

REUMAM, V. 6, N. 1, 2021, ISSN online 2595-9239

CONTROLE AMBIENTAL DE EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS DE PEQUENO PORTE: LICENCIAMENTO E MONITORAMENTO NO ESTADO DO PARÁ

Maria do Socorro Almeida Flores¹
Alex Ruffeil Cristino²
Tamara Almeida Flores³

RESUMO: O controle ambiental de atividades de geração de energia por hidrelétricas de pequeno porte é definido por procedimentos legais previstos em normas federais e estaduais. Entretanto, a falta de regulamentação específica para elaboração dos termos de referência do licenciamento e monitoramentos ambiental comprometem a avaliação dos reais impactos causados pelo empreendimento. O presente estudo analisou os componentes e padrões bióticos adotados nesses termos de referência do licenciamento ambiental de pequenas centrais hidrelétricas, realizado pelo órgão estadual de controle ambiental, com fins de proceder à avaliação dos impactos provocados pela implantação desses empreendimentos e a capacidade de resiliência do meio. Foram revisados os processos de licenciamento ambiental das pequenas centrais hidrelétricas instaladas no Estado do Pará, e a literatura jurídica e ambiental para identificar quais componentes e padrões biológicos são selecionados na elaboração dos termos de referência. Ademais, foi realizada uma análise dos dados do monitoramento dos empreendimentos em operação apresentados à SEMAS-PA. Como resultado tem-se que os processos de licenciamento e monitoramento das pequenas centrais hidrelétricas em operação no Estado do Pará não apresentaram diretrizes formais sobre o processo de resiliência do meio transformado, o que torna a análise ambiental dessas centrais hidrelétricas inviável, dificultando o poder de polícia ambiental no âmbito do Estado.

PALAVRAS-CHAVE: Controle Ambiental, Geração de Energia, Resiliência Ambiental.

ENVIRONMENTAL CONTROL OF SMALL HYDROELECTRIC POWER PLANTS PROJECTS: LICENSING AND MONITORING IN THE STATE OF PARÁ

ABSTRACT: The environmental control of energy generation projects by small hydroelectric power plants is defined by Federal and State laws. However, the lack of specific regulations for the elaboration of the terms of reference for licensing and environmental monitoring compromises the assessment of the real impacts caused by the enterprise. The present study analyzed the components and biotic standards adopted in these terms of reference for the environmental licensing of small hydroelectric power

¹ Doutora em Direitos Humanos e Meio Ambiente (UFPA). Universidade Federal do Pará. floresmsa@gmail.com

² Mestre em Gestão dos Recursos Naturais e Desenvolvimento Local na Amazônia (UFPA).

Florá Soluções Ambientais. alexruffeil@hotmail.com

³ Mestre em Zoologia (UFPA-MPEG). Universidade Federal do Pará.

tamarafloresadv@gmail.com

plants, carried out by state environmental control agency, with the purpose of evaluating the impacts caused by the implementation of these projects and the environmental resilience. The environmental licensing processes for small hydroelectric power plants installed in the State of Pará were reviewed, as well as the legal and environmental literature to identify which components and biological standards are selected in the elaboration of the terms of reference. In addition, an analysis of the monitoring data of the enterprises in operation submitted to SEMAS-PA was carried out. As a result, the licensing and monitoring processes in those operational power plants in the State do Pará did not present formal guidelines on the process of resilience of the transformed environment, which makes the environmental analysis of these projects unviable, hindering the power of environmental police at the State level.

KEYWORDS: Environmental Control, Power Generation, Environmental resilience.

CONTROL AMBIENTAL DE LOS PEQUEÑOS EMPREENDIMIENTOS HIDROELÉCTRICOS: LICENCIAMIENTO Y MONITOREO EN ESTADO DE PARÁ

RESUMEN: El control ambiental de las actividades de generación de energía por las pequeñas centrales hidroeléctricas está definido por los procedimientos legales previstos en las normas federales y regionales. Sin embargo, la falta de regulaciones específicas para la elaboración de los términos de referencia para el licenciamiento y monitoreo ambientales comprometen la evaluación de los impactos reales causados por el proyecto. El estudio aquí presentado analizó los componentes y estándares bióticos adoptados en estos términos de referencia para el licenciamiento ambiental de pequeñas centrales hidroeléctricas, realizado por la agencia regional de control ambiental, con la finalidad de evaluar los impactos ocasionados por la implementación de estos proyectos y la resiliencia ambiental. Se revisaron los procesos de licenciamiento ambiental para las pequeñas centrales hidroeléctricas instaladas en el Estado de Pará, así como la literatura legal y ambiental para identificar qué componentes y estándares biológicos son seleccionados en la elaboración de los términos de referencia. Además, se realizó un análisis de los datos de seguimiento de las empresas en operación presentados a la SEMAS-PA. Como resultado, los procesos de licenciamiento y monitoreo de las pequeñas centrales hidroeléctricas en operación en e Estado de Pará no presentaron lineamientos formales sobre el proceso de resiliencia de medio ambiente transformado, lo que hace inviable el análisis ambiental de estas centrales hidroeléctricas, dificultando el poder de la policía ambiental a nivel regional.

PALABRAS CLAVES: Control Ambiental, Generación de Energía, Resiliencia Ambiental.

INTRODUÇÃO

Devido à crise ambiental iniciada a partir da década de 60, o tema da geração de energia vem sendo alvo de discussão, em especial a partir da Conferência Rio-92 e da Convenção sobre Mudanças Climáticas, o que gerou a formulação de propostas,

políticas e programas de reconfiguração da matriz energética em vários países, dentre eles o Brasil (PORTO et al., 2013).

A busca por fontes alternativas de energia, acentuada pela escassez do petróleo e pelas mudanças no clima, tem levado ao aperfeiçoamento de pesquisas e estudos técnicos, econômicos e de impactos socioeconômicos e ambientais de empreendimentos de geração de energias renováveis e limpas no Brasil e no mundo. Dentre essas fontes de energia, temos a partir de matéria orgânica de origem animal e vegetal, a biomassa, a partir da força dos ventos, a energia eólica, através da captação da luz do sol, a energia solar, e a partir do potencial hídrico os aproveitamentos hidrelétricos.

O Brasil, devido à sua imensa diversidade de biomas, apresenta grande diferencial em relação à geração de energia o que é permitida através de vários meios, inclusive as fontes renováveis e limpas. Contudo, devido ao grande potencial hidroenergético, a geração de energia por meio do aproveitamento hidrelétrico vem sendo priorizada. Além disso, a opção brasileira por esse tipo de geração de energia tem sido justificada pela segurança temporal no provimento de energia em função da formação de um reservatório e pelo grande potencial ainda disponível no território brasileiro (MORRETO et al., 2012).

Para as Centrais Elétricas Brasileiras o potencial hidrelétrico do país, entre empreendimentos estimados, estudados, em construção e em operação, gira em torno de 248.000 MW e, desse total, mais de 99.000 MW concentram-se na região Norte. Segundo o Plano Nacional de Energia 2030, a Amazônia é um grande “Eldorado Hidrelétrico”, na qual as bacias hidrográficas localizadas na região Amazônica e do Araguaia-Tocantins têm potencial produtivo aproximadamente de 74 GW. Ressalte-se que ambas estendem suas drenagens pelo território do Estado do Pará (ELETROBRÁS, 2014).

A potência instalada para geração de energia determina se a usina é de grande, médio ou pequeno porte. A Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) adota três classificações: Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH), com até 1 MW de potência instalada; Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH), entre 3 MW e 30 MW de potência instalada e Usina Hidrelétrica de Energia (UHE), com mais de 30 MW.

As recentes mudanças institucionais e regulamentares têm estimulado a multiplicação de aproveitamentos hidrelétricos de pequeno porte e baixo impacto ambiental no Brasil. Esses empreendimentos procuram atender demandas próximas aos centros de carga,

em áreas periféricas ao sistema de transmissão e em pontos marcados pela expansão agrícola nacional, promovendo o desenvolvimento de regiões remotas do país.

O Pará será o segundo Estado que mais receberá a implantação de projetos hidrelétricos nos próximos 8 anos. De acordo com os dados presentes nos inventários da ANEEL (2016), há uma perspectiva de implantação de 31 PCH, assim denominadas: Iara, Cachoeira do Ébrio, Cachoeira do Codó no rio Itapacurá e Itapacurá-mirim; Mangaratiba, Sapopema, Água Boa, Carnaúba, Candeia, Pitombeira, Castanheira, Jaborandi e Mangaratiba, Girassol, Jaboticabal, Jerivá, Juruteba, Macaubá, Manacá, Mangeira, Mingau, Mutamba, Sibipiruna, Sumaúma, Trairão, Alcobaça e Aruanã, no rio Cupari; Dias, MF, Severo e Crepori, no rio Crepori .

A partir da aprovação da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), através da Lei Federal 6.938/1981, recepcionada pela Constituição Federal de 1988, o poder público recebeu a competência de manter o controle ambiental sobre atividades e/ou empreendimentos potencialmente causadores de degradação da qualidade do meio ambiente, dentre eles, as de geração de energia.

Entretanto, até o presente estudo se observa uma falta de regulamentação para efetivar o controle ambiental por meio do órgão estadual competente, especialmente quanto a elaboração de Termos de Referências (TR) no que tange a escolha dos componentes e padrões biológicos no processo de licenciamento, bem como, para o monitoramento ambiental de empreendimentos hidrelétricos de pequeno porte no Estado do Pará.

Partindo da premissa de que a escolha inadequada dos componentes e padrões biológicos, exigido por ocasião da elaboração dos TR, compromete os resultados da avaliação e monitoramento ambiental de empreendimentos hidrelétricos de pequeno porte nas diversas fases de implantação e de operação desses empreendimentos, foi questionado se os padrões bióticos adotados no TR para implantação das Pequenas Centrais Hidrelétricas no Estado do Pará conseguem mostrar a compatibilização do meio ambiente alterado e sua capacidade de recomposição e resiliência.

Para responder essa pergunta foram analisados os casos das PCH já implantadas no Estado do Pará para fins de verificar se os componentes biológicos e padrões que estão indicados nos TR, Estudos Ambientais e nos Relatórios de Monitoramento, observando se os mesmos são adequados para que o poder público possa manter o controle ambiental necessário sobre essas atividades, visando explicar, descrever, compreender

com precisão como é feita a escolha dos componentes e padrões biológicos indicados nos TR para licenciamento e monitoramento de PCH no Estado do Pará e se estas escolhas conseguem demonstrar a compatibilização do empreendimento com a conservação da qualidade do meio ambiente.

CONTROLE AMBIENTAL NO ESTADO DO PARÁ

De acordo com Derani (2001), as leis são produzidas com o objetivo de manter o controle de pressupostos assumidos. Na área ambiental, tendo em vista a proteção do meio ambiente, esses pressupostos estão relacionados aos preceitos da ordem econômica constitucional, sob a designação de assegurar a todos a existência digna, perseguindo a realização da justiça social, e aos preceitos do direito ambiental sob o enfoque de manter o equilíbrio ecológico do meio ambiente.

Visando à efetividade da aplicabilidade da norma constitucional e infraconstitucional, o Poder de Polícia Ambiental é um importante instrumento utilizado pelo Poder Público, especialmente pelo Poder Executivo, objetivando disciplinar e restringir o direito, regulando a prática ou a conduta de atividades em prol do benefício da coletividade (COSTA, 2010). Para Rosa (2009), o poder de polícia como função da Administração Pública de resguardar a ordem social não é uma faculdade, mas um poder-dever, em vista da incumbência da Administração de tutelar a ordem pública.

A Constituição Federal de 1988 estabeleceu o federalismo cooperativo, o qual determina que a competência administrativa em matéria ambiental é comum aos três entes (União, Estados e Município) para o exercício do poder de polícia em favor da proteção e conservação do meio ambiente. Contudo, devido ao conflito gerado pela definição das competências foi sancionada a Lei Complementar Federal nº 140/2011, que fixou normas regulamentadoras, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora.

De acordo com as normas legais entre as funções de controle exercidas pelo poder público para proteção do meio ambiente, estão as ações de Licenciamento, Monitoramento e da Fiscalização Ambiental. No Estado do Pará, o poder de polícia ambiental, estabelecido pela Lei Estadual nº 8.096/2015, é exercido pela Secretaria de

Meio Ambiente e Sustentabilidade do Estado do Pará (SEMAS-PA). Dentre as atuações do poder de polícia da SEMAS-PA, de forma a manter o controle ambiental, segundo a Política Ambiental do Estado do Pará (Lei Estadual 5887/2005), estão a fiscalização, o licenciamento e o monitoramento ambiental.

O licenciamento ambiental é um instrumento da Política Ambiental Nacional, no qual pode ser observado com clareza o princípio da prevenção, considerando que este instrumento objetiva controlar, previamente a implantação e/ou operação de empreendimentos, as ações que provoquem impactos e/ou danos ao meio ambiente. Na percepção de Fink (2000), o licenciamento ambiental é o procedimento pelo qual o Poder Público, mediante controles prévios (licenças), verifica a regularidade técnica e jurídica de determinadas atividades efetivas ou potencialmente causadoras de significativa degradação do meio ambiente, de forma a compatibilizar o desenvolvimento socioeconômico com a proteção dos recursos naturais.

O monitoramento ambiental, determinado pela Lei Estadual nº 5.887/95, como um instrumento de controle, consiste no acompanhamento da qualidade dos recursos ambientais, com o objetivo de aferir o atendimento aos padrões de qualidade ambiental, controlar o uso dos recursos ambientais, avaliar o efeito de políticas, planos e programas de gestão ambiental e de desenvolvimento econômico e social, acompanhar o estágio populacional de espécies da flora e fauna, especialmente as ameaçadas de extinção e subsidiar medidas preventivas e ações emergenciais em casos de acidentes ou episódios críticos de poluição.

LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS DE PEQUENO PORTE

As Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) são consideradas empreendimentos destinados a autoprodução ou produção independente de energia elétrica, cuja potência seja superior a 3.000 MW e igual ou inferior a 30.000 MW, com área de reservatório de até 3 km², excluindo a calha do leito regular do rio (ANEEL, 2016). Se as Pequenas Centrais Hidrelétricas não estiverem localizadas ou interceptarem Unidades de Conservações Federais e Municipais, exceto as Áreas de Proteção Ambiental (APAs), ou Terras Indígenas ou dois estados serão licenciadas pelo Estado, como disposto na Lei Complementar Federal Nº 140/2011 e no Decreto Federal Nº 8.437/2015.

Após a definição do órgão ambiental competente, o empreendedor deverá requerer o licenciamento ambiental, o qual está dividido em três fases, conforme determina o art. 8º da Resolução CONAMA Nº 237/97, e o art. 94 da Lei Estadual Nº 5.887/95, a saber: Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO). Essas licenças serão concedidas de forma sucessivas.

Para definição do estudo a ser apresentado na primeira fase do licenciamento, o empreendedor deverá solicitar junto ao órgão o procedimento conhecido como “Carta Consulta”. O órgão analisará a consulta observando a caracterização do empreendimento e o local pleiteado para sua implantação e a potência instalada do empreendimento hidrelétrico. Diante disso, será emitido um Termo de Referência (TR) que determina qual o tipo de estudo deve ser apresentado, que poderá ser um EIA, um Relatório de Controle Ambiental (RCA) ou um Relatório Ambiental Simplificado (RAS), conforme as Resoluções do CONAMA Nº 01/86 e Nº 279/01.

A primeira autorização é dada através da Licença Prévia (LP), que é concedida na fase preliminar do planejamento do aproveitamento hidrelétrico, aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua construção. Durante essa fase, o interessado deverá apresentar o EIA-RIMA ou outro estudo indicado pelo órgão ambiental (Resolução CONAMA Nº 237/97).

O estudo deverá apresentar a caracterização do meio ambiente a ser afetado, e posteriormente, a elaboração desse capítulo, chamado de diagnóstico ambiental, o qual deverá contemplar os meios físico-químicos, biológicos e socioeconômicos, devendo ser apresentada a identificação, previsão e classificação dos impactos ambientais referentes, também, aos três meios. Ademais, deverá apresentar a avaliação de impacto, corresponde às medidas mitigadoras de controle e de compensação ambiental que deverão ser propostas para minorar, controlar e/ou anular os impactos previstos durante as fases de instalação e/ou operação do aproveitamento hidrelétrico.

A Licença de Instalação (LI) autoriza a implantação do empreendimento de geração de energia de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante.

O proponente do projeto para solicitar a LI deverá apresentar Plano de Controle Ambiental (PCA), que descreverá as medidas que deverão ser implementadas durante a

fase de instalação para manter o equilíbrio ecológico do meio ambiente. Dentre as ações a serem descritas, estão os monitoramentos dos componentes físico-químicos e biótico para demonstrar se o meio está conseguindo absorver as alterações provocadas pelo empreendimento de geração de energia.

A Licença de Operação (LO) autoriza a operação do aproveitamento hidrelétrico após a verificação do efetivo cumprimento do que consta nas licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação. Para tanto, deverá ser apresentado novo PCA, dessa vez para a fase de operação, bem como para a fase de instalação. Dentre as ações a serem propostas estão os monitoramentos, com o intuito de analisar a capacidade de absorção das alterações ambientais do meio.

Cabe mencionar que, ainda em atenção a Lei Estadual N° 5.887/95, as licenças ambientais não poderão ter validade superior a 5 anos. Contudo, a manutenção das validades das Licenças de Instalação e Operação ficam condicionadas à apresentação de Relatório de Informação Ambiental Anual (RIAA) a serem apresentados anualmente, conforme determina o Decreto Estadual N° 1.881/2009.

A obrigatoriedade de apresentar o RIAA se faz necessário para que a SEMAS-PA mantenha o acompanhamento do estado de qualidade do meio ambiente. No RIAA, é apresentada a execução dos planos e programas estabelecidos no PCA, de modo que o órgão ambiental possa avaliar se as medidas desempenhadas a favor da proteção ambiental estão sendo efetivas, de modo que se compatibilize a implantação ou operação do aproveitamento hidrelétrico com a conservação ambiental. Conforme o estabelecido no decreto estadual, a não apresentação do RIAA implicará na suspensão ou cancelamento imediato das Licenças de Instalação e Operação, bem como a instauração de procedimento administrativo para apurar responsabilidades.

PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS EXISTENTES E PROJETADAS PARA O ESTADO DO PARÁ

Existem 3 PCH em operação no estado do Pará, sendo elas, as PCH Salto do Curuá, PCH Salto do Buriti e PCH Três de Maio, todas localizadas no município de Altamira, região sudoeste do estado. Os licenciamentos ambientais desses empreendimentos hidrelétricos foram realizados pelo órgão Estadual de Meio Ambiente do Pará, no ano de 2005. De acordo com análise do processo administrativo que embasou a expedição da licença ambiental, se observa que os interessados solicitaram a Licença Prévia,

protocolando Relatório Técnico, sem protocolar a Carta Consulta que resultaria na emissão TR para orientar os estudos referentes ao aproveitamento do potencial hidrelétrico. Ademais, o Relatório Técnico apresentado não continha informações referentes aos dados de fauna e flora existentes na área dos empreendimentos.

Em 2010, objetivando a implantação de um Complexo Hidrelétrico composto pelas PCH, Cachoeira do Ébrio e do Codó, localizadas no município de Itaituba, foram solicitados TR para os referidos complexos em questão. No ano de 2011, foi solicitado novamente TR para subsidiar elaboração de estudo ambiental para submissão de solicitação de licenciamento ambiental. Nesse momento, foram solicitados três TR, sendo: um para o Complexo Hidrelétrico Cupari Braço Oeste, município de Rurópolis, composto pelas PCH Sapopema, Candeira e Jaborandi; Complexo Hidrelétrico Cupari Braço Leste, município de Rurópolis, composto pelas PCH Castanheira, Carnaúba, Água Boa e Magaratiba; e Complexo Crepori, município de Alenquer, composto pelas PCH Dias, MF, Severo e Crepori.

A elaboração dos TR para os complexos hidrelétricos acima mencionados foram elaborados por uma equipe multidisciplinar, composta por dois biólogos, um engenheiro ambiental, um engenheiro sanitário, um engenheiro civil e um sociólogo. No que se refere a elaboração dos itens referente ao meio biótico, os dois biólogos tomaram como base TR elaborados para aproveitamentos hidrelétricos no Brasil. Com base nesses documentos, esses profissionais deliberaram, e de acordo com sua experiência profissional e conhecimento científico, até definir os componentes biológicos a serem estudados para compor o diagnóstico do meio biótico do EIA-RIMA. Em outras palavras, esses servidores públicos, por meio do seu poder discricionário (prática de determinados atos administrativos com liberdade na escolha de sua conveniência, oportunidade e conteúdo) definiram os componentes biológicos a serem indicados para compor o diagnóstico do meio biótico da área de localização das PCH no estado do Pará. Registra-se que essa discricionariedade por parte dos técnicos, foi permitida, considerando que não existe uma norma regulando o assunto, ou seja, não tem uma regra legal que estabeleça e identifique os componentes biológicos adequados para fins de monitoramento do processo de reorganização, recomposição e resiliência do meio alterado em razão da implantação de empreendimentos hidrelétricos no Brasil.

Quanto aos padrões biológicos, estes não foram definidos nos TR e nem normatizados ainda pelo Conselho Estadual de Meio Ambiente do Pará (COEMA).

Cabe mencionar que no momento da análise do RIAA, quando são apresentados os dados do monitoramento de fauna, o biólogo responsável pela análise do processo é quem define, por meio de seus conhecimentos, se as alterações provocadas pelo PCH sobre a fauna e flora estão comprometendo a resiliência do meio ambiente. A falta de diretrizes e normas para estabelecer esses parâmetros comprometem o alcance dos objetivos da PNMA, em especial o que propõe a compatibilização do uso dos recursos ambientais com o desenvolvimento.

MONITORAMENTO DAS PEQUENAS CENTRAIS HIDRELÉTRICAS NO PARÁ

Até a presente data, no estado do Pará existem somente três PCH em operação, as quais são: PCH Salto do Curuá, PCH Salto do Buriti Energia e PCH Três de Maio. Esses aproveitamentos estão localizados no sul do município de Altamira. Foram implantadas entre os anos de 2006 a 2007 e entraram em operação no ano de 2008.

Os componentes biológicos do ambiente da implantação das PCH definidos nos TR de PCH foram: flora, anfíbios, aves, fito plânctons, insetos vetores de doença, mamíferos (pequenos, médio e grande porte), peixes, répteis (terrestres e aquáticos), zoobentos, fito plânctons e zooplânctons.

Durante os dois anos de implantação da atividade, foram realizadas 5 campanhas de coletas de informações sobre a fauna terrestre e seis sobre a fauna aquática. Já na fase de operação, os empreendimentos vêm realizando o monitoramento desde o ano de 2008 até o presente momento. As campanhas têm periodicidade trimestral. Os relatórios de monitoramento apresentam somente uma lista de espécies referente aos táxons anfíbios, aves, mamíferos, peixes, répteis e macrófitas aquáticas, não fazendo menção em nenhum momento à riqueza e à abundância das espécies. No que se refere ao táxon entomofauna, é apresentado somente uma lista com as ordens identificadas no monitoramento.

De acordo com Silveira et al. (2010), nos estudos de fauna quando não são apresentados índices de abundância para as espécies e outros aspectos fundamentais, não se admite sequer que sejam embasadas a decisão de se permitir dar continuidade na operação do empreendimento. Ao analisar os relatórios, percebe-se também que, entre períodos do monitoramento, algumas espécies deixam de ser mostradas em determinado período e reaparecem em outro. Outras espécies deixaram de ser mostradas durante o

período de amostragem. Não há discussão e nem levantamento de hipóteses sobre o assunto de modo a justificar o porquê dessas alterações.

Também nos relatórios de monitoramento não se faz referência à lista de espécies ameaçadas de extinção, espécies endêmicas, de interesse científico, valor cinegético, exóticas, migratórias, invasoras, de valor medicinal e/ou de uso das populações locais. De acordo com Straube et al. (2010), as espécies ameaçadas de extinção, em qualquer âmbito, é um grupo relevante na consideração sobre a magnitude dos impactos negativos de um empreendimento, das medidas mitigadoras e compensatórias desses impactos, bem como das ações que deveriam ser mitigadas para reduzir o efeito pontual sobre as populações das espécies.

Os dados apresentados no monitoramento não conseguem demonstrar se as alterações ocasionadas pela implantação e operação dos empreendimentos para aproveitamentos hidrelétricos sobre os componentes da fauna e da flora estão em processo de acomodação ambiental, de modo que o ambiente alterado possa se recompor ou se reorganizar ecologicamente. Desta forma, o órgão ambiental não consegue embasar sua decisão em renovar a licença ambiental dos empreendimentos de maneira correta, de modo que se consiga identificar se os empreendimentos estão atingindo o objetivo da PNMA, de forma a compatibilizar o crescimento econômico com a conservação do meio.

ANÁLISE DOS COMPONENTES E PADRÕES BIOLÓGICOS NO CONTROLE AMBIENTAL

Na esfera estadual, por meio do programa “Extinção Zero”, estabeleceu a Resolução do COEMA N° 54/2007, que homologa as espécies ameaçadas de extinção no estado do Pará. De acordo com o nível Federal, as listas de espécies ameaçadas de flora vêm sendo homologadas e atualizadas desde 1968. A primeira lista foi homologada pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF). Para a fauna, a primeira lista surgiu em 2008, estabelecida pelo Ministério do Meio Ambiente. Atualmente, as listas em vigor estão homologadas pelas Portarias MMA N° 443/2014 (Flora Ameaçada), N° 444/2014 (Fauna Terrestre) e N° 445/2014 (Peixes e Invertebrados Aquáticos). Além dessas duas listas, existe a Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas da União Internacional para a Conservação da Natureza, publicada em 2014.

Segundo Buss et al. (2016), os macroinvertebrados (grupo de organismos invertebrados aquáticos visíveis a olho nu, como insetos, crustáceos, moluscos, entre

outros) são bons bioindicadores, pois apresentam respostas identificáveis a impactos múltiplos ou específicos, difusos ou pontuais, podendo ser estabelecidas relações de causa-efeito entre as ações que geram estresse ao ecossistema e a composição e estrutura dessa comunidade biológica. Os macroinvertebrados são representados pelos táxons fitoplânctons, zooplânctons e zoobentos.

A comunidade fitoplanctônica é definida por Wetzel (2001) como “assembleias de pequenos organismos autotróficos cuja distribuição depende do movimento das águas”. Esses organismos são componentes importantes nas cadeias tróficas dos mais diversos ambientes aquáticos, sejam de água doce (lagos, rios, córregos e reservatórios), salobra (estuários, lagoas) ou salgada.

O conhecimento da dinâmica da comunidade destes micro-organismos produtores primários é relevante por serem as flutuações temporais e espaciais em suas respectivas composições e biomassa, indicadores eficientes das alterações, sejam elas naturais ou antrópicas, nos ecossistemas aquáticos. Sendo assim, essas comunidades são elementos centrais na elaboração de estudos, visando o manejo ambiental e a capacidade de suporte do sistema (BOZELLI; HUSZAR, 2003). Além da quantidade de nutrientes da água, outros fatores influenciam a composição e distribuição espacial e temporal do fitoplâncton, tais como: correntes, intensidade luminosa, temperatura e presença de substâncias tóxicas (CETESB, 2005).

A comunidade zooplanctônica é formada por animais microscópicos que vivem em suspensão na coluna d'água. Os seus principais componentes em águas continentais são protozoários, rotíferos, cladóceros e copépodes, além de larvas de insetos e nematódeos. Essa comunidade é de grande relevância ecológica, uma vez que seus componentes atuam como um elo de transferência energética entre os produtores e os níveis tróficos superiores da cadeia alimentar aquática, tais como os peixes (ESTEVES, 1998). Em sistemas naturais, a comunidade zooplanctônica tem sido utilizada como indicadora das condições tróficas, tendo diversos trabalhos que demonstram o potencial de grupos e espécies do zooplâncton como indicadores da qualidade da água (SOUZA; SPERLING, 2005; ANDRONIKOVA, 1996; SAMPAIO et al., 2002).

A comunidade bentônica corresponde ao conjunto de organismos que vive todo ou parte de seu ciclo de vida no substrato de fundo (sedimentos, detritos, troncos, macrófitas aquáticas, algas filamentosas, etc.) de ambientes aquáticos. Em ecossistemas aquáticos continentais, esse grupo é composto principalmente por larvas ou insetos

adultos, *Oligochaeta* (minhocas aquáticas), moluscos e crustáceos com tamanho corporal superior a 0,5 mm (CALLISTO et al., 2001). São considerados bioindicadores de qualidade de água, em virtude das suas características sésseis, de seu ciclo de vida relativamente longo e da sua fácil visualização (ROSENBERG; RESH, 1993), sendo os que melhor refletem a qualidade das águas em ambientes lóticos.

Para Mattox e Cunningham (apud SILVEIRA et al., 2010), os peixes devem ser incluídos em avaliações de impactos ambientais nos estudos de empreendimentos que possam interferir em corpos d'água, pois esse componente constitui um modelo biológico que possibilita estudos populacionais robustos, especialmente pela abundância de algumas espécies, fornecendo ferramentas adicionais que servem como indicadores de qualidade do ecossistema.

De acordo com a análise do processo administrativo que licenciou as PCH, que hoje estão operando no estado do Pará (PCH Salto do Curuá, Salto do Buriti e Três de Maio), pode-se observar que estas não seguiram as determinações estabelecidas para o licenciamento padrão para geração de energia. O primeiro aspecto a ser mencionado foi a não apresentação da Carta Consulta para a expedição do TR pelo órgão ambiental, constando as exigências para definição dos componentes bióticos e padrões a serem estudados, de modo a subsidiar a análise ambiental precisa sobre a viabilidade das PCH da apresentação de EIA-RIMA para subsidiar a viabilidade ambiental dos empreendimentos para a região.

A respeito da não obrigação da apresentação de EIA-RIMA, pode-se observar que todas as três PCH tem potência instalada superiores a 10 MW, o que torna obrigatório a elaboração desse tipo de estudo, e não de Relatório Técnico conforme apresentado do licenciamento prévio. Além disso, a falta de dados referentes à fauna e flora comprometeu a análise ambiental desses empreendimentos para aproveitamentos hidrelétricos, tendo em vista que os analistas ambientais do órgão não dispuseram de dados científicos para verificar de forma preventiva se as alterações a serem provocadas durante a implantação e operação dos aproveitamentos hidrelétricos ocasionariam a perda de resiliência do ecossistema. Tal entendimento é corroborado por Rosa (2009) ao entender que os diagnósticos dos estudos ambientais, muitas vezes, não contêm dados suficientes e o órgão ambiental por sua vez não possui condições de realizar análise adequada.

Outro aspecto analisado corresponde à ausência da avaliação dos impactos ambientais a serem gerados pelos empreendimentos durante as fases de instalação e operação, devido à ausência do EIA. A não identificação e classificação dos impactos sobre o componente biótico na fase preliminar dos aproveitamentos hidrelétricos dificultou a confirmação da magnitude e da importância dos impactos durante a fase de monitoramento. Ou seja, a ausência da identificação dos impactos sobre o meio biótico do EIA não permitiu que os dados do monitoramento confirmassem, de forma preventiva, qual a pressão que os empreendimentos estão causando ao meio ambiente e se essa pressão está ocasionando perda da capacidade de resiliência do ecossistema.

Por fim cabe ressaltar que a ausência de informações sobre a composição e a abundância das espécies catalogadas no monitoramento torna inviável a análise do órgão ambiental, uma vez que não fornece elementos para subsidiar se está ocorrendo perda do equilíbrio ecológico do ambiente. A ausência de dados referentes às comunidades planctônicas e zoobentônicas não permite que sejam feitas análises mais apuradas sobre as interferências que os empreendimentos podem ocasionar ao meio ambiente. Conforme discutido por Buss et al. (2016), os macroinvertebrados são bons bioindicadores de qualidade ambiental, pois apresentam respostas rápidas de relações de causa-efeito entre as ações que geram estresse ao ecossistema e à composição e estrutura dessa comunidade biológica.

Para Silva Júnior et al. (2007), a mensuração, caracterização e flutuações dos componentes ecológicos podem funcionar como indicadores legítimos da qualidade ambiental ao longo dos processos de alterações ambientais (HORI, 2011). Outro aspecto que merece ser discutido diz respeito às espécies ameaçadas de extinção. Os dados apresentados não conseguem refletir o estado de conservação dessas espécies.

As listas de espécies ameaçadas de extinção são instrumentos a serem utilizados, em caráter preventivo, para auxiliar a conservação da biodiversidade. Essas listas apontam as espécies que, de alguma forma, estão com sua existência ameaçada e, portanto, devem ser consideradas na análise do órgão ambiental no momento da concessão e/ou renovação da licença ambiental.

Diante do exposto, os dados apresentados durante o licenciamento e o monitoramento dos componentes biológicos das PCH do estado do Pará não conseguem dar informações para que o órgão ambiental possa exercer seu poder de polícia ambiental, de modo preventivo a manter o controle ambiental. Para Rosa (2009),

o licenciamento ambiental privilegia a fase preliminar, voltada ao diagnóstico, que por sua vez, dotada de falha. Isso provoca a perda do foco no futuro, consubstanciado no funcionamento da atividade em si e no monitoramento dos impactos desses resultados.

RESILIÊNCIA NOS ECOSISTEMAS COMO PADRÃO BIOLÓGICO

Holling (1973) conceitua resiliência como a persistência das relações dentro de um sistema, e é uma medida da capacidade desses sistemas para absorver as mudanças de estados variáveis, gerindo estas variáveis e parâmetros se ainda persistirem. Demange (2017) explica que a resiliência natural ou ecológica é a capacidade do ecossistema absorver distúrbios, se readaptar e persistir funcionando dentro de uma determinada estabilidade, isto porque os ecossistemas naturalmente funcionam em um ciclo que alterna entre a estabilidade e a resiliência. Para o autor, após um evento de distúrbio do ecossistema há uma fase de inovação que consiste em reorganizar os elementos bióticos e estabelecimentos de novas conexões, para assim atingir um novo estado de equilíbrio, mais resiliente, até atingir novamente o estado de estabilidade, onde há um acúmulo de capital natural e incremento da organização e conectividade entre os elementos bióticos.

De acordo com Buschbacher (2014), a resiliência é a capacidade de o sistema manter suas características essenciais de estrutura e função, mesmo depois de um colapso, e reorganização. O autor discute que resiliência é uma síntese entre estabilidade e dinâmica, integrando as ideias de mudanças e limites. Isto porque é importante diferenciar os parâmetros de “estado” do sistema de seu “regime”. Estado refere-se às condições específicas de um dado momento, enquanto regime refere-se às características gerais de estrutura e função do sistema. Um sistema resiliente muda seu estado constantemente, mas essas mudanças giram dentro de um mesmo regime. Em outras palavras, a implantação e operação de uma PCH pode alterar o estado do meio ambiente, e não seu regime.

Além disso, faz-se necessário pontuar o parâmetro fragilidade do ecossistema. O conceito de fragilidade refere-se ao potencial para perda de biodiversidade, que depende do grau de resiliência do sistema e do tipo/intensidade de perturbações potenciais. Área reduzida e presença de espécies endêmicas e/ou com distribuição restrita e área reduzida são indicadores de alta fragilidade, ao passo que evidências da perda dessas espécies e diminuição do tamanho e densidade populacionais apontam para situação de ameaça real e atuante. Nesse sentido, essas espécies podem ser consideradas bioindicadores,

particularmente vulneráveis a alterações ambientais e o declínio de algum desses animais pode representar a perda da resiliência do meio ambiente.

Para Trajano (2010), cada ecossistema tem seu próprio grau de resiliência que vai se diferenciar de acordo com a composição e relações entre os componentes ambientais presentes no sistema. Uma das características essenciais a ser considerada na resiliência é a redundância funcional. De modo geral, os ecossistemas não funcionam com seus números mínimos, sendo poucos, como os de ilhas e cavernas, que funcionariam no limite de sua resiliência. Ademais, outro parâmetro a ser considerado para identificar a resiliência do ecossistema é a redundância funcional, que se conceitua como uma característica das comunidades biológicas, a qual descreve o quão sobrepostas são as espécies quanto ao seu desempenho no funcionamento do ecossistema (JONER et al., 2007).

No meio ambiente natural, duas ou mais espécies podem desempenhar papéis equivalentes no funcionamento do ecossistema (em processos como produtividade primária, decomposição, ciclagem de nutrientes, polinização entre outros), sendo funcionalmente semelhantes. Isto significa que, se uma espécie desaparecer, sua função ecológica não estará perdida, pois há outros organismos que podem desempenhar essa mesma função. Cabe lembrar que a Constituição Federal veda a possibilidade de extinção de espécie da fauna e da flora, e tendo em vista o princípio da prevenção, essas espécies devem ser consideradas nas análises dos padrões biológicos.

CONCLUSÃO

A Constituição Federal, promulgada em 1988, em seu art. 225, corroborou o estabelecido na PNMA, e estabeleceu como direito fundamental o meio ambiente ecologicamente equilibrado e vedou a possibilidade de extinção de espécies de fauna e flora. O licenciamento como instrumento da PNMA, considerado o mecanismo pelo qual os órgãos ambientais, com seu poder de polícia, controlam o equilíbrio ecológico do meio ambiente, vem se fortalecendo. Um dos primeiros procedimentos a serem realizados para requerer o licenciamento é a solicitação do TR para o órgão ambiental, o qual dará o roteiro temático para que seja elaborado o estudo ambiental, de modo que depois de elaborado, o órgão pertencente ao SISNAMA possa analisar e se manifestar, pautado no princípio da prevenção se o empreendimento poderá ou não ser implantado.

De acordo com as informações obtidas nesta pesquisa, a escolha dos componentes bióticos no estado do Pará é selecionada através do entendimento por biólogos responsáveis pela análise do processo que, de acordo com sua experiência profissional e conhecimento científico, definiram os componentes biológicos a serem estudados para compor o diagnóstico do meio biótico do EIA-RIMA.

A Constituição Federal, no inciso VII, art. 225, veda práticas que provoquem a extinção de espécies e que coloquem em risco sua função ecológica. O termo função ecológica está diretamente ligado a resiliência do meio ambiente, que consiste na capacidade de o meio ambiente absorver distúrbios, readaptar-se e persistir funcionando dentro de determinado domínio de estabilidade. Os macroinvertebrados aquáticos e os peixes são bons bioindicadores ambientais, pois apresentam respostas identificáveis a impactos múltiplos ou específicos, difusos ou pontuais, podendo ser estabelecidas relações de causa-efeito entre as ações que geram estresse ao ecossistema e a composição e estrutura dessas comunidades biológicas, em outras palavras, os macroinvertebrados aquáticos identificam em um curto espaço de tempo se as funções ecológicas do meio estão conseguindo se manter.

Após análise, conclui-se que os componentes a serem estudados para o licenciamento de PCH são todos os táxons biológicos que tem espécies ameaçadas de extinção, os macroinvertebrados aquáticos e os peixes. As espécies ameaçadas de extinção devem ser consideradas em razão das mesmas apresentarem restritas distribuições geográficas e algum grau de ameaça de virem a ser extintas, sendo por pressão de caça, supressão florestal, ou degradação, entre outros. Os macroinvertebrados aquáticos e peixes, por serem bons indicadores de qualidade de ambientes aquáticos, merecem ser estudados também tendo em vista que podem ser indicadores de alterações significativas que levem a perda de resiliência do meio.

Na análise feita nesta pesquisa quanto aos processos de licenciamento ambiental das PCH, já em operação no estado do Pará, foi observado que não foram seguidos os procedimentos administrativos estabelecidos para o licenciamento ambiental. O interessado apenas protocolou o Relatório Técnico na SEMAS-PA sem solicitar anteriormente o TR através da Carta-Consulta, além disso, não foram apresentados dados referentes aos componentes bióticos do meio a ser alterado, o que não permitiu que fosse feita uma análise apurada sobre as interferências que esses empreendimentos ocasionariam no ecossistema.

Os monitoramentos das PCH em operação no estado do Pará não apresentam diretrizes formais para indicar se o ambiente transformado conseguiu estabelecer um processo de resiliência, o que torna a análise do monitoramento ambiental dessas PCH precário, dificultando o poder de controle do órgão ambiental.

Quanto ao estabelecimento de padrões ambientais, a norma jurídica somente definiu padrões para os componentes físico-químicos. No que se refere a padrões bióticos, a Constituição Federal de 1988 estabelece que o meio ambiente ecologicamente equilibrado é um direito fundamental e veda práticas que provoquem a extinção de espécies e que coloquem em risco sua função ecológica, e nesse preceito constitucional faz-se referência ao princípio da resiliência do meio. Esta pesquisa conclui pelo entendimento que o padrão biológico para a AIA está diretamente relacionado ao princípio da resiliência dos ecossistemas.

A SEMAS-PA, órgão ambiental responsável por manter o controle ambiental, deve elaborar uma Instrução Normativa para definir os componentes e padrões biológicos como um critério a ser exigido nos TR para o licenciamento e monitoramento ambiental de PCH, objetivando limitar o poder discricionário do servidor público e, por conseguinte, aperfeiçoar a controle ambiental exercido pelo estado para implantação de aproveitamentos hidrelétricos de centrais de pequeno porte instaladas ou as que venham a ser instaladas no Estado.

REFERÊNCIAS

ANDRONNIKOVA, I. N. **Strukturo funktsional'naya organizatsiya zooplanktona ozernykh ekosistem.** (Structural and Functional Organization of Zooplankton in Lake Eco systems). St. Petersburg: Nauka, 1996.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Inventários hidrelétricos.** 2016. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/inventario-hidreletricos>. Acesso em: 23 jun. 2017.

BOZELLI, R. L.; HUSZAR, V. L. M. **Comunidades fito e zooplanctônicas em tempo de avaliação.** São Carlos: Limnotemas, 2003.

BUSCHBACHER, R. A Teoria da Resiliência e os Sistemas Socioecológicos: Como se Preparar para um Futuro Imprevisível? **Boletim regional, urbano e ambiental [do IPEA]**, n. 09, jan./ jun. 2014

BUSS, D. F. et al. Macroinvertebrados Aquáticos como Bioindicadores no Processo de Licenciamento Ambiental no Brasil. **Bio Brasil**, v. 1, 2016. Disponível em:

<http://www.icmbio.gov.br/revistaeletronica/index.php/BioBR/article/view/535/458>
. Acesso em: 22.09.2017

CALLISTO, M.; MORETTI, M.; GOULART, M. Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. **Rev. Bras. de Rec. Hid.** v. 6, n. 1, p. 71-82, 2001.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DE SÃO PAULO (CETESB). **Decisão de Diretoria 42, de 23 de março de 2006**. Dispõe sobre a homologação da revisão da Norma Técnica L5.303 - Fitoplâncton de Água Doce - Métodos Qualitativo e Quantitativo (Método de Ensaio). São Paulo: CETESB, 2005.

COSTA, E. P. Poder de Polícia Ambiental e a Administração Pública. **Revista Brasileira de Direito Constitucional**, n. 16, p. 13-24, jul./dez. 2010.

DEMANGE, L. H. M. L. Teoria Geral e Proteção ao Meio Ambiente. **Revista de Direito Ambiental**, v. 82, abr./jun. 2017.

DERANI, Cristiane. **Direito Ambiental Econômico**. 2ª ed. rev. São Paulo: Max Limonad, 2001.

ELETROBRÁS. **Relatório Anual e de Sustentabilidade 2014**: Versão resumida para o terceiro setor. 2014. Disponível em: https://q.eletronbras.com/pt/SobreaEletronbras/Relatorio_Anuual_Sustentabilidade/2014/Resumo-Terceiro-Sector-Relatorio-Anual-e-de-Sustentabilidade-Eletronbras-2014.pdf. Acesso em: 03 out. 2017.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência; FINEP, 1998.

FINK, D. R.; ALONSO JÚNIOR, H.; DAWALIBI, M. **Aspectos Jurídicos do Licenciamento Ambiental**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2000.

HOLLING, C. S. Resilience and stability of ecological systems. **Ann. Rev. Ecol. Syst.**, v. 4, n. 17, p. 1-23, 1973.

HORI CONSULTORIA AMBIENTAL. **Monitoramento de Fauna de Vertebrados Terrestres na UHE Mauá**. Volume II: Monitoramento Pré-Impacto, Relatório Parcial 12. Curitiba: HORI, 2011.

JONER, F.; CASAGRANDE BLANCO, C.; SOSINSKI JUNIOR, E. E.; MÜLLER, S. C.; DE PATTA PILLAR, V. Riqueza, Redundância Funcional e Resistência de Comunidades Campestres Sob Pastejo. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 528-530, jul. 2007.

MORRETO, E. M. et al. Histórico, tendências e perspectivas no planejamento espacial de usinas hidrelétricas brasileiras. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo v. 15, n. 3 p. 141-164, set./dez. 2012

PORTO, M. F. S.; FINAMORE, R.; FERREIRA, H. Injustiças da sustentabilidade: Conflitos ambientais relacionados à produção de energia "limpa" no Brasil. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, n. 100, p. 37-64, 2013. Disponível em: <http://rccs.revues.org/5217>. Acesso em: 20.04.2017.

ROSA, P. S. **O Licenciamento Ambiental à Luz da Teoria dos Sistemas Autopoiéticos**. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2009.

ROSENBERG, D. M.; RESH, V. H. (ed.). **Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates**. New York: Chapman & Hall, 1993.

SAMPAIO, E. V.; ROCHA, O.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J. G. Composition and abundance of zooplankton in the limnetic zone of seven reservoirs of the Paranapanema River, Brazil. **Braz. J. Biol.**, São Carlos, v. 62, n. 3, Aug. 2002. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1519-69842002000300018&script=sci_arttext, Acesso em: 12.03.2017.

SILVA JÚNIOR, N. J.; SILVAM H. L. R.; COSTA, M. C.; BUONONATO, M. A.; TONIAL, M. L. S.; PESSOA, A. M. Avaliação Preliminar de Fauna Silvestre Terrestre do Vale do Rio Caiapó, Goiás: Implicações para a Conservação da Biodiversidade Regional. **Estudos**, Goiânia, v. 34, n. 11/12, p. 1057-1094, 2007.

SILVEIRA, L. F.; BEISIEGEL, B. D. M.; CURCIO, F.F.; VALDUJO, P. H.; DIXO, M.; VERDADE, V. K.; CUNNINGHAM, P. T. M. Para que servem os inventários de fauna? **Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 173-207, 2010.

SOUZA, M. B. G.; SPERLING, E. V. Uso do zooplâncton como indicador de qualidade da água – estudo de caso da bacia do rio Araguari – MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23. **Anais...** Campo Grande, Mato Grosso do Sul: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.

STRAUBE, F.C.; VASCONCELOS, M. F.; URBEM-FILHO, A; CÂNDIDO-JÚNIOR, J. F. Protocolo mínimo para levantamentos de avifauna em Estudos de Impacto Ambiental. In: VON MATTER, Sandro; STRAUBE, Fernando C.; ACCORDI, Iury; PIACENTINI, Vitor; CÂNDIDO-JÚNIOR, José Flávio (org.). **Ornitofauna e Conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010.

TRAJANO, E. Políticas de conservação e critérios ambientais: princípios, conceitos e protocolos. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 24, n. 68, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142010000100012>. Acesso em: 18.04.2017.

WETZEL, R. G. **Limnology**. San Diego: Academic Press, 2001.