser o objetivo legislativo, tampouco consta expressamente que tais instrumentos analisados possam ser aplicados, com maior frequência, para atender demandas sociais, especialmente as que envolvem a necessidade de prover soluções a questões ambientais. Isso denota um distanciamento entre o meio acadêmico e a sociedade, elemento que o presente trabalho visa superar parcialmente, com o intercâmbio informacional de pesquisa e desenvolvimento tecnológico do que é pertinente ao meio ambiente.

4. Resultados e discussão

Após o estudo desenvolvido no referencial teórico é salutar analisar a incidência das técnicas de biorremediação no âmbito das ações civis públicas ambientais. Para tal, foi feita a pesquisa literal da menção da biorremediação e de algumas de suas estratégias, com exceção daquelas cujas denominações habitualmente se dão em língua estrangeira (*wetlands* e *landfarming*), uma vez que a regra geral dos processos cíveis brasileiros (que é o caso da ação civil pública) é que todos os seus atos e termos adotem obrigatoriamente o uso da língua portuguesa, conforme art. 192 do Código de Processo Civil (BRASIL, 2015). Os bancos de dados utilizados foram os de jurisprudência constante dos endereços eletrônicos

oficiais dos Tribunais de Justiça e dos Tribunais Regionais Federais, que em suas decisões englobam tanto as proferidas monocraticamente como, principalmente, as exaradas em acórdãos, entre 1º de maio de 2010 e 1º de maio de 2020. Nas Tabelas 1 e 2 constam os resultados com os respectivos tribunais que tiveram ao menos uma ocorrência, de maneira que os demais foram excluídos da listagem, por se demonstrar inútil a inclusão de todos os tribunais com resultados iguais a zero.

Tabela 1 – Decisões em ações civis públicas com menções às técnicas de biorremediação nos Tribunais de Justiça brasileiros.

	Biorremediação	Biorreator(es)	Biopilha(s)	Compostagem	Fitorremediação
TJGO	0	0	0	2	0
TJMT	0	0	0	6	0
TJMS	0	0	0	9	0
TJMG	0	0	0	57	0
TJPA	0	0	0	1	0
TJPB	0	0	0	2	0
TJPE	0	0	0	1	0
TJPR	3	2	0	42	0
TJRJ	0	0	0	2	0
TJRN	0	0	0	4	0
TJRS	0	0	0	11	1
TJSC	0	1	0	1	0
TJSP	4	0	1	20	2
TJSE	0	0	0	1	0

Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2023).

Tabela 2 – Decisões em ações civis públicas com menções às técnicas de biorremediação nos Tribunais Regionais Federais brasileiros.

	Biorremediação	Biorreator(es)	Biopilha(s)	Compostagem	Fitorremediação
TRF1	0	0	0	1	0
TRF2	0	0	0	1	0
TRF4	7	0	0	3	1
TRF5	0	0	0	3	0

Fonte: Elaborada pelos próprios autores (2023).

É possível retirar algumas conclusões e apontar hipóteses para a considerável baixa incidência de técnicas de biorremediação no âmbito pesquisado.

Os números em compostagem se dão em um fator bastante específico que envolve o descarte de resíduos sólidos no meio urbano, de maneira que se verificou que frequentemente foram ajuizadas ações civis públicas ambientais para regularização desse cenário, destacando-se o caso de Minas Gerais, ente federado com maior número de municípios, bem como os de Paraná e São Paulo,

seguindo-se abaixo alguns julgados dos respectivos Tribunais de Justiça Estaduais que exemplificam a questão:

REEXAME NECESSÁRIO – APELAÇÃO CÍVEL – AÇÃO CIVIL PÚBLICA – MEIO AMBIENTE – LIXO DEPOSITADO A CÉU ABERTO – RESPONSABILIDADE MUNICIPAL – LEI 12.305/2010 – NECESSIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE ATERRO SANITÁRIO PARA DESTINAÇÃO ADEQUADA DE RESÍDUOS E RECUPERAÇÃO DA ÁREA AFETADA PELA PRÁTICA DE “LIXÃO URBANO”. – A municipalidade tem a obrigação de prestar o serviço de coleta e destinação do lixo, nos termos do art. 30, inciso V, da Constituição da República, por se tratar de serviço público essencial e imprescindível à manutenção da saúde pública e do meio ambiente – A Lei de Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) possui o objetivo de acabar com os lixões urbanos, pois tal prática é nociva ao meio ambiente, cabendo ao ente político a implantação de aterro sanitário para destinação adequada de resíduos e a recuperação da área afetada pela prática de “lixão urbano”. (BRASIL, 2018).

APELAÇÃO CÍVEL E REEXAME NECESSÁRIO. DIREITO AMBIENTAL. AÇÃO CIVIL PÚBLICA VISANDO O CUMPRIMENTO PELO MUNICÍPIO DE CÂNDIDO DE ABREU DE TERMO DE AJUSTAMENTO DE CONDUTA FIRMADO A FIM DE ATENDER A POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS. IRREGULARIDADES NO DEPÓSITO DE RESÍDUOS. LIXÃO A CÉU ABERTO QUE DESATENDIA AOS PRECEITOS LEGAIS. INEXISTÊNCIA DE RECICLAGEM E COMPOSTAGEM DE MATERIAL ORGÂNICO. AUSÊNCIA DE TRATAMENTO DO CHORUME. DETERMINAÇÕES CONSTANTES DA SENTENÇA QUE FORAM SENDO CUMPRIDAS A PARTIR DO DEFERIMENTO DA LIMINAR. RELATÓRIOS MENSIS ACERCA DAS PROVIDÊNCIAS ADOTADAS PARA EFETIVAÇÃO DA ORDEM JUDICIAL QUE SE TORNARAM DESNECESSÁRIOS. (BRASIL, 2019).

RECURSO DE APELAÇÃO EM AÇÃO CIVIL PÚBLICA. MEIO AMBIENTE. 1. PRELIMINAR. CERCEAMENTO DE DEFESA. Inocorrência de cerceamento de defesa. Regular hipótese de julgamento antecipado, já que as provas se mostram suficientes ao julgamento da lide. Produção de prova testemunhal que, no caso concreto, é inútil ao deslinde da questão. 2. OMISSÃO DO MUNICÍPIO NA ADOÇÃO DE MEDIDAS NECESSÁRIAS À GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. Conjunto probatório que demonstra a disposição inadequada de resíduos sólidos em aterro sanitário. Omissão na implementação das medidas à disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, após o decurso do prazo contido nos art. 54 e 55, da Lei nº 12.305/10. Ausência de regulamentação de Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos – PMGIRS e medidas adotadas pelo Município, como organização de associação de catadores e coleta seletiva que não afastam as obrigações de fazer, consubstanciadas na efetiva execução das medidas necessárias à gestão ambientalmente adequada dos resíduos sólidos. 3. IMPLEMENTAÇÃO DAS MEDIDAS NECESSÁRIAS. Obrigações de fazer que devem guardar relação com a realidade econômico-financeiro do Município, a fim de viabilizar a implementação das medidas necessárias à gestão integrada de resíduos sólidos. Elaboração de Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil e cadastro de todos os geradores que estão sujeitos à elaboração de

Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos que deve ser concluída no prazo de 18 meses. Obrigações de implantar programa de coleta seletiva, organizar o funcionamento da associação de catadores, estabelecer programa de compostagem, estabelecer programa de educação ambiental que devem ser concluídos no prazo de 12 meses. Obrigação de destinação final ambientalmente adequada dos rejeitos que se mostra necessária à estrita observância da Lei nº 12.305/10. Obrigação de fazer consistente na regulamentação do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, no prazo máximo de 90 dias. 3. MULTA DIÁRIA. Adequação da multa cominatória de acordo com os critérios de razoabilidade e proporcionalidade para R\$ 200,00 por semana, sem limitação do prazo temporal. 4. Sentença reformada em parte. Recurso parcialmente provido. (BRASIL, 2016b).

Os julgados acima que ora contêm os termos pesquisados nas próprias ementas, ora no inteiro teor, demonstram a utilização da técnica biorremediadora compostagem, com debate desse instrumento nos respectivos processos como meio adequado de tratamento para resíduos sólidos urbanos nos locais de descarte.

Outro caso que merece destaque é a utilização de biorremediação com apontamentos que envolvem estudos técnicos e científicos inclusos na própria ementa, conforme abaixo:

EMENTA 1) DIREITO PROCESSUAL CIVIL E ADMINISTRATIVO. AÇÃO CIVIL PÚBLICA. TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS. “TERMO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA” PARA TESTAR, EM ESCALA REAL, EFICÁCIA DE NOVA TECNOLOGIA. POSSIBILIDADE. HIPÓTESE QUE NÃO SE CONFUNDE COM CONTRATAÇÃO DO SERVIÇO POR INSTRUMENTO PRECÁRIO, LEGALMENTE VEDADO. a) A celebração de “Termo de Cooperação Técnica” entre Município e Consórcio, visando a implantação de projeto piloto para teste prático de eficácia de tecnologia para tratamento de resíduos sólidos urbanos, não caracteriza ofensa ao art. 10 da Lei 11.445/07, que veda a contratação da prestação de serviços de saneamento por quaisquer instrumentos de natureza precária. b) É que o acordo, com prazo de 9 meses e por meio do qual o Consórcio se compromete a tratar 30% do lixo recebido no aterro nesse período, não caracteriza a contratação de prestação de serviços de que trata a referida lei mormente porque, estatisticamente, aquele era o percentual estatisticamente necessário para a confiabilidade dos resultados. c) Ainda que o apelo publicitário daquela tecnologia (biopuster), indicasse ser possível sua utilização em “qualquer cidade”, isso não desobriga o Município interessado em sua utilização em efetuar testes em escala real, especialmente por se tratar de tecnologia utilizada na Europa e África, mas ainda não no Brasil. d) Os ônus assumidos pelas Partes (pelo Município: construção de piso estável, no aterro, para as células de tratamento do lixo; pelo Consórcio: instalação do sistema, fornecimento de mão-de-obra e treinamento) são contraprestações bastante limitadas, não condizentes com “contratação da prestação de serviços de saneamento”. e) Conquanto a exploração econômica do lixo possa ser atividade bastante rentável, a previsão de que, durante o período do teste, os gases captados pelo sistema biopuster e eventuais créditos dele decorrentes pertenceriam ao Consórcio, e não ao Município, não implica, só

por isso, que o Ente público tenha aberto mão de eventual futura fonte de recursos, nem sequer estimada. 2) APELO A QUE SE DÁ PROVIMENTO.PREJUDICADO O REEXAME NECESSÁRIO, CONHECIDO DE OFÍCIO. (BRASIL, 2015).

Como se nota do caso acima, apesar da iniciativa da administração municipal em tentar utilizar técnicas inovadoras para tratamento de resíduos sólidos com várias estratégias biorremediadoras, o próprio Ministério Público Estadual se insurgiu contra a providência, na busca por impedir tais providências com supedâneo em interpretação consideravelmente legalista e burocrática, não prestigiando outros princípios e aspectos. Soluções inovadoras apresentam tal nomenclatura, muitas vezes, por sequer terem sido testadas no âmbito pretendido, o que não quer dizer que não sejam eficazes. Esse tipo de debate tem campo aberto para melhores esclarecimentos justamente no diálogo entre os envolvidos e com a utilização da prospecção tecnológica, inclusive com apoio das instituições de ensino e que trabalham com a tecnologia.

Com relação às demais estratégias biorremediadoras, e até mesmo ao próprio termo biorremediação, indicam-se algumas possibilidades. A primeira delas é que as técnicas seriam pouco difundidas no meio pesquisado, de maneira que sua menção nas decisões seria fruto da ausência de efetivo conhecimento. A segunda tese indica a possibilidade de que talvez tais técnicas simplesmente não seriam entendidas como adequadas aos casos concretos, o que poderia ser desde a efetiva inadequação após estudos aprofundados até o outro extremo, que seria semelhante à hipótese anterior envolvendo o desconhecimento de tais estratégias.

Outra hipótese seria a de que as técnicas até poderiam ser utilizadas, porém o meio pesquisado não utilizaria as terminologias tecnicamente precisas, de maneira que, ao fazer o levantamento, não haveria o atingimento dos casos concretos nos quais seriam aplicadas. Todas as hipóteses listadas convergem para a necessidade de um melhor diálogo entre o meio pesquisado e o âmbito científico no qual as técnicas biorremediadoras são estudadas. E, nesse sentido, mostra-se interessante a ideia de um protocolo para esse intercâmbio de informações diante de situações práticas.

Esse campo de diálogo pretendido, inclusive, foi fomentado no atual Código de Processo Civil pela figura do *amicus curiae*, previsto no art. 138 de seu texto (BRASIL, 2015). A literatura traz definições e explicações acerca do relevante instituto do *amicus curiae*, cujo teor merece integral transcrição, a saber:

O “amigo da Corte” é um terceiro, representativo de certo grupo, categoria ou interesse, cuja intervenção se faz por determinação judicial, a requerimento da parte de processo, ou por iniciativa do próprio terceiro. O objetivo da intervenção é o aperfeiçoamento da decisão judicial, subsidiando o magistrado e o processo

com argumentos e considerações mais profundas, para a adequada definição do litígio. Embora não se exija *imparcialidade* do *amicus curiae*, a função de auxiliar do Judiciário que lhe é inerente impõe, ao menos, que o amigo da Corte não tenha nenhum interesse jurídico (relação jurídica conexa ou dependente da relação deduzida no processo), no feito, sob pena de essa intervenção transformar-se em uma assistência escamoteada (art. 119, CPC). A admissão do *amicus curiae* no processo exige a aferição de sua representatividade adequada, ou seja, da efetiva verificação de que ele (pessoa natural ou jurídica) tem condições de representar certo grupo, categoria ou interesse e que efetivamente o faz ao longo do processo. Se, no curso do processo, o juiz perceber que o *amicus curiae* perdeu essa representatividade, pode excluí-lo do feito. (MARINONI; ARENHART; MITIDIERO, 2017, p. 281).

E cabem apontamentos sobre a representatividade adequada, na medida em que a legislação tratou a questão de maneira ampla, com considerável margem decisória ao órgão julgador. Nesse sentido, torna-se relevante um tratamento cauteloso, com o entendimento da situação fática que permeia o caso concreto, de maneira que o potencial *amicus curiae* não poderá deter qualquer interesse no resultado para um dos envolvidos diretamente no processo; pelo contrário, o foco deve ser direcionado à solução da questão posta com objetivo de se atingir uma solução justa e razoável, na busca pelo interesse da sociedade, com ampliação do debate e sua maior democratização, de legitimar as decisões (CASTRO; HERNANDEZ, 2019).

Dessa forma, a aceitação do *amicus curiae* poderá incrementar o debate e gerar uma discussão mais descentralizada do problema posto, de maneira que várias atuações com visões diversas poderão auxiliar na construção de um provimento jurisdicional mais adequado, equânime e democrático, pois esses elementos são imprescindíveis no quadrante jurídico ambiental (GOMES; FERREIRA, 2020). Dentro dessa análise, é possível vislumbrar a participação de instituições de ensino, pesquisa e tecnologia que possam exercer esse papel relevante.

É importante ressaltar que um protocolo deve buscar contemplar as interfaces que envolvam o construto. No caso, o contexto foi situado no âmbito do referencial teórico estudado. Diante disso, com a confrontação de um cenário concreto, surgem possibilidades para indicação de diretrizes a um protocolo. Aliás, ressalta-se que a adoção de um protocolo se mostra singularmente eficaz para lidar com um problema geral de aumento de confiabilidade de estudos de casos concretos (YIN, 2015) e, conseqüentemente, para dar resposta às demandas ligadas a tais casos.

Do ponto de vista do âmbito institucional estatal, a adoção de protocolos é habitual, como no caso do Conselho Nacional do Ministério Público, o qual possui diversas publicações com protocolos, manuais etc. (BRASIL, 2020). Um

dos exemplos é o Manual de Boas Práticas Ambientais, documento no qual consta um exemplo que pode servir como paradigma do que se busca demonstrar neste trabalho na relação almejada entre os interessados nas ações civis públicas ambientais e o meio de pesquisa, ensino e tecnologia.

Em um acordo celebrado em 2017, envolvendo as partes de uma ação civil pública ajuizada pelo Ministério Público do Mato Grosso do Sul e o Ministério Público Federal, foi indicada como beneficiária (a par de outras entidades) a Universidade Católica Dom Bosco (UCDB), a ser a executora do Centro Integrado de Proteção e Pesquisa Ambiental (CEIPPAM/UCDB). O resultado buscou estimular o diálogo entre as partes pautado em quatro fundamentos: apoio técnico, apoio jurídico, apoio em informações e apoio em pesquisa. É relevante indicar que os resultados dessa iniciativa foram apresentados no quantitativo e no qualitativo das contribuições, principalmente peças, laudos e pareceres dos procedimentos remetidos pelas Comarcas (BRASIL, 2019). Dessa forma, é de se considerar que tais iniciativas sejam propagadas junto aos centros de pesquisa e às instituições de tecnologia, principalmente os NITs, com especial destaque para a prospecção tecnológica.

Em convergência com os pontos analisados, também em estudo sobre as tutelas processuais de urgência e o princípio da precaução, cabe aqui a conclusão sobre o tema elaborada por Borile, Arnold e Calgaro (2019, p. 146) que destacam a importância multidisciplinar intersetorial para soluções no âmbito avaliado:

Portanto, os danos ao meio ambiente, causados pelo atual cenário social, se dissipam a passos largos, e os instrumentos processuais devem atender e acompanhar esse caminho com o mesmo vigor e velocidade.

A solução para as questões ambientais não pode ser deduzida da letra fria da lei, nem de uma concepção individualista do conflito, mas com uma visão interdisciplinar da tutela do meio ambiente, com análise do caso concreto, sopesamentos e debates a fim de se obter uma solução eficaz das contendas ambientais.

Nesse sentido, considerando os arranjos institucionais existentes, o estudo sobre as estratégias de biorremediação e demonstração de seus benefícios e utilidades bem como a contextualização das ações civis públicas ambientais, incluída a abordagem sobre a relevância das tutelas de urgência, a malha legislativa existente e, especialmente, a figura do *amicus curiae*, pode-se sugerir as seguintes diretrizes, com amparo no trabalho elaborado até então.

1. O primeiro passo seria a busca por interação institucional entre os interessados para o intercâmbio de informações. Nesse ponto toma-se iniciativa para dialogar no sentido de saber o que o instituto de pesquisa, ensino e tecnologia teria a oferecer para auxiliar no âmbito necessário.

2. Após o primeiro contato institucional, caso positivo e existente interesse dos envolvidos, seria importante documentar a relação via instrumental jurídico idôneo, como convênios, termos de parceria, termos de cooperação técnica ou qualquer outro mecanismo que seja legalmente hígido e apto a surtir os efeitos pretendidos e regulamentar a situação concreta.
3. Diante disso, seria interessante vislumbrar cenários nos quais a ação civil pública ambiental possa ter lugar. Num determinado caso concreto que chegue a conhecimento do interessado podem surgir diversas situações, e dentro delas será avaliada a condição do Ministério Público, notadamente por ele ser um dos maiores (senão maior, conforme estudo indicado anteriormente) autores desse tipo de medida judicial.
4. Num determinado caso concreto poderá ser instaurado um inquérito civil, no qual serão analisadas e investigadas as circunstâncias da questão posta. Nele podem ser ouvidos os interessados e colhidas as informações com respaldo documental. Caso surja uma situação ambiental que indique, ao menos em tese, a possibilidade de aplicação de técnicas de biorremediação, o interessado poderá remeter os elementos existentes para análise da entidade de tecnologia parceira e solicitar que ela atue no caso com um estudo e elabore um documento técnico pertinente.
5. A instituição tecnológica, ao apreciar o caso concreto, poderá, por exemplo, deflagrar abordagens de prospecção tecnológica com a apuração de quais técnicas, métodos, patentes etc. existem para a solução do caso concreto. Caso exista algo adequado ao caso, poderá ser informado ao Ministério Público para a adoção de medidas que se valham desse apontamento de natureza técnico-científica. Caso não haja algo, poderá ser iniciada alguma pesquisa para desenvolver a solução.
6. A solução sugerida ou desenvolvida poderá ser encaminhada ao Ministério Público para que este, posteriormente, adote uma ou várias condutas possíveis. A primeira poderá ser o diálogo com aquele que causou a situação ambiental que enseja a biorremediação, e assim pode-se propor até mesmo um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) no qual conste que serão adotadas as soluções técnicas projetadas pelo núcleo científico parceiro com o não ajuizamento de ação civil pública ambiental. Caso o diálogo não seja possível ou seja recusado, poderá ser ajuizada medida com forte respaldo técnico de natureza especializada com um melhor direcionamento da atividade jurisdicional, em razão do fornecimento ao juízo de parâmetros idôneos para suas decisões.

7. Em diversas fases da ação civil pública ambiental esse tipo de cooperação técnica com núcleos de inovação tecnológica poderá ser interessante, seja de maneira anterior ao ajuizamento da ação judicial, seja no seu transcurso, pois poderão surgir novas técnicas no decorrer do processo judicial e isso influirá na decisão final a ser sentenciada no caso concreto. É relevante até mesmo a menção da possibilidade de que tais instituições sejam chamadas aos processos pertinentes na condição de *amicus curiae*, possibilitando o fornecimento de conhecimento especializado em demandas de alta complexidade.

As vantagens da sugestão caminham para inúmeros pontos construtivos. O primeiro é a maior participação e o envolvimento social nas questões de temática ambiental, o que converge para um ambiente mais democrático e republicano. Outro aspecto interessante é a possível chance de que se evitem processos judiciais, com a celebração de TACs com projetos técnico-científicos que permitam maior efetividade da solução ajustada em um tempo menor.

A possível otimização da máquina estatal também é vislumbrável em inúmeros aspectos, como a potencial redução de processos judiciais ou seu encurtamento bem como o melhor direcionamento das atividades de pesquisa e ensino das instituições públicas em razão da busca pelo atendimento de demandas concretas.

Aliás, nesse último ponto a procura por soluções no âmbito da prospecção tecnológica pode ser otimizada com o apoio de instituições de fomento e estas, por sua vez, poderão ter seus recursos ainda mais eficientemente utilizados no caminho para respostas a problemas da sociedade.

Considerações finais

A ação civil pública ambiental é um relevante mecanismo de tutela do direito difuso ao meio ambiente ecologicamente sadio e equilibrado, mostrando-se importante no decorrer dos seus mais de trinta anos de existência. Com a essencialidade da busca por um meio ambiente nas melhores condições possíveis, o setor técnico-científico tem um significativo papel de contribuir para esse objetivo. Uma das formas de isso se materializar é com o desenvolvimento, o aprimoramento e a aplicação das técnicas de biorremediação que têm inúmeras características a seu favor, como a menor agressividade ao meio ambiente que visa remediar e os custos potencialmente reduzidos.

Na confluência de todos os elementos estudados encontra-se a prospecção tecnológica, concepção que viabilizada a aplicação de ferramental para o levantamento, a criação e a aplicação de tecnologias com contribuição para a definição de parâmetros na tomada de decisões quando do surgimento de demandas. Nesse

contexto, as instituições de pesquisa e ensino apresentam importante papel, com especial destaque para os NITs

Diante do cenário exposto, e considerando que problemas ambientais dos mais diversos vieses fazem parte da rotina brasileira, a convergência de esforços entre todos os membros da sociedade é importante para a busca de soluções. No ponto, a ação civil pública ambiental tem especial destaque, pois em considerável quantidade de situações concretas a solução é viabilizada por tal medida judicial. Por sua vez, dados indicam que a aplicação da biorremediação em tais condições tem se mostrado consideravelmente reduzida, com a possibilidade de ter sua utilidade ampliada por intermédio da interação entre os envolvidos nas ações civis públicas ambientais (principalmente seus autores) e os centros de pesquisa, ensino e tecnologia.

Com o objetivo de um melhor diálogo entre todos os setores, a indicação de diretrizes com vistas a um protocolo de intercâmbio técnico-científico é uma medida com potencial para facilitar e aprimorar os mecanismos estudados, com um cenário no qual se possa desenvolver de maneira mais eficaz e efetiva as soluções almejadas, seja no âmbito extrajudicial, seja na seara judicial, tanto no quadrante das tutelas de urgência quanto para a resolução do mérito em processos judiciais, com especial destaque para a figura do *amicus curiae*.

Referências

- ALMEIDA, Ursula Ribeiro de. *Tutela de urgência no direito ambiental: instrumento de efetivação do princípio de precaução*. 2014. Dissertação (Mestrado em Direito Processual) – Faculdade de Direito, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. DOI: <http://doi.org/10.11606/D.2.2014.tde-09022015-163958>.
- ALVES, Letícia Nalin; MORONG, Fábio Ferreira. A nova tutela de urgência nas ações civis públicas ambientais: um instrumento de efetivação da proteção ao meio ambiente. *Colloquium Socialis*, v. 1, n. 1, p. 01-04, 2017. Disponível em: <http://revistas.unoeste.br/index.php/cs/article/view/1787>. Acesso em: 17 dez. 2020.
- ANDRADE, Juliano de Almeida; AUGUSTO, Fabio; JARDIM, Isabel Cristina Sales Fontes. Biorremediação de solos contaminados por petróleo e seus derivados. *Eclética Química*, v. 35, n. 3, p. 17-43, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-46702010000300002>.
- ANTUNES, Adelaide Maria de Souza *et al.* Métodos de Prospecção Tecnológica, Inteligência Competitiva e *Foresight*: Principais Conceitos e Técnicas. In: RIBEIRO, Núbia Moura (org.). *Prospecção tecnológica*. Salvador: IFBA, 2018, v. 1.
- BARBOSA, Denis Borges. *Direito da inovação*. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2011.
- BAHRUTH, Eliane de Britto; ANTUNES, Adelaide Maria de Souza; BOMTEMPO, José Victor. Prospecção Tecnológica na Priorização de Atividades de C&T: Caso QTROP. In: ANTUNES, Adelaide; PEREIRA JÚNIOR, Nei; EBOLE, Maria de Fátima (orgs.). *Gestão em biotecnologia*. Rio de Janeiro: E-papers, 2006.

BISOGNIN, Ramiro Pereira *et al.* Análise do potencial microbiano de uma biopilha na biorremediação de solos contaminados por hidrocarbonetos de petróleo. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 23, n. 3, p. 517-526, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522018152421>.

BORILE, Giovani Orso; ARNOLD, Cláudia de Moraes; CALGARO, Cleide. A tutela de urgência no âmbito do processo ambiental: efetivação do princípio da precaução. *Revista do Direito Público*, v. 14, n. 2, p. 136-150, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.5433/1980-511X.2019v14n2p136>.

BRASIL. Conselho Nacional do Ministério Público. *Manual de boas práticas ambientais*. Brasília: CNMP, 2019. Disponível em: https://www.cnmp.mp.br/portal/images/Publicacoes/documentos/2019/BOAS_PRATICAS_WEB_final.pdf. Acesso em: 17 dez. 2020.

BRASIL. Conselho Nacional do Ministério Público. *Publicações*. 2020. Disponível em: <https://www.cnmp.mp.br/portal/publicacoes>. Acesso em: 17 dez. 2020.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 17 dez. 2020.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1981. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6938.htm. Acesso em: 17 dez. 2020.

BRASIL. Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985. Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio-ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1985. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7347Compilada.htm. Acesso em: 17 dez. 2020.

BRASIL. Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1990. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8078.htm. Acesso em: 17 dez. 2020.

BRASIL. Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004. Dispõe sobre incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2004. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/lei/l10.973.htm. Acesso em: 17 dez. 2020.

BRASIL. Lei nº 13.105, de 16 de março de 2015. Código de Processo Civil. Brasília, DF: Presidência da República, 2015. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13105.htm. Acesso em: 17 dez. 2020.

BRASIL. Lei nº 13.243, de 11 de janeiro de 2016. Dispõe sobre estímulos ao desenvolvimento científico, à pesquisa, à capacitação científica e tecnológica e à inovação e altera a Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, a Lei nº 6.815, de 19 de agosto de 1980, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, a Lei nº 12.462, de 4 de agosto de 2011, a Lei nº 8.745, de 9 de dezembro de 1993, a Lei nº 8.958, de 20 de dezembro de 1994, a Lei nº 8.010, de 29 de março de 1990, a Lei nº 8.032, de 12 de abril de 1990, e a Lei nº 12.772, de 28 de dezembro de 2012, nos termos da Emenda Constitucional nº 85, de 26 de fevereiro de 2015. Brasília, DF: Presidência da

República, 2016. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm. Acesso em: 17 dez. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Brasília, DF: 2009. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>. Acesso em: 17 dez. 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 463, de 29 de julho de 2014. Dispõe sobre o controle ambiental de produtos destinados à remediação. Brasília, DF: 2014. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=705>. Acesso em: 17 dez. 2020.

BRASIL. Tribunal de Justiça de Minas Gerais. *Apelação Cível 10028020006806001*. Relator Wilson Benevides. Julgamento em 14 mar. 2018. Publicação em 20 mar. 2018. Diário da Justiça Eletrônico, 2018.

BRASIL. Tribunal de Justiça do Paraná. *Apelação Cível 0011843-86.2014.8.26.0481*. Relator Marcelo Berthe. Julgamento em 07 jul. 2016. Publicação em 11 jul. 2016. Diário da Justiça Eletrônico, 2016a.

BRASIL. Tribunal de Justiça do Paraná. *Apelação Cível 1398286-6*. Relator Leonel Cunha. Julgamento em 15 dez. 2015. Publicação em 22 jan. 2016. Diário da Justiça Eletrônico, 2016b.

BRASIL. Tribunal de Justiça do Paraná. *Apelação Cível 0000595-39.2016.8.16.0059*. Relator Carlos Mansur Arida. Julgamento em 13 fev. 2019. Publicação em 14 fev. 2019. Diário da Justiça Eletrônico, 2019.

CARVALHO FILHO, José dos Santos. *Ação Civil Pública: Comentários por artigo*. 3. ed. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2001.

CARMO, Eduardo Hage; TEIXEIRA, Maria Gloria. Desastres tecnológicos e emergências de saúde pública: o caso do derramamento de óleo no litoral do Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 36, n. 2, p. 1-7, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311x00234419>.

CARNEIRO, Leandro Alves. O papel dos núcleos de inovação tecnológica (NITs) para o desenvolvimento regional. In: GILIOLI, Renato (coord.). *Instituições de Ensino Superior e Desenvolvimento Regional: Potencialidades e Desafios*. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2018.

CASTRO, Flávio Barboza; HERNANDEZ, Nathália de Castro. A intervenção do amicus curiae em matéria ambiental: análise jurisprudencial no TJ/RS. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DEMANDAS SOCIAIS E POLÍTICAS PÚBLICAS NA SOCIEDADE CONTEMPORÂNEA, XVI., 2019, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. *Anais [...]* Santa Cruz do Sul, 2019. Disponível em: <https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/sidspp/article/view/19518>. Acesso em: 14 fev. 2021.

COUTINHO, Pablo Wenderson Ribeiro *et al.* Alternativas de remediação e descontaminação de solos: biorremediação e fitorremediação. *Nucleus*, v. 12, n. 1, p. 59-68, 2015. Disponível em: <http://nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/1400/1732>. Acesso em: 17 dez. 2020.

DEON, Maitê Carla *et al.* Biorremediação de solos contaminados com resíduos oleosos através de bioaugmentação e atenuação natural. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas*, v. 33, n. 1, p. 73-82, 2012. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article/view/10248/10381>. Acesso em: 17 dez. 2020.

EMPRESA BRASIL DE COMUNICAÇÃO. *Óleo volta a poluir praias de Alagoas e Pernambuco*. Brasília: Agência Brasil, 23 jun. 2020. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2020-06/oleo-volta-poluir-praias-de-alagoas-e-pernambuco>. Acesso em: 17 dez. 2020.

FILOMENO, José Geraldo Brito. Os trinta anos da Lei da Ação Civil Pública: alguns aspectos polêmicos. *Revista Jurídica da Escola Superior do Ministério Público de São Paulo*, v. 7, p. 262-294, 2015. Disponível em: http://www.esmp.sp.gov.br/revista_esmp/index.php/RJESMPSP/article/view/276/108. Acesso em: 17 dez. 2020.

FREITAS, Carlos Machado de *et al.* Da Samarco em Mariana à Vale em Brumadinho: desastres em barragens de mineração e Saúde Coletiva. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 35, n. 5, p. 1-7, 2019. DOIS: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00052519>.

GOMES, Magno Federici; LEAL JÚNIOR, Breno Soares. Da efetividade do Direito Ambiental por meio da tutela provisória de urgência. *Revista do Mestrado em Direito da Universidade Católica de Brasília*, v. 11, n. 2, p. 1-17, 2017. Disponível em: <https://portalrevistas.ucb.br/index.php/rvmd/article/view/8938/5643>. Acesso em: 14 fev. 2021.

GOMES, Magno Federici; FERREIRA, Leandro José. Amicus curiae democrático e o processo coletivo ambiental. *Revista de Direitos Fundamentais & Democracia*, v. 25, n. 2, p. 283-313, 2020. Disponível em: <https://revistaeletronicardfd.unibrasil.com.br/index.php/rdfd/article/view/1375>. Acesso em: 14 fev. 2021.

MANCUSO, Rodolfo de Camargo. *Interesses Difusos: Conceito e Legitimação para agir*. 8. ed., rev., atual. e ampl. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2013.

MARINONI, Luiz Guilherme; ARENHART, Sérgio Cruz; MITIDIERO, Daniel. *Novo Código de Processo Civil comentado*. 3. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Editora dos Tribunais, 2017.

MARQUES, Marcia; AGUIAR, Christiane Rosas Chafim; SILVA, Jonatas José Luiz Soares. Desafios técnicos e barreiras sociais, econômicas e regulatórias na fitorremediação de solos contaminados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 35, n. 1, p. 1-11, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832011000100001>.

MONTICELLI, Francisco Maciel; RODRIGUES, Denise Celeste Godoy de Andrade; CORRÊA, Sergio Machado. Desenvolvimento de biorreatores de bancada para Biorremediação de solo contaminado com diesel B5. *Acta Scientiae et Technicae*, v. 6, n. 1, p. 3-12, 2018. DOI: <https://doi.org/10.17648/uezo-ast-v6i1.199>.

MORAES, Melina Ferracini. Inovação Tecnológica no Brasil e a Possibilidade do Desenvolvimento Econômico: Breve Análise dos Artigos 218 e 219 da Constituição Federal. In: BENEDITO, Alessandra; FREITAS, Aline da Silva; COSTA, Pedro Vitor Melo (orgs.). *Constituição Federal 30 anos: há o que comemorar?* Londrina: Thoth, 2019.

OLIVEIRA, Carolina Schabbach. Incentivos à Inovação no Âmbito do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). In: DIAS, José Carlos Vaz e; MÜLLER,

Juliana Martins de Sá; PORTILHO, Raphaela Magnino Rosa (orgs.). *A propriedade intelectual e os dez anos da lei de inovação: conflitos e perspectivas*. Rio de Janeiro: Gramma, 2015.

PARANHOS, Julia; CATALDO, Bruna; PINTO, Ana Carolina de Andrade. Criação, Institucionalização e Funcionamento dos Núcleos de Inovação Tecnológica no Brasil: Características e Desafios. *REAd. Revista Eletrônica de Administração*, Porto Alegre, v. 24, n. 2, p. 253-280, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-2311.211.84988>.

PEREIRA, Aline Ramalho Brandão; FREITAS, Diego Antônio França de. Uso de micro-organismos para a biorremediação de ambientes impactados. *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 6, n. 6, p. 995-1006, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/4818>. Acesso em: 17 dez. 2020.

PIRES, Gabriel Lino de Paula; LIMA, Murilo Aparecido Lorençoni. A tutela constitucional do meio ambiente: o Ministério Público e a ação civil pública. In: ENCONTRO TOLEDO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA (ETIC), 2016, Presidente Prudente, SP, Brasil, v. 12, n. 12, p. 1-24. *Anais [...]*. Presidente Prudente, 2016. Disponível em: <http://intertemas.toledoprudente.edu.br/index.php/ETIC/article/view/5430>. Acesso em: 17 dez. 2020.

PIVA, Rui Carvalho; OLIVEIRA, Flávio Luís de. Objetos da ação civil pública na legislação brasileira. *RIPE: Divisão Jurídica*, v. 49, n. 63, p. 1-20, 2015. Disponível em: <http://ojs.ite.edu.br/index.php/ripe/article/view/55>. Acesso em: 17 dez. 2020.

RAMOS, Carlos Fernando Silva. *A efetividade da ação civil pública ambiental: acesso à justiça na confluência entre o Estado Democrático de Direito Ambiental e a sociedade de risco*. 2017. Tese (Doutorado em Direito) – Faculdade de Direito, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil, 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/BUOS-ASPFVD>. Acesso em: 17 dez. 2020.

RAMOS, Débora Toledo. *Bioestimulação de processos metanogênicos com acetato de amônio para degradação acelerada de hidrocarbonetos de petróleo em águas subterrâneas contaminadas com diesel B20*. 2013. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/107518>. Acesso em: 17 dez. 2020.

REIS NETO, Afonso Feitosa *et al.* Caso Samarco em Mariana/Mg e Ação Civil Pública: Busca pelo Meio Ambiente Ecologicamente Equilibrado. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 7, n. 1, p. 315-328, 2018. Disponível em: http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/5999/3582. Acesso em: 17 dez. 2020.

ROCHA, Júlio Cesar; ROSA, André Henrique; CARDOSO, Arnaldo Alves. *Introdução à química ambiental*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

SAMPIERI, Roberto Hernandez; COLLADO, Carlos Fernández; LUCIO, María Del Pilar Baptista. *Metodologia de Pesquisa*. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

SANTOS, Marli Elizabeth Ritter dos. Os núcleos de inovação tecnológica (NITs) e seu papel na transferência de tecnologia acadêmica no Brasil. In: SAAVEDRA, Giovani Agostini. LUPION, Ricardo (orgs.). *Direitos fundamentais: direito privado e inovação*. Porto Alegre: EdiPUCRS, 2012.

SCHIRMER, Waldir Nagel; OLIVEIRA, Gabriela Laila de. Desodorização de efluentes líquidos tratados em leito de zona de raízes (“wetlands”). *Tecno-Lógica*, v. 14, n. 1, p.

11-19, 2010. Disponível em: <https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/1146/1039>. Acesso em: 17 dez. 2020.

SILVA, Wilson Tadeu Lopes da *et al.* Contaminação do solo: aspectos gerais e contextualização química ambiental. In: ROSA, André Henrique; FRACETO, Leonardo Fernandes; MOSCHINI-CARLOS, Viviane (orgs.). *Meio Ambiente e Sustentabilidade*. Porto Alegre: Bookman, 2012.

SILVEIRA, Denise Tolfo; CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. A pesquisa científica. In: GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (orgs.). *Métodos de Pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

SILVEIRA, Leonardo Ramos; TATTO, Janaina; MANDAI, Pedro. Biorremediação: considerações gerais e características do processo. *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, v. 13, n. 2, p. 32-47, 2016. Disponível em: <http://ferramentas.unipinhal.edu.br/engenhariaambiental/viewarticle.php?id=1355>. Acesso em: 17 dez. 2020.

SORIANO, Adriana Ururahy; PEREIRA JÚNIOR, Nei. Tecnologias de Tratamento de Resíduos da Indústria Petroléira: Novas Tendências. In: ANTUNES, Adelaide; PEREIRA JÚNIOR, Nei; EBOLE, Maria de Fátima (orgs.). *Gestão em biotecnologia*. Rio de Janeiro: E-papers, 2006.

SOUSA, Vanessa Silva; FREITAS, Vantuil Moreira de. Revisão teórica sobre os desastres da mineração brasileira incididos em Mariana-Mg (2015) e Brumadinho-Mg (2019). In: IV COLÓQUIO ESTADUAL DE PESQUISA MULTIDISCIPLINAR & II CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA MULTIDISCIPLINAR, 2019, Mineiros, GO, Brasil. *Anais [...]*. Mineiros, 2019. Disponível em: <http://publicacoes.unifimes.edu.br/index.php/coloquio/article/view/633/765>. Acesso em: 17 dez. 2020.

SOUZA, Paulo Roberto Pereira de; MESSIAS, Ewerton Ricardo. Ação civil pública: reflexão acerca da importância da participação social por meio das associações. *Revista Argumentum – Argumentum Journal of Law*, v. 14, p. 373-389, 2013. Disponível em: <http://ojs.unimar.br/index.php/revistaargumentum/article/view/992/612>. Acesso em: 17 dez. 2020.

THEODORO, Marcelo Antonio. Tutela processual do meio ambiente no Brasil. *Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo*, v. 2, n. 2, p. 68-85, 2016. Disponível em: <https://indexlaw.org/index.php/Socioambientalismo/article/view/1616/2086>. Acesso em: 17 dez. 2020.

TORTORA, Gerard J.; FUNKE, Berdell R.; CASE, Christine L. *Microbiologia*. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

VALENTE, Beatriz Simões *et al.* Fatores que afetam o desenvolvimento da compostagem de resíduos orgânicos. *Archivos de Zootecnia*, v. 58, p. 59-85, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.21071/az.v58i224.5074>. Acesso em: 17 dez. 2020.

YIN, Robert K. *Estudo de Caso: Planejamento e Métodos*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.