



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE TUCURUÍ
NÚCLEO DE DESENVOLVIMENTO AMAZÔNICO EM ENGENHARIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA
DE BARRAGEM E GESTÃO AMBIENTAL – PEBGA

FRANCY ROSY NAVA

PEQUENAS BARRAGENS: Uma oportunidade de desenvolvimento científico,
técnico e regulamentador.

Tucuruí
2018

FRANCY ROSY NAVA

PEQUENAS BARRAGENS: Uma oportunidade de desenvolvimento científico,
técnico e regulamentador.

Dissertação apresentada ao Núcleo de Desenvolvimento Amazônico em Engenharia da Universidade Federal do Pará como requisito avaliativo para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Barragem e Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Júnior Hiroyuki Ishihara.
Coorientador: Dra. Andreia Cristina Brito Pinto.

Tucuruí
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pela autora

N316p Nava, Francy Rosy
Pequenas Barragens: Uma oportunidade de desenvolvimento científico, técnico e regulamentador / Francy Rosy — 2018
189 f.: il. Color

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Barragem e Gestão Ambiental, Campus Universitário de Tucuruí, Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2018.
Orientação: Prof. Dr. Júnior Hiroyuki Ishihara
Coorientação: Dra. Andreia Cristina Brito Pinto.

1. Pequenas barragens. 2. Bacia hidrográfica do Rio Uraim. 3. Riscos socioambientais. 4. Regulamentação. I. Ishihara, Júnior Hiroyuki, *orient.* II. Título

CDD 627.83

FRANCY ROSY NAVA

PEQUENAS BARRAGENS: Uma oportunidade de desenvolvimento científico,
técnico e regulamentador.

Dissertação apresentada ao Núcleo de Desenvolvimento Amazônico em Engenharia da Universidade Federal do Pará como requisito avaliativo para obtenção do grau de Mestre em Engenharia de Barragem e Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Júnior Hiroyuki Ishihara
Co-orientador: Dra. Andreia Cristina Brito Pinto

Aprovada em 19 de fevereiro de 2018.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Júnior Hiroyuki Ishihara (Orientador)
PEBGA/UFPA

Dra. Andreia Cristina Brito Pinto (Coorientador)
IMAZON

Prof.^a Dra. Karyme, do Socorro de Souza Vilhena (Examinador Interno)
PEBGA/UFPA

Prof.^a Dra. Nírvia Ravena (Examinador Externo)
PPGDSTU/UFPA

À minha amada e querida mãe, Rosina, por todos os exemplos de superação e persistência que dela me motivam e direcionam ao progresso pessoal e profissional. És estímulo e principal responsável pela minha imersão na trajetória da responsabilidade socioambiental.

Também dedico a todos os que prezam e lutam por um meio ambiente conservado sem desacreditar na viabilidade do desenvolvimento sustentável.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente, pelas oportunidades e força em transpor as barreiras na condução do mestrado profissional, conferindo-me saúde e inspiração intelectual para a conclusão deste estudo.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Júnior Hiroyuki Ishihara, pelas preocupações com a condução dos estudos, dedicação e excelentes orientações para a consecução desta pesquisa. Estímulo ao espírito ambiental da minha atuação profissional com questionamentos e exemplos. Igualmente a Dra Andreia Pinto pela co-orientação que direcionou e acertou as arestas deste estudo.

À equipe IMAZON, em especial ao pesquisador Paulo Amaral, uma gratidão imensa pela temática a mim apresentada, principalmente, por compartilhar conhecimentos demonstrando preocupação, disponibilidade e dedicação à causa ambiental. A você, muito obrigada!

A todos os meus familiares, em especial aos meus amados pais, Rosina e Francisco, principais responsáveis por todas as conquistas em minha vida, ensinando-me que o mais importante é o crescimento interior, e me fazendo enxergar a verdade em aceitar o que sou na busca pelos meus objetivos. Ainda à minha querida irmã, Thammy, que em muitos momentos, se apresenta como amiga, filha e mãe, um estímulo de equilíbrio para permanecer no caminho da retidão.

Ao meu filho, a quem amo, incondicionalmente, por suportar minhas ausências para a execução deste estudo e me revigorar com seus sorrisos nos momentos mais estressantes e cansativos. Igualmente, ao meu marido pela compreensão nas ausências.

À minha equipe de apoio pessoal, Regiane, Conceição, Luana e Elizonete que ofertaram atenção e cuidados em assumir minhas responsabilidades de mãe e filha, permitindo-me dedicação satisfatória a este estudo.

Às instituições públicas como a Prefeitura Municipal de Paragominas em representação das suas secretarias pelo apoio para a concepção deste estudo, possibilitando informações valiosas para a consolidação dos resultados.

Aos membros do Núcleo de Desenvolvimento Amazônico em Engenharia da Universidade Federal do Pará, sobretudo, as Profas Dras.: Fernanda Gouveia, Viviane Santos e o Prof. Dr. André Mesquita, pelos ensinamentos e estímulos.

Em especial destaco a dedicação da Dra. Karyme Vilhena, que contribuiu para a expansão dos meus horizontes acadêmicos, demonstrando atenção e disponibilidade em contribuir com meus conhecimentos.

À turma de Mestrado do PEBGA-2016, pela troca de informações e conhecimentos na caminhada para a consecução deste Mestrado, principalmente, ao Marlon dos Santos pelo imenso conhecimento técnico compartilhado.

Agradeço a todos que, indiretamente, ofereceram apoio, incentivo, acolhida, dedicação, experiência, conhecimento, compreensão e carinho que foram os ingredientes essenciais para o fortalecimento das relações e conquistas.

Por que a Terra nem sempre produz bastante para fornecer o necessário ao homem? "... a Terra produziria sempre o necessário se o homem soubesse contentar-se. Se ela não cumpre a todas as necessidades é porque o homem emprega no supérfluo o que se destina ao necessário... Mas quando metade dos produtos é desperdiçada na satisfação de fantasias... tem razão de se lastimar por se achar desprevenido quando chega o tempo de escassez? Na verdade, eu vos digo que não é a Natureza a imprevidente, é o homem que não sabe regular-se".

(Q. 705 do *Livro dos Espíritos*, Allan Kardec)

Que pensar da destruição que ultrapassa os limites das necessidades e da segurança? "A predominância da bestialidade sobre a natureza espiritual. Toda destruição que ultrapassa os limites da necessidade é uma violação da lei de Deus. Os animais não destroem mais do que necessitam, mas o homem, que tem livre-arbítrio, destrói sem necessidade. Prestará contas do abuso da liberdade que lhe foi concedida, pois nesses casos ele cede aos maus instintos".

(Q. 735 do *Livro dos Espíritos*, Allan Kardec)

RESUMO

Embora pequenas barragens de cursos hídricos tenham importantes e diversas finalidades, mesmo que de porte menor, se tratam de estruturas que ocasionam mudanças socioambientais consideráveis e representam riscos cada vez mais evidentes. Esses termos não são considerados pelos direcionamentos normativos estabelecidos no Brasil, isso porque, o sistema regulador tem sido estimulado pelas fortes discussões em análise às vantagens e desvantagens das barragens, só que, voltadas para os grandes empreendimentos. Assim, criou-se uma lacuna, que substancia e direciona este estudo no sentido de que as pequenas barragens de cursos d'água também merecem atenção. Para comprovar essa necessidade, esta pesquisa foi norteada pelas seguintes perguntas científicas: 1. Como a ocorrência de pequenas barragens é abordada no meio científico e técnico? 2. Qual a representatividade dos eventos impactantes associados à construção/operação de pequenas barragens? 3. Como o ordenamento legal e institucional incorpora a gestão das pequenas barragens? Para respondê-las, um percurso metodológico foi estabelecido, permitindo o atendimento ao objetivo de analisar pequenos barramentos de cursos d'água na bacia hidrográfica do rio Uraim sob a ótica da gestão territorial e socioambiental e dos ordenamentos normativos. Os resultados demonstraram diversas fragilidades no tocante ao conhecimento científico e técnico, assim como, no ordenamento normativo e institucional responsável pela gestão ambiental de estruturas com potencial poluidor/degradador. As fragilidades encontradas, sejam no licenciamento ou nos aspectos de segurança, são os principais fatores que impulsionam a prática de estabelecimento de pequenos barramentos irregulares nos cursos d'água, desconsiderando critérios técnicos e ambientais. Comprovaram-se, ainda, a representatividade das pequenas barragens e os ricos socioambientais significativos. Dessa forma, este estudo contribui com a compreensão aprofundada dos papéis de todos os atores responsáveis pela gestão das pequenas barragens. Adicionalmente, estimula discussões sobre o desempenho do ordenamento normativo e institucional em promover a implementação eficiente das políticas ambientais estabelecidas pelo Estado. Esses resultados podem ser usados pelos formuladores de políticas e tomadores de decisão governamental para melhorar o quadro regulatório e o papel executor.

Palavras-chave: Pequenas barragens. Bacia Hidrográfica do Rio Uraim. Riscos socioambientais. Regulamentação.

ABSTRACT

Although small water track dams have important and various purposes, even if they are smaller they are structures that causes considerable socio-environmental changes and represent increasingly evident risks. These terms are not considered by normative directives established in Brazil. That is why the regulatory system has been stimulated by strong discussions in analysis on advantages and disadvantages of the dams, only directed towards the great enterprises. Thus, a gap has been created, which substantiates and directs this study in the sense that the small water dams also deserves attention. To prove this need, this research was guided by the following scientific questions: 1. How the occurrence of small dams are addressed in scientific and technical environment? 2. What is the representativeness of the impacts events associated with the construction / operation of small dams? 3. How does the legal and institutional system incorporate the management of small dams? In order to answer them, a methodological route was established, allowing the purpose to analyzing small water track barriers in the Uraim river basin under the perspective of territorial and socio-environmental management and normative systems. The results demonstrated several weaknesses in scientific and technical knowledge, as well as in the normative and institutional ordering responsible for the environmental management of structures with polluting / degrading potential. The weakness found, whether in licensing or safety aspects are the main factors that drive the practice of establishing small irregular barriers in water tracks, disregarding technical and environmental criteria. It was also verified the representativeness of small dams and the significant socio-environmental risks. In this way, this study contributes to in-depth understanding of the roles of all actors responsible for the management of small dams. In addition, stimulates discussion on the performance of normative and institutional planning in promoting the efficient implementation of the environmental policies established by the government. These results can be used by policymakers and government decision-makers to improve the regulatory framework and executor role.

Keywords: Small dams. Uraim river basin. Socio-environmental risks. Regulation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. O Ciclo hidrológico	34
Figura 2. Água doce disponível.....	35
Figura 3. Eventos críticos envolvendo recursos hídricos no Brasil em 2015.	36
Figura 4. Demanda de água consumida no Brasil em 2015.	37
Figura 5. Destaques da evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil.	40
Figura 6. Conceituação de Bacia Hidrográfica.	42
Figura 7. Relação Ações Antrópicas e Impactos do Uso e Ocupação do Solo.	46
Figura 8. Usos das barragens brasileiras cadastradas.....	50
Figura 9. Eventos que motivaram a construção de bases legais e a institucionalização do problema de barragens seguras.....	58
Figura 10. Arranjo esquemático da Política Nacional de Segurança de Barragens. .	59
Figura 11. Barragens cadastradas por dimensão em 2015.	61
Figura 12. Percurso metodológico adotado.....	76
Figura 13. Processo de contribuição do conhecimento científico.	78
Figura 14. Resultados quantitativos do levantamento bibliométrico – Interesse científico em pequenas barragens.	92
Figura 15. Processo de contribuição do conhecimento científico para gestão das pequenas barragens.	97
Figura 16. Resultado do levantamento do arcabouço regulamentador no âmbito federal. Tabela de legislações analisadas no Apêndice 1.	120
Figura 17. Resultados das entrevistas com a SEMAS.	126
Figura 18. Resultados da análise das bases normativas.....	131
Figura 19. Resultados dos levantamentos de informações na esfera municipal.	136
Figura 20. Resultado da análise da base normativa municipal.....	137

LISTA DE MAPAS

Mapa 1. Espaço de análise Paragominas/PA – Bacia Hidrográfica do Rio Uraim. ...	28
Mapa 2. Espaço de análise Paragominas/PA – Bacia Hidrográfica do Rio Uraim. ...	63
Mapa 3. Cobertura do solo em Paragominas – Bacia Hidrográfica do Rio Uraim.	65
Mapa 4. Drenagem – Bacia Hidrográfica do Rio Uraim.	69
Mapa 5. Cobertura do Solo – Bacia Hidrográfica do Rio Uraim.	70
Mapa 6. Imóveis Cadastrados – Bacia Hidrográfica do Rio Uraim.	71
Mapa 7. Delimitação da área de estudo e cobertura do solo – Sub-bacia Hidrográfica do Rio Uraim.	73
Mapa 8. Espelhos d'água mapeados pela ANA, no município de Paragominas e área de estudo até o ano de 2007.	98
Mapa 9. Espelhos d'água mapeados pelo IMAZON em Paragominas e área de estudo até o ano de 2010.	101
Mapa 10. Espelhos d'água mapeados para o estudo dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Uraim até o ano de 2016.	102
Mapa 11. Espelhos d'água mapeados para o estudo dentro da Sub Bacia Hidrográfica do Rio Uraim (área de estudo).	103
Mapa 12. Espelhos d'água mapeados maior que 1 ha na Sub Bacia Hidrográfica do Rio Uraim (área de estudo).	104
Mapa 13. Imóveis que se beneficiam dos espelhos d'água mapeados na Sub Bacia Hidrográfica do Rio Uraim (área de estudo).	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Principais ocorrências de acidentes no panorama mundial.	53
Tabela 2. Procedimentos metodológicos empregados para delimitação da sub-bacia de estudo e análise das características fisiografias da área.	66
Tabela 3. Procedimentos metodológicos de pesquisa - levantamento bibliométrico.	79
Tabela 4. Procedimentos metodológicos empregados pelas bases de dados consultadas.	83
Tabela 5. Roteiro de entrevista com os organismos de Meio Ambiente Estadual (Pará) e Municipal (Paragominas).	83
Tabela 6. Procedimentos metodológicos empregados para identificar a frequência e ocorrência de pequenos barramentos de cursos d'água – Prática comum.	84
Tabela 7. Procedimentos metodológicos para levantamentos bibliográficos e documental de riscos e danos comprovados.	86
Tabela 8. Procedimentos metodológicos para levantamento da base legislativa aplicável às barragens.	88
Tabela 9. Relação de artigos selecionados na análise bibliométrica.	93
Tabela 10. Resultados das entrevistas com a SEMAS.	127
Tabela 11. Normativas que regulam ou possuem o potencial de regular as barragens.	132
Tabela 12. Fragilidades e oportunidades dos organismos de meio ambiente estadual e municipal.	142
Tabela 13. Vertentes a serem fortalecidas para uma gestão das barragens em todo os contextos.	144

LISTA DE SIGLAS

ADASA	Agência Reguladora de Água, Energia e Saneamento
AESA	Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Bahia
AGRIS	Food and Agriculture Organization of the United Nations
ANA	Agência Nacional das Águas
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
APA	Área de Proteção Ambiental
APP	Área de Preservação Permanente
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CBDB	Comitê Brasileiro de Barragem
CBH	Comitê de Bacia Hidrográfica
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CIGB	Comitê Internacional de Grandes Barragens
CIND	Coordenadoria de Indústria Comércio, Serviço e Resíduos
CINFAP	Coordenadoria de Infraestrutura, Fauna, Flora, Aquicultura e Pesca
CIP	Coordenadoria de Planejamento e Apoio à Gestão de Recursos Hídricos
CMINA	Coordenadoria de Mineração
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
COGAPI	Coordenadoria de gestão Agropastoril e Industrial
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COR	Coordenadoria de Regulação
DIFISC	Diretoria de Fiscalização
DIGEO	Diretoria de geotecnologias
DIREH	Diretoria de Recursos Hídricos
DLA	Diretoria de Licenciamento Ambiental
DNOCS	Departamento Nacional de Obras contra as Secas
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
DOAJ	Directory of Open Access Journals
DRH	Diretoria de Recursos Hídricos
EIA-RIMA	Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GEAGRO	Gerência de Atividades Agropecuárias

GECAD	Gerência de Cadastro e Cobrança
GEFAP	Gerência de Fauna, Flora, Aquicultura e Pesca
GEIND	Gerência de Projetos Ambientais
GEMINA	Gerência de Projetos de Minerais
GEOUT	Gerência de Outorga
GEPAS	Gerência de Energia, Saneamento e Parcelamento do Solo
GEPLEN	Gerência de Planos e Enquadramentos
GESIR	Gerência de Sistema de Informação sobre Recursos Hídricos
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICOLD	Internacional Commission on Large Dams
IMAZON	Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia
INEMA	Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
ITERPA	Instituto de Terras do Pará
MDA	Ministério do Desenvolvimento Agrário
MMA	Ministério do Meio Ambiente
ONG	Organização Não Governamental
PMV	Programa Municípios Verdes
PNSB	Política Nacional de Segurança de Barragem
PRODES	Projeto de Estimativa do Desflorestamento da Amazônia
RSB	Relatório de Segurança de Barragem
SANEPAR	Agência de Saneamento de Paragominas
SEMARH	Secretaria de Estado de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
SEMAS/PA	Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade – Pará
SEMMA	Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente de Paragominas
SFB	Serviço Florestal Brasileiro
SICAR	Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural
SIG	Sistema de Informações Geográficas
SILAM	Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental
TNC	The Natural Conservancy
VCS	Verified Carbon Standard

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	25
1 GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS: DA IMPORTÂNCIA ÀS NECESSIDADES. ..	33
1.1 IMPORTÂNCIA DA ABORDAGEM HÍDRICA.....	33
1.2 UMA VISÃO INTEGRADA PARA A GESTÃO AMBIENTAL EFICIENTE	41
1.3 USOS DO SOLO E OS IMPACTOS SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS	44
2 AS BARRAGENS: DA NECESSIDADE À SUSTENTABILIDADE	47
2.1 MOTIVAÇÕES ÀS PRIMÓDIAS E EVOLUTIVAS BARRAGENS: NOBRES NECESSIDADES?	47
2.2 O OUTRO LADO DA MOEDA: E A [IN] SUSTENTABILIDADE?	51
2.3 A SEGURANÇA DAS BARRAGENS: GARANTIA DE MAIS SUSTENTABILIDADE?	55
3 ÁREA DE ESTUDO - BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO URAIM - MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS /PA.	63
3.1 CARACTERIZAÇÃO E DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	67
4 PERCURSO METODOLÓGICO.....	75
4.1 DESCRITIVO DOS PROCEDIMENTOS	77
4.1.1 Levantamento bibliométrico – Interesse científico na sustentabilidade de pequenas barragens de cursos d’água.	77
4.1.2 Levantamento e espacialização das pequenas barragens – Conhecimento técnico quanto à ocorrência de pequenas barragens de cursos d’água.	81
4.1.3 Levantamento bibliográfico e documental – Conhecimento de eventos de rupturas e efeitos associados às pequenas barragens.....	85
4.1.4 Levantamento documental com entrevistas semiestruturadas - O arcabouço legal e institucional para a gestão sustentável das pequenas barragens	88
5 PEQUENAS BARRAGENS DE RIOS EM FOCO	91
6 APOLOGIA AO RISCO: PAGAR PARA VER?	109
7 REGULAÇÃO DAS PEQUENAS BARRAGENS: UM FATO TÍPICO E ATÍPICO NO NORTE BRASILEIRO.....	119
CONCLUSÃO.....	147
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	151
APÊNDICES.....	165

INTRODUÇÃO

Dentre os debates ambientais vigentes, no Brasil, a gestão das florestas e dos recursos hídricos, ganhou espaço de destaque à medida que foi se consolidando a percepção dos impactos negativos que a degradação desses recursos representa. A percepção empírica, que correlaciona o disciplinamento do uso do solo à manutenção das florestas, repercute em efeitos positivos para a manutenção do ciclo hidrológico, o qual garante disponibilidade hídrica não somente para o abastecimento humano como também para o desenvolvimento econômico local. A resultante dessas discussões converge para uma gestão integralizada, em níveis institucionais e normativos, ao adotar um olhar dimensional que considere as fronteiras das bacias hidrográficas (PERES e SILVA, 2010; TUNDISI, et al., 2015). Como Carvalho (2014) identificou em sua pesquisa, a necessidade mapeada é de uma gestão territorial que integralize aspectos políticos, normativos, ambientais, sociais e técnico-científico numa mesma mesa. Assim, os interesses específicos seriam pautados e ao mesmo tempo correlacionados em um mesmo norte - o do desenvolvimento sustentável.

Em meio a essa abordagem integralizadora, os estudos técnico-científicos assumem posição de destaque, uma vez que conferem base para a tomada de decisão, principalmente, na gestão dos recursos naturais. Um exemplo de estudo primordial é o conhecimento do balanço hídrico em uma bacia hidrográfica (considerando previsões climatológicas) que aponta a viabilidade ou não de conferir autorização à implantação e/ou implementação de determinado empreendimento em dado território. Igualmente, é relevante destacar estudos científicos e técnicos que sugerem ou não a autorização para estabelecimento de estruturas que acarretem grandes supressões da cobertura vegetal e impacte áreas de preservação permanente (APP) e aquíferos – a exemplo dos barramentos de cursos d'água. As ações que originam a implementação de barragens, representam não apenas impactos ambientais, mas também riscos sociais, como muito evidenciado ultimamente (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2015; ANSAR, et al., 2014; GUIZÁNDEZ, PÉREZ-DÍAZ e WILHELMI, 2013; MAHATO e OGUNLANA, 2011; MORIMOTO, 2013). Essas reflexões sugerem o conhecimento científico como a base para todo e qualquer sistema regulador e efetivação da gestão integralizada dos recursos naturais, uma vez que estimula a sociedade dotada do saber.

Nesse contexto, é pertinente destacar como as discussões, no Brasil, acerca das barragens têm ganhado determinada importância após os desastres econômicos e socioambientais de consideráveis proporções. Ou seja, além dos impactos que essas estruturas podem representar para a disponibilidade hídrica, vegetação de entorno e interações biológicas do corpo d'água, somam-se ainda os riscos associados a rupturas estruturais. Vale ressaltar que aproximadamente 17.259 barragens são identificadas no Cadastro Nacional de Barragens (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2016a) e em 2016 foram iniciadas 35 novas barragens e outras 176 estão em fase de planejamento para geração hidroelétrica (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2017). Ou melhor, quantitativos de barragens crescentes que podem repercutir, também, em riscos cada vez mais recorrentes.

Com as pressões para um posicionamento do Brasil no controle e gestão das estruturas de barramentos, estabeleceu-se em 2010 o advento legal nº 12.334, instituindo a Política Nacional de Segurança de Barragens (PNSB). Ainda assim, após esse marco legal, registraram-se 14 acidentes e 25 incidentes envolvendo barragens no território brasileiro com a ocorrência de 30 vítimas fatais (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2016a).

O direcionamento da lei 12.334 de 2010 adotou como um de seus objetivos a redução da possibilidade de acidentes e suas consequências ambientais, sociais e econômicas. As ações preconizadas, nesse sentido, visam a abordar níveis de monitoramento, inspeções e planos de segurança de caráter obrigatório. No entanto, as características das barragens, as quais a lei disciplina, foram delineadas para estruturas com altura maior ou igual a 15 (quinze) metros, reservatórios com capacidade de 3.000.000m³ (três milhões de metros cúbicos) e categoria de dano potencial médio ou alto de perda de vidas humanas¹. Tais direcionamentos e especificações motivaram o desenvolvimento desta pesquisa e os resultados produzidos, uma vez que, desconsideraram as pequenas barragens nas análises de segurança. Isso porque, uma percepção inicial, com base em conversas e visitas de campo, permitiu considerar que pequenas barragens de água, mesmo não se enquadrando ao estabelecimento legal, merecem atenção devido à

¹ Dano potencial associado, é classificado em alto, médio ou baixo, em função do potencial de perdas de vidas humanas e dos impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes da ruptura da barragem (ANDERÁOS, ARAUJO e NUNES, 2013).

representatividade local com que são estabelecidas e os riscos socioambientais associados.

Para justificar a percepção, deve-se considerar ainda, que a gestão inadequada das pequenas barragens representa riscos individuais e cumulativos significativos, os quais podem causar consideráveis danos à vida, às propriedades e ao meio ambiente (PISANIELLO, TINGEY-HOLYOAK e BURRITT, 2012; DUNN, et al., 2015).

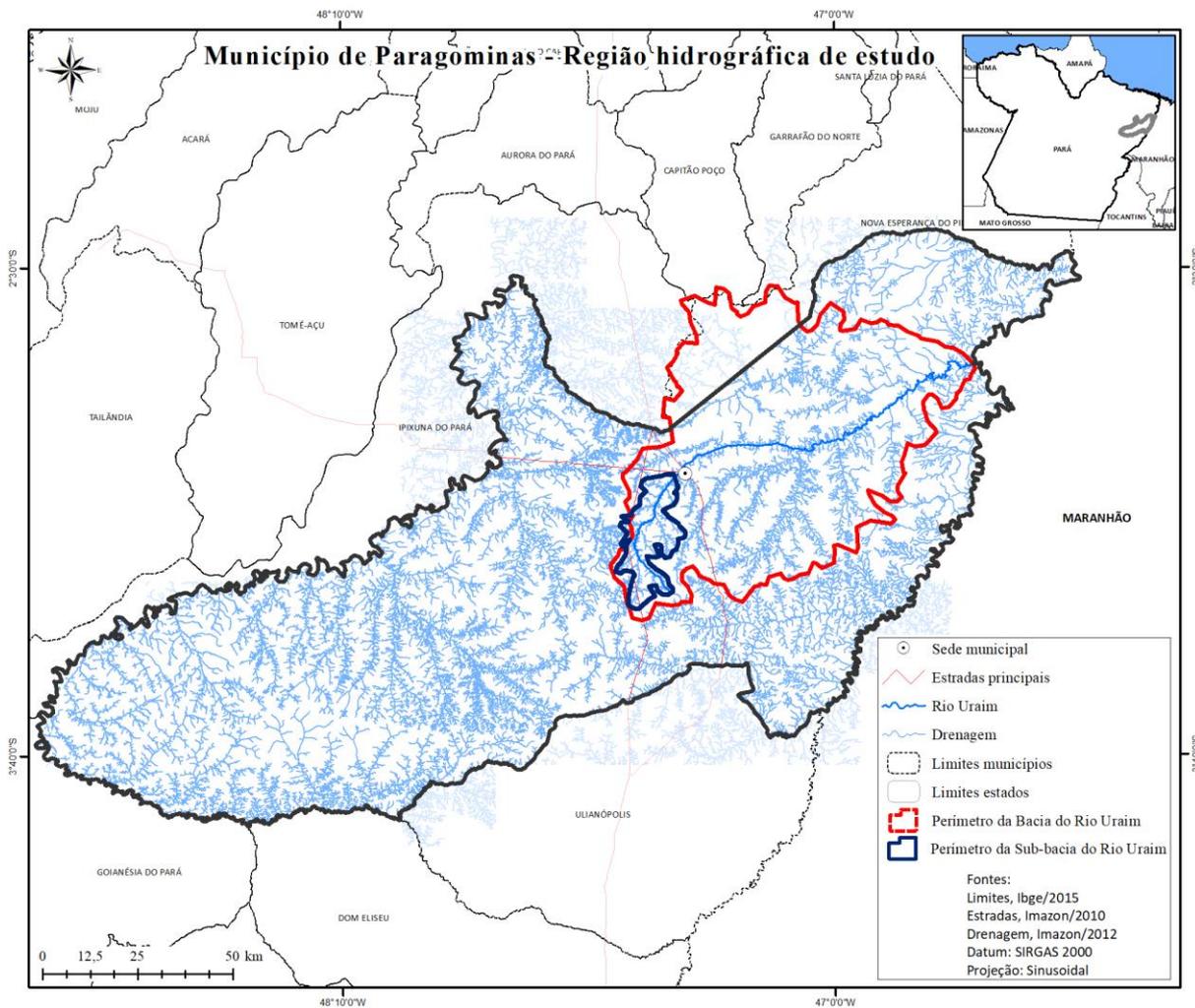
Embora o disciplinamento legal, sem dúvida, represente uma enorme contribuição para o controle de gestão destas estruturas no Brasil, faz-se mister ressaltar que se trata apenas de um ponto inicial. É preciso estabelecer não somente um processo de institucionalização das discussões de competências, atribuições e preparo técnico que operacionalize o advento legal, como também de um avanço na abordagem para incorporar estruturas de pequeno porte. Todas essas vertentes são objetos de análise deste estudo, os quais estão direcionados às pequenas barragens.

Uma análise, inicialmente, empírica permite apontar as pequenas barragens de curso d'água como prática comum na Amazônia, afirmativa que foi demonstrada em um dos objetivos deste estudo. Essas estruturas são muito evidenciadas nas propriedades rurais empregadas para abastecimento das atividades produtivas (agricultura, pecuária, piscicultura) e lazer (PISANIELLO, TINGEY-HOLYOAK e BURRITT, 2012; PISANIELLO e TINGEY-HOLYOAK, 2016b; PISANIELLO e TINGEY-HOLYOAK, 2017). No entanto, são estabelecidas indiscriminadamente, sem quaisquer critérios técnicos e ambientais (PIERRE, 2003; PISANIELLO e MCKAY, 2007). Se, individualmente os pequenos reservatórios repercutem negativamente sobre o recurso hídrico e conseqüentemente sobre os usuários da bacia hidrográfica, as sinergias dos efeitos/impactos de um aglomerado de pequenos reservatórios podem consolidar cenários catastróficos (PISANIELLO e MCKAY, 2007). Nesses termos, importante e necessária, é a visão holística dos diversos impactos reais decorrentes da implantação de barragens para a gestão adequada dos recursos naturais em uma bacia hidrográfica (ISHIHARA, 2015).

Não se objetiva, portanto, questionar a representatividade/necessidade das pequenas barragens para o desenvolvimento local, mas este estudo busca demonstrar um cenário que promova uma reflexão quanto à prática de instalação destas estruturas desprovidas de critérios técnicos e regulamentadores, assim como,

os potenciais riscos e impactos que elas representam. Por essa contextualização, informações de base foram geradas para impulsionar uma discussão disciplinadora acerca do tema, principalmente, para o estado do Pará.

Visando avaliar a prática comum de adoção de pequenas barragens como sendo ou não indiscriminada e frequente na Amazônia, selecionou-se para isso a bacia hidrográfica do Rio Uraim no município de Paragominas, estado do Pará (Mapa 1), com uma delimitação posterior de sub-bacia hidrográfica. Essa unidade de análise foi escolhida por se tratar de uma região em que uso e ocupação do solo avançaram descontroladamente ao longo do tempo com base no consumo indiscriminado dos recursos ambientais e também porque a gestão ambiental municipal vem trabalhando estratégias para a adequação ambiental do território. Cenário propício não só para avaliar a trivialidade do estabelecimento de pequenas barragens como promover as discussões disciplinadoras pretendidas nesta pesquisa.



Mapa 1. Espaço de análise Paragominas/PA – Bacia Hidrográfica do Rio Uraim.
Elaboração. IMAZONGEO, 2017.

Com efeito, os levantamentos desta pesquisa foram conduzidos considerando as seguintes questões norteadoras:

1. Como a ocorrência de pequenas barragens é abordada no meio científico e técnico?
2. Qual a representatividade dos eventos impactantes associados à construção/operação de pequenas barragens?
3. Como o ordenamento legal e institucional incorpora a gestão das pequenas barragens?

Tendo em vista a problemática contextualizada e direcionada, esta pesquisa trabalha na interseção de cinco direcionamentos distintos ou relacionados, os quais convergirão para o objetivo geral da pesquisa “Analisar pequenos barramentos de cursos d’água na bacia hidrográfica do rio Uraim sob a ótica da gestão territorial e socioambiental e dos ordenamentos normativos”.

Para construção de tais direcionamentos, foram adotados os seguintes objetivos específicos:

1. Analisar se há interesse científico acerca das pequenas barragens em rios.
2. Investigar se são do conhecimento técnico a ocorrência e a gestão de pequenas barragens.
3. Verificar se as pequenas barragens são prática comum em uma bacia hidrográfica.
4. Investigar se há ocorrência de eventos de rupturas significativos associados às pequenas.
5. Analisar se há arcabouço legal e institucional adequado e aplicável à gestão dos pequenos barramentos de cursos d’água.

Para consubstanciar as análises conduzidas, o primeiro e segundo capítulo deste trabalho discutem o arcabouço teórico e evolutivo acerca da gestão dos recursos hídricos e gestão de segurança de barragens. Esse último apresenta-se como desafiador na literatura considerando ser uma temática com abordagem recente no Brasil. Ainda porque, está direcionado principalmente às barragens de grande porte, considerando, as proporções regionais dos efeitos e impactos que produzem.

Pretende-se, assim, criar as bases para debater a problemática da gestão das pequenas barragens e revisar os fundamentos pelos quais foi construído o problema de pesquisa.

O terceiro capítulo apresenta a área de estudo com argumentos característicos e justificáveis para sua seleção, na qual as metodologias de análises serão aplicadas.

O quarto capítulo apresenta a conjuntura metodológica utilizada, a qual foi baseada na abordagem qualitativa, de caráter analítico-descritivo e exploratório. Essa foi aplicada à área de estudo, região de investigação, para fundamentar a trivialidade das pequenas barragens e análise técnica-normativa que visa a estimular uma discussão regulamentadora.

O quinto capítulo apresenta alguns resultados e discussões prévias sobre a abordagem das pequenas barragens no meio científico e técnico, conhecimentos que podem influenciar discussões e direcionar políticas públicas para o tema de pequenas barragens. Também se comprovou a frequência com que estas pequenas barragens são estabelecidas, dada a região de estudo selecionada. Esse capítulo corresponde ao primeiro, segundo e terceiro objetivo específico e responde à primeira questão norteadora.

No sexto capítulo, serão demonstrados os resultados do levantamento de ocorrências danosas (comprovadas) envolvendo as pequenas barragens no contexto internacional e nacional. Os resultados estão relacionados com o quarto objetivo específico e respondem à segunda questão norteadora.

O sétimo capítulo trará uma análise do arcabouço legal e institucional que envolve as barragens, considerando a tratativa nas esferas federal, estadual e municipal. Nesse, o quinto objetivo específico será abordado gerando informações que possibilitam direcionar a terceira questão norteadora.

Por fim, como considerações deste trabalho, o oitavo capítulo apresenta as conclusões gerais convergentes dos resultados analisados.

Do ponto de vista da gestão territorial e ambiental, este estudo proporciona uma compreensão aprofundada dos papéis de todos os atores responsáveis pela gestão das pequenas barragens. Além desse, estimula discussão sobre o desempenho do

ordenamento normativo e institucional em promover a implementação eficiente das políticas ambientais estabelecidas pelo Estado. Esses resultados podem ser usados pelos formuladores de políticas e tomadores de decisão governamental para melhorar o quadro regulatório e o papel executor.

1 GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS: DA IMPORTÂNCIA ÀS NECESSIDADES.

1.1 IMPORTÂNCIA DA ABORDAGEM HÍDRICA

É inegável a representatividade da água para a manutenção das funções vitais dos seres vivos. Tundisi (2013) destaca o recurso hídrico como essencial à vida humana e à manutenção da biodiversidade terrestre e aquática, impulsionando os ciclos biogeoquímicos e o funcionamento dos ecossistemas. Sendo recurso de extrema importância, as alterações na qualidade e quantidade justificam a urgência para a mudança de comportamento - adoção do uso sustentável em todo o mundo. Zaffani (2015) destaca que no Brasil, percebem-se cada vez mais problemas na qualidade da água devido à má gestão e a disposição de esgoto doméstico, industrial e resíduos sólidos diversos que contaminam rios e poços. Igualmente, a quantidade é alterada por fatores antrópicos como o aumento do uso (TUNDISI, 2014; RODRIGUES e RIPPEL, 2013), a falta de cuidado com os mananciais (TUNDISI, 2014) e as mudanças dos padrões de chuvas (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2014).

Concernente aos padrões de precipitação, Marengo *et al.* (2010) afirmam que a disponibilidade de água no Brasil, em todas as suas bacias hidrográficas, depende da climatologia dinâmica nas diversas escalas temporais. Essa afirmação pode ser comprovada com a observação das ocorrências climatológicas nas últimas duas décadas. Desde que o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC sigla em inglês para *Intergovernmental Panel on Climate Change*) começou a divulgar seus relatórios, em 1990, os recursos hídricos têm ganhado cada vez mais destaque como prioridade nas discussões dos fatores, consequências e gestão adequada. Em muitas regiões, a variabilidade da precipitação ou derretimento de neve e gelo vem alterando os sistemas hidrológicos e afetando os recursos hídricos em termos de quantidade e qualidade (IPCC, 2014). Esses cenários divulgados pelo IPCC (2014), apenas demonstram a intensificação dos fatores existentes e relacionados à futura indisponibilidade de água apropriada para o consumo humano. Isto porque, resultam em impactos provenientes de um impacto direto sobre o ciclo hidrológico (Figura 1).

Se atualmente já é possível perceber a escassez da água onde não era comum, futuramente a dinâmica desses eventos será cada vez mais frequente (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2014). Isso, se políticas públicas adequadas não forem desenvolvidas. Vale salientar, portanto, que essas devem estar voltadas não apenas para a gestão, mas também para a adaptação.

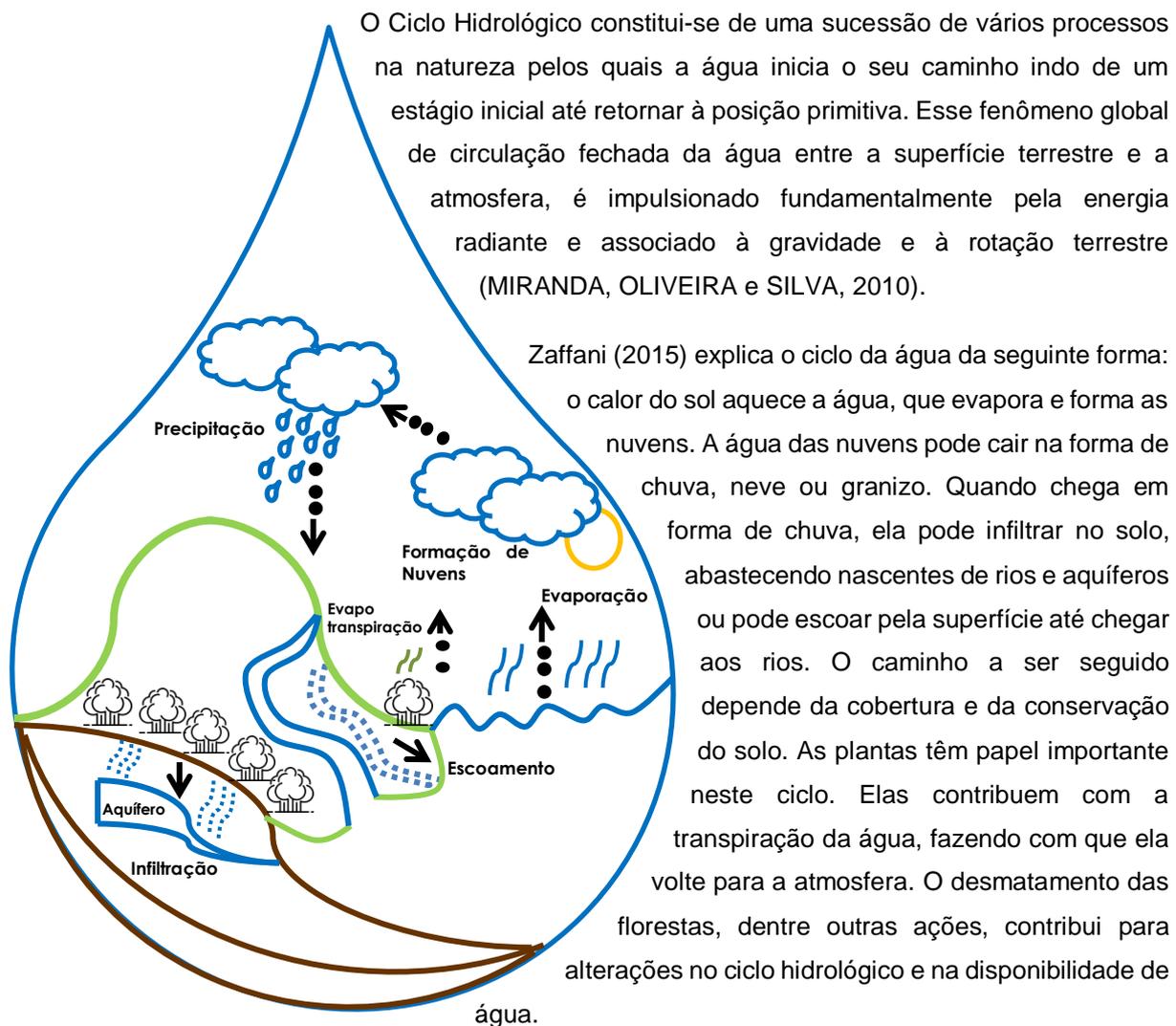


Figura 1. O Ciclo hidrológico
Fonte. Elaboração própria, 2017

Deve-se considerar que as mudanças climáticas e seus efeitos na biodiversidade, na saúde humana e nos recursos hídricos não são a única causa de desequilíbrios e extremos de seca, precipitação e enchentes. As atividades humanas ao longo das bacias hidrográficas - como o desmatamento, o uso e ocupação do solo

sem planejamento, a intensa urbanização – completam o ciclo e contribuem para exacerbar os efeitos destes extremos, aumentando a vulnerabilidade da biota terrestre e aquática e das populações humanas (TUNDISI, 2014).

Zaffani (2015) avalia este cenário no Brasil destacando que embora o país seja privilegiado (Figura 2), em termos de disponibilidade hídrica, a desigualdade na distribuição dos recursos ainda leva milhões de pessoas a sofrerem com a sua escassez, desafio para a gestão dos recursos hídricos. Essa escassez retratada pelo autor está diretamente relacionada à água doce disponível para uso. Referente ao gerenciamento da água disponível, no ano de 2000, foi instituída a Agência Nacional de Águas (ANA)², que dentro das suas competências, anualmente, publica relatórios que trazem uma análise crítica sobre a situação e a gestão dos recursos hídricos no país. Pelos levantamentos de competência da ANA confirma-se a heterogeneidade de distribuição dos recursos hídricos em todo o território nacional, com destaque, ainda para a sazonalidade na precipitação, bem marcada com estações secas e chuvosas (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2016b).

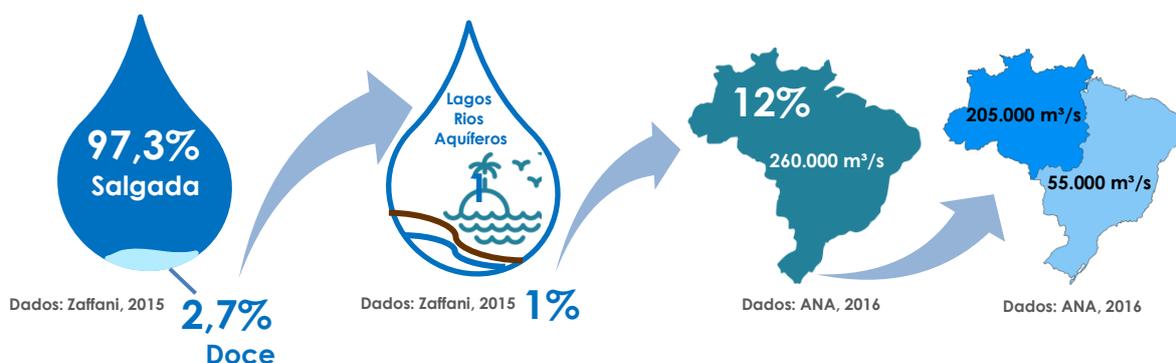


Figura 2. Água doce disponível.
Fonte. Elaboração própria, 2017

Embora o Brasil tenha destaque em detenção de água doce, principalmente, devido à considerável participação da bacia do rio Amazonas, é importante considerar que a região da bacia amazônica é a menos habitada do país (MARENGO, 2008; MARTINS e OLIVEIRA, 2011; THÉRY, 2005). Ao tempo em que grandes capitais, com as maiores concentrações populacionais, encontram-se afastadas dos grandes rios brasileiros. Somado a essas considerações deve-se ter em conta a frequente ocorrência de eventos críticos relacionados à gestão e disponibilidade de água. Estes

² Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos.

eventos reduzem a disponibilidade hídrica seja pela sua escassez seja pela degradação do recurso, o que tem chamado a atenção dos gestores para a temática (PISANIELLO e TINGEY-HOLYOAK, 2017). De acordo com as informações levantadas pela Agência Nacional de Águas (2016b) e publicadas no informe de conjuntura dos recursos hídricos de 2016, seis principais eventos críticos relacionados ou que impactam diretamente os recursos hídricos, ocorreram no ano de 2015 (Figura 3).

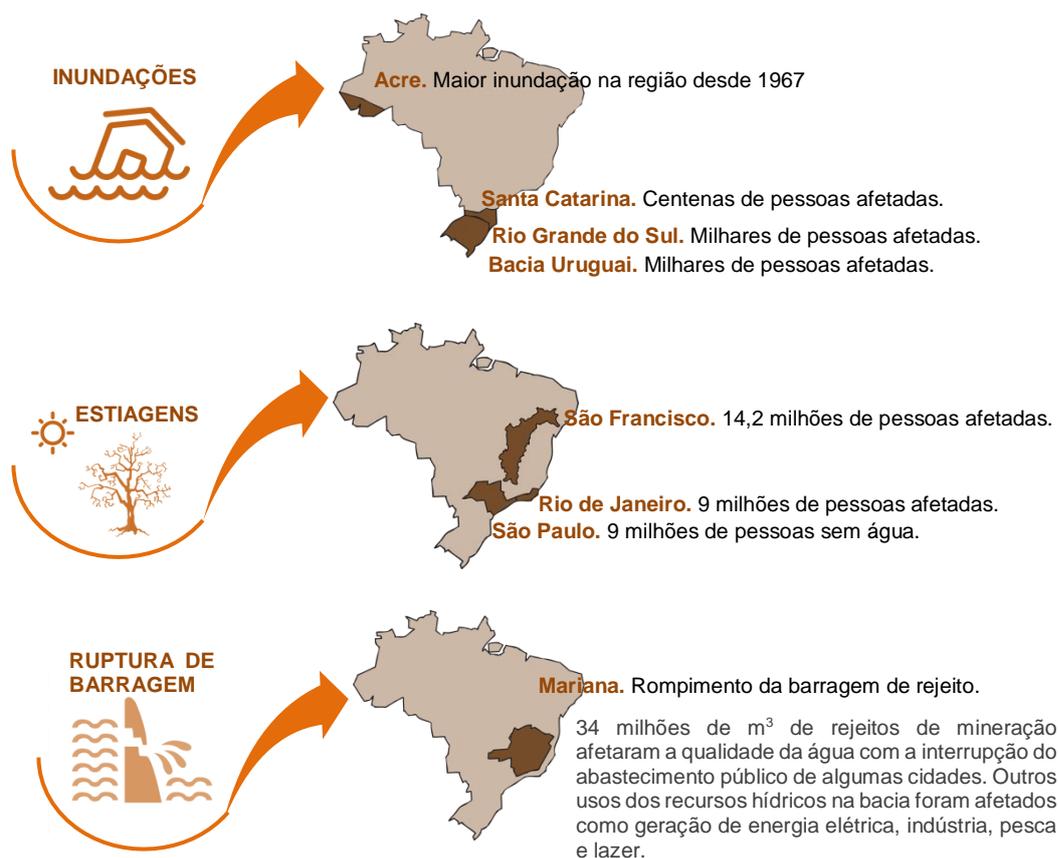


Figura 3. Eventos críticos envolvendo recursos hídricos no Brasil em 2015.

Fonte. Elaboração própria, 2017.

Dados. ANA, 2016b

Esses eventos remetem à confirmação de cenários de precipitações extremas, acima ou abaixo da média, em regiões específicas, acarretando impactos na disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos, essenciais à manutenção da qualidade de vida. Embora não se possa exercer controle direto sobre o regime de precipitações, ações de gestão do uso da água podem minimizar os efeitos sobre a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos.

Ciente da representatividade e indispensabilidade do recurso hídrico para o funcionamento ecossistêmico e abastecimento humano, é conveniente ressaltar, ainda, a participação e importância desse recurso no desenvolvimento econômico de um território. Essa análise é possível considerando os usos que são atribuídos aos recursos hídricos e como se dá a participação desses na matriz produtiva do país. O informe de 2016 da ANA retrata os usos consultivos demonstrando o consumo para os principais setores produtivos, em que aproximadamente 90% da água consumida são utilizadas para a irrigação, indústria e produção animal (Figura 4).

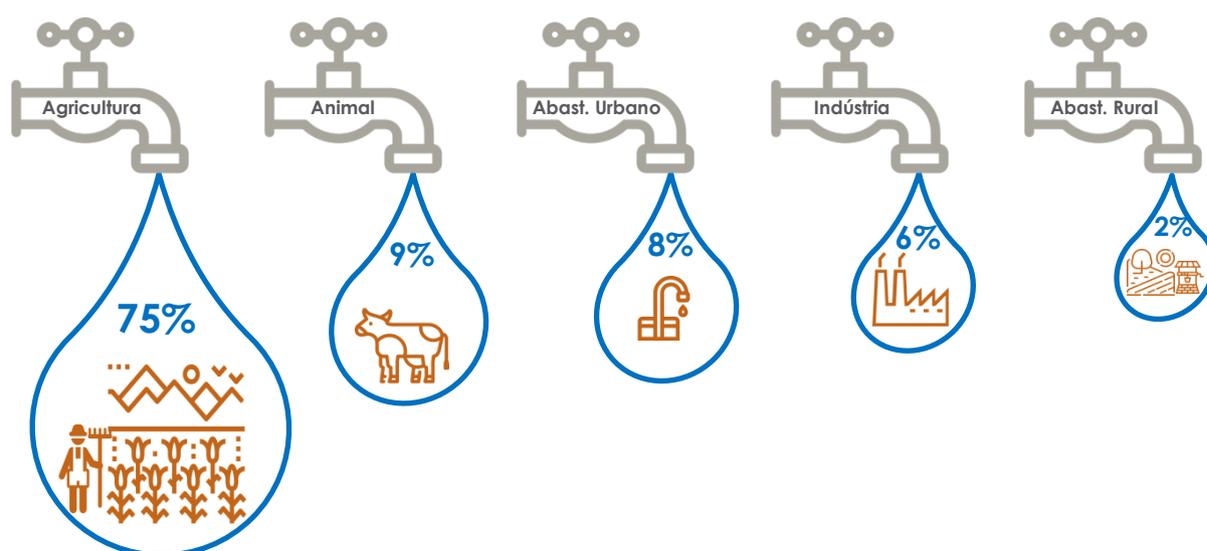


Figura 4. Demanda de água consumida no Brasil em 2015.
Fonte. Adaptado de ANA (2016b).

A Figura 4 demonstra a importante participação do recurso para o desenvolvimento econômico do país, com destaque para a produção de alimentos e em especial a produção irrigada. Folegatti et al. (2010) destacam a posição mundial estratégica do Brasil quanto à produção de alimentos porque, além de possuir grandes extensões de áreas cultiváveis e condições climáticas favoráveis, tem boa distribuição de recursos hídricos superficiais e subterrâneos para esta finalidade.

Essa importância do recurso hídrico, também para o desenvolvimento econômico, compila argumentos para impulsionar ações que reflitam em uma adequada gestão das bacias hidrográficas, frente aos impactos econômicos que podem ser ocasionados pela indisponibilidade do recurso hídrico. As bacias que apresentam grandes demandas hídricas e um uso e ocupação do solo desordenado

devem ser alvo prioritário para o olhar dessa preocupação. Em uma análise realizada por Rodrigues e Rippel (2013) relacionaram-se o crescimento econômico e os recursos hídricos em uma das regiões mais importantes do país para a produção agropecuária, Bacia do Paraná. Conforme os dados estudados, a agropecuária é a atividade que mais consome água, afirmando o quão fundamental é para o progresso das atividades produtivas, uma vez que complementa a eficiência do capital e dos demais fatores de produção. Nesse viés, o autor chamou à atenção para os fatores que potencializam a contaminação dos recursos hídricos, nas regiões hidrográficas, como a presença de indústrias, a elevada densidade demográfica, a mineração e as áreas com problemas de inundação.

Nesse contexto de importâncias e ameaças aos recursos hídricos, a governança da água, é, portanto, um fator essencial para o desenvolvimento territorial e econômico (TUNDISI, 2013). Componente estratégico de grande relevância, em um panorama em que os usos múltiplos e competitivos se acentuam e colocam pressões adicionais sobre quantidade e qualidade da água (TUNDISI, 2013). Importante considerar ainda que, à medida que a economia se desenvolve e se diversifica, maior é a necessidade de uma gestão eficiente e participativa, de forma a contribuir para gerenciar o estresse hídrico ou a escassez, regular a demanda e compartilhar os usos múltiplos. Ou seja, é necessário repensar uma gestão aplicável e eficiente que permita a conservação hídrica e anteveja eventos críticos e conflitos pelo seu uso.

Essa governança da água, na sua acepção múltipla e ambiental, no Brasil, vem caminhando desde a instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos por meio da Lei das Águas³. A lei consolidou a regulação da água numa perspectiva de múltiplos usos, marcando a descentralização, a partir da instituição dos comitês e agências de bacias como elementos mais próximos da participação local (RAVENA, 2012). Em seu âmbito, foram estabelecidos os planos de recursos hídricos como um dos instrumentos de suporte à gestão que minimize os efeitos de eventos críticos e conflitos pelo seu uso. A expectativa é que os planos possibilitem conhecer as características físicas, sociais e biológicas intrínsecas à bacia hidrográfica para mapeamento da disponibilidade e demanda do recurso hídrico em nível local. Esses planos são um direcionamento do uso e ocupação do solo ao destacar setores de

³ Lei Federal 9.433/97. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos.

crescimento urbano, proteção dos mananciais, localização industrial, irrigação e saneamento que podem perfeitamente serem considerados no plano diretor municipal para o melhor ordenamento e gestão territorial (PERES e SILVA, 2010).

Em análise à evolução institucional e política da gestão dos recursos hídricos no Brasil (Figura 5, pág. 40), pode-se dizer que os organismos institucionais e políticos necessários ao emprego de uma gestão hídrica adequada foram criados e estabelecidos nacionalmente (TUNDISI, 2013). O que se faz necessário avaliar é se operacionalmente está ocorrendo a integração de todos esses mecanismos em nível de bacia para que a finalidade de proteção e manutenção dos recursos hídricos esteja ocorrendo.

A evolução do processo de governança, ao longo do tempo, passou para uma gestão de bacia hidrográfica, integrando-se ações para usos múltiplos, isto é, servindo de forma integrada e não setorial; e tornando-se essencialmente preditiva, com a finalidade de antecipar processos e fenômenos (TUNDISI, 2013). Embora com esses avanços, a eficiência da gestão da demanda, disponibilidade e do controle da poluição hídrica ainda necessitam de aportes e avanços tecnológicos que deverão ser implantados em nível das bacias hidrográficas visando a uma gestão integrada e eficiente dos recursos hídricos (TUNDISI, 2013). Com essa concepção de gestão, segue-se, com uma abordagem da importância de estabelecer uma visão integrada em contextos de gestão do planejamento, considerando delimitações hidrográficas.



Figura 5. Destaques da evolução da gestão dos recursos hídricos no Brasil.

Fonte. Elaboração própria, 2017

Dados. Tundisi (2014); ANA (2002)

1.2 UMA VISÃO INTEGRADA PARA A GESTÃO AMBIENTAL EFICIENTE

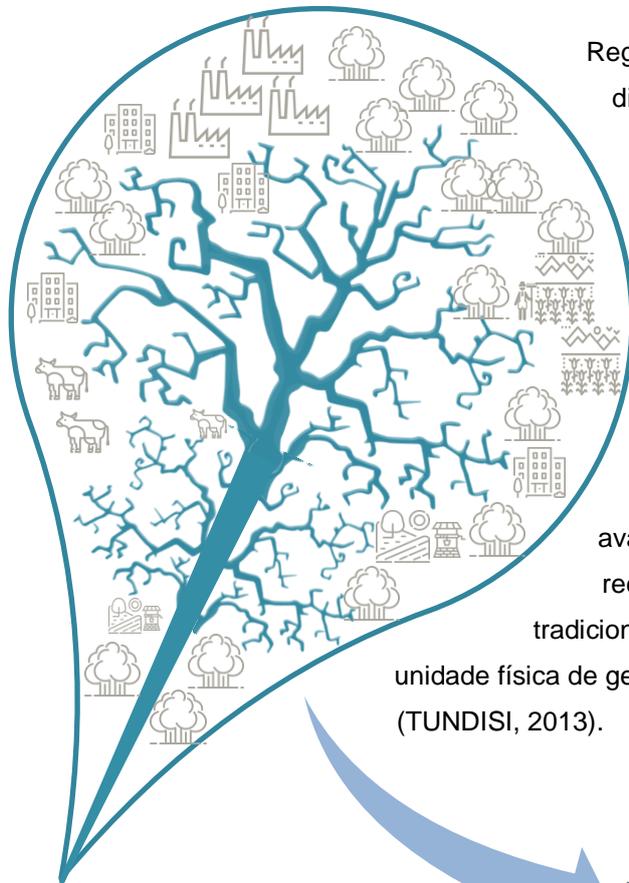
A gestão dos recursos naturais, atualmente, tem demandado abordagens integradoras na adoção de modelos de desenvolvimento com fins sustentáveis (SARTORI, LATRÔNICO e CAMPOS, 2014; CÂNDIDO e LIRA, 2013). As discussões quanto a essas abordagens possibilitam uma avaliação dos efeitos sinérgicos e cumulativos resultantes dos diversos sistemas naturais na região hidrográfica, incluindo ainda a ação antrópica. Desde 1986 a resolução nº 001 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA)⁴, já estabelecia, entre os requisitos de avaliação de impactos ambientais, a adoção de área geograficamente delimitada pela bacia hidrográfica. Neste lapso temporal o entendimento da abordagem de região hidrográfica passou a ganhar consolidação (Figura 6, pag. 42).

A bacia hidrográfica como unidade geográfica para estabelecer uma gestão integrada não é apenas um reconhecimento da dimensão ecológica, mas também das dimensões sociais, culturais e políticas na compreensão da complexidade dos processos ambientais (PERES e SILVA, 2010). O que esta visão integradora nos remete é a possibilidade, em um mesmo contexto sistêmico, de identificar interesses comuns e estabelecer uma gestão territorial que permita disciplinar o uso dos recursos naturais, a exemplo de considerar a disponibilidade hídrica.

Essa abordagem permite incluir no processo de planejamento, todos os fatores que representam um potencial impacto sobre o sistema hídrico da bacia – dentre eles as barragens. Nesses termos, a gestão integrada das bacias hidrográficas é uma iniciativa fundamental para superar os problemas causados pela disponibilidade de água, a procura de água e a qualidade da água (TUNDISI, et al., 2015). No entanto, para concretizar a integralização, faz-se necessária uma sociedade de bacias (comitê de bacias e agência de água) que controle a oferta / demanda e ofereça oportunidades para a participação coletiva na governança, tendo a água como foco e implementação de planejamento e ações (TUNDISI, et al., 2015). A falta de visão integrada por parte de muitos gestores, no Brasil, apoia-se principalmente em soluções pontuais que

⁴ Conselho Nacional do Meio Ambiente – IBAMA. Resolução CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986.

alteram o ambiente e introduzem outros impactos. Da mesma forma que a visão setorial limitada impede uma ação mais criativa e efetiva no todo.



Região hidrográfica é uma unidade espacial de dimensões variadas, onde se organizam os recursos hídricos superficiais em função das relações entre a estrutura geológica-geomorfológica e as condições climáticas (CARVALHO, 2014).

A bacia hidrográfica – uma unidade biogeofisiográfica –, considerada como uma nova abordagem no processo de gestão de recursos hídricos, constitui um dos principais avanços conceituais na governança desses recursos por estender as barreiras políticas tradicionais (municípios, estados e países) para uma unidade física de gerenciamento, planejamento econômico e social (TUNDISI, 2013).

A Bacia Hidrográfica, definida pela área de drenagem de um rio principal e de seus tributários, foi determinada como a unidade territorial de planejamento e gestão da Política Nacional de Recursos Hídricos. O território brasileiro foi dividido em 12 Regiões Hidrográficas e, a partir disso, os Estados fizeram divisões hidrográficas para fins de gestão utilizando diferentes critérios (PERES e SILVA, 2010).



Figura 6. Conceituação de Bacia Hidrográfica.
Fonte. Elaboração própria, 2017

O desafio, nessa abordagem integrada de bacias, é a falta de coincidência dos limites territoriais com as delimitações político-administrativas (PERES e SILVA, 2010). Isso enseja dificuldades para a gestão ambiental e para a articulação da gestão territorial. No entanto, outros recortes físico-territoriais podem ser adotados para

alterar ou complementar a área da bacia como unidade de gestão (aquíferos, unidades de preservação, regiões administrativas, municípios etc) (PERES e SILVA, 2010). É necessária boa vontade para adoção de uma gestão integradora, uma vez que, se constitui em um lento processo.

Se o desenvolvimento sustentável de uma bacia hidrográfica depende da disponibilidade e demanda da água, nada mais condizente que a integração entre o uso do recurso, os usuários, a sua disponibilidade e o disciplinamento do uso do solo. Nesse processo será possível observar ainda a integração das regulamentações para controle da poluição nas suas diversas vertentes (ar, água, solo, industrial, agrícola e doméstico). Para o gerenciamento adequado, não apenas os aspectos ambientais e econômicos devem ser integrados, mas também a institucionalização do processo de gerenciamento do território (TUNDISI, 2013).

Todas essas contribuições, até então expostas, justificam a essencialidade de adequação/estabelecimento de uma política de gestão que consiga visualizar o funcionamento sistêmico das bacias, as suas relações e interações. Esse tema foi aqui destacado considerando que as barragens (foco central do estudo) são interferências nos recursos hídricos, que por sua vez, analisadas individualmente, não projetam a importância na gestão dos impactos e riscos. Porém, a visão integradora, no contexto das bacias, permite uma percepção sinérgica que retrata melhor a realidade entre as vantagens e desvantagens. Conferirá, ainda, decisões mais seguras e precisas na gestão sustentável - resultados mais eficientes.

Ainda, o estabelecimento de abordagens preditivas em termos ambientais, sociais e econômicos pode gerar dados importantes para a tomada de decisão concernente ao disciplinamento de utilização dos recursos ambientais da bacia. A eficiência e a integração desse sistema de gerenciamento refletir-se-ão em ganhos ambientais e econômicos ao alcançar um equilíbrio entre ecossistemas e necessidades humanas.

1.3 USOS DO SOLO E OS IMPACTOS SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS

A articulação da gestão da água com o uso do solo é uma das diretrizes estabelecida pela Política Nacional de Recursos Hídricos⁵. Igualmente estabelece que os municípios deverão promover a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos. Fica evidente, nesse contexto, a concepção de uma ampla integração das temáticas no território a ser gerido de forma eficiente, como retratado anteriormente.

Essa abordagem deve-se à necessidade de conexões e articulações políticas ampliadas para a gestão territorial. É de conhecimento que a disponibilidade de recursos hídricos é uma questão de importância global e seu conhecimento é fundamental para o desenvolvimento econômico e social (PISANIELLO e TINGEY-HOLYOAK, 2016a). A vazão de cursos d'água, que é uma das variáveis de análise da disponibilidade hídrica, nas últimas décadas, tem sido influenciada expressivamente por mudanças no clima e também no uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas (ULIANA, et al., 2014). Nessas circunstâncias, as barragens têm resultado em grandes impactos sobre a vazão e conseqüentemente afetam a disponibilidade hídrica (LEES, et al., 2016; BRANQUINHO e BRITO, 2016; ABREU e CUNHA, 2015; CASTRO, HUGHES e CALLISTO, 2013; MARTINS e OLIVEIRA, 2011; PINHEIRO e MORAIS, 2010).

Diversas formas de usos do solo impactam diretamente os recursos naturais. O disciplinamento de ocupação do solo é versado como competência dos planos diretores urbanos e observado pelos planos de gestão das bacias hidrográficas. O que ainda não está claro é como deve ser estabelecida essa articulação entre gestão da água - por parte dos comitês de bacias - e gestão do uso do solo – por parte dos planos de gestão urbana, uma vez que a ocupação desordenada impacta diretamente na disponibilidade hídrica (PERES e SILVA, 2010). Esse cenário de impactos evidencia a presença ou ausências dos instrumentos de ordenamento territorial incidindo sobre os recursos hídricos, caso a articulação entre os atores não seja clara e convergente para um fim comum – o do desenvolvimento sustentável.

⁵ Lei Federal 9.433/97. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos.

Essa carência de articulação resulta em cenários de escassez e estresse hídrico, os quais se traduzem em impactos com efeitos sobre a quantidade e a qualidade da água, possibilitando reflexos econômicos. Econômicos porque a água contaminada e poluída impacta a disponibilidade para os usos múltiplos e ao aumento da distribuição e incidência de doenças de veiculação hídrica, o que se traduz em mortalidade e intervenções hospitalares (TUNDISI, 2014).

Assim, uma gestão territorial bem planejada é caracterizada por uma criteriosa definição do uso e ocupação do solo, ao tempo em que considera os recursos naturais característicos. Pode-se dizer que esse processo disciplina a ocupação e o uso dos recursos, ao definir áreas específicas para a alocação ou não de certas atividades produtivas. Da mesma forma, o estabelecimento de padrões para proibição de lançamentos ou captação de recursos naturais é disciplinado considerando limites ecológicos. A Figura 7 (pág. 46) apresenta uma relação entre alguns usos do solo e os impactos ambientais e econômicos que representam.

Destaca-se, ainda, que a sinergia entre os diversos usos do solo pode resultar em desastres ambientais com reflexos sobre o meio urbano ao colocar em risco não só a disponibilidade hídrica como a integridade humana – exemplo das barragens (TINGEY-HOLYOAK, et al., 2013; PISANIELLO e TINGEY-HOLYOAK, 2016b). Nessa situação, o direcionamento que este estudo pretende expor, abordará os impactos, quais sejam, socioambientais provenientes da insipiente segurança que as estruturas de barramento de cursos d'água representam. Esses, geralmente, atendem a diversos usos do solo em uma bacia hidrográfica e são implementados sem acompanhamento técnico e regulamentador (PIERRE, 2003; PISANIELLO, DAM e TINGEY-HOLYOAK, 2015). Nessa abordagem será demonstrada a importância do disciplinamento da ocupação do solo, em termos institucionais e normativos, para a sustentabilidade dos recursos naturais e a segurança social.

Com esse viés, segue-se uma contextualização geral e direcionada acerca das estruturas de barragens para compreender os critérios técnicos, ambientais, sociais, econômicos e de segurança, que envolvem a concepção, as implementações e a gestão de barragens.

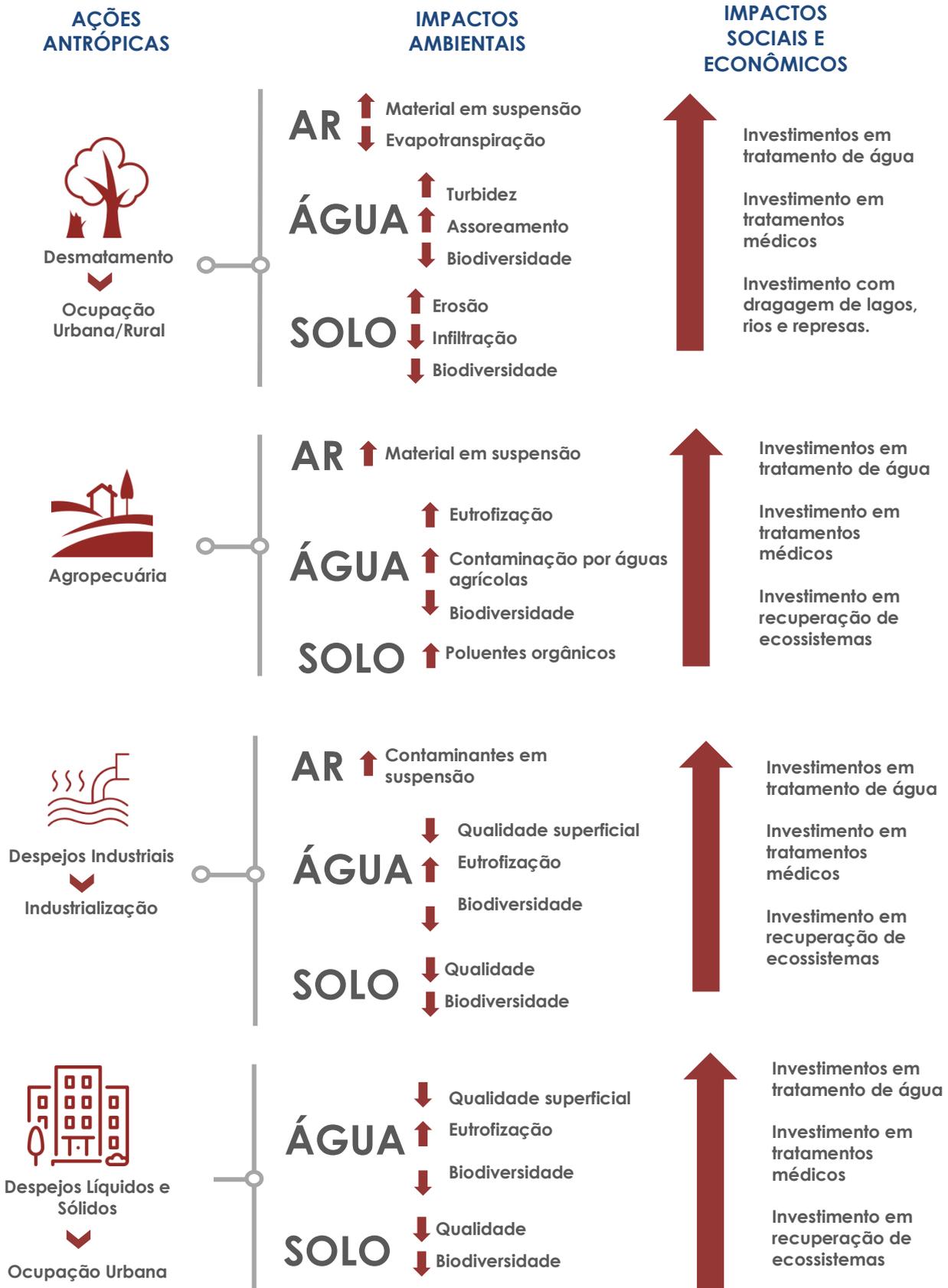


Figura 7. Relação Ações Antrópicas e Impactos do Uso e Ocupação do Solo.
Fonte. Elaboração própria, 2017

2 AS BARRAGENS: DA NECESSIDADE À SUSTENTABILIDADE

Em sua acepção etimológica, o termo barragem provém da palavra francesa *barrage*, do século XII, que deriva das palavras *barre*, do francês, e *barra*, do latim vulgar, que significam "travessa, tranca de fechar porta". O Comitê Brasileiro de Barragens – CBDB (2011) define as barragens como obstáculos artificiais com a capacidade de reter água, qualquer outro líquido, rejeitos, detritos, para fins de armazenamento ou controle. As estruturas podem variar em tamanho desde pequenos maciços de terra, usados frequentemente em fazendas, a enormes estruturas de concreto ou de aterro, geralmente usadas para fornecimento de água, de energia hidrelétrica, para controle de cheias e para irrigação, além de diversas outras finalidades (COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS, 2011).

Em um contexto histórico, demonstra-se como essas estruturas foram estabelecidas e ganharam importância no processo de evolução da humanidade.

2.1 MOTIVAÇÕES ÀS PRIMÓDIAS E EVOLUTIVAS BARRAGENS: NOBRES NECESSIDADES?

Em nível mundial acredita-se que a origem das barragens esteja direcionada ao abastecimento de populações para combater à escassez da água (INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS, 2017; SCHNITTER, 1994; COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS, 2011). Uma das barragens mais antigas que se encontra menção na literatura foi registrada no rio Nilo, em Kosheish, com uma estrutura de 15 metros de altura, por volta de 2900 a.C. (antes de Cristo) com a finalidade de abastecer a capital Memphis (SCHNITTER, 1994). Uma segunda barragem foi registrada por volta de 2700 a.C. em Sadd-el-Kafarart que falhou logo após a conclusão devido à ausência de vertedouro (SCHNITTER, 1994). A adoção de barragens acompanhou o processo evolutivo da civilização, no qual diversas estruturas foram estabelecidas pelos assírios, babilônios e persas entre 700 e 250 a.C. motivados, ainda, para o abastecimento da população e irrigação. (SCHNITTER, 1994).

À medida que as civilizações se desenvolveram, outras necessidades foram aparecendo como motivadoras para a adoção das barragens. Entre essas o controle de inundações, navegação, qualidade da água, controle de sedimentos e produção de energia elétrica – emprego muito evidenciado atualmente (INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS, 2017). Ou seja, o propósito único, inicialmente empregado para as barragens, ganhou, ao longo do tempo, a abordagem de usos múltiplos e conseqüentemente escala ao otimizar suas funcionalidades. Segundo o Registro Mundial de Barragens (de gestão da ICOLD), a irrigação é o principal motivador. Entre as barragens de único uso, 48% são para irrigação, 17% para geração hidrelétrica, 13% para abastecimento de água, 10% para controle de inundações, 5% para recreação e menos de 1% para navegação e piscicultura (INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS, 2017).

No panorama brasileiro, a mais antiga barragem que se tem notícia foi construída onde hoje é área urbana de Recife, em Pernambuco, possivelmente no final do Século XVI, antes mesmo da invasão holandesa - conhecida presentemente como açude Apipucos (COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS, 2011). Há referências também ao dique Afogados construído no rio Afogados (um braço do rio Capiberibe, com três metros de altura e cerca de 2 km de extensão, concluído em dezembro de 1644), que em 1650 sofreu transbordamento por ocasião de uma grande cheia, tendo colapsado em vários pontos (COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS, 2011).

Não diferente do contexto mundial, o abastecimento humano foi o principal propulsor das iniciativas de construção de barragens no território brasileiro. As secas no nordeste brasileiro e o desenvolvimento do país foram os fatores determinantes para a implantação do grande número de barragens construídas desde a última década do século XIX (COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS, 2011). A maioria das grandes barragens do Brasil (pela classificação do Comitê Internacional de Grandes Barragens - CIGB) encontra-se na Região Nordeste, a maior parte delas em aterro compactado, sem serem muito altas (COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS, 2011).

Vale o registro de que a finalidade das barragens para o abastecimento de água não foi uma prioridade da região Nordeste (região conhecida pelos longos períodos

de escassez hídrica) visto que também, na região Sudeste, o sistema Cantareira se destacou pelo abastecimento de zonas urbanas e industriais, abastecendo ainda, a grande São Paulo e cidades do vale do Piracicaba (COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS, 2011). Se de um lado, o largo emprego das barragens era destinado ao combate da seca e para o abastecimento; do outro, as barragens assumiam também a utilidade de controlar inundações, sendo que a primeira implantação para essa finalidade, no território brasileiro, ocorreu em 1944 (COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS, 2011).

Outro direcionamento atribuído às barragens, nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, foi principalmente a produção energética. A primeira usina com fins desse tipo de produção entrou em operação em 1901, no rio Tietê, para suprimento da cidade de São Paulo, com 2 MW instalados e uma altura original de 12,5 m de altura (COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS, 2011). Nos anos sessenta e setenta, motivados por critérios tarifários estabelecidos, um impressionante número de grandes hidroelétricas foi construído e operacionalizado.

No tocante aos registros históricos de adoção das pequenas barragens, esses não foram encontrados, porque a definição de porte é atual. No entanto, em uma interpretação empírica às finalidades empregadas, o estabelecimento dessas obras está intimamente ligado ao atendimento das necessidades em propriedades rurais (PISANIELLO e MCKAY, 2007; PISANIELLO e TINGEY-HOLYOAK, 2017). Isso porque nessas localidades os aspectos construtivos de grande porte envolveriam fortes recursos financeiros, os quais são incoerentes com as condições econômicas locais. Sendo assim, as pequenas barragens devem datar como primórdias no atendimento às necessidades imediatas e de menor quantitativo. Importante considerar, ainda, que o crescimento da produção agrícola para satisfazer a crescente demanda por alimentos é acompanhado pelo aumento da necessidade de armazenamento de água, portanto, o desenvolvimento da barragem com fins agrícolas vem se proliferando em todo o mundo (PISANIELLO e TINGEY-HOLYOAK, 2017).

Em uma análise quantitativa mais atual das barragens no território brasileiro, o cadastro de barragens disponibilizado pela ANA permite identificar 17.259 barragens.

Considerando os aspectos técnicos relacionados às dimensões⁶, é possível dizer que aproximadamente 12% das barragens cadastradas são de pequeno porte. No entanto, esse quantitativo pode ser muito superior considerando que 79% dos dados cadastrados, referentes as barragens, não indicam as dimensões dessas estruturas para uma classificação de porte. Direcionando o olhar para os usos empregados, o destaque é atribuído para a utilização em fins agropecuários com 6.774 (39%) barragens para subsidiar a pecuária, irrigação e piscicultura, podendo, esse quantitativo, ser interpretado como pequena barragem. Os demais usos são apresentados na Figura 8.

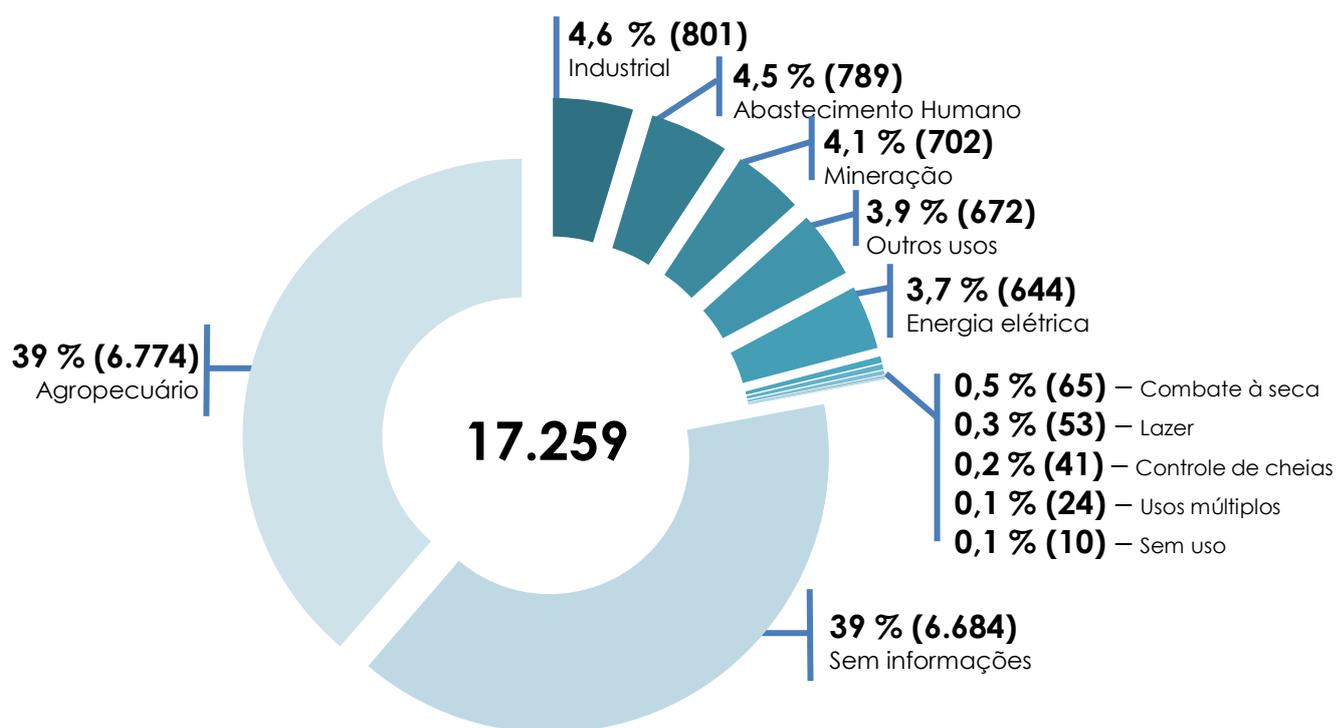


Figura 8. Usos das barragens brasileiras cadastradas.

Fonte. Elaboração própria, 2017

Dados. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (2016c).

Para uma análise mais criteriosa dos usos que são atribuídos às barragens, o banco de dados disponibilizado é incipiente, visto que, aproximadamente 39% (6.684) das barragens cadastradas não apresentam informações completas, limitando-se à

⁶ A grandes barragens são caracterizadas por: Capacidade total do reservatório igual ou maior a 3.000.000 m³; ou Altura igual ou maior a 15 (quinze) metros contados do ponto mais baixo da fundação à crista; ou Reservatórios que contenham resíduos perigosos; ou Categoria de dano potencial associado, médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas (Lei 12.334/2010). Barragens que apresentarem características inferiores às essas especificações são interpretadas como de pequeno porte.

localização e numeração de licenciamento com poucos dados técnicos. Das 6.684 barragens que não constam informações da destinação de uso, 561 barragens estão localizadas na região Nordeste. Elas podem estar destinadas a usos múltiplos ou principalmente ao combate de secas, assim, prenunciadas como pequenas barragens. O banco de dados disponível em formato Excel no website da ANA, acessado em janeiro de 2017, não especifica o ano de atualização dos dados. Mas é possível que os números sejam maiores, sobretudo, o número de barragens destinadas à geração de energia elétrica. Ao realizar uma busca nos dados da ANEEL, identifica-se a realização de fiscalização em 1.247 barragens para essa finalidade.

Em fechamento ao que se propõem as informações de base desse item teórico, com o recorrido, fica fácil não somente identificar a importância utilitária dos recursos naturais, a exemplo do hídrico, como da participação das barragens no processo de evolução da humanidade, viabilizando, cada vez mais, a participação hídrica no desenvolvimento econômico. A satisfação das necessidades humanas, principalmente do consumo da água, foi o principal propulsor da implementação de tecnologias das barragens que posteriormente emergiu para outras. Portanto, todas as barragens possuem nobres finalidades em termos sociais e econômicos, restando avaliar o contexto ambiental empregado para que a sustentabilidade seja, a elas, também atribuída.

2.2 O OUTRO LADO DA MOEDA: E A [IN] SUSTENTABILIDADE?

O exposto, até então, permite corroborar a importância das barragens para o desenvolvimento humano e econômico mundial. Também, faz-se, mister, destacar que toda e qualquer nova concepção estrutural visa a uma utilidade nobre, a qual deve ser acompanhada de um olhar constantemente atualizado à medida que a implementação ganha escala. Reforça-se esse ponto porque é sabido que o crescimento populacional demanda a utilização crescente de recursos naturais. No entanto, se os recursos não forem observados em termos de disponibilidade e continuidade, o uso indiscriminado e crescente pode acarretar em esgotamento e/ou degradação ambiental - preocupação que ganha espaço a partir do século XX (ALBUQUERQUE, 2016). Esse mesmo raciocínio pode ser replicado para a adoção das pequenas barragens que, atendendo às demandas produtivas crescentes em

propriedades rurais ensejam impactos sobre os recursos hídricos e populações à jusante (PISANIELLO e TINGEY-HOLYOAK, 2017).

A reflexão que se pode pautar é que as interferências nos recursos naturais, em pequena escala, dificilmente se traduziriam em considerável estresse ambiental, caso não extrapolassem a capacidade de resiliência do meio ambiente. Isso porque, a manutenção do equilíbrio entre as sustentabilidades socioeconômicas e ambientais requer não apenas uma compreensão dos fluxos econômicos, mas também o conhecimento de quanto da capacidade biológica é necessária para absorver os impactos ambientais produzidos pela humanidade (SILVA, et al., 2013). Essa capacidade biológica está relacionada à capacidade de resiliência do meio ambiente explorado.

Essa discussão permite, empiricamente, relacionar o ganho de escala ou a sinergia de intensos pontos de captação/exploração dos recursos naturais aos grandes impactos. Nesses, a capacidade de resiliência natural, apenas, não é suficiente, precisando demandar, portanto, da interferência humana para o reestabelecimento ambiental. Esse entendimento repercute na necessidade de ampliar o olhar para atividades e/ou ações considerando, não apenas a satisfação das necessidades humanas e econômicas, bem como, a perpetuação dos recursos naturais – a sustentabilidade. E embora haja uma complexidade conceitual para a sustentabilidade, resumidamente, a busca pela sustentabilidade em qualquer contexto, integraliza questões sociais, ambientais e econômicas às inter-relações desse tripé (SILVA, et al., 2013).

Essa concepção conceitual, por anos, não foi incorporada às ações e atividades que possuem como insumos os recursos naturais. Nesse contexto e direcionando tais colocações ao objeto de estudo em tratamento, pode-se referendar uma série de eventos ao longo da história que refletem a construção e gestão de barragens desconsiderando aspectos e critérios socioambientais. Ou seja, se por um lado o estabelecimento de barragens para o represamento hídrico e para a contenção de resíduos esteve direcionado a proporcionar a melhoria de qualidade de vida; por outro, refletiu, e ainda reflete, em consideráveis impactos ambientais e riscos à saúde e integridade física de populações – o outro lado da moeda (ANDERSON, et al., 2015; KUMAR e KATOCH, 2015; PINHEIRO e MORAIS, 2010; ANDERSON, FREEMAN e

PRINGLE, 2006). A Tabela 1 (pág. 53) destaca, em termos mundiais, estruturas com finalidade de barragem que refletiram a insustentabilidade ambiental e consolidaram riscos representativos devidos a colapsos durante a operacionalização do sistema.

Tabela 1. Principais ocorrências de acidentes no panorama mundial.

Impactos Ambientais (+ significativos)		
Ano	Local	Impactos Ambientais/Riscos à Saúde
2015	Fundão – Brasil	Interrupção do abastecimento de água de milhares de pessoas e poluição do rio São Francisco e do mar no Espírito Santo.
2014	Imperial Metals - Canadá	14,5 milhões m ³ de resíduos tóxicos contaminaram lagos glaciais e solo.
2008	Espora - Brasil	Ruptura de pequena central hidroelétrica inundando e destruindo áreas rurais e infraestruturas.
2008	Apertadinho – Brasil	Danos ambientais variados (assoreamento de rios, erosão do solo, entre outros).
2007	Rio Pomba – Brasil	Vazamento de rejeito de bauxita – Interrupção de fornecimento de água.
2006	Rio Pomba – Brasil	Vazamento de rejeito de bauxita – Interrupção de fornecimento de água.
2003	Cataguases – Brasil	Lixívia negra liberada - Interrupção de fornecimento de água.
2000	Kentucky – USA	Mortalidade de peixes - Interrupção de fornecimento de água.
2000	Romênia	Contaminação das águas com metais pesados.
2000	Romênia	100.000m ³ de cianeto contaminando águas.
1999	Filipina	700.000 t de cianeto contaminando águas.
1998	Haelva – Espanha	50.000m ³ de água ácida tóxica liberada.
1998	Azalcóllar – Espanha	5,0 milhões de m ³ de água ácida liberada.
1996	Mogpog – Filipinas	Contaminação por lixo tóxico. O Rio Boac foi contaminado e considerado sem vida.
1995	Omai – Guiana	4,2 milhões de m ³ de lama com cianeto
Impactos na Vida (+ significativos)		
Ano	Barragem – Local	Nº de mortes
1975	Banqiao – China	85.000
1963	Vanjot – Itália	2.000 – 2.600
2005	Sistema Federal de diques – Estados Unidos da América	1.836
1959	Malpasset – França	420
1928	St. Francis - Estados Unidos da América	450
1985	Stávia – Itália	269
1972	Buffalo Creek – Estados Unidos da América	125
1970	Mufilira – Zambia	89
2009	Algodões – Brasil	9 - 24
2015	Fundão – Brasil	19
1994	Merriespruit – África do Sul	17
1974	Bakofeng – África do Sul	12
1995	Placer – Filipinas	12
1976	Teton - Estados Unidos da América	11
1996	Há! Há! – Canadá	7 - 10
1986	Fernandinho – Brasil	7
2004	Camará – Brasil	5
2001	Rio Verde – Brasil	5

2014	Santo Antônio – Brasil	4
2014	Herculano – Brasil	3
1978	Arcturus – Zimbábue	1

Fonte: Comitê Brasileiro de Barragens (2011) atualizado com Alves (2015).

A abordagem aqui se restringe à acepção sustentável pós-construção das barragens, sem considerar os impactos negativos decorrentes do processo construtivo (a exemplo do alagamento de áreas para a construção do reservatório), os quais já são de conhecimento e bastantes debatidos pela sociedade.

Os levantamentos apresentados na Tabela 1 (pág. 53) podem decorrer de um processo relacionado a eventos naturais e/ou de gestão e tecnologia – o colapso da estrutura – rompimento/ruptura. Um fenômeno natural intenso ou o mau planejamento dessa estrutura são os principais fatores que resultam em colapso das barragens (ALVES, 2015). Os impactos refletidos em fatalidades geralmente também demonstram grandes proporções de impactos no meio ambiente. Os poucos acidentes apresentados na Tabela 1 (pág. 53) expressam as dimensões do desequilíbrio que as barragens podem representar para consolidação da sustentabilidade. Os eventos são consequências do descaso socioambiental e insipiente visão de risco, ao longo do tempo. Na sua acepção, as barragens foram sendo estabelecidas sem que vertentes de segurança socioambiental fossem incorporadas às discussões que originam a concepção das obras (PISANIELLO, TINGEY-HOLYOAK e BURRITT, 2012; PIERRE, 2003).

É possível atentar-se, ainda, às reincidências (Tabela 1, pág. 53) dos eventos impactantes no Brasil. Interpreta-se que as ocorrências não resultaram em aprendizado, os quais soam como fatos desconsiderados, uma vez que reincidiram. Esse levantamento inicial não identificou quais dessas ocorrências são de pequenas barragens, sendo um dos objetivos deste estudo – riscos e danos associados às pequenas barragens. O desafio é que os debates circundantes às barragens projetem um caminho norteador para o direcionamento sustentável.

Pelo enquadramento, que este estudo atribuiu à sustentabilidade das barragens, relaciona-se à necessidade de uma segurança adequada que confira padrões sustentáveis após a concepção das obras de barramento. Prosseguem-se, dessa forma, com tratativas que demonstrem como o Brasil vem respondendo e

atuando para equacionar a necessidade das barragens à sustentabilidade socioambiental e operacional almejada.

2.3 A SEGURANÇA DAS BARRAGENS: GARANTIA DE MAIS SUSTENTABILIDADE?

As calorosas discussões estabelecidas acerca das obras estruturais de barragens, principalmente às que referendam a conservação socioambiental, impulsionaram, no Brasil, adequações que convergiram para uma engenharia que versa em áreas de menor inundação reduzindo impactos e transparecendo mais sustentáveis. Tundisi (2014) quando discorre sobre os desafios e problemas para os recursos hídricos no Brasil, já aponta esse avanço na engenharia construtiva como um ponto inicial que reflete no funcionamento ecológico e no controle da qualidade da água: menor tempo de retenção (tempo de retenção do reservatório é função de força essencial na gestão da qualidade da água), maior número de aberturas para a saída da água, menor volume e menor área de inundação – uma abordagem trivial e ao mesmo tempo complexa.

Esses avanços nos estudos de alternativas são resultados das exigências estabelecidas pelas bases normativas e dos cansativos processos de discussões participativas que as grandes obras de barragens têm envolvido. O estabelecimento, pelas normas, de estudos socioambientais socializados e de análises participativas, a exemplo do EIA-RIMA (Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental), trouxe a termo a expectativa por projetos cada vez menos impactantes. Isso porque, os EIAs-RIMAs levados às audiências públicas visam assegurar o mínimo de impactos e riscos ocasionados ao meio ambiente, à saúde e ao bem estar das populações direta e indiretamente afetadas.

Se antes as preocupações com as características construtivas apontavam apenas para os impactos gerados na fase construtiva, nas últimas décadas, as discussões direcionaram o olhar não apenas para medidas de segurança na fase de prospecção e construção, mas durante toda a vida da estrutura, uma vez que, passaram a considerar também os impactos negativos decorrentes das falhas de

gestão operacional. Esses impactos, aos quais se direcionou este estudo, são abordados no Relatório de Segurança de Barragens - 2011 (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013a) como acidentes que geralmente geram grandes problemas socioeconômicos e prováveis perdas de vidas - estremecendo a aceção de sustentabilidade dessas estruturas.

O Comitê Brasileiro de Barragens (2011) em uma análise evolutiva do processo de estabelecimento da segurança de barragens no Brasil registrou que esse direcionamento de segurança, primeiramente, foi orientado para a segurança estrutural e hidráulico-operacional, em que a característica básica era investir contra a causa potencial da ruptura da barragem. A regra era optar pelo controle rigoroso do projeto, construção e operação como forma de garantir à sociedade, em geral, e às populações residentes nos vales à jusante, uma segurança satisfatória, compatível com probabilidade de ruptura adequadamente baixa (COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS, 2011). Posteriormente, as técnicas de observação do comportamento das barragens durante a operação vieram reforçar a necessidade do controle da segurança a longo prazo, principalmente, se forem consideradas as interferências de fenômenos naturais nas obras como os extremos das mudanças climáticas (COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS, 2011).

O olhar direcionado para as causas e acidentes propagados no Brasil somado a um apanhado empírico, permite afirmar que as falhas das barragens ocorrem por motivos diversos, como: i) a insipiente aplicação de métodos conhecidos e adequados; ii) a baixa qualidade dos projetos elaborados; iii) a insipiente supervisão nas fases construtivas e operacionais; iv) a negligência da gestão, entre outros (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2013a).

Os eventos catastróficos cada vez mais recorrentes culminaram em debates e articulações que, paulatinamente, construíram algumas bases para a gestão da problematização no Brasil, preenchendo, assim, algumas lacunas jurídico-institucionais. A Figura 9 (pág. 58) apresenta o caminho transcorrido e os principais impulsionadores.

O exame ao apanhado histórico dos eventos, discussões e implementações legais permite um destaque para o lapso temporal de 33 anos até a consolidação de ações e tratativas que visem ao controle da segurança das barragens e à redução de

eventos danosos. De certo, a base legal necessária foi instituída (Lei 12.334/2010) e juntamente a institucionalização da gestão do problema central, possibilitando um desenho do arranjo ideal para a gestão da segurança de barragens no Brasil (Figura 10, pág. 59).

O esperado é que as ferramentas e instrumentos, estabelecidos pela política, possam de fato ser regulamentados por cada órgão fiscalizador responsável e que os resultados possam ser refletidos em eventos sanados que garantam vidas e um meio ambiente conservado.

Os efeitos da legislação já podem ser avaliados quando o olhar para a Figura 9 (pág. 58) remete à melhoria nos registros dos eventos pós-PNSB, considerando um quantitativo maior de identificações. Menos acidentes e incidentes, anterior à promulgação da política, não vinham a ser de conhecimento público, a não ser que envolvessem consideráveis perdas de vidas, o que não quer dizer que não ocorriam com frequências consideráveis. Após o advento legal, à medida que os órgãos fiscalizadores regulamentaram a PNSB, um maior controle das barragens sobre sua incumbência vem sendo mantido a partir do ganho de escala nos cadastros e registros de ocorrências, o que permite se conhecer o panorama das barragens no Brasil. Essa afirmativa é verificada em análise à evolução dos relatórios anuais de segurança de barragem publicados pela ANA.

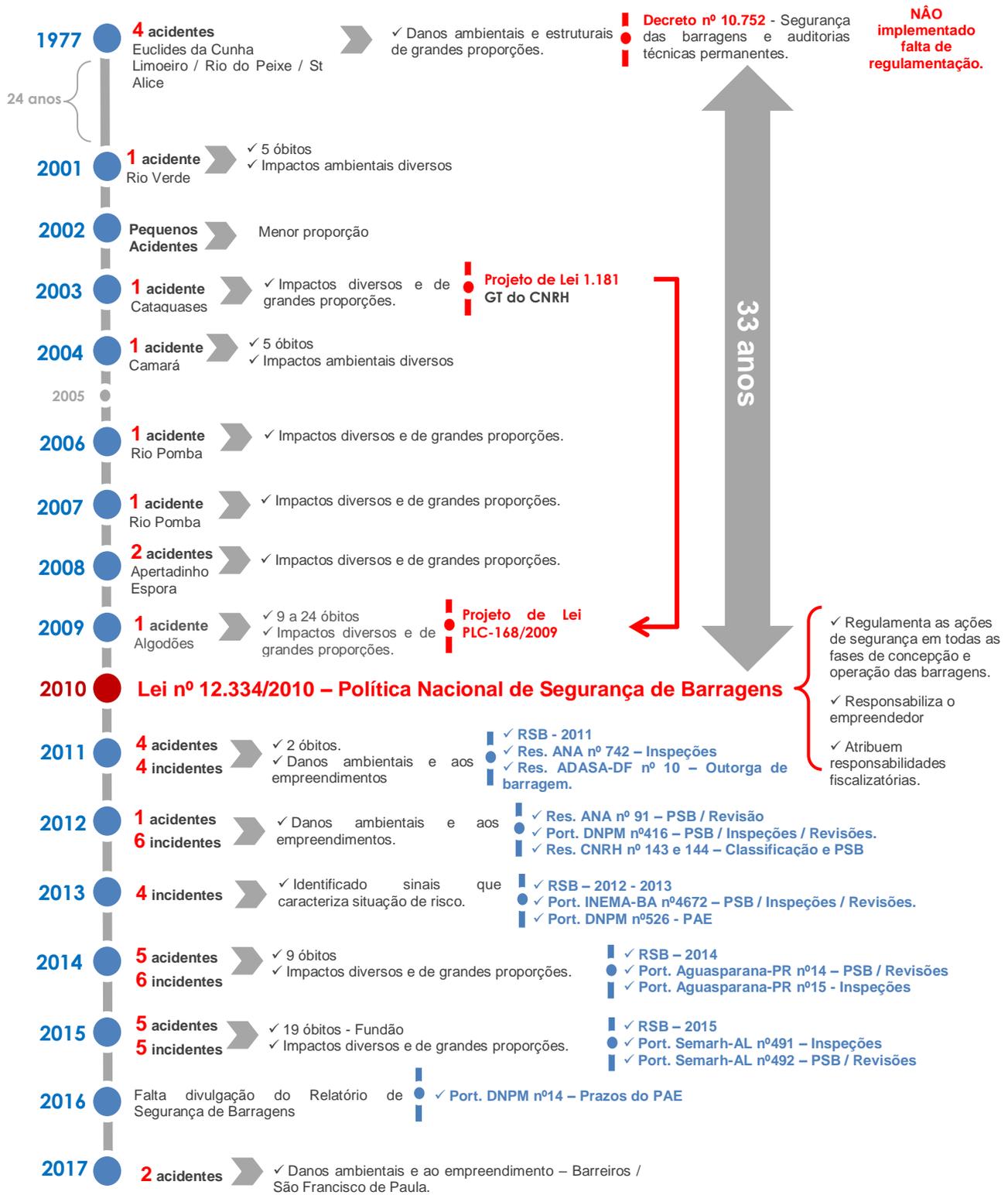


Figura 9. Eventos que motivaram a construção de bases legais e a institucionalização do problema de barragens seguras.

Fonte. Elaboração própria, 2017.

Dados. Agência Nacional de Águas (2013a, 2015, 2016a); Comitê Brasileiro de Barragens (2011); Alves (2015); Pires (2017); MP (2017).

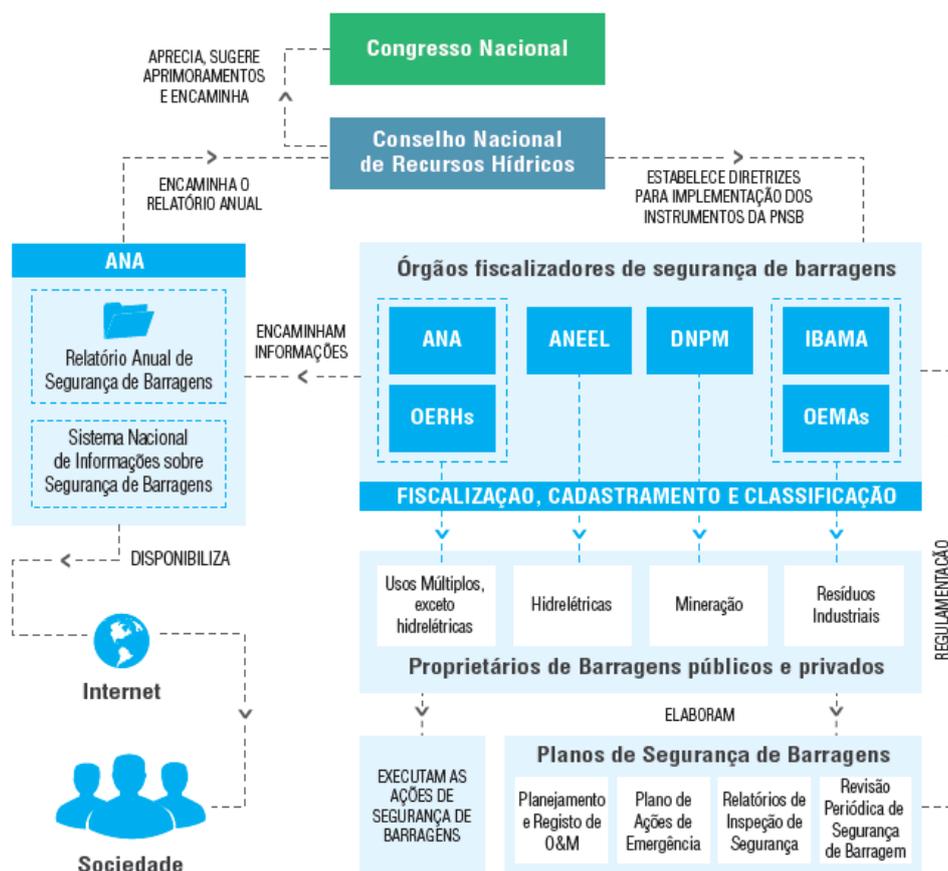


Figura 10. Arranjo esquemático da Política Nacional de Segurança de Barragens.
Fonte. Agência Nacional de Águas (2013a).

Atendendo às diversas regulamentações no território brasileiro, as fiscalizações passaram a identificar incidentes e situações inapropriadas mediante a exigência de respostas e plano de ações. Como aborda o Relatório de Segurança de Barragem (RSB) 2011, publicado pela Agência Nacional de Águas (2013a), anterior à promulgação da Lei nº 12.334/2010, não havia a indicação direta de responsabilidades, em âmbito nacional, pela fiscalização da segurança das barragens. Havia órgãos ambientais muitas vezes lidando isoladamente com os acidentes e uma desarticulação do poder público para lidar com a problemática de segurança de barragens.

O último relatório de segurança de barragem de 2015 expressou o universo de 43 entidades fiscalizadoras, sendo que dessas, 40 entidades contribuíram com o cadastro das barragens a seus encargos. No entanto, esse avanço no advento legal

e institucional, está fortemente direcionado para o controle das barragens de grande porte, conforme as especificações técnicas delimitadas pela PNSB (Lei 12.334/2010):

- i. Capacidade total do reservatório igual ou maior a 3.000.000 m³; ou
- ii. Altura igual ou maior a 15 (quinze) metros contados do ponto mais baixo da fundação à crista; ou
- iii. Reservatórios que contenham resíduos perigosos;
- iv. Categoria de dano potencial associado, médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas.

Esses critérios justificam-se, porque existe um maior número de barragens de grande porte cadastradas e com informações mais condizentes com a realidade. Tais delineamentos instigam o raciocínio a avaliar se o porte de empreendimentos que requerem atenção aos aspectos de segurança legalmente estabelecidos é suficiente para garantir a sustentabilidade do sistema.

Ora, o mesmo RSB-2015 (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2016a) relata que o banco de dados é insipiente de muitas informações básicas, já que não existem informações referentes à altura em 79% das barragens, relacionadas ao volume em 45% das barragens e em relação ao tipo de material em 82% das barragens. Entretanto, das que possuem informações verifica-se que a “barragem típica” é de terra, tem volume inferior a 3 hm³ e altura inferior a 15 metros (Figura 11, pág.61). Ou seja, para as pequenas barragens, em geral, sabem-se sua localização e sua finalidade, mas geralmente faltam dados básicos como altura, capacidade ou tipo de material de construção, o que dificulta a análise sob a ótica da segurança.

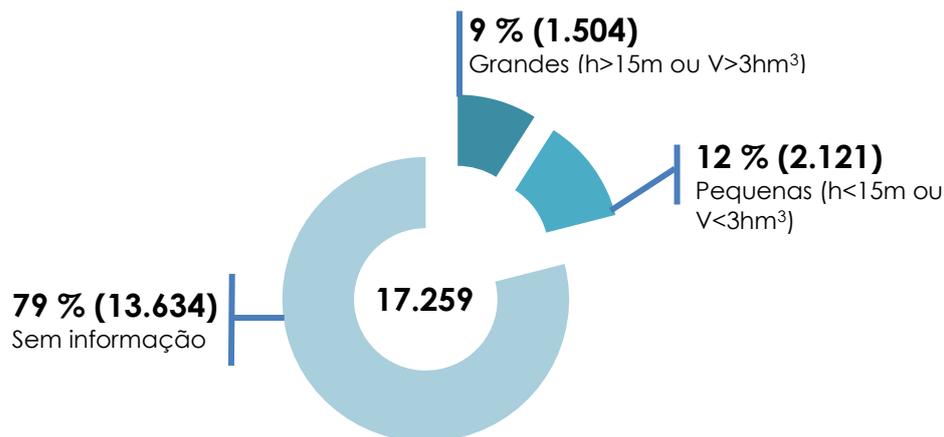


Figura 11. Barragens cadastradas por dimensão em 2015.
Fonte. Adaptado de Agência Nacional de Águas (2016a).

As informações do RSB-2015 induzem ao raciocínio de que a maior quantidade de barragens no território brasileiro está classificada como de pequeno porte. Considerando as especificações normativas vigentes e as fragilidades das informações nos sistemas de cadastros, pode-se afirmar que as pequenas barragens não são monitoradas e sequer devidamente cadastradas pelos órgãos responsáveis. Perceptivelmente, essas pequenas estruturas não são consideradas nos processos de fiscalização.

Embora as bases (legislativa e institucional) estejam estabelecidas e representem um avanço para articulação de condições seguras e sustentáveis, faz-se necessário um olhar para as barragens mais representativas em termos de quantidade – as de pequeno porte. Deve-se considerar ainda, que a simples existência do barramento representa um risco, configurando-os como estruturas insustentáveis do ponto de vista socioambiental. Em um estudo conduzido por Kaplan (2010), objetivando avaliar a segurança de 6 (seis) pequenas barragens (altura inferior a 10 metros), no Rio Grande do Sul, diversas identificações foram constatadas que configuram situações de riscos, como: proximidade de zonas urbanas, construções antigas e sem monitoramento, erosões à jusante indicando galgamento e bloqueio de vertedouros por vegetação. Tais evidências de Kaplan reforçam a importância de considerar um monitoramento criterioso, merecendo atenção ao nível de órgãos locais.

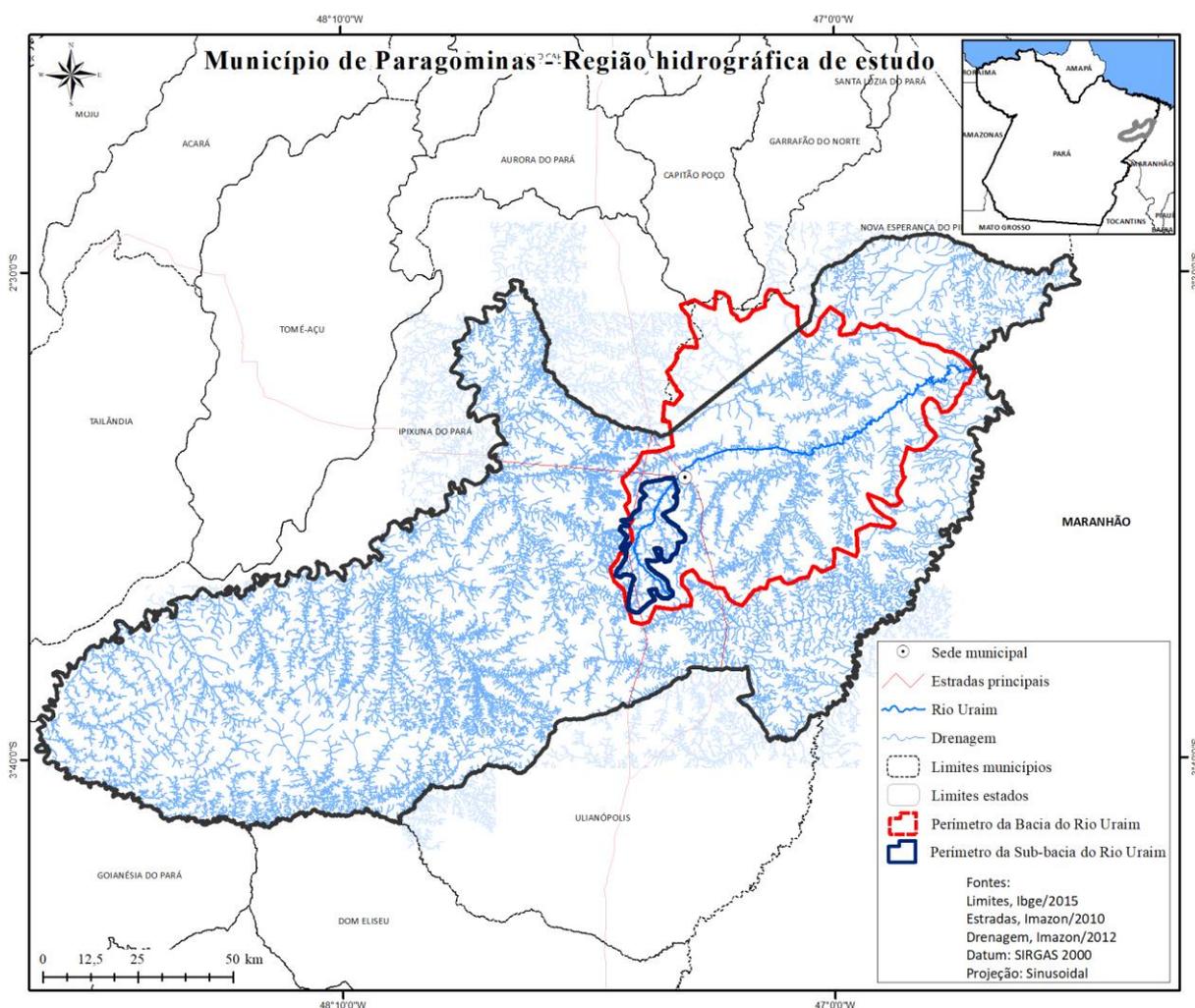
É certo que as falhas de grandes barragens são, geralmente, mais espetaculares que as pequenas barragens, e por isso recebem mais atenção. No entanto, as falhas em pequenas barragens ocorrem com maior frequência, então seu custo anual total pode ser muito maior do que as raras falhas de grandes barragens (PISANIELLO e TINGEY-HOLYOAK, 2017). Numerosos exemplos de trágicas falhas de barragens pequenas existem em todo o mundo, tanto individual como acumulativo (PISANIELLO e TINGEY-HOLYOAK, 2017), os quais ocasionaram extensas perdas de vidas, danos materiais em muitos milhões de dólares e impactos ambientais adversos graves (INTERNACIONAL RIVERS, 2008).

Até aqui, foram fincadas as bases teórico-empíricas e evolutivas que conectam a importância da gestão da bacia hidrográfica e a análise de segurança de barragens de cursos d'água. Com a finalidade de gerar informações de base para fortalecer a gestão territorial, normativa e institucional das pequenas barragens, prossegue-se com a delimitação do espaço geográfico para algumas análises. Esse será o palco de estudo na busca de respostas às argumentações norteadoras apresentadas na introdução desse documento.

3 ÁREA DE ESTUDO - BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO URAIM - MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS /PA.

Como já abordado, o estabelecimento da segurança de barragens no Brasil vem avançando com a regulamentação e institucionalização da gestão dessas estruturas. A lacuna, motivadora deste estudo, que se pretende preencher, versa sobre as pequenas barragens, estruturas ainda não regulamentadas para monitoramento e segurança e, acreditam-se tampouco para regularização ambiental na região norte do país.

Foi selecionada como espaço de análise, a área geoespacialmente localizada no município de Paragominas no estado do Pará – Bacia hidrográfica do rio Uraim (Mapa 2). Nessa foi analisado se as pequenas barragens são corriqueiras e frequentes, prenunciando interações sinérgicas de riscos socioambientais e econômicos.

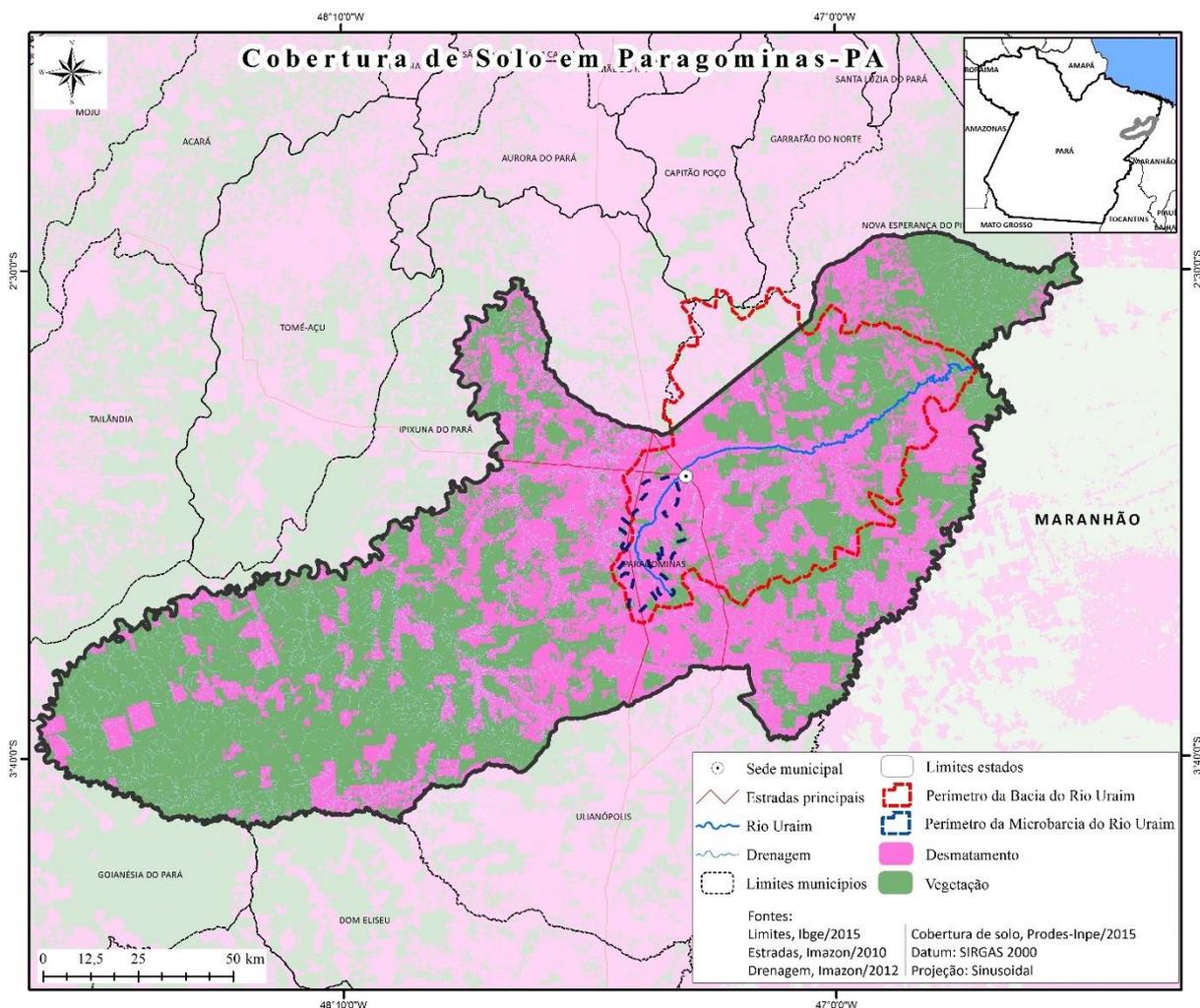


Mapa 2. Espaço de análise Paragominas/PA – Bacia hidrográfica do Rio Uraim.
Elaboração. IMAZONGEO, 2017.

Três são os argumentos que, correlacionados, justificam a seleção espacial:

Primeiro. *Interesse, disponibilidade e flexibilidade municipal para articulações regulamentadoras e monitoramento.* O processo de ocupação do município consolidou ciclos econômicos que levaram ao desmatamento de quase 44% das áreas de florestas do município, culminando na sua inclusão na lista do Ministério do Meio Ambiente (MMA) de municípios que mais desmatavam na Amazônia. Então, o município desenhou um caminho rumo à regularização ambiental operacionalizando mudanças diversas e ganhando destaque como precursor do projeto “Município Verde” e na saída da lista crítica do MMA. Palco propício à promoção de discussões disciplinadoras que some ao processo de regularização ambiental traçado no município.

Segundo. *Ocorrência de pequenas barragens de cursos d’água.* O processo de ocupação do município, anteriormente mencionado, caracterizou-se em um uso do solo intensamente degradado com aproximadamente 95,38% do território com áreas desmatadas ou degradadas no ano de 2010 (MARTINS, et al., 2013). O Mapa 3 (pág. 65) demonstra que o desmatamento e a degradação ocorreram principalmente ao longo dos cursos d’água o que pode estar relacionada à participação dos recursos hídricos no desenvolvimento de atividades produtivas (agricultura, pecuária e piscicultura). As ações no processo de cadastramento ambiental do município, realizadas por diversas instituições não governamentais, visualizaram, *in loco*, a prática de construção de pequenos barramentos nos rios para usos diversos. Em articulação prévia com órgãos municipais é possível identificar o atual desconhecimento quanto à frequência de estabelecimento das pequenas barragens de cursos d’água e dos aspectos técnicos e ambientais considerados na concepção dessas estruturas.



Mapa 3. Cobertura do solo em Paragominas – Bacia Hidrográfica do Rio Uraim.
Elaboração. IMAZONGEO, 2017.

Terceiro. *Degradação do recurso hídrico.* Ainda como resultado do processo de ocupação e uso desordenado do solo, o município de Paragominas – PA apresentou no ano de 2010, 87,76% das APPs desmatadas ou degradadas (MARTINS, et al., 2013). Como já apresentado na base teórico-empírica, anteriormente abordada, a reação natural do processo de desmatamento e degradação florestal de APPs repercute em erosão → assoreamento → redução do volume de água disponível e turbidez elevada → alteração na qualidade da água e redução da biota → elevados custos de tratamento ou indisponibilidade hídrica, entre outros efeitos. Somado a esses, a disposição dos efluentes urbanos e agrícolas, podem contribuir fortemente para a “morte” do corpo hídrico. A prática de edificação de pequenas barragens nos cursos d’água do município, já observada, interage sinergicamente com o rio assoreado e potencializa os riscos de eventos catastróficos como a ruptura ou galgamento da estrutura. Isso porque, o assoreamento reduz a

capacidade de armazenamento do reservatório projetado, entope o vertedouro (sangradouro) e as áreas de contribuição da bacia, desmatadas, aumentam o escoamento superficial ocasionando um maior volume de água no leito do rio em eventos de chuvas torrenciais. Com base em conversas estabelecidas com a Agência de Saneamento de Paragominas (SANEPAR), existe uma forte preocupação com a degradação do rio Uraim, que abastece 80% do município. Os relatos da secretaria apontam a redução na disponibilidade e qualidade da água captada e sugerem iniciativas de recuperação das APPs e do curso hídrico.

Os argumentos e preocupações, até aqui expostos, incentivaram este estudo a delimitar como área de análise a sub-bacia do rio Uraim. Principalmente porque a área contribui diretamente para o ponto de captação de água que abastece o município de Paragominas, com destaque para os relatos da ocorrência de diversos pequenos barramentos, ensejando riscos socioambientais.

Os procedimentos metodológicos empregados para interpretação da bacia hidrográfica e delimitação da área de estudo (sub-bacia) estão detalhadas na Tabela 2. A área do conhecimento empreendida nas análises foi o geoprocessamento por se tratar de técnicas matemáticas e computacionais, que possibilitam o tratamento dos processos que ocorrem em um dado espaço geográfico (D'ALGE, 2017). O Sistema de Informações Geográficas – SIG, também adotado, permite a realização de análises espaciais complexas e propicia a planejadores e administradores em geral, subsídios para a tomada de decisões (PINA e SANTOS, 2000). Dessa forma, a tecnologia foi selecionada por permitir uma boa administração das informações estratégicas, além de possibilitar a visualização das características socioambientais espacializadas em cartas temáticas – mapas. Como o objetivo foi delimitar a área de estudo e as características socioambientais, as ferramentas empregadas corresponderam às expectativas em possibilitar a integração de informações diversas em uma mesma área.

Tabela 2. Procedimentos metodológicos empregados para delimitação da sub-bacia de estudo e análise das características fisiografias da área.

DADOS

Imagens de satélites e base vetorial. Imagens de satélite dos sensores RapidEye ortorretificadas (nível 3A), e imagens dos sensores Landsat Thematic Mapper (TM) e Landsat Enhanced Thematic Mapper (ETM), disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Para compor o mosaico de imagens RapidEye foram avaliadas 55 cenas para os anos de 2009 (n = 45) e 2010 (n = 10), cobrindo toda a bacia hidrográfica de estudo. A resolução espacial reamostrada é de 5 metros.

GEORREFERENCIAMENTO DE IMAGENS SATELITAIS	Para o georreferenciamento e o registro das imagens, foi utilizado o método de reamostragem por vizinhança mais próxima, disponível no software Enviromental for vizualizing Images – ENVI 4.7. Para as imagens Landsat foram utilizadas as imagens GeoCover 2000 como base de referência. Foram coletados no mínimo 05 pontos de controle em cada imagem e o erro aceitável foi de 0,5 pixel. O sistema de coordenadas foi o mesmo aplicado para imagens RapidEyer – UTM (<i>Universal Transverse Mercator</i>) com datum DAS-69.
ESCALA	1:10.000
SOBREPOSIÇÃO E ANÁLISE DE DADOS FISIAGRÁFICOS	<p>Sobreposição, às imagens georreferenciadas, dos <i>shapes file</i> disponíveis em banco de dados públicos como: Limites territoriais (IBGE, 2015), Estradas (ImazonGEO, 2010), Drenagem (ImazonGEO, 2012), Cobertura do solo (Prodes-INPE, 2015), Limites da bacia hidrográfica (SANEPAR, 2017) e Imóveis cadastrados (Sicar- SFB, 2016).</p> <p>Possibilitou as seguintes análises:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tamanho, forma e localização da bacia hidrográfica. 2. Dimensões, densidade e ordem dos canais da rede hidrográfica. 3. Cobertura do solo – desmatamento e remanescente vegetal. 4. Imóveis cadastrados na bacia hidrográfica – ocupação do solo. <p>Como produtos, foram geradas 5 (cinco) cartas temáticas (Mapas: 2, 3, 4, 5 e 6)</p>
DELIMITAÇÃO E DIGITALIZAÇÃO DA SUB-BACIA (ÁREA DE ESTUDO)	<p>Dados utilizados:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Altimetria (proveniente do Shuttle Radar TopographyMission). 2. Drenagem (ImazonGEO, 2012). <p>O <i>software</i> utilizado para processamento e análise foi o ArcGis 10.3 (ESRI, 2015), com as extensões SpatialAnalyst e ArcHydro Tools disponíveis no <i>software</i>.</p> <p>Os dados foram sobrepostos sobre a imagem de satélite georreferenciada e com uma leitura visual e criteriosa editaram-se as bordas da sub-bacia considerando as curvas de níveis proximais à rede de drenagem (principal e tributárias) de interesse com o objetivo de delimitar a área de contribuição direta à rede hidrográfica na qual a cidade de Paragominas é abastecida.</p> <p>Os dados de desmatamento foram adicionados para evidenciar a degradação das APPs ao longo do curso d'água de estudo.</p> <p>Como produto foi gerado o mapa 7.</p>

Fonte. Elaboração própria, 2017.

Dados. IMAZONGEO, 2017

Segue-se com uma caracterização dos aspectos socioeconômico e ambiental da área de estudo.

3.1 CARACTERIZAÇÃO E DELIMITAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Detalhando e complementando as informações previamente apresentadas da área de estudo, o município de Paragominas está situado na mesorregião sudeste do Pará, a 320 quilômetros da cidade de Belém e possui uma área de 19.330 Km² (1,5% da superfície do Estado do Pará) (PINTO, et al., 2009). Uma população estimada de

108.547 resultando em uma densidade demográfica de 5,6 habitantes por quilômetro quadrado (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2016).

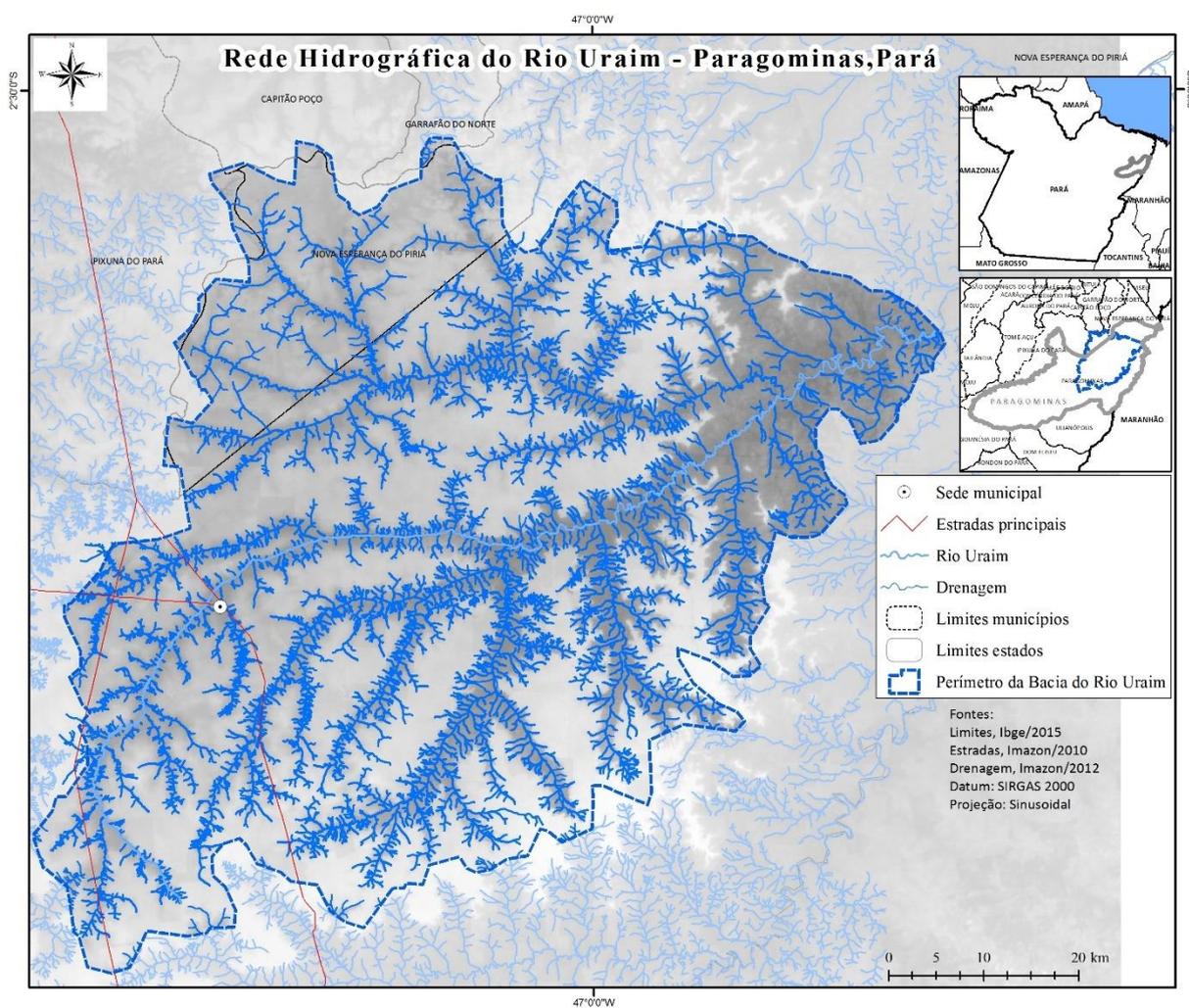
A maioria das atividades econômicas de ocorrência na Amazônia é evidenciada no território do município: agricultura de pequena, média e grande escala (8% do território), pecuária (31% da área municipal), atividade madeireira, produção de carvão, reflorestamento (2% do município) e mineração de bauxita (58% da área municipal) (PINTO, et al., 2009). Em conjunto, essas atividades movimentam os setores da indústria e de serviços, tornando-os as principais fontes do PIB e de empregos do município (PINTO, et al., 2009). Em 2009, a atividade de pecuária ocupava 80% das áreas abertas, a agricultura familiar 14,5%, cultivo de grãos 4,5% restando 1% das áreas abertas sem uso identificado (PINTO, et al., 2009).

O uso dos recursos hídricos no município é representativo e importante para abastecer as principais atividades econômicas (99% das áreas abertas são utilizadas pela pecuária e agricultura). Isso, considerando o panorama de uso do solo no município e a classificação das atividades de agricultura (75%), bem como, da pecuária (9%), como maiores consumidores dos recursos hídricos no Brasil (subseção 1.1).

No estudo socioeconômico e florestal do município de Paragominas, realizado pelo Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia – IMAZON - (PINTO, et al., 2009), a hidrografia do município foi caracterizada como densa em toda a extensão territorial e forma duas bacias principais: a do Capim, cujos tributários se ramificam sobre 54% da área do município, e a do rio Gurupi, que ocupa os outros 46% restantes. A bacia do rio Capim é formada por seis sub-bacias, onde se destacam os rios Surubiju, Camapi, Cauaxi, Jacamim, Paraquequara e o Candiru-açu. Por sua vez, a bacia do rio Gurupi também abriga seis sub-bacias: Uraim, Maritaca, Piriá, Croatá e Poraci-Paraná. A delimitação das regiões hidrográficas do estado do Pará foi estabelecida pela resolução nº 04/2008 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) em atendimento às resoluções do CNRH nº 30/2002 e nº 32/2003.

A sub-bacia do rio Uraim foi selecionada como espaço para as análises propostas (Mapa 4, pág. 69). Consideraram-se a importância e a representatividade desse rio que corta uma grande porção da malha urbana de Paragominas e viabiliza a captação da água para o abastecimento público, assim como o lançamento dos

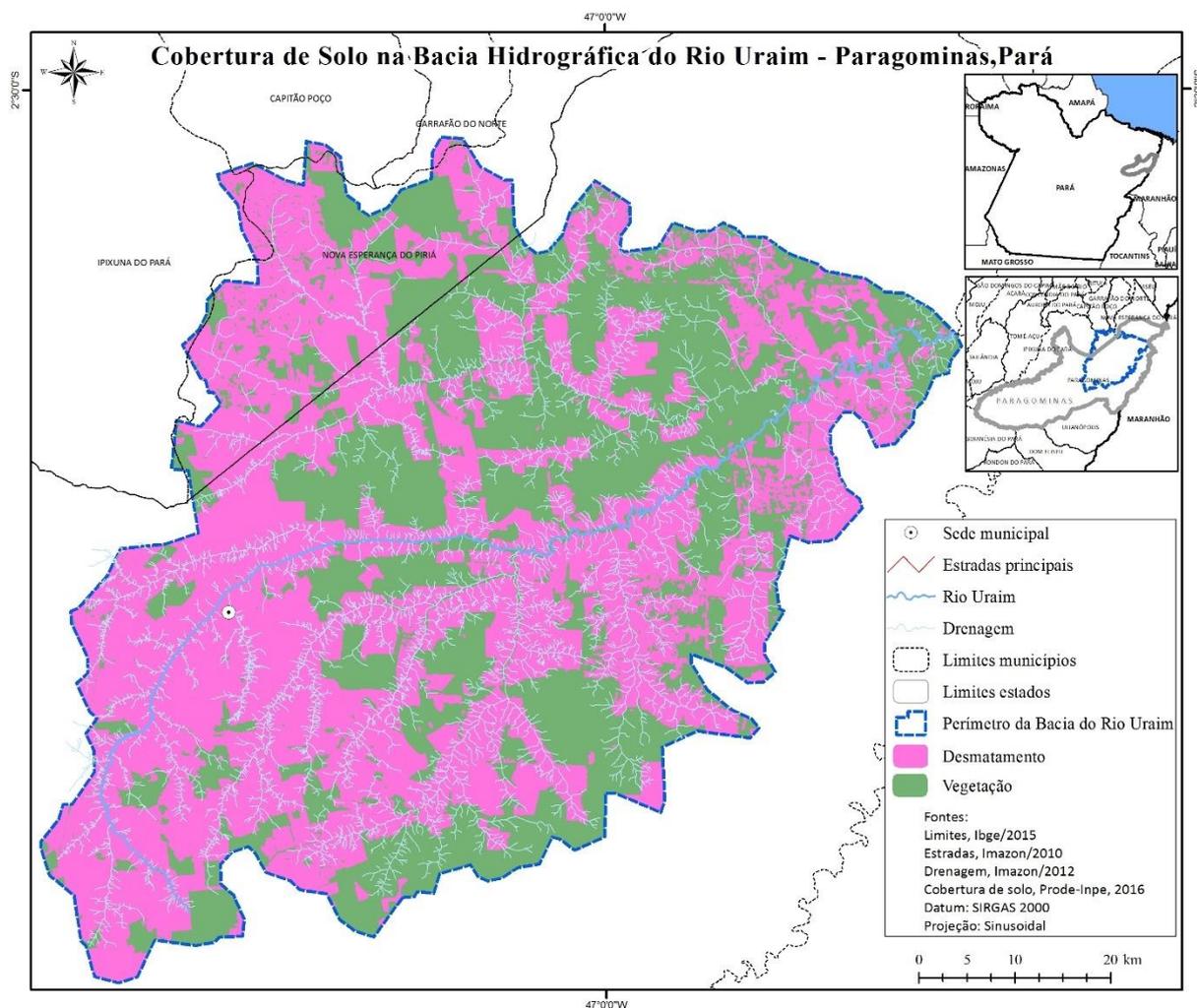
efluentes domésticos tratados nas estações. A bacia hidrográfica possui uma área de 4.909 Km², ocupando 21,75% da área total do município de Paragominas. Com uma extensão de 4.801 Km, o rio Uraim possui vinte e sete rios que deságuam em seu leito e contribuem para formação da vazão média anual de 268.423,35 m³/h (AGÊNCIA DE SANEAMENTO DE PARAGOMINAS, 2017).



Mapa 4. Drenagem – Bacia hidrográfica do Rio Uraim.
Elaboração. IMAZONGEO, 2017.

A Agência de Saneamento de Paragominas (2017), responsável pelo abastecimento público de água e pelos serviços de coleta e tratamento de esgoto, além da difusão de técnicas de educação e conscientização ambiental, expõe expressivas preocupações com a manutenção da qualidade e quantidade dos recursos hídricos disponíveis nessa bacia. Tais preocupações devem-se, principalmente, à intensa ocupação ao longo do rio principal que nasce e deságua no município. Até agosto de 2016, aproximadamente 60% da bacia encontrava-se

desmatada (2.967 Km²), restando apenas 40% da vegetação conservada (1.942 Km²) (Mapa 5).

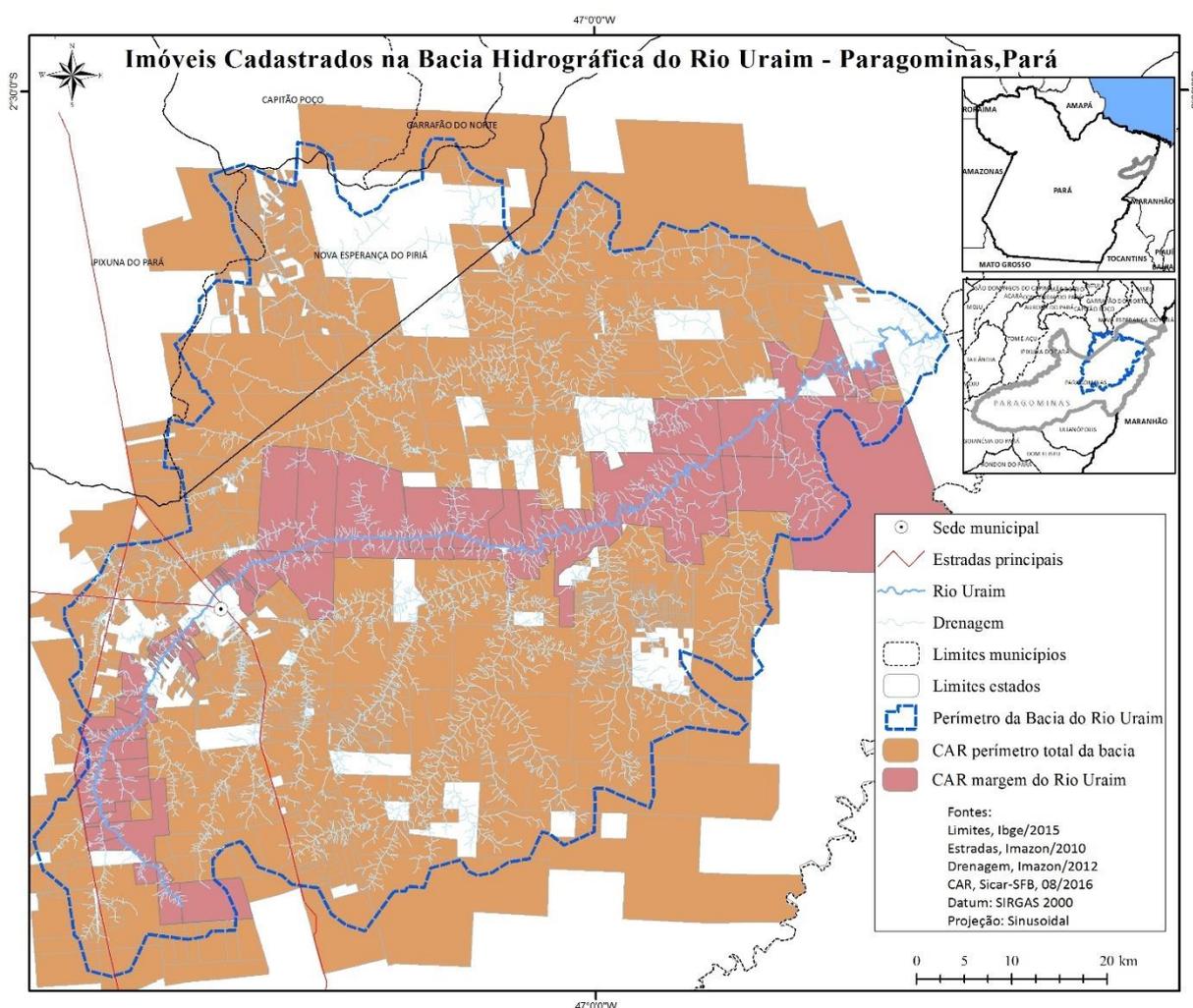


Mapa 5. Cobertura do Solo – Bacia hidrográfica do Rio Uraim.
Elaboração. IMAZONGEO, 2017.

A preocupação municipal com o processo de degradação do rio Uraim é justificada pela quase inexistência de APP visualmente evidenciada no mapa 5. De acordo com a Agência de Saneamento de Paragominas (2017), nos pontos onde as características originais foram pouco afetadas, encontram-se representantes da mata ciliar original. Já nas áreas onde as características originais foram moderadamente alteradas, a vegetação apresenta-se pouco espessa, sendo possíveis, ainda, alguns resquícios de seus representantes naturais.

É possível observar ainda que o processo de ocupação na bacia se deu, principalmente, ao longo dos cursos hídricos. No âmbito do processo de regularização ambiental do município, já brevemente percorrido, foi e ainda está sendo realizado o

Cadastro Ambiental Rural (CAR), indispensável para o licenciamento ambiental da propriedade, o qual possibilita o conhecimento das prováveis dimensões e usos do solo geoespacializados. O município possui uma área cadastrável aproximada de 18.283 Km² (SECRETARIA DO ESTADO DE MEIO AMBIENTE - SEMAS, 2014) apresentando, até agosto de 2016, aproximadamente 87,8% de área cadastrada → 16.057 Km² (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO - SFB, 2016). Essa condução permitiu identificar aproximadamente 930 imóveis na bacia do rio Uraim, dos quais aproximadamente 68 possuem relação direta com o rio Uraim, por estarem localizados nas suas margens (Mapa 6).



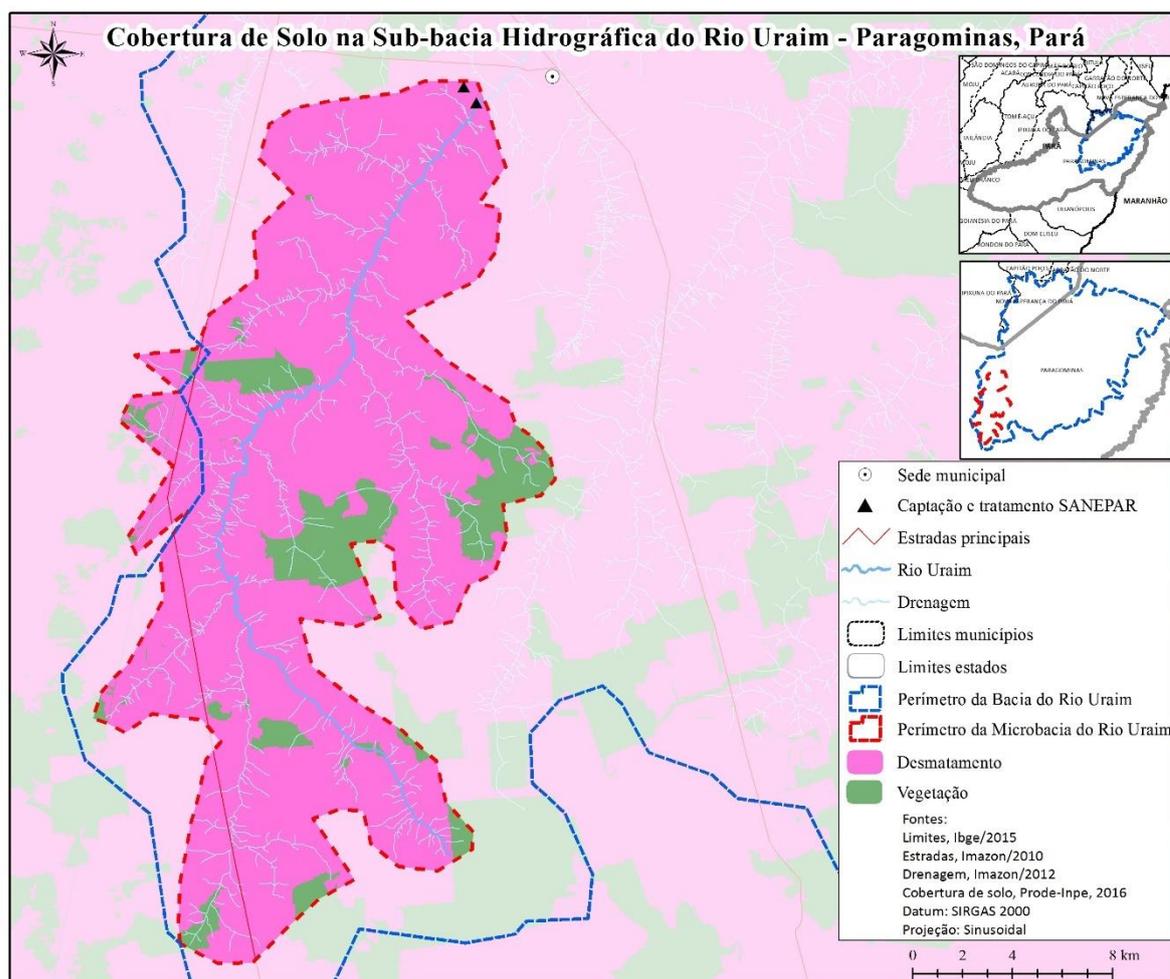
Mapa 6. Imóveis Cadastrados – Bacia hidrográfica do Rio Uraim.
Elaboração. IMAZONGEO, 2017.

Correlacionando o Mapa 4 (pág. 69) e Mapa 5 (pág. 70), é possível uma rápida e superficial avaliação quanto à indisponibilidade de reserva legal (80% de floresta conservada nos imóveis da Amazônia) das propriedades, assim como, as APPs conforme resguardo legal do Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651 de 25 de Maio de

2012) - resultado da ocupação desordenada do território. Frente a esse cenário, em 2006, o município publicou a Lei Municipal nº 598/2006, que constituiu a Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Uraim (AGÊNCIA DE SANEAMENTO DE PARAGOMINAS, 2017). Os limites da APA seguem os mesmos limites da Bacia Hidrográfica do Rio Uraim que compreende desde a nascente, localizada na fazenda Nascente do Uraim, até sua foz no Rio Gurupi. A criação objetiva, principalmente: I - A adoção de medidas que visem a garantir a qualidade e a quantidade desse recurso hídrico para o futuro da região; II - A preservação dos remanescentes de mata nativa, bem como, a proteção das faixas de preservação permanente e a recuperação das matas ciliares.

Evidenciando a problemática do uso e ocupação do solo ao longo do rio Uraim e as preocupações da SANEPAR, este estudo restringiu a área de análise à sub-bacia (como será tratado nesse documento), delimitada. Para isso, consideraram-se os aspectos topográficos como limites de definição da área que contribui para a região do rio Uraim (Mapa 7, pág. 73). Nessa, são realizadas a captação e o tratamento da água que abastece aproximadamente 80% da população de Paragominas. Considerou-se ainda, o grau de exposição do solo das APPs como áreas prioritárias para intervenções de regularização ambiental que resguarde a disponibilidade hídrica em quantidade e qualidade.

A sub-bacia, selecionada como área de estudo, possui uma área de aproximadamente 345 km², constando, até 2016, de uma área desmatada no tamanho de 306 Km² equivalente a 89% da área. Na mesma região, foram identificados aproximadamente 111 imóveis. A vegetação remanescente, até 2016, era de 39 Km² correspondendo a 11% da sub-bacia. A rede de drenagem nessa área é de 446 Km de rios.



Mapa 7. Delimitação da área de estudo e cobertura do solo – Sub-bacia hidrográfica do Rio Uraim.
Elaboração. IMAZONGEO, 2017.

Essa área foi adotada para a avaliação da ocorrência de pequenas barragens de rio gerando base à análise de prática comum. A identificação dessas pequenas estruturas, no contexto de regularização ambiental, constitui-se base científica para estimular discussões e articulações normativas que forem pertinentes, principalmente, se os riscos e danos forem consideráveis.

Com a descrição dos critérios considerados para seleção do *locus* da pesquisa, este documento prossegue com a explanação da conjuntura metodológica a ser aplicada.

4 PERCURSO METODOLÓGICO

Este capítulo é dedicado à explicação das metodologias e materiais combinados e empregados. A combinação culminou nos resultados dos objetivos traçados.

O desenvolvimento desta pesquisa deu origem a três capítulos (quinto, sexto e sétimo – respectivamente) que apresentam e discorrem a resultante da combinação metodológica empregada. Cada capítulo foi direcionado por questionamento norteador próprio já brevemente apresentado na introdução e alinhado aos objetivos específicos do trabalho. A Figura 12 (pág. 76) apresenta resumidamente a conjuntura metodológica e as correlações com as abordagens pretendidas.

Posterior à representação foi descrito, com maior rigor de detalhes, os procedimentos técnicos para coleta, tratamento e análise sistemática de dados primários e secundários levantados, os quais conferiram base científica e empírica ao debate teórico que este estudo envolve.



Pela combinação de metodologias, a abordagem pode ser classificada como: i) Qualitativa de caráter analítico-descritivo e exploratório e ii) Quantitativa de caráter exploratório.



Analisar pequenos barramentos de cursos d'água na bacia hidrográfica do rio Uraim sob a ótica da gestão territorial e socioambiental e dos ordenamentos normativos.



Figura 12. Percurso metodológico adotado.
Fonte. Elaboração própria, 2017.

4.1 DESCRITIVO DOS PROCEDIMENTOS

A estratégia da pesquisa foi direcionada a partir da aplicação combinada de técnicas e ferramentas que primeiramente respondem às questões norteadoras e posteriormente originam um produto. A finalidade é consubstanciar o objetivo geral deste estudo. Cada procedimento está descrito considerando o objetivo a que se destina.

4.1.1 Levantamento bibliométrico – Interesse científico na sustentabilidade de pequenas barragens de cursos d'água.

A análise bibliométrica aplicada caracterizou-se por seu cunho objetivo para avaliação da produção científica (ANZILAGO, et al., 2015). Esses métodos quantitativos permitiram apurar a disseminação do conhecimento científico como proposto (ANZILAGO, et al., 2015). Essa técnica vem sendo largamente empregada permitindo avaliar a evolução ou relevância de um dado assunto no meio científico (VARGAS e VANZ, 2014; CAÑAS-GUERRERO, et al., 2013; YOSHIDA, 2010). Assim, identificou-se a força ou fragilidade na abordagem científica dos aspectos de sustentabilidade das pequenas barragens.

Essa modalidade de análise aborda um método quantitativo e estatístico de medição dos índices de produção e disseminação do conhecimento científico (FERREIRA, 2010). Para isso, utilizou-se de palavras chaves para rastrear publicações que permitam avaliar a evolução da temática em estudo (FERREIRA, 2010).

Isso posto, a decisão por prosseguir com um levantamento bibliométrico, fundamentou-se em avaliar a temática de pequenas barragens. Considerou-se a percepção de importância que a condução e a divulgação de pesquisas podem representar para a formação crítica acerca do tema. Isso, devido às contribuições do conhecimento para o posicionamento e estímulo da comunidade. Rocha, et al. (2013) ao levantarem o panorama da temática sustentabilidade, abordam a importância do conhecimento técnico e científico como estimulador do comportamento crítico do leitor. No mesmo tempo que promove o desenvolvimento de projetos estimuladores da compreensão dos aspectos ambientais (ROCHA, et al., 2013).

Quanto à abordagem científica, a intervenção da ciência, além de ampliar os limites do conhecimento, cria uma relação de reciprocidade e interdependência com a sociedade (BARABEIRO, 2007). Isso porque, a participação eficiente da sociedade no processo de decisão e desenvolvimento político exige conhecimento científico nos temas de bases (ARAÚJO, DIAS e COUTINHO, 2006; IRWIN, 1995). Tais reflexões justificam a necessidade do olhar científico para todas as temáticas potenciais de efeitos negativos. Esse olhar possibilita conhecimento prévio que estimule ações preventivas impulsionadas pela sociedade ao contribuírem para o processo democrático de gestão (Figura 13). Seguindo essa linha, afirma-se o conhecimento científico como fator principal para direcionar a criação e instituição de instrumentos e ferramentas de regulação, principalmente, em utilização aos recursos naturais – regulação ambiental (ISHIHARA, 2015; RAVENA, 2012; MARCUSE, 1973)



Figura 13. Processo de contribuição do conhecimento científico.
Fonte. Elaboração própria, 2017.

Dessa forma, se essa aplicação demonstrar que o conhecimento científico de abordagem das pequenas barragens é irrisório, esse pode estar contribuindo para o descaso com que essas estruturas são tratadas no processo de gestão socioambiental da bacia hidrográfica, uma vez que, massivas publicações ocasionariam debates sustentáveis acerca da temática.

Seguindo tal raciocínio, esse levantamento averiguou se as pequenas barragens são visualizadas como estruturas sustentáveis ou outras abordagens similares. Ainda, se os potenciais impactos provenientes são percebidos e ressaltados no contexto da bacia hidrográfica. Captou-se a possível importância a elas atribuída pela comunidade científica (objetivo específico 1). O interesse resume-se, ainda, em

identificar produções com bases discursivas que estimulem posicionamentos norteadores para a gestão, regulação e monitoramento destas pequenas estruturas.

A adoção do método seguiu os procedimentos detalhados na Tabela 3.

Tabela 3. Procedimentos metodológicos de pesquisa - levantamento bibliométrico.

LEVANTAMENTO BIBLIOMÉTRICO	COLETA	Definição dos termos de busca (português e inglês)	Barragem Dam	Foram encontrados 527 artigos nas bases selecionadas para consulta. Esses passaram por uma análise inicial de título e resumo com a seleção de 274 artigos para uma análise mais aprofundada.
		Definição do recorte temporal	16 anos (2001 a 2017)	O período definido foi estabelecido considerando o primeiro registro no Brasil que se tem conhecimento de acidentes com barragem envolvendo óbitos. Acredita-se que tais eventos são motivadores de estudos.
		Consulta da base de dados científica	Serviço de periódicos eletrônicos oferecido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Periódicos Capes)	Considerando a finalidade em analisar o conhecimento científico brasileiro, o portal foi selecionado considerando a sua vasta capilaridade, cobrindo todo território e interligando as principais bases científicas internacionais como WebOfScience, ScienceDirect, Scopus, entre outras. Até 2013 possuía 37.073 periódicos e 44.420.626 acessos a textos completos. A plataforma possibilitou diversas modalidades de pesquisa avançada com buscas específicas. Também considerável quantitativo de bases de dados brasileiras - uma vez que um dos recortes é o conhecimento brasileiro.
ANÁLISE EXPLORATÓRIA DA BIBLIOMETRIA	FILTRAGEM	Aplicação dos critérios de seleção.	Artigos que tratam os impactos e riscos de barragem no território brasileiro – Leitura do resumo e classificação.	A restrição ao território brasileiro leva em consideração que o direcionamento do estudo avalia a percepção brasileira quanto à importância de gestão das pequenas barragens no campo das discussões de sustentabilidade. Permitiu avaliar como a comunidade científica estimula tal percepção e impulsiona o conhecimento da sociedade na influência de políticas públicas.
		Sistematização dos registros	Utilizou-se como ferramenta auxiliar o <i>Software</i>	A planilha auxiliou a organização dos artigos avaliados segundo os critérios estabelecidos. Permitiu análises quantitativas e desenvolvimento de imagens que

			Microsoft® Excel 2010	representaram os resultados obtidos.
ASSOCIAÇÃO	LEVANTAMENTO DOCUMENTAL	Investigação em banco de dados públicos de registros e caracterização de estruturas de barragens no território brasileiro.	Banco de dados de gestão da Agência Nacional de Águas (ANA). Nesse, constam todas as barragens cadastradas em território brasileiro, pelos órgãos estaduais que implementaram a gestão das barragens. Outras fontes de informações sobre as características técnicas das barragens também foram consultadas.	Essa fase de levantamento foi necessária porque as análises iniciais identificaram que nenhum dos artigos mencionava o porte dos empreendimentos. Isso porque se trata de uma classificação nova no Brasil, a partir de 2010. A aplicabilidade permitiu a análise criteriosa de associação para classificar o porte das barragens abordadas nos artigos filtrados.
RESULTADOS	ANÁLISE	Contagem de frequência	Quantidade de publicações que abordem: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Grandes barragens ✓ Pequenas barragens ✓ Impactos socioambientais e econômicos. ✓ Riscos associados a rompimento. 	Essa quantificação permitiu avaliar a tendência da abordagem científica quanto ao porte das barragens. Ao tempo que possibilitou a percepção de importância na tratativa de pequenas barragens. Foram priorizados para as análises os temas que relacionaram aos impactos, riscos e segurança associado às estruturas, como norteadores para influenciar a sustentabilidade.

Fonte. Elaboração própria, 2017

Descrição. Sequência procedimental utilizada por autores como Pizzani, Lopes *et al.* (2012); Yoshida (2010); Silva, Leonido e Freitas (2015).

Os resultados dessa análise foram correlacionados com o subitem 4.1.2, que segue. A correlação permitiu traçar o nível de percepção acerca das pequenas barragens no meio científico e técnico, para então, identificar a importância atribuída por essas comunidades.

4.1.2 Levantamento e espacialização das pequenas barragens – Conhecimento técnico quanto à ocorrência de pequenas barragens de cursos d'água.

O desenvolvimento da metodologia, que se detalha neste item, consultou as bases públicas nos níveis federais, estaduais e municipais e identificou qual o conhecimento quanto à existência de pequenas barragens, principalmente, na região de estudo. Associado a esse e complementando as informações técnicas existentes, posteriormente, avaliou-se a ocorrência/frequência com que essas pequenas estruturas são estabelecidas. O resultado do cruzamento de informações atestou se é prática comum a construção de pequenas barragens, sobretudo, em propriedades rurais, na região Norte brasileira.

A aplicação do método consistiu em uma etapa inicial de levantamento de informações secundárias, por uma consulta aos bancos de dados federal (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2016d), estadual (SEMAS) e municipal (SEMMA - Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente de Paragominas). Buscou-se à existência de bancos de dados sistematizados com informações quantitativas das pequenas barragens ou, ainda, o mapeamento de espelhos d'água referentes a essas estruturas. As informações geoespacializadas, processadas por estes órgãos – mapeamento – podem produzir indicativos de represas artificiais de cursos d'água.

A procura por bancos de mapeamentos de espelhos d'água deu-se porque a utilização de dados de sensoriamento remoto tem se mostrado extremamente útil para estudos e levantamentos de recursos naturais, justamente, pela possibilidade de uma visão sinótica - resolução temporal - que permite a coleta de informações em diferentes épocas do ano e em anos distintos (FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, 2008). Isso, facilita os estudos dinâmicos de uma região - resolução espectral e permite a obtenção de informações sobre um alvo na natureza em distintas regiões do espectro (FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, 2008). Dessa forma, a técnica acrescenta uma infinidade de detalhes sobre o alvo em diferentes escalas, desde as regionais até locais (FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS, 2008), além de, largamente adotada por instituições públicas como ferramenta de gestão dos aspectos socioambientais do território. Sendo assim,

buscou-se por estes bancos a expectativa de que os órgãos monitorem as ocorrências e comportamento de pequenas barragens.

Com a possibilidade de emprego das ferramentas de geotecnologias para conhecimento da ocorrência e espacialização de barragens foi investigada a existência destes bancos de dados. As informações obtidas foram validadas com entrevistas semiestruturadas direcionadas aos órgãos de gestão ambiental detentores das informações.

Dois bancos de dados identificados no levantamento têm suas metodologias aqui descritas, considerando que o mapeamento geoespacial a ser realizado na área de estudo seguirá os mesmos direcionamentos. Assim, poder-se-á comparar as aplicações metodológicas na obtenção de resultados similares com mais detalhes e abrangências.

O banco de dados de gestão da ANA, disponível em website⁷, chamado Banco de Dados Nacional de Referência de Massas d'Água do Brasil, considera e identifica espelhos d'água a partir dos procedimentos descritos na Tabela 4 (pág. 83). Tal banco foi desenvolvido pelo órgão com o propósito de gerar informações para subsidiar ações de planejamento e gestão do setor de recursos hídricos e integrar a base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). O dado de Massas d'Água do Brasil corresponde a um dado geoespacial vetorial que compreende os corpos d'água existentes no território nacional, tais como lagos e reservatórios. O dado é resultado da agregação dos seguintes bancos: "Mapeamento de Espelhos d'Água do Brasil" e "Base de Dados de Reservatórios".

Considerando-se que nos níveis estadual e municipal nenhuma base de dados nesses moldes foi identificada, buscaram-se outras bases existentes. Informações similares à da ANA foram identificadas em um banco de dados do IMAZON, instituição não governamental (Instituto que vem atuando no município de estudo para apoiar a regularização ambiental). No decorrer das ações, o IMAZON conduziu um estudo geoespacial da cobertura do solo, tratando, na ocasião, a rede de drenagem do município. Com uma escala menor que a da ANA (Tabela 4, pág. 83), os

⁷ <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home?uuid=7d054e5a-8cc9-403c-9f1a-085fd933610c>

pesquisadores conseguiram mapear espelhos de água menores, prenunciando a adoção de várias barragens no município de Paragominas (área de estudo).

Tabela 4. Procedimentos metodológicos empregados pelas bases de dados consultadas.

LEVANTAMENTOS SECUNDÁRIOS	
Base de Dados Nacional de Referência de Massas d'Água (ANA, 2016d).	Base de Dados do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Martins <i>et al.</i> , 2013).
Informações Utilizadas. Dados geoespacial vetorial que compreendem os corpos d'água existentes no território nacional com a classificação de tipologia: naturais e artificiais.	Informações Utilizadas. Dados geoespacial vetorial que compreendem os corpos d'água existentes no município de Paragominas até o ano de 2010.
Dados - Atualização em 2016. Imagens de satélite <i>Landsat 8 OLI</i> com 30 metros de resolução espacial e imagens <i>RapidEye</i> de 5 metros de resolução espacial, disponíveis na ANA e/ou ainda por meio de vetorização sobre serviços <i>Web Map Service (WMS)</i> de imagens de satélite de alta resolução espacial, disponíveis por meio do recurso <i>BaseMap</i> do software <i>ArcGIS®</i> e dos complementos <i>Google Satellite</i> e <i>Bing Aerial</i> do software <i>QGIS</i> .	Dados. Imagens de satélite dos sensores <i>RapidEye</i> ortorretificadas (nível 3A), e imagens dos sensores <i>Landsat Thematic Mapper (TM)</i> e <i>Landsat Enhanced Thematic Mapper (ETM)</i> , disponibilizadas pelo Inpe. Para compor o mosaico de imagens <i>RapidEye</i> foram adquiridas 55 cenas para os anos de 2009 (n = 45) e 2010 (n = 10), cobrindo todo o território do município. A resolução espacial reamostrada é de 5 metros. Software <i>ArcGIS®</i> .
Georreferenciamento. Para esse procedimento, as bases utilizaram imagens <i>Geocover</i> já reprojatadas para UTM SAD69 sul. Coleta de 8 a 10 pontos para a base da ANA e de 40 pontos para a base IMAZON.	
Mapeamento. Interpretação visual das imagens para a digitalização dos espelhos de água feita com o uso de "polilinhas" fechadas, formando assim um polígono de forma manual em projeção UTM.	
Escala. 1:250.000 - Espelhos a partir de 20 hectares.	Escala. 1:50.000 – Espelhos a partir de 0,181 hectares.

Fonte. Elaboração própria, 2017.

Para se certificar da inexistência dos bancos de dados nos organismos estadual e municipal e, conseqüente, desconhecimento da ocorrência e espacialização de pequenas barragens procedeu-se a validação. Assim, o levantamento em websites foi validado com entrevistas conduzidas aos setores competentes nos dois órgãos (SEMAS e SEMMA). O roteiro de questionamentos está apresentado na Tabela 5.

Tabela 5. Roteiro de entrevista com os organismos de Meio Ambiente Estadual (Pará) e Municipal (Paragominas).

		Entrevistas semiestruturadas
MONITORAMENTO DA COBERTURA DO SOLO	A secretaria possui um setor com a responsabilidade de mapear a cobertura do solo?	O procedimento de entrevista semiestruturada foi adotado considerando a flexibilidade em alterar, no momento da conversação, as questões ou adicionar outras que no momento se apresente como relevante.
MAPEAMENTO DOS ESPELHOS D'ÁGUA	A secretaria realiza o mapeamento de espelhos d'água? Se sim, quais tamanhos mínimos e escala utilizada?	

CADASTRO DE PEQUENAS BARRAGENS	A secretaria possui um cadastro para barragens que considere pequeno, médio e grande porte, principalmente de cursos d'água?	Cardoso (2011) ressalta os benefícios da técnica quando defende envolver perguntas previamente discutidas e definidas para orientar o processo. O que permite "reformular e alterar a ordem no decorrer da entrevista", conferindo abertura ao discurso do entrevistado, mas prevendo algum controle, caso se desvie do assunto em estudo.
LICENCIAMENTO DE PEQUENAS BARRAGENS	Existe um banco de dados com o quantitativo de licenças ambientais e outorgas de uso para obras hídricas? Caso sim, esse permite identificar quantas foram emitidas para barragens de pequeno porte?	

Fonte. Elaboração própria, 2017

Os questionamentos, com perguntas diretas e abertas, foram pensados para possibilitar informações rápidas, as quais permitiram o conhecimento, por parte dos organismos, quanto à frequência/ocorrência e gestão de pequenas barragens de cursos d'água. Até aqui, o método adotado permitiu analisar se as instituições públicas, com responsabilidade de gestão ambiental, conhecem tecnicamente a ocorrência e frequência com que as pequenas barragens de cursos hídricos são empregadas no estado e município (objetivo específico 2).

Diante do nível de conhecimento dos órgãos inquiridos, procedeu-se a identificação geoespacial das pequenas barragens no município de estudo, cujo intuito foi cruzar essa ocorrência com as informações prestadas pelos organismos e assim, avaliar se a frequência real é de conhecimento dos órgãos responsáveis pela gestão dessas estruturas. O método descrito adiante considerou as informações secundárias (banco de dados da ANA e IMAZON) complementando-as a partir dos procedimentos metodológicos sistematizados na Tabela 6. Buscando maior detalhe, as análises consideraram a digitalização dos espelhos d'água ainda menores (<1 ha). Assim, identificou-se com maior precisão o quantitativo de pequenos barramentos nos rios da bacia hidrográfica do rio Uraim.

Tabela 6. Procedimentos metodológicos empregados para identificar a frequência e ocorrência de pequenos barramentos de cursos d'água – Prática comum.

DADOS	Imagens de satélites e base vetorial. Imagens de satélite dos sensores RapidEye ortorretificadas (nível 3A), e imagens dos sensores Landsat Thematic Mapper (TM) e Landsat Enhanced Thematic Mapper (ETM), disponibilizadas pelo Inpe. Para compor o mosaico de imagens RapidEye foram avaliadas 55 cenas para os anos de 2009 (n = 45) e 2010 (n = 10), cobrindo toda a bacia hidrográfica de estudo. A resolução espacial reamostrada é de 5 metros.
--------------	--

GEORREFERENCIAMENTO DE IMAGENS SATELITAIS	Para o georreferenciamento e o registro das imagens, foi utilizado o método de reamostragem por vizinhança mais próxima, disponível no software Enviromental for vizualizing Images – ENVI 4.7. Para as imagens Landsat foram utilizadas as imagens GeoCover 2000 como base de referência. Foram coletados no mínimo 05 pontos de controle em cada imagem e o erro aceitável foi de 0,5 pixel. O sistema de coordenadas foi o mesmo aplicado para imagens RapidEyer – UTM (<i>Universal Transverse Mercator</i>) com datum DAS-69.
ESCALA	1:10.000
DIGITALIZAÇÃO DOS ESPELHOS D'ÁGUA	Interpretação visual das imagens para a digitalização dos espelhos de água feita com o uso de “polilinhas” fechadas, formando assim um polígono de forma manual em projeção UTM.
VALIDAÇÃO	Após o preenchimento do banco de dados, os polígonos passaram por uma nova triagem na correção para ser elaborado o produto final. Dessa vez, foi revisado, criteriosamente, cada espelho d'água individualmente. Nesse processo de correção recorreu-se ao software Google Earth 4.0.2091 (beta). Nessa etapa de correção e validação dos Espelhos, a ferramenta do Google Earth mostrou-se de grande utilidade, uma vez que possibilitou a comparação do produto vetorizado com imagens atualizadas e em sua maioria até com melhor qualidade visual.

Fonte. Elaboração própria, 2017.

Descrição. IMAZONGEO, 2017.

A execução da sequência detalhada permitiu espacializar a ocorrência de pequenos represamentos de água na bacia e sub-bacia do rio Uraim, isso, com a identificação de espelhos d'água e determinação da frequência com que são implementados (objetivo específico 3). Também foram analisadas imagens da bacia hidrográfica de anos variados na expectativa de identificar o ano de construção de cada barramento, no entanto, devido à qualidade das imagens de anos remotos, tal identificação se tornou inviável.

4.1.3 Levantamento bibliográfico e documental – Conhecimento de eventos de rupturas e efeitos associados às pequenas barragens.

Identificada a ocorrência de pequenas barragens de rios no espaço de estudo, é inevitável, em um contexto de climas extremos, não imaginar cenários catastróficos advindo de colapso ou ruptura destas estruturas. Isso porque ao longo do século XX, como abordado no subitem 2.2, inúmeros eventos desta natureza tem ocorrido com frequência. Chaves et al. (2015), ao analisarem metodologias aplicadas em simulações de onda de cheia induzida, apontam que em rios com vários reservatórios o rompimento de uma barragem pode ocasionar rupturas sucessivas dos mesmos, compondo rompimentos em cascata de propagação rápida e potencial destruidor

muito elevado. A identificação da presença dessas estruturas, como sugeriu a aplicação metodológica do subitem 4.1.2, demanda uma fase adicional que demonstre a existência ou não de riscos e danos associados a essas pequenas estruturas – objetivo deste subitem (objetivo específico 4). No entanto, não é mandatário aqui a realização de uma análise de risco, mas sim de identificar eventos ocorridos, projetados por essas estruturas, que demonstrem a materialização do risco e dano socioambiental a elas associados.

Até aqui, essa combinação metodológica justifica e fortalece os argumentos quanto à necessidade de gestão controlada das pequenas barragens, porque, embora se tratem de pequenas barragens, a adoção indiscriminada ao longo do curso d'água, além de aumentar os impactos ambientais potencializa os riscos em eventos de ruptura (PISANIELLO, TINGEY-HOLYOAK e BURRITT, 2012).

Estar ciente das consequências e dimensões dos danos ocasionados por essas estruturas possibilitam planejamento e atuação preventiva. Nesse sentido, o levantamento bibliográfico e documental, aqui descrito, buscou informações que ressaltam os impactos relacionados a falhas – rupturas dessas estruturas, bem como, alguns resultados científicos que atestam os impactos advindos dos processos de implementação dessas estruturas de barramento. O objetivo principal, desse, portanto, foi investigar a existência de riscos e danos socioambientais comprovados, a partir das ocorrências associadas ao estabelecimento das barragens de pequeno porte. A Tabela 7 sistematiza todas as etapas e especificações que serão empregadas para conhecimento do cenário de risco, assim como, a justificativa para o emprego de cada técnica.

Tabela 7. Procedimentos metodológicos para levantamentos bibliográficos e documentais de riscos e danos comprovados.

<p>LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO</p>	<p>Uma revisão sistemática foi conduzida em 29 publicações científicas sendo todas internacionais. Essa seleção constou de eventos catastróficos envolvendo barragens de pequeno porte localizadas em países estrangeiros e nacionais.</p> <p>1. Para obtenção das publicações utilizou-se a mesma base de dados utilizada para o levantamento bibliométrico – Periódico Capes.</p>	<p>Essa etapa do levantamento teve como objetivo selecionar e analisar publicações sobre impactos, riscos e danos associados às pequenas barragens. Buscaram-se eventos de ocorrências nacionais e internacionais. Considerando o pouco registro destes eventos não foi estabelecido recorte temporal.</p>
--	---	--

	<p>2. O termo de busca foi: Small dam. Um filtro foi aplicado para os artigos que tratavam de riscos, danos e impactos. Diferente do levantamento bibliométrico, nesse, as publicações de barragens internacionais não foram desprezadas. Também não foi estabelecido lapso temporal para as publicações.</p>	<p>A busca de informações em referências bibliográficas contribui para sustentar uma argumentação, representar preocupações, preferências e metodologias adotadas. Sinaliza, assim, o quão é importante determinada produção científica para corroborar resultados (VERGARA e CARVALHO JÚNIOR, 1995).</p>
<p>LEVANTAMENTO DOCUMENTAL</p>	<p>Uma busca a acervos jornalísticos, institucionais e judiciários foi conduzida a fim de que eventos danosos envolvendo pequenas barragens brasileiras tivessem sido registrados.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Consulta a bancos midiáticos de jornais diversos. Todos os eventos de desastres das barragens foram catalogados. 2. Consulta a banco de dados das instituições responsáveis por registros de acidentes e gestão da segurança de barragens: ANA e CBDB. Todos os eventos foram catalogados. 3. Consulta de processos judiciais em tribunais de justiça de estados diversos. Essa etapa consistiu na identificação de responsabilização pelos eventos ocorridos. Assim foi possível verificar a veracidade dos eventos divulgados nos meios jornalísticos. 4. Consulta a banco de dados diversos de registros e controle de barragens: ANA, Departamento Nacional de Obras contra a Seca (DNOCS). O objetivo foi identificar as características técnicas das barragens associadas aos acidentes e classifica-las quanto ao porte. Somente as estruturas de barramentos de pequeno porte foram apresentadas neste. 	<p>A aplicação permitiu a análise de fontes diversas, que posteriormente foram corroboradas e classificadas.</p> <p>O método foi utilizado considerando a possibilidade de analisar dados brutos com transformações, operações e verificações realizadas com a finalidade de atribuir um significado relevante em relação a um problema de investigação (CALADO e FERREIRA, 2005).</p>

Fonte. Elaboração própria, 2017.

A aplicação das ferramentas de pesquisa e análise possibilitou a identificação de consideráveis registros danosos envolvendo pequenas barragens. A visualização combinada dos itens 4.1.1, 4.1.2 e esse, permitiu traçar a percepção acerca das pequenas barragens e os aspectos socioambientais a elas associados (objetivo 4). Essa visão estimulou o passo seguinte em analisar o arcabouço legal e institucional, visando identificar fragilidades e propor oportunidades de melhorias para uma gestão sustentável das pequenas barragens.

4.1.4 Levantamento documental com entrevistas semiestruturadas - O arcabouço legal e institucional para a gestão sustentável das pequenas barragens

O conhecimento da prática de adoção das pequenas barragens e riscos a elas associados, estimularam uma análise dos aspectos legais e institucionais existentes ou necessários, visto que, se o conhecimento científico e técnico ateste ser insipiente, imagina-se que a gestão possa ser frágil e desprovida das regulações necessárias. Nesse sentido, esse item descreve os levantamentos realizados para analisar o status dos aspectos legais e institucionais empregados ou que possuam potencial na gestão das pequenas barragens (objetivo 5). Além disso, foi possível, ainda identificar fragilidades e pontuar oportunidades de fortalecimento para ambos aspectos.

A seleção do procedimento levou em consideração a ferramenta de análise documental pela possibilidade de identificar informações factuais nos documentos a partir de questões e hipóteses de interesse. Como buscar, fundamentar e consolidar conclusões são o principal direcionamento desse levantamento, a técnica atendeu às necessidades, uma vez que a investigação de documentos permitiu a extração de informações e análise para a elaboração de sínteses e conclusões acerca da busca (SÁ-SILVA, ALMEIDA e GUINDANI, 2009; CELLARD, 2012; PIMENTEL, 2001). A técnica possibilita, ainda, descobrir as circunstâncias com as quais o objeto de estudo está relacionado – considerando o estudo ou análise de um ou vários documentos. (PINA-OLIVEIRA, GERMANI e CHISEA, 2016).

A busca foi conduzida com um profundo estudo acerca da base legislativa que direta ou indiretamente possam estar relacionadas às barragens, sem distinção de porte. Os procedimentos utilizados para a análise do arcabouço legal aplicáveis à barragem, está detalhado na Tabela 8.

Tabela 8. Procedimentos metodológicos para levantamento da base legislativa aplicável às barragens.

<p>LEVANTAMENTO DOCUMENTAL</p>	<p>1. As bases públicas dos acervos legislativos do governo federal, estadual e municipal foram acessadas: Palácio do Planalto⁸, Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará⁹ e Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente de Paragominas¹⁰ para consultas. Foram selecionadas todas as normativas relacionadas aos recursos hídricos e obras de</p>
---------------------------------------	--

⁸ <http://www2.planalto.gov.br/>

⁹ <https://www.semas.pa.gov.br/>

¹⁰ <http://www.paragominas.pa.gov.br/secretarias/SEMMA/>

	<p>infraestrutura para identificar algum direcionamento legal aplicável às pequenas barragens. O levantamento normativo considerou as leis, decretos, resoluções e instruções normativas que pudessem indicar disciplinamento ou restrições para a adoção das barragens em seu contexto geral.</p> <p>2. A identificação de boas iniciativas considerou a análise de bases pertencentes a regiões mais avançadas no disciplinamento das pequenas barragens. Assim foi avaliado como é realizado o controle e regulação dos pequenos açudes e represas, corriqueiramente, empregados para reservação de água.</p>
<p>ENTREVISTAS SEMIESTRUTURADAS (Validação do levantamento online)</p>	<p>Entrevistas com servidores chaves dos mencionados órgãos de meio ambiente foram conduzidas para afirmar e esclarecer as informações levantadas na etapa de levantamento documental. Também, para averiguar a existência de possíveis termos de referência de licenciamentos que não estejam disponíveis nos bancos de legislação públicos acessados. As questões norteadoras foram:</p> <ol style="list-style-type: none"> Quais legislações disciplinam os usos dos recursos hídricos? Quantas outorgas os órgãos forneceram para acumulação de água por represas artificiais de grande e pequeno porte? Quais setores emitem as licenças ambientais para as barragens? Quantas licenças ambientais foram emitidas para estes pequenos empreendimentos? De quem é a responsabilidade de controle e fiscalização das licenças ambientais para construção de obras hídricas? Também para o controle de segurança? Quais normativos disciplinam a segurança de barragens no ente federado? <p>Esta etapa de entrevista validou as informações do levantamento documental.</p>
<p>ANALISE DOS DADOS</p>	<ol style="list-style-type: none"> As bases legais que contiveram algum indicativo para disciplinar as pequenas barragens, foram destacadas para serem aproveitadas nas reflexões acerca do advento legal adequado às necessidades locais. O entendimento da estrutura institucional e técnica existente foi avaliada para identificar as fragilidades na implementação das políticas estabelecidas pelo estado e município.

Fonte. Elaboração própria, 2017.

Se atestada a lacuna na determinação legal, quanto às pequenas barragens (seja licenciamento ou aspectos de segurança) podem-se destacar as fragilidades como impulsionadoras à prática de estabelecimento de barramentos irregulares nos cursos d'água, uma vez que estes desconsiderem os critérios técnicos e ambientais.

É sabido que não há crime sem lei anterior que o defina, nem pena sem prévia cominação legal, preceitos previstos nos incisos II e XXXIX do art. 5º da CF/88, respectivamente, base de todo o regime jurídico brasileiro. Considerando-os, fica em voga que, na existência da provável lacuna, se as esferas normativas nunca apresentarem indicativos regulatórios, não há o que questionar descumprimento legal em eventos danosos ocasionados por falhas nessas estruturas. É sob essa visão que a pesquisa documental e entrevistas foram selecionadas e aplicadas para identificar carências e fragilidades nos aspectos reguladores.

O desenvolvimento do referido item permitiu uma visão geral de todas as bases legislativas que devem ser observadas para o caso de estabelecimento de barramentos de cursos d'água, independente do porte e como elas disciplinam. Essa percepção permitiu, ainda, afirmar a existência ou não de normativos possíveis de serem incorporados ou complementados para a regulamentação de pequenas barragens.

Ademais, a execução de todos os procedimentos metodológicos, descrito nesta seção, favoreceu a avaliação e entendimento do quão as pequenas barragens são representativas, não apenas para o desenvolvimento econômico local, como para uma mudança de percepção relacionada aos seus empregos, abordagem, riscos associados e regulação pertinente.

A partir dos resultados que foram obtidos com o desenrolar metodológico, foi possível realizar proposições teóricas que responderam às questões norteadoras desta pesquisa - resultados. As proposições dos resultados estão apresentadas e discutidas nos próximos 3 (três) capítulos que seguem.

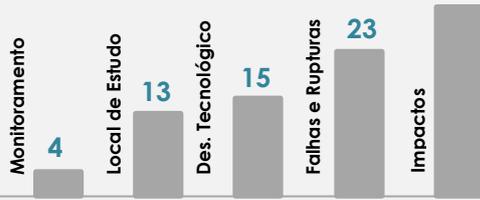
5 PEQUENAS BARRAGENS DE RIOS EM FOCO

A correlação estabelecida entre os resultados da aplicação dos procedimentos metodológicos descritos nos subitens 4.1.1 e 4.1.2 permitiu avaliar o conhecimento quanto à existência, frequência e importância na abordagem das pequenas barragens por dois segmentos: 1. O tratamento atribuído pelas bases científicas e 2. Organismos responsáveis pela gestão técnica da temática ambiental e hídrica. Tais resultados emergiram na percepção do foco que é atribuído às pequenas barragens pelos principais atores – considerando a sustentabilidade a elas inerente. Possibilitou ainda, definir a prática comum na adoção dessas estruturas a partir dos dados gerados como é discorrido adiante.

A finalidade de apurar a disseminação do conhecimento científico sobre as pequenas barragens atendeu às expectativas esperadas. O levantamento resultou em um quantitativo inicial de 527 publicações abordando as barragens em seu contexto geral. A aplicação dos critérios possibilitou focar para as pequenas barragens, após exaustivas análises de classificação e caracterização. Os resultados concernentes estão compilados e resumidos na Figura 14 (pág. 92).

Embora o procedimento inicial previsse a avaliação dos critérios expostos no resumo de cada artigo, uma análise específica não apenas no artigo, mas também em outras bases de dados, foi necessária para identificar o porte de cada uma das 60 barragens mencionadas nas publicações selecionadas. Isso porque não se tratava da finalidade de grande parte das publicações descreverem aspectos técnicos que permitissem uma rápida identificação do porte da barragem, sobretudo, porque os critérios para classificação em grande e pequeno porte foram estabelecidos recentemente (2010) pela Política Nacional de Segurança de Barragens. A Tabela 9 (pág. 93) apresenta resumidamente uma relação dos artigos científicos de interesse considerados nas análises.

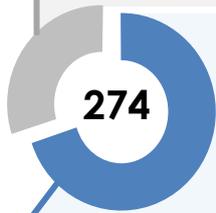
Abordagens das publicações sobre barragens internacionais



31% (85)

Publicações sobre barragens internacionais

A fase inicial de coleta dos dados, com a aplicabilidade dos termos de busca e recorte temporal, identificou 274 publicações. A fase de filtragem, que obedeceu aos critérios de interesse do levantamento, desconsiderou das análises principais as publicações que abordaram barragens em territórios internacionais, representando um amostral de 31% ou 85 publicações, direcionadas como apresenta o gráfico ao lado. Importante ter cuidado com o olhar inicial puramente para os números, evitando a conclusão de que a comunidade científica brasileira possui maior interesse em estudar as barragens. A análise mais criteriosa do contexto e abordagem demonstra uma forte tendência da comunidade científica brasileira em apenas citar a nomenclatura das barragens como especificação do local onde o estudo será desenvolvido (104). Nesse caso, os resultados não possuem qualquer relação com o empreendimento de barragem.

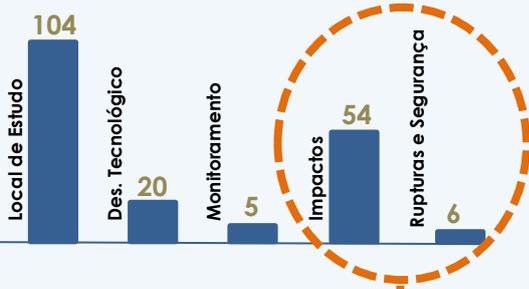


Um total de 189 publicações foi analisado criteriosamente a partir do estudo do conteúdo, na íntegra, para classificação das abordagens associadas. Buscas adicionais em sites oficiais da Agência Nacional de Água (ANA), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e Comitê Brasileiro de Barragens (CBDB) foram realizadas para análise das características técnicas de cada barragem citada e então, classificação do porte. Nenhum dos artigos retratou características técnicas do barramento que permitisse determinar o porte. Importante considerar que os critérios para classificação do porte da barragem, no Brasil, foram definidos em 2010 com a publicação da lei que instituiu a Política de Segurança de Barragens.

69% (189)

Publicações sobre barragens brasileiras

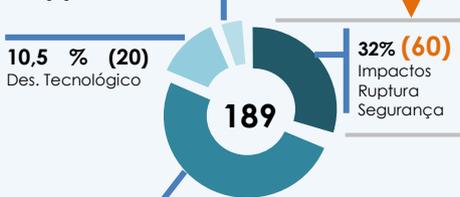
Abordagens das publicações sobre barragens brasileiras



Para a análise das publicações de interesse às discussões, foram selecionados os artigos com duas abordagens: 1) Impactos relacionados às barragens e 2) Rupturas e/ou segurança associados. Essa delimitação deve-se à busca da percepção de sustentabilidade que a comunidade científica atribui às barragens, gerando bases para posicionamentos sociais críticos e estimuladores de políticas públicas. Com esse direcionamento, do total de 189 publicações que mencionam barragens nacionais, apenas 60 publicações (32%) retratam os aspectos de análise sustentável selecionado. Um grande quantitativo de publicações (104 – 55%), apenas mencionou as barragens como o local de desenvolvimento de algum estudo, sem que as análises considerem qualquer relação com a barragem. Com outras temáticas, 20 publicações (10,5%) abordam tecnologias para a operacionalização das barragens e 5 artigos (3%) relataram técnicas de monitoramento para o funcionamento da estrutura.

3% (5) – Monitoramento

10,5 % (20)
Des. Tecnológico



55% (104)
Publicações mencionam barragens como locais de estudo

32% (60)
Impactos
Ruptura
Segurança

2% (1)
Pequenas barragens



98% (59)
Grandes barragens

Artigo. Avalia a interferências de barramentos de médio e pequeno porte no regime hidrológico do estuário brasileiro.

Dos 60 artigos que podem impulsionar discussões com viés sustentáveis acerca das barragens, 98% (59 artigos) estão direcionados às análises de grandes empreendimentos de barragens. Apenas 2% (1) das publicações abordaram pequenas barragens. O quantitativo demonstra o grande interesse da comunidade científica em direcionar estudos para empreendimentos com resultados de grandes proporções em impactos e riscos.

Figura 14. Resultados quantitativos do levantamento bibliométrico – Interesse científico em pequenas barragens. Fonte. Elaboração própria, 2017.

Tabela 9. Relação de artigos selecionados na análise bibliométrica.

Scopus	Longitudinal distribution of chironomidae (Diptera) downstream from a dam in a neotropical river. (PINHA et al., 2013)
Scopus	Influência da barragem de Tucuruí no desempenho da pesca artesanal, estado do Pará. (SANTANA et al., 2014)
Scopus	Influence of peak flow changes on the macroinvertebrate drift downstream of a Brazilian hydroelectric dam. (CASTRO, HUGHES e CALLISTO, 2013)
Scopus	A água como suporte para atividades de lazer e turismo: possibilidades e limitações da barragem piracuruca no estado do Piauí (Brasil). (FERREIRA, LOPES e ARAÚJO, 2012)
Scopus	Structural and edaphic aspects of a Seasonal Deciduous Forest before filling the dam in Araguari, Minas Gerais. (KILCA et al., 2011)
Scopus	Spatial patterns of water quality in Xingu River basin (Amazonia) prior to the Belo Monte dam impoundment. (RODRIGUES-FILHO et al., 2015)
Scopus	The study of Passaúna river barrage with its reservoir sedimentation, Curitiba (PR). (SAUNITI, FERNANDES e BITTENCOURT, 2004)
Scopus	Interfering parameters in the eutrophication of the surface water reservoir, Ceará state, Brazil. (BATISTA et al., 2013)
Scopus	Short-term changes in energy allocation by Hemiodontidae fish after the construction of a large reservoir (Lajeado Dam, Tocantins River). (MEDEIROS et al., 2014)
Scopus	Medidas mitigadoras dos impactos ambientais causados por usinas hidrelétricas sobre peixes. (ANDRADE e ARAÚJO, 2011)
Scopus	Spatial and temporal distribution of the zoobenthos community during the filling up period of Porto Primavera Reservoir (Paraná River, Brazil). (JORCIN, NOGUEIRA e BELMONT, 2009)
Scopus	Blockage of migration routes by dam construction: Can migratory fish find alternative routes? (ANTONIO et al., 2007)
Scopus	Dípteros hematófagos (Culicidae, Psychodidae, Simuliidae) em fragmento de floresta sob impacto de barragem na fronteira dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, Brasil. (MULLER et al., 2014)
ScienceDirect	Deep into the mud: ecological and socio-economic impacts of the dam breach in Mariana, Brazil. (FERNANDES et al., 2016)
ScienceDirect	Assessment and statistics of Brazilian hydroelectric power plants: Dam areas versus installed and firm power. (CAETANO DE SOUZA, 2008)
Scielo	Transformações ocorridas na vida de atingidos pela barragem de Irapé: o caso do Quilombo de Porto Corís. (FREITAS, OLIVEIRA e SOUSA, 2015)
Scielo	Culicidae (Diptera) in the Dam area bordering the states of Santa Catarina and Rio Grande do Sul, Brazil. (GOMESAULA, et al., 2009)
Scielo	Interferências de barramentos no regime hidrológico do estuário do rio Catú-Ceará-Nordeste do Brasil. (PINHEIRO e MORAIS, 2010)
Scielo	Assessing fish assemblages similarity above and below a dam in a Neotropical reservoir with partial blockage. (ARAÚJO, SANTOS e ALBIERI, 2013)
Springer	Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. (LEES, PERES, et al., 2016)
Springer	Changes in river water quality caused by a diversion hydropower dam bordering the Pantanal floodplain. (FANTIN-CRUZ et al., 2016)
Sage Publications	The Developmental State, Civil Society, and Hydroelectric Politics in Brazil. (BURRIER, 2016)
RePEc	Análise das Medidas de Renda, Distribuição e Pobreza dos Municípios da Área de Influência da Barragem Castanhão Ceará. (CAMPOS e CAMPOS, 2008)
Periódicos Capes	Brazil's worst mining disaster: Corporations must be compelled to pay the actual environmental costs. (GARCIA et al., 2017)
Periódicos Capes	Impactos da implantação da barragem no Ribeirão João Leite sobre a oferta de hortifruti na Grande Goiânia. (SOUSA, 2013)
Dialnet	A luta dos atingidos por barragens no Brasil: O caso dos atingidos pela usina hidrelétrica de Barra Grande. (FOSCHIERA e JÚNIOR, 2012)

Dialnet	As deficiências do plano de ação emergencial das barragens no Brasil. (SAMPAIO, 2016)
Dialnet	Os Estabelecidos e os Outsiders da Amazônia: uma reflexão sociológica acerca de um projeto de reassentamento em Rondônia, Brasil. (RIBEIRO, ANDRADE e MORET, 2015)
Dialnet	Impactos sociais da desterritorialização na Amazônia brasileira: o caso da hidrelétrica de Balbina. (RODRIGUES e OLIVEIRA, 2012)
Dialnet	Uso do habitat e estimativa populacional de lontras antes e depois da formação do reservatório de Salto Caxias, rio Iguçu, Paraná, Brasil. (QUADROS, 2012)
Dialnet	Impact of dams on global biodiversity: A scientometric analysis. (BRANQUINHO e BRITO, 2016)
Dialnet	Histórias de pescadores: estudo com ribeirinhos desalojados por uma hidrelétrica. (ALVES e JUSTO, 2011)
Dialnet	Análise dos usos múltiplos e impactos ambientais em área rural: açude do rio Caxitoré, Ceará. (DAMASCENO e MENDES, 2015)
Cengage	Tailings Dam Failure Shuts Down Brazilian Iron Ore Producer Samarco. (ENGINEERING AND MINING JOURNAL, 2015)
Cengage	El Movimiento de los Afectados por Represas em la Amazonia: um movimento popular nacente de "vidas inundadas". (CORRÊA, 2009)
Cengage	Impacts of artificial reservoirs on floristic diversity and plant functional traits in dry forests after 15 years. (LOPES et al., 2015)
Cengage	Identidade de lugar: um estudo sobre um grupo de moradores atingidos por barragens no município de Timbe do Sul, Santa Catarina. (ARCARO e GONÇALVES, 2012)
Cengage	Brazilian Prosecutors Charge Samarco, BHP, Vale Execs Over Dam Disaster. (ENGINEERING AND MINING JOURNAL, 2016)
Cengage	Pelo menos a barragem da Farinha já "sangrou". (REVISTA SEMANA, 2011)
ProQuest	The influence of castanhao reservoir on nutrient and suspended matter transport during rainy season in the ephemeral jaguaribe river (CE, Brazil). (MOLISANI et al., 2013)
Networked	Estudo do nível trópico do reservatório de Porto Primavera por meio de sensoriamento remoto e visualização de séries temporais. (ERASO, 2016)
DOAJ	Cosmologia, Paisagem, Lugar e o Método Fenomenológico: Possíveis Reflexões em uma Cidade Impactada por Barragem. (SILVA e ERTZOGUE, 2015)
DOAJ	Ecoturismo e Educação Ambiental: Uma Proposta para a Recuperação e Proteção do Patrimônio Histórico e Natural da Barragem do Rio Vacacaí Mirim-Santa Maria/RS. (PORTELA et al., 2011)
DOAJ	Estrutura da assembleia de microcrustáceos (Cladocera e Copepoda) em um reservatório do semi-árido Neotropical, Barragem de Pedra, Estado da Bahia, Brasil. (SIMÕES e SONODA, 2009)
DOAJ	Evolução do uso da terra e dos solos na bacia de captação da barragem Água Fria I e II em Barra do Choça/BA. (OLIVEIRA, 2009)
DOAJ	Zoobenthics as indicators of the water quality in the Santa Bárbara Dam, Pelotas, RS, Brazil. (PIEDRAS et al., 2006)
DOAJ	Potencial poluidor de resíduo sólido da Samarco Mineração: estudo de caso da barragem de Germano. (PIRES et al., 2003)
DOAJ	Hidrelétricas no Rio Madeira-RO: tensões sobre o uso do território e dos recursos naturais na Amazônia. (CAVALCANTE e SANTOS, 2012)
DOAJ	A Influência do Nível Fluviométrico sobre as Variações de Área de Água e da Cobertura Vegetal na Planície do Alto Rio Paraná. (FILHO e FRAGAL, 2013)
DOAJ	Convergências e Divergências acerca das Interpretações do Risco: O Caso da UHE Itaipu-Binacional. (SORIANO e VALENCIO, 2012)
DOAJ	Risk-factor classification of tailings and industrial waste dams
DOAJ	Mundar o sertão: ou quando o Jaguaribe virou açude no Ceará. (LIMA, 2008)
DOAJ	A ictiofauna da bacia do rio Tibagi e o projeto de construção da UHE Mauá, Paraná, Brasil. (RAIO e BENNEMANN, 2010)
DOAJ	Impactos Socioambientais à Margem do Rio São Francisco: Resultado da Falta de Consideração da Área de Influência Real. (SANTOS, 2009)

DOAJ	Invasão da piranha <i>Serrasalmus marginatus</i> Valenciennes, 1847 no alto rio Paraná, Brasil. (AGOSTINHO e JÚLIO JÚNIOR, 2002)
DOAJ	Use of remote sensing to study the influence of environmental changes on malaria distribution in the Brazilian Amazon. (VASCONCELOS, NOVO e DONALISIO, 2006)
DOAJ	Impacts of construction of hydroelectric plant of Sobradinho in the flow on lower São Francisco river. (MARTINS et al., 2011)
DOAJ	Chlorococcales registradas na comunidade perifítica, no reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, Brasil, antes e após o represamento das águas. (FELISBERTO, RODRIGUES e LEANDRINI, 2001)
AGRIS	Qualidade da Água em Ecossistemas Aquáticos Tropicais sob Impactos Ambientais no Baixo Rio Jari-AP. (ABREU e CUNHA, 2015)
John Wiley & Sons	The tailings dam failure of 5 November 2015 in SE Brazil and its preceding seismic sequence. (AGURTO-DETZEL et al., 2016)

Fonte: Periódico Capes - Levantamento realizado em 2017.

O percentual de 2% de publicações sobre pequenas barragens demonstrou-se insipiente para produzir impactos que estimulem discussões acerca da sustentabilidade dessas estruturas. A frágil abordagem dessas barragens em estudos, no Brasil, não pode estar relacionada a uma possível baixa incidência dessas estruturas (será demonstrado nos próximos resultados), ou a uma discussão de insignificância dos aspectos de impactos e riscos associados (demonstrado na seção 6).

As hipóteses relacionam o desinteresse científico pelas pequenas barragens a dois motivadores: a) o financiamento das pesquisas que envolvem os grandes empreendimentos e b) a visão fragmentada dos impactos associados.

No tocante ao financiamento, é perceptível, no Brasil, a atuação das universidades como promovedoras do ensino, da pesquisa acadêmica e o fornecimento de conhecimento para o setor privado (ZUCKER, DARBY e ARMSTRONG, 2002). Os atrativos à produção científica podem ser destacados com a permissividade de investigações, a produção de novas tecnologias e o financiamento de descobertas. O risco de render as produções científicas aos robustos financiamentos pode ser refletido em: a) seleção de projetos de pesquisa considerando apenas o interesse do setor privado, sem ressaltar o progresso científico, b) redirecionamento das agendas de pesquisa dos cientistas, c) restrição à divulgação de resultados importantes para a formação crítica da sociedade e d) redução do número de publicações (HOTTENROTT e THORWARTH, 2011).

Nesse contexto, geralmente, esses atrativos financiamentos estão relacionados aos empreendimentos de grandes barragens. No Brasil, as grandes

barragens estão direcionadas, principalmente, para atender à matriz energética nacional (MENDES, BELUCO e CANALES, 2017). Os elevados investimentos possibilitam não apenas a concepção, como também, incluem reservas para financiamentos direcionados para o desenvolvimento de estudos diversos - os quais justificam o empreendimento. Esses recursos são muito atrativos para a produção científica, no entanto direcionam ou descaracterizam os verdadeiros resultados.

No levantamento bibliométrico, apenas 32% dos artigos abordaram aspectos de sustentabilidade das barragens brasileiras. Para essa classificação, foi necessária uma interpretação profunda dos resultados, isso porque, as discussões das publicações sugeriram apenas alterações sem explicitar claramente que se tratava de impactos ocasionados pelo barramento. Tal leveza se dá com a intenção de não expor a imagem do empreendimento ao fomentar discussões que questionem sua sustentabilidade. Assim, os resultados mais importantes não recebem a devida repercussão.

As pequenas barragens não assumem o mesmo posicionamento quanto a disponibilidade de infindáveis investimentos. Em sua maioria, são implementadas, no Brasil, em propriedades rurais sem a disponibilidade de recursos de financiamento privados, o que requer do pesquisador, esforços adicionais para o auxílio de investimentos públicos como o sistema de bolsas, que em muito, desmotiva iniciativas.

Somada a força do financiamento, há uma frágil percepção, por parte do pesquisador brasileiro, dos efeitos cumulativos que diversas pequenas barragens podem ocasionar para a bacia hidrográfica ou dos riscos que venham a representar, em caso de rompimento individual ou em efeito cascata. Classifica-se como frágil porque é evidente que, conforme mais estruturas vão sendo estabelecidas ao longo da bacia, mais deteriorado fica o habitat (BAKKEN et al., 2016), permitindo a caracterização de impactos negativos sociais e ambientais resultantes da combinação de múltiplos barramentos (KELLY-RICHARDS et al., 2017) um efeito sinérgico.

No Brasil, as projeções midiáticas dos aspectos e ambientes que envolvem as barragens, somente ganham contexto e escala quando envolvem grandes barragens com consideráveis impactos e danos. Da mesma forma, o pesquisador não vê como impactantes estudos que envolvem pequenas estruturas, pelo desconhecimento dos

reais efeitos cumulativos – o que resulta em insignificativas publicações científicas envolvendo barragens brasileiras de pequeno porte.

Em resumo, a abordagem exposta permite afirmar que, de fato, a comunidade científica não visualiza motivação para abordar as pequenas barragens como estruturas de impactos e riscos. A esse respeito, tanto para o processo de conhecimento, como para estimular políticas que promovam a sua sustentabilidade, a abordagem não recebe a atenção devida (Figura 15). Tal desinteresse pode proceder dos seguintes fatores: **Desconhecimento** - Quanto à prática comum e representatividade espacial com que as estruturas de pequenas barragens são adotadas, assim como dos impactos e riscos que representam. **Financiamento** - A força com que grandes empreendimentos envolvem instituições de pesquisas no desenvolvimento de estudos direcionados o que estabelece um espaço confortável para a produção científica. **Proporção** - Embora os impactos existam em qualquer relação, seja ela direta ou indireta, com o meio ambiente, por se tratarem de estruturas pequenas e conseqüentemente impactos e riscos menores, as proporções a elas relacionadas podem não despertar interesse científico.

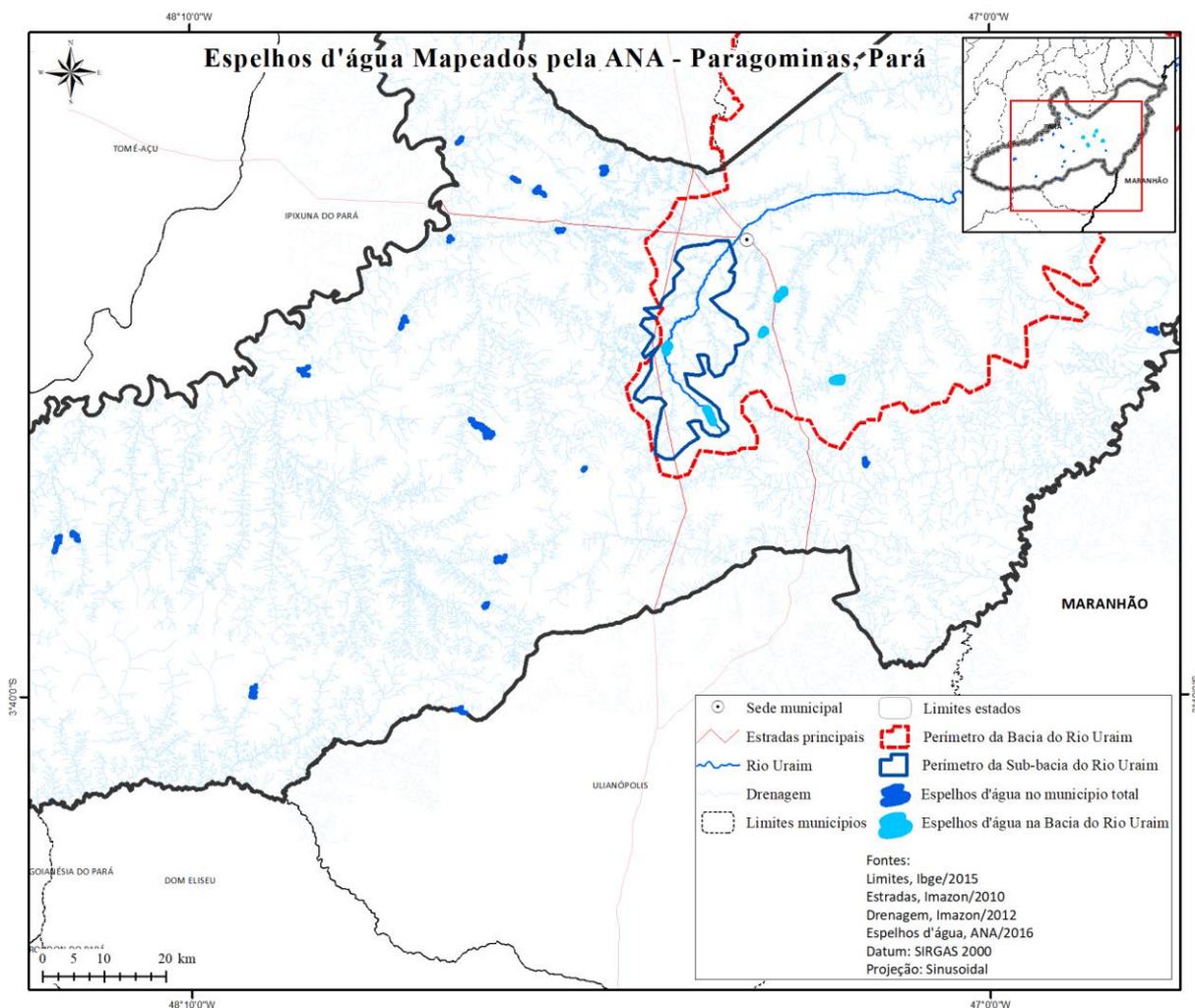


Figura 15. Processo de contribuição do conhecimento científico para gestão das pequenas barragens.
Fonte. Elaboração própria, 2017.

Atestando a insignificante abordagem científica, prosseguiu-se com a investigação do conhecimento técnico sobre essas estruturas. Nesse, os técnicos relacionados dizem respeito aos profissionais investidos da responsabilidade de avaliações ambientais nos organismos de meio ambiente.

Com esse propósito, a avaliação das bases públicas, proveniente da execução dos procedimentos metodológicos descritos na Tabela 4 (pág. 83), resultou na identificação espacial dos espelhos de água pela ANA e IMAZON, a qual permitiu

uma percepção do foco que é atribuída pelos organismos de responsabilidade da gestão ambiental e hídrica. Isso porque, o acesso aos dados que conferem base à gestão do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, apresentados como da ANA (Projeto Massas d'água do Brasil), limitou o mapeamento de espelhos d' água ao tamanho de 20 hectares. Esse tamanho não inclui a identificação de pequenos represamentos de água. O estudo desse banco de dados identificou 28 espelhos d'água como represamento artificial no município de Paragominas, dos quais 5 espelhos de água localizam-se na bacia hidrográfica do rio Uraim e 2 espelhos d'água na sub-bacia do rio Uraim (área de estudo). Esses têm tamanho mínimo de 20 hectares – tamanho mínimo possível para a escala utilizada de 1:250.000 (Mapa 8).



Mapa 8. Espelhos d'água mapeados pela ANA, no município de Paragominas e área de estudo até o ano de 2007. **Elaboração.** IMAZONGEO, 2017.

Esses dados trouxeram a lume que o órgão gestor federal desconhece a ocorrência quantitativa de pequenos represamentos de rio no estado do Pará, uma

vez que o tamanho mapeado não permite identificá-los. Imagina-se que pelas dimensões territoriais que estão sob responsabilidade do CNRH e ANA (contexto nacional) essa modalidade de levantamento seria dispendiosa e morosa para o órgão. No entanto, em consulta às bases estaduais e municipais (contexto do Pará – domínio territorial menor), não foi identificada atribuição ou iniciativa de mapeamento, igualmente à do ente federado.

O mesmo levantamento realizado na esfera estadual e municipal demonstrou a inexistência de um banco de dados, de caráter público, que contemple e organize informações concernentes aos pequenos represamentos artificiais de cursos d'água. Como a pesquisa aos *websites* não demonstrou sucesso, uma validação, ou seja, confirmação da inexistência do banco de dados (informações sistematizadas) foi verificada. Para esta validação, aplicaram-se as entrevistas semiestruturadas.

Na competente secretaria estadual, SEMAS, a entrevista foi conduzida com um técnico vinculado à Diretoria de Geotecnologias (DIGEO)¹¹ e outro técnico vinculado à Diretoria de Recursos Hídricos (DIREH)¹². Como a DIGEO possui um núcleo para análises geoespaciais, imaginou-se que possíveis mapeamentos de espelhos d'água estivessem sobre a sua responsabilidade, no entanto, o desenrolar da entrevista demonstrou que essas informações ainda não existem em seus bancos de dados, mas que a secretaria está se organizando para esse desenvolvimento. Já na DIREH, a conversação conduzida com a Gerência de Outorgas (GEOUT) tentou avaliar se o banco de dados de outorgas de recursos hídricos contempla também outorgas para obras hídricas. Igualmente, o banco de dados existente, que ainda não é de caráter público, identifica um total de 257 outorgas, no Pará, para barramentos, mas que ainda não está sistematizado para diferenciar entre outorgas de acumulação de água,

¹¹ É responsável pela construção e gerenciamento do Banco de Dados Ambientais Georreferenciados, alimentado pelo Cadastro Ambiental Rural – CAR e pelos dados de análise da situação ambiental dos imóveis com atividades submetidas ao licenciamento, pela produção cartográfica sistemática e temática gerados por esse Núcleo, além de dados raster (imagens de satélite, aerofotos), que dão suporte ao CAR, licenciamento, monitoramento e fiscalização ambiental. O Núcleo de Geotecnologias está iniciando a elaboração de Mapeamento de Uso do Solo e da Dinâmica do Desmatamento e da Regeneração da Cobertura Vegetal, que atenderá não só à SEMA, mas também ao usuário externo, através do Sistema Geocatálogo, que está sendo implantado, integrado com o SIMLAM (Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental). <https://www.semas.pa.gov.br/diretorias/digeo/>

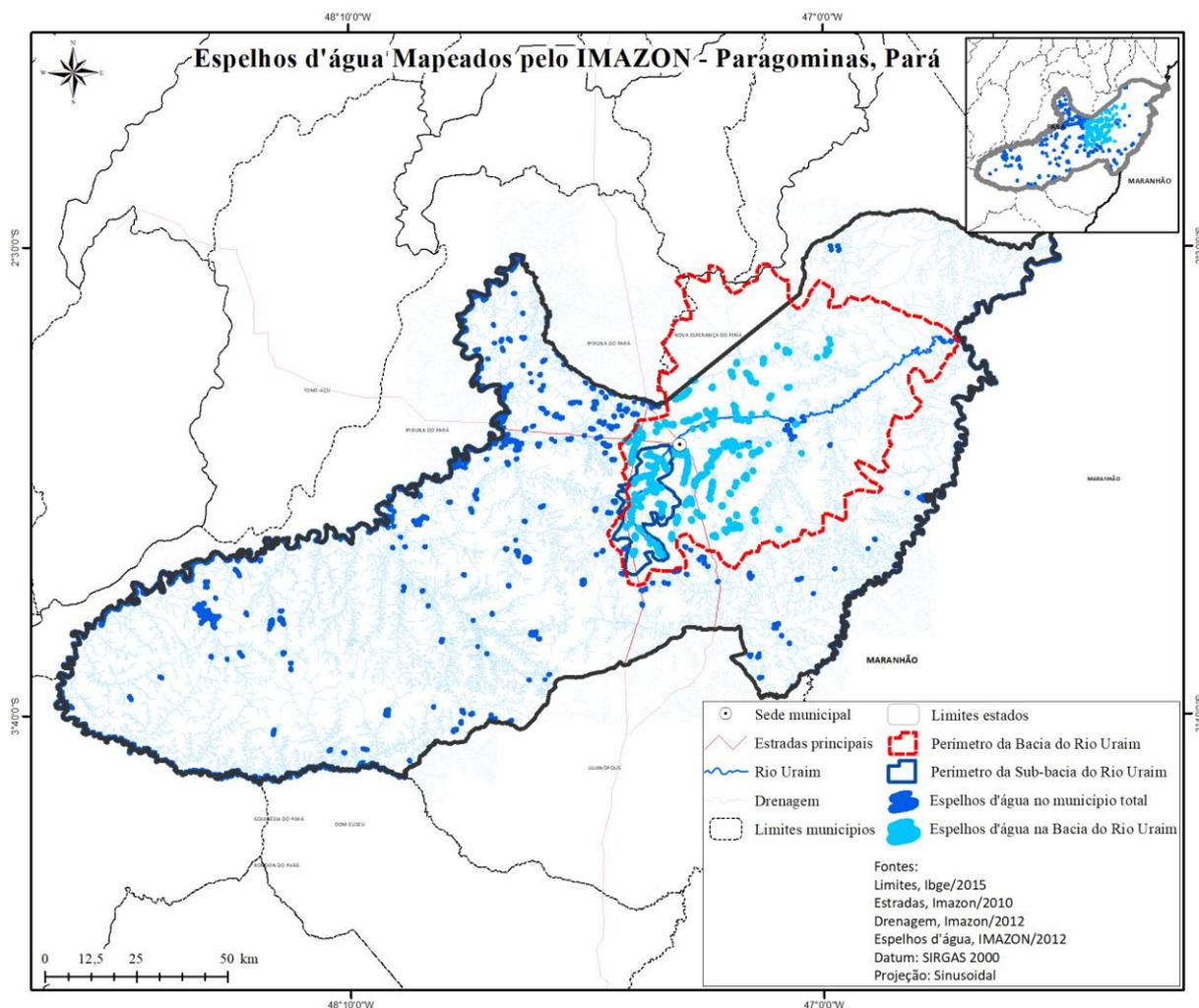
¹² A DIREH é composta atualmente por duas coordenações: Coordenadoria de Regulação (COR), que possui duas gerências: Gerência de Cadastro e Cobrança (GECAD) e Gerência de Outorga (GEOUT); e a Coordenadoria de Planejamento e Apoio à Gestão de Recursos Hídricos (CIP). À DIREH compete coordenar e executar a Política Estadual de Recursos Hídricos, articulando ações junto às demais secretarias de governo, às instituições públicas federais e municipais afins, às empresas públicas, às empresas privadas e às agências de financiamento e cooperação nacionais e internacionais, com o intuito de regular os diversos usos da água, garantindo os padrões de qualidade adequados para a manutenção da vida. Além de proporcionar condições favoráveis à gestão participativa, a fim de dirimir conflitos e garantir que os interesses econômicos sejam atendidos sem comprometer a disponibilidade hídrica para os usos prioritários previsto em lei, e auxiliar na adequação do uso desses recursos em benefício da sociedade. <https://www.semas.pa.gov.br/diretorias/recursos-hidricos/apresentacao/>

contenção de rejeitos, resíduos industriais e geração elétrica, tão pouco que possa destacar o porte desses empreendimentos.

Nesse contexto, afirma-se que até o momento em que foram conduzidos os levantamentos (data das entrevistas - 03 de abril de 2017), o organismo de meio ambiente em nível estadual não possui qualquer conhecimento quanto à existência/frequência e tão pouco um quantitativo da implementação de pequenas barragens no estado do Pará. Existe, portanto uma lacuna de informações importantes para a gestão do uso do solo no contexto da bacia e disciplinamentos necessários.

Com o mesmo desenvolvimento de investigação, na secretaria municipal de Paragominas (SEMMA), a entrevista foi conduzida com um técnico de licenciamento no dia 17 de março de 2017, o qual confirmou a inexistência de informações organizadas que permitam avaliar a existência e frequência com que pequenos barramentos de cursos d'água são estabelecidos no município. Embora argumentem as informações necessárias para a atuação da secretaria, esta não sabe informar: a) quantos pequenos barramentos de cursos d'água existem no município; b) os aspectos técnicos que foram empregados para seus estabelecimentos; c) as condições de conservação e; d) os impactos sinérgicos que estão sendo gerado para a bacia hidrográfica do rio Uraim.

Após verificar que os organismos governamentais (federal, estadual e municipal) não possuem conhecimento da ocorrência e frequência dos pequenos represamentos de rios, se prosseguiu com uma busca de informações em bases públicas não governamentais. Encontraram-se informações de gestão do IMAZON, que conduziu, em 2010, um levantamento de toda a cobertura do solo incluindo os espelhos de água naturais e artificiais (represamentos). Acessando esse banco de dados verificou-se que no município foram identificados 493 espelhos d'água com características de represamento. Desses, 108 estão na bacia do rio Uraim e 19 na sub-bacia do rio Uraim (área de estudo). Os tamanhos dos espelhos mapeados variaram de 0,181 hectare (ha) a 3.834 ha. Os levantamentos conduzidos pelo IMAZON foram mais precisos, uma vez que, consideraram escala menor (1:50.000), se comparada com a escala da ANA (1:250.000), e igualmente uma área territorial menor (Mapa 9 pág. 101).



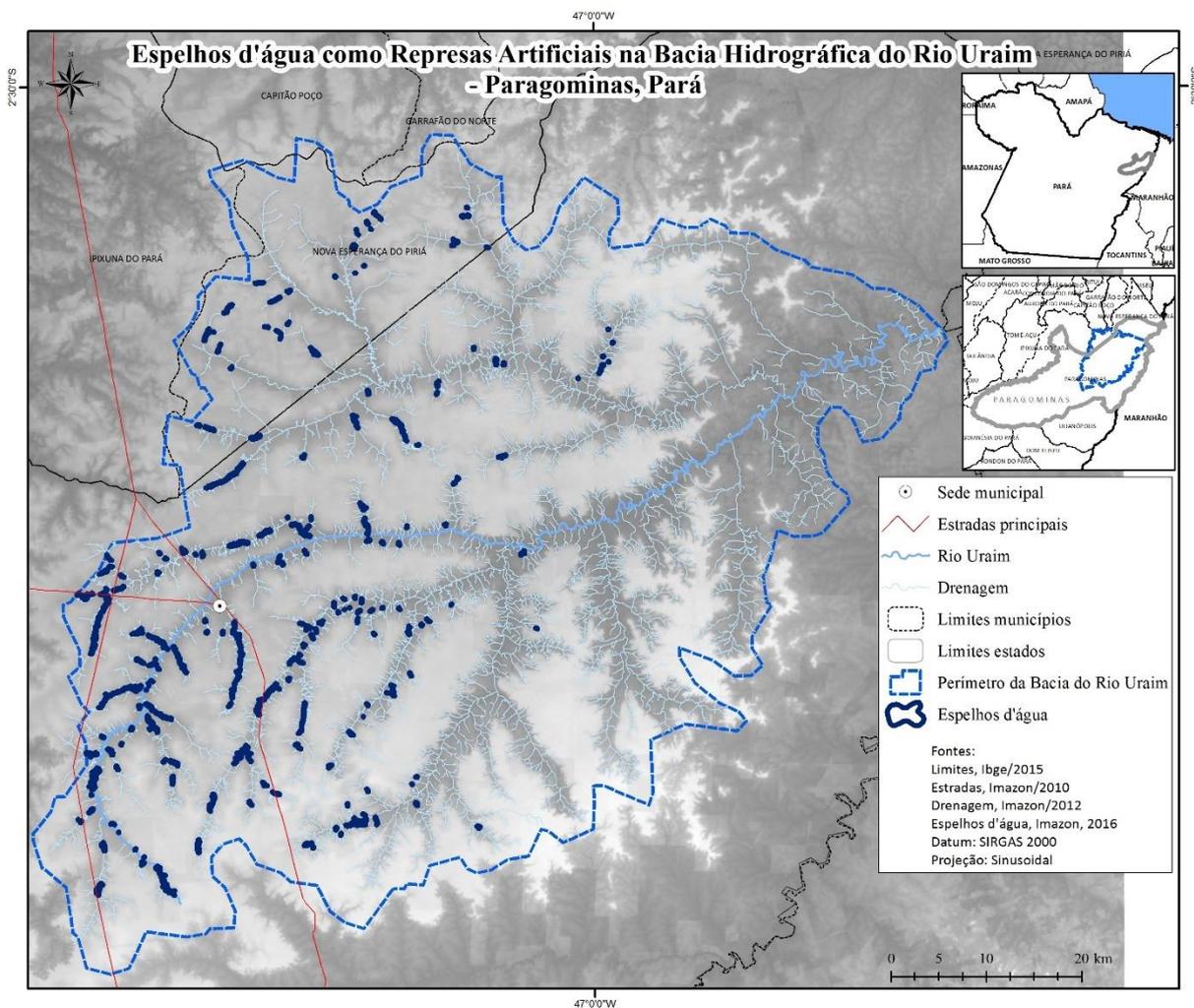
Mapa 9. Espelhos d'água mapeados pelo IMAZON em Paragominas e área de estudo até o ano de 2010.
Elaboração. IMAZONGEO, 2017.

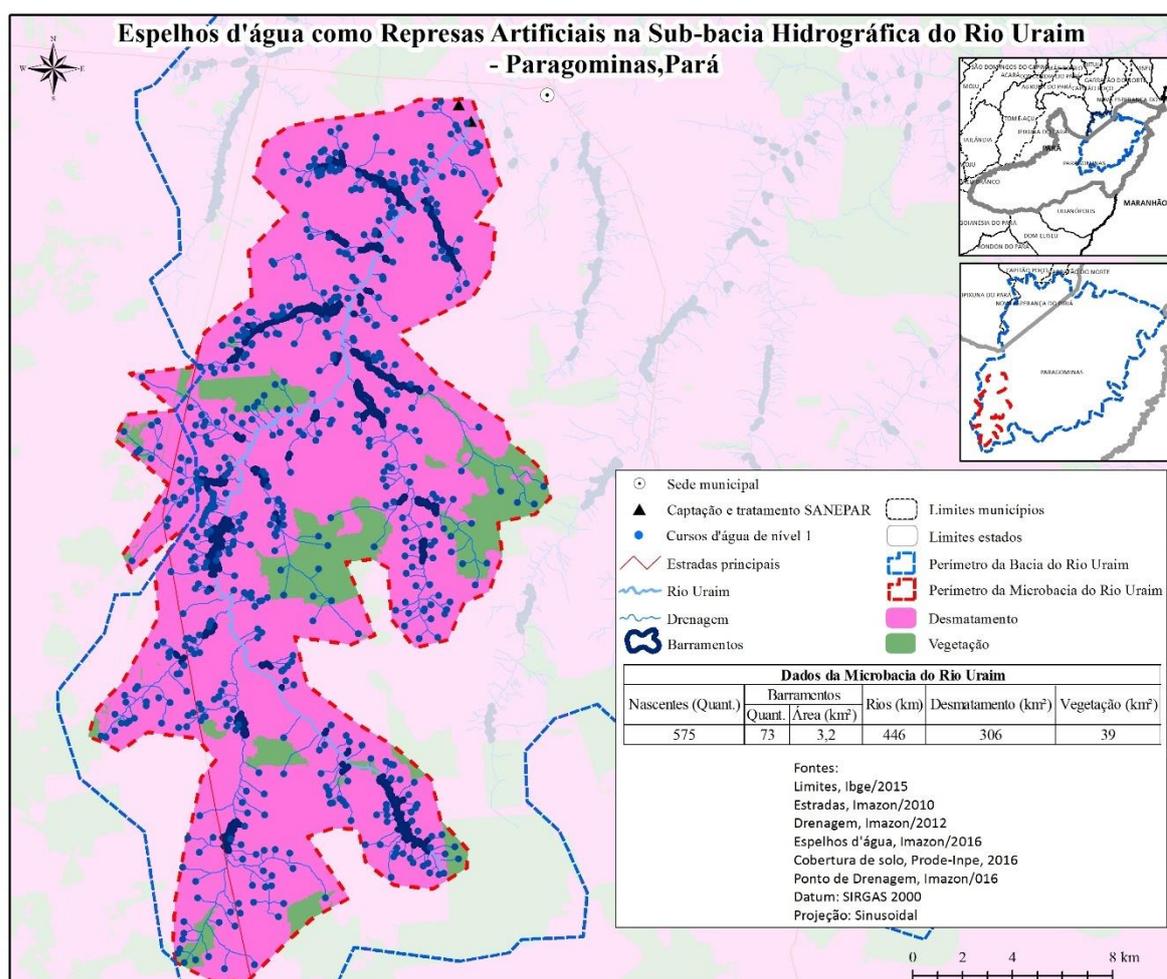
Embora a base de dados do IMAZON tenha sido gerada para auxiliar o município na tomada de decisão, passados sete anos a secretaria de meio ambiente local desconhecia essas informações, as quais poderiam auxiliar as ações de gestão desses pequenos barramentos, assim como na condução de processos de licenciamento de atividades que ocorrem interligadas ou dependentes das represas mapeadas - exemplos da piscicultura, agricultura, pecuária entre outras.

Para demonstrar a prática comum na adoção de pequenos represamentos de cursos d'água, realizou-se uma avaliação mais criteriosa e atualizada. Assim, os dados secundários (ANA e IMAZON) foram verificados e complementados. Para tanto, utilizou-se a mesma metodologia de mapeamento das bases consultadas - metodologia oficialmente adotada pelo ImazonGeo. Nessa etapa foram mapeados espelhos d'água em uma escala de 1:10.000, menor que as adotadas pela base de

dados consultadas. Assim, foi possível identificar espelhos d'água com configurações de represamentos de tamanho menores. Especificamente para esses, o mapeamento foi realizado apenas dentro da bacia do rio Uraim e respectiva sub-bacia.

O resultado demonstrou, dentro da bacia, a ocorrência de 292 espelhos d'água com características de represamento do curso de rio (Mapa 10). Desses, 73 espelhos estão localizados na sub-bacia (área de estudo – Mapa 11, pág.103). Os tamanhos relativos aos espelhos variaram de 0,01 ha a 44,5 ha. Percebeu-se que a análise mais criteriosa, em uma escala menor, permitiu identificar 184 espelhos d'água a mais para a bacia hidrográfica do rio Uraim, que as análises iniciais conduzidas pelo Imazon em 2010. Igualmente para a sub-bacia, 54 espelhos d'água a mais foram registrados pelo mapeamento atualizado.





Mapa 11. Espelhos d'água mapeados para o estudo dentro da Sub Bacia Hidrográfica do Rio Uraim (área de estudo).

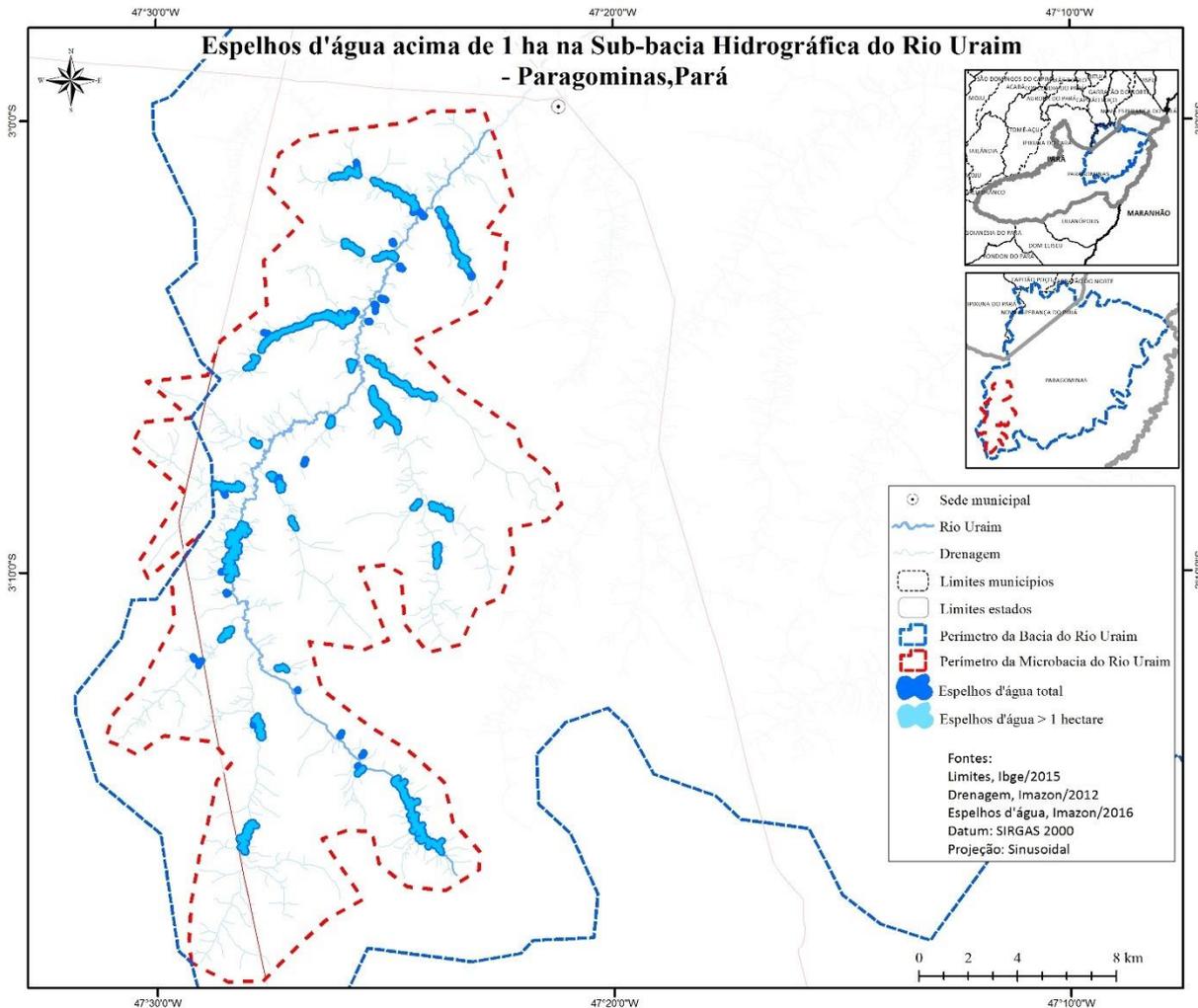
Elaboração. IMAZONGEO, 2017.

Embora o mapeamento tenha sido validado com imagens RapidEyer¹³ e Google Earth¹⁴, adotou-se como critério de certeza, apenas os espelhos d'água acima de 1 hectare¹⁵, isso, por assegurar maior confiança e precisão na visualização e definição de um represamento artificial de rio. Com essa delimitação, a quantidade de represamentos artificiais de cursos d'água que foram analisados passou a ser de 41 barragens (56% dos espelhos inicialmente mapeados) na sub-bacia do rio Uraim (Mapa 12, pág.104).

¹³ Permite uma resolução de 5m (cinco metros) na visualização de imagens.

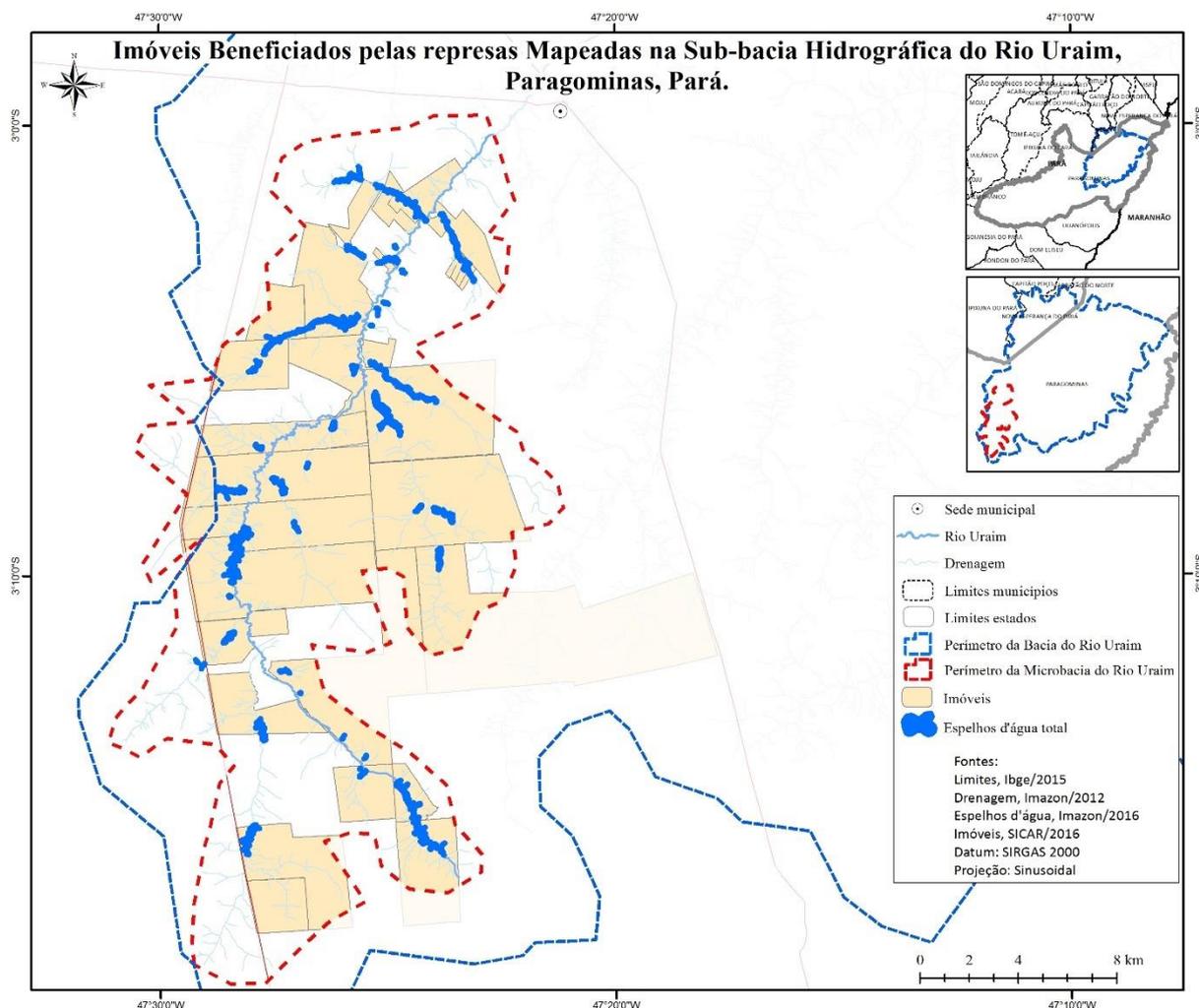
¹⁴ Permite uma resolução de 2,5m (dois metros e meio) na visualização de imagens.

¹⁵ Critério estabelecido pelo técnico de geotecnologias para garantir certeza visual na identificação de uma pequena barragem.



Mapa 12. Espelhos d'água mapeados maior que 1 ha na Sub Bacia Hidrográfica do Rio Uraim (área de estudo). **Elaboração.** IMAZONGEO, 2017.

Considerando o tamanho da área de estudo e a ocorrência de espelhos d'água com características de represamento é possível dizer que em 34.590 ha de território da sub-bacia do Uraim foram identificados 311,3 ha de espelhos d'água. Todos possuem características de represamento do curso hídrico, seja no rio principal ou seus tributários, isto é, para cada 110 ha da bacia 1 ha é equivalente a represamento artificial. Além dessa, é possível analisar ainda que a sub-bacia possui 111 imóveis cadastrados, dos quais, aproximadamente 35 imóveis margeiam a área de drenagem do rio Uraim e que todos esses se beneficiam, em algum momento, das 41 barragens estabelecidas (Mapa 13, pág.105).



Mapa 13. Imóveis que se beneficiam dos espelhos d'água mapeados na Sub Bacia Hidrográfica do Rio Uraim (área de estudo).

Elaboração. IMAZONGEO, 2017.

Essas relações espaciais permitem caracterizar como prática comum a frequência e normalidade com que as pequenas barragens são construídas na região. A Plataforma Internacional *Verified Carbon Standard* (VCS, 2012) define a prática comum, em uma de suas metodologias, como sendo atividades ou ações com características análogas, dimensões semelhantes e forma habitual, que se realizam num ambiente geograficamente comparável. Considerando que todas as propriedades às margens do Uraim possuem no mínimo 01 (uma) barragem no curso hídrico, no mesmo ambiente geográfico, dimensões semelhantes e características análogas, afirma-se como prática comum a frequente conduta de construir pequenos represamentos no rio Uraim.

Não obstante, os pequenos represamentos de rios ocorram de forma frequente e corriqueira, ainda assim, não constam nas bases dos organismos de gestão federal, estadual e municipal, da mesma forma que não despertam o interesse da comunidade científica – já demonstrado.

Convergindo os resultados apresentados à pergunta norteadora que fundamentou os procedimentos aplicados, equaciona-se o primeiro questionamento: As pequenas obras de represamentos de rios ocorrem com maior frequência do que imaginam os órgãos responsáveis pela gestão ambiental (nas três esferas) e comunidade científica. Ambas desconhecem a força com que essas infraestruturas são estabelecidas e os impactos que podem produzir. Atrelada a essa colocação ressaltam-se as seguintes fragilidades:

1. Os estudos científicos brasileiros não conferem importância para as pequenas barragens. Esses possuem um peso ínfimo se comparado com as publicações que tratam as grandes barragens. Conhecendo a importância com que as bases científicas impulsionam melhorias e mudanças, essa abordagem se faz necessária para que impactos e riscos sejam levantados e fundamentem melhorias na gestão territorial, principalmente no contexto de bacias. O próprio sistema normativo brasileiro, a exemplo do CONAMA estabelece em diversas resoluções¹⁶, determinações, obrigatoriedade e condicionamento da realização de estudos. Assim, os dados científicos destes estudos comprovam consequências ambientais resultante de determinadas ações antrópicas e conferem certezas para nortear normatizações. Dessa forma, fica evidente a importância de estudos científicos como propulsores de projetos disciplinadores às ações humanas e necessários para o conhecimento e gestão das pequenas barragens.
2. Os órgãos federais, estaduais e municipais desconhecem a frequência de estabelecimento das pequenas barragens. Os bancos de dados inexistem ou são frágeis - não dispõem dessas informações. Nem mesmo os órgãos mais situados localmente sabem afirmar a recorrente prática – análise direcionada para a região norte do país (Estado do Pará).

¹⁶ Resolução nº 16/84; Resolução nº 07/84; Resolução nº 81/84 e Resolução nº 16/90 entre outras.

3. À medida que a ocupação do solo avança para o estabelecimento de atividades produtivas de cunhos diversos, as estruturas de represamento vão sendo igualmente estabelecidas ao longo dos cursos de rios sejam para atender às demandas produtivas, sejam para viabilizar atividades de lazer e paisagismo – região Norte – riscos crescentes. Isso demonstra a trivialidade com que essas estruturas são adotadas na região de estudo, podendo servir de parâmetro para as áreas ocupadas na Amazônia. Essa conduta é prática consolidada na região nordeste do país, principalmente, com a finalidade de armazenamento de água para abastecimento em épocas de aridez. No entanto, nessas localidades, os órgãos ambientais detêm o controle desses represamentos a exemplo da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME).

As pequenas barragens não estão em foco, ainda, todavia, desde já, merecem que análises mais criteriosas sejam adotadas, e que os resultados gerem bases para que a devida importância, em nível local, seja estabelecida. A expectativa é de que a gestão territorial as incorpore no processo de disciplinamento do uso do solo, e assim adote uma visão preventiva quanto aos conflitos pelos usos dos recursos hídricos. À medida que essas estruturas têm ganhado espaço, pela prática comum com que vêm sendo adotadas, requerem protagonismo nas produções científicas, as quais confirmem bases e direcionem iniciativas de gestão dos organismos responsáveis localmente – atores chave na gestão das bacias e principais receptores dos impactos e conflitos.

Para fortalecer a argumentação da necessidade de gestão adequada, as análises prosseguem com investigação de eventos impactantes associados as pequenas barragens.

6 APOLOGIA AO RISCO: PAGAR PARA VER?

A percepção de frágil conhecimento científico e técnico acerca das pequenas barragens, demonstrada na seção 5, pode estimular as seguintes arguições:

- 1) A frequência com que as pequenas barragens vão sendo estabelecidas é esporádica, para que chame a atenção dos atores (cientistas e técnicos), em estímulo a discussões sobre a gestão destas estruturas.
- 2) O potencial poluidor /degradador das pequenas barragens é insignificante sob a perspectiva de alguns pesquisadores, não justificando um olhar mais criterioso às ações de disciplinamento / regulação dessas pequenas estruturas.

As análises de prática comum, apresentadas na seção 5, confrontam à primeira argumentação. Isso porque demonstram que a adoção dessas estruturas em uma mesma bacia é mais frequente do que se imagina. Ou seja, as pequenas barragens são cada vez mais frequentes no nosso dia a dia, uma vez que dão o suporte para atividades rurais (aquicultura e agropecuária) de abastecimento local (PISANIELLO e TINGEY-HOLYOAK, 2016a). Essa é uma tendência mundial crescente (PISANIELLO e TINGEY-HOLYOAK, 2016a; INTERNACIONAL RIVERS, 2008; UNITED STATES DEPARTMENT FOR HOMELAND SECURITY, 2011). Por exemplo, na Austrália existem registros de mais de 735 mil pequenas barragens para abastecimento agrícola (BAILLIE, 2008). Em propriedades rurais, as finalidades são diversas como irrigação, açudagem e abastecimento d'água e, com frequência, não dispõem de qualquer tipo de instrumentação nem são submetidas a inspeções periódicas por profissionais qualificados (PIERRE, 2003).

A demonstração de eventos, que envolve pequenas barragens, proposto neste item confronta alguns estabelecimentos legais nos quais as análises prévias para classificação do risco associado às estruturas de pequenas barragens são consideradas como insignificantes (risco baixo). Como exemplo tem-se a resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 143 de 10 de julho de 2012, que estabelece como critérios de classificação de risco a análise de características técnicas, estado de conservação e o plano de segurança de barragens. Acontece que por se tratar de pequenas barragens, para estas não é necessário o estabelecimento

de plano de segurança de barragem como estabelecido pela própria Política Nacional de Segurança de Barragens. Assim, se quer, essas estruturas são consideradas no processo de classificação de risco.

Para classificação quanto ao dano potencial, as análises propostas pela mesma resolução do CNRH, consideram a existência de população, habitação, infraestruturas, equipamentos e áreas protegidas, no entanto, essas avaliações são subjetivas. Isso porque, para esses pequenos empreendimentos não é exigido nenhuma análise de simulação de ruptura que demonstre não só a real área que será atingida, como os efeitos cumulativos de rompimento em série de barragens. Assim, as análises de classificação de riscos e danos associados, aplicadas pelos órgãos responsáveis, não permitem uma avaliação dos reais impactos que essas estruturas podem representar, assim como não retratam a percepção social, uma vez que não há um processo de envolvimento social participativo.

Embora as interpretações dos termos de riscos e danos empregados pelos organismos de fiscalização das barragens brasileiras são insipientes para a real classificação que se propõe, considerou-se, esses termos nesta análise, por se tratar do método empregado pelas instituições brasileiras. Assim, foi realizada uma investigação e compilação de eventos que representaram a ocorrência efetiva de rupturas de pequenas estruturas de barragens configurando danos e perdas de vidas. Cumprindo demonstrar, que existem reais possibilidades de ocorrências impactantes com pequenas barragens, as quais devem ser avaliadas e consideradas no processo de gestão territorial e ambiental.

A percepção é que geralmente, a segurança dessas pequenas barragens é ignorada (PISANIELLO, TINGEY-HOLYOAK e BURRITT, 2012). No entanto, o quantitativo de eventos danosos que as envolvem aumentou, em todo o mundo, coincidentemente com o aumento das chuvas e inundações induzidas por mudanças climáticas, somado ao uso/ocupação do solo desordenado e o crescente estabelecimento de obras, como os barramentos, que alteram o regime hidrológico - reflexo em preocupações quanto a segurança destas estruturas (PISANIELLO, TINGEY-HOLYOAK e BURRITT, 2012). Dessa forma, o potencial de falhas associados a essas represas demanda uma exploração das ameaças que representam, assim como, as questões políticas associadas à sua gestão

(PISANIELLO, TINGEY-HOLYOAK e BURRITT, 2012). Isso porque resultam, sobretudo, em consequências catastróficas para as comunidades à jusante, propriedade e meio ambiente, (PISANIELLO, TINGEY-HOLYOAK e BURRITT, 2012). Também, o registro dessas ocorrências permite despertar foco e atenção para a trivialidade com que são estabelecidas e potencial poluidor/degradador relacionado a esses portes de barramentos.

Nesse sentido, após demonstrar que as pequenas barragens são comuns no meio rural, esta seção irá apresentar relatos de eventos ocorridos internacionalmente e no Brasil. A identificação ocorreu a partir do levantamento bibliográfico em produções científicas e documental em mecanismos de divulgação e processos de tribunais de justiça. Esse buscou informações que ressaltem os impactos relacionados às falhas – rupturas – dessas estruturas – para responder à segunda questão norteadora. Nesse, o objetivo principal é demonstrar se existe a efetivação de probabilidades impactantes de rupturas à serem estudadas no tocantes às barragens de pequeno porte.

A abordagem que se emprega para refletir a sustentabilidade das barragens está compreendida em dois eixos: a) os impactos ocasionados em todas as etapas de concepção da estrutura - ambientais, sociais e econômicos - positivos ou negativos – custos e benefícios (BOTTERO, 2012; FEARNSIDE, 2016); b) os danos posteriormente ocasionados por colapso na estrutura operacional – falhas – reflexos negativos – ambiental, social e econômico - custos. Ambos servem de análise para avaliar a sustentabilidade atribuída ao empreendimento.

Assim os resultados dessa seção tentam contrapor a segunda argumentação (apresentada no início desse capítulo), demonstrando que os impactos associados à implementação dessas estruturas não podem ser considerados insignificantes, mesmo porque, existem estudos diversos, em todo o mundo, relatando as interferências negativas, assim como o aumento de conflitos sociais associadas às pequenas barragens (KELLY-RICHARDS, et al., 2017). Esses estudos expõem que: Embora lagos menores, esses alteram os fluxos de entrada e saída reduzindo o canal natural em épocas secas (ANDERSON, et al., 2015; PINHEIRO e MORAIS, 2010); remodelam o ecossistema aquático e biota (ANDERSON, FREEMAN e PRINGLE, 2006); repercutem impactos sociais negativos por afetar atividades de subsistência,

assim como conservação da biodiversidade e estética da paisagem (BARBOSA, 2010) ocasionando conflitos diversos; produzem efeitos cumulativos de projetos em cascata representando impactos maiores que os analisados individualmente (KUMAR e KATOCH, 2015).

No concernente à avaliação de ocorrências de eventos de rompimentos com pequenas barragens internacionais, o exaustivo levantamento identificou eventos consideráveis envolvendo pequenas barragens empregadas para finalidades diversas. As identificações afirmam o quão são comuns estes eventos, da mesma forma que os impactos do seu processo construtivo (PISANIELLO, DAM e TINGEY-HOLYOAK, 2015). O levantamento de ocorrências internacionais envolvendo pequenas barragens permite o seguinte destaque:

1. No Reino Unido, em 1925, a barragem de Eigiau falhou resultando no fracasso de outra à jusante e ocasionando o óbito de 16 pessoas (AUSTRALIAN NATIONAL COMMITTEE ON LARGE DAMS - ANCOLD, 2003).
2. Na China Central, em 1975, 60 pequenas barragens para geração hidrelétrica em efeito cascata romperam a montante das represas de Shimantan e Banquia (FU, 1998). A falha, ganhando escala, ocasionou danos de grandes proporções levando ao óbito de cerca de 230 mil pessoas e mais de 1 milhão de ha de terras inundadas entre outros danos diversos (FU, 1998). Na mesma região cerca de 2.263 pequenas barragens entraram em colapso, no país, principalmente, pelo seu estabelecimento indiscriminado e fora das especificações técnicas de segurança (FU, 1998). Em 2013, uma pequena barragem falhou em Xinjiang, destruindo 70 casas e matando um homem (FISH, 2013).
3. Nos Estados Unidos, em 1972, uma falha em cascata de barragens de rejeitos na Virgínia Ocidental matou 125 pessoas, deixou 4.000 sem-teto e destruiu uma comunidade inteira (ELLINGWOOD, 1993). No mesmo ano, a pequena represa do Canyon Lake transbordou ocasionando a morte de 165 pessoas (UNITED STATES DEPARTMENT FOR HOMELAND SECURITY, 2011). Em 1977, a barragem de Kelly Barnes Lake falhou ocasionando a morte de 39 pessoas (CRISP, et al., 1977). Em 1982, no Colorado, a represa Lake Lawn falhou matando três pessoas e causando

danos de US \$ 31 milhões, apesar dos avisos e evacuações (CRISP, et al., 1977). Em 1989, as represas Evans e Lockwood, colapsaram em cascata matando duas pessoas (GRAHAM, 1999).

4. Na Indonésia, em 2009, uma pequena barragem entrou em colapso, transbordando e ocasionando o óbito de 96 pessoas com severos danos em infraestruturas (THE ASSOCIATED PRESS, 2009).
5. Na Hungria, em 2010, a barragem de rejeitos de Ajka falhou lançando lodo tóxico, matando nove pessoas, ferindo centenas de outras e causando danos ecológicos desastrosos (BRITISH BROADCASTING CORPORATION - BBC, 2010).
6. Na Bulgária, em 2012, uma falha em cascata de represas em uma fazenda resultou no colapso de um reservatório de água ocasionando nove mortes (NOVINITE, 2012a; NOVINITE, 2012b).

Todos esses eventos de ocorrência internacional envolveram barragens com altura abaixo de 15 metros, consideradas como de pequeno porte. São barragens, que geralmente estão alocadas em propriedades rurais como suporte à agricultura. Os danos demonstrados nos eventos são cada vez mais potencializados pela presença crescente de comunidades à jusante das barragens, da mesma forma como vêm crescendo os riscos de inundação e as ameaças de segurança em todo o mundo (PISANIELLO e TINGEY-HOLYOAK, 2016a; INTERNACIONAL RIVERS, 2008; UNITED STATES DEPARTMENT FOR HOMELAND SECURITY, 2011).

No Brasil, até então, as pequenas barragens eram frequentes nas regiões impactadas pelas secas, motivando discussões avançadas no nordeste brasileiro. Nessas regiões, os órgãos competentes estabeleceram critérios para disciplinar e conhecer as suas implementações, além de monitorar os usos a elas atribuídos. Essas iniciativas foram estabelecidas para garantir disponibilidade e qualidade no recurso hídrico escasso. Já na região norte do Brasil, com a percepção de farta disponibilidade hídrica, os órgãos não se preocuparam com os impactos que as pequenas barragens podem ocasionar sobre esses ambientes. Acontece que com o advento das mudanças climáticas períodos extremos têm sido cada vez mais percebidos, mesmo na região norte do Brasil. Para essas propriedades, rurais o estabelecimento de estruturas de barramentos são uma garantia de água nos

períodos de estiagem. Ou seja, o número de pequenas barragens só tende a crescer na região norte brasileira.

Da mesma forma, no contexto brasileiro, pode-se dizer que é frágil o argumento de danos insignificantes com a falha de pequenas barragens, isso porque, a busca realizada identificou como resultado os seguintes registros:

- 1) Região Nordeste, entre 1887 e 1906, identificou-se o rompimento de 129 pequenos açudes com consideráveis prejuízos econômicos (OLIVEIRA, 2008). As falhas se deram principalmente por deficiências técnicas na construção e dimensionamento da barragem e vertedouro (OLIVEIRA, 2008).
- 2) Estado do Ceará, entre 1917 e 2001, foram registrados 35 acidentes com rompimento de barragens - um desses eventos ocorreu envolvendo 6 pequenas barragens – efeito dominó (OLIVEIRA, 2008). Os danos foram diversos e incidindo em materiais, econômicos e à vida (OLIVEIRA, 2008).
- 3) Altamira, no Estado do Pará, em 2009, 11 pequenas barragens romperam, também, um efeito dominó (SECRETARIA DO ESTADO DE MEIO AMBIENTE, 2009). Nessa região, havia aproximadamente 60 barragens particulares em propriedades rurais. Uma chuva forte mais localizada em uma das propriedades ocasionou o rompimento de uma barragem que levou juntamente outras 10 estruturas. As proporções dos danos foram imensas, ficando, a cidade de Altamira inundada por mais de 20 dias. A inundação destruiu 58 casas, danificou 737 outras e atingiu 5.527 pessoas. O município declarou estado de calamidade pública (SECRETARIA DO ESTADO DE MEIO AMBIENTE, 2009).
- 4) Paragominas, no Estado do Pará, em 2009, 1 (uma) barragem de pequeno porte localizado em uma propriedade rural, as margens do rio Uraim (área de estudo deste), rompeu depois de fortes chuvas (DIÁRIO DA JUSTIÇA, 2016). Conforme investigação do Ministério Público (MP), a estrutura não constava de licença ambiental e também outorga de uso do recurso hídrico (DIÁRIO DA JUSTIÇA, 2016). A perícia identificou ainda que a estrutura havia sido estabelecida sem projetos de engenharia e engenheiro responsável, bem como, com material de construção inadequado. Os danos foram estruturais, ambientais e sociais. Segundo o MP, além do medo e

insegurança causados pelo rompimento da barragem e inundação, as famílias atingidas sofreram consequências tais como doenças provocadas por contaminação dos poços, invasão de répteis e insetos em suas residências (DIÁRIO DA JUSTIÇA, 2016). A ação civil gerada pelo acidente decorrente de falha de pequena barragem constatou a existência da ação lesiva (conduta humana), do dano (resultado) e a relação de causa e efeito entre o comportamento do agente e o dano dele advindo (nexo causal) evidenciando um ato ilícito diante de uma atividade perigosa (DIÁRIO DA JUSTIÇA, 2016).

- 5) Região Nordeste, em 2010, enfrentou enchentes avassaladoras ocasionadas por uma série de rompimento de pequenas barragens que deixaram 50 pessoas mortas e cerca de 150 mil sem-teto (ALVES e MILLIKAN, 2010). Estima-se que a região conte com aproximadamente 100.000 pequenas barragens (ALVES e MILLIKAN, 2010).

O levantamento permitiu identificar aproximadamente 200 eventos de acidentes envolvendo pequenas barragens no Brasil. No entanto, acredita-se que existem mais eventos que não constam nos registros, porque nos últimos anos o rompimento de barragens tem se mostrado problemas recorrentes nos estados brasileiros (DELECRODE, 2010). Todos os registros verificados indicaram fatores comuns como falta de profissional especializado projetando, construindo e monitorando as barragens. Com certeza, o custo da mão de obra especializada e dos corretos procedimentos de construção e monitoramento, nunca seriam maiores que os prejuízos causados pelas rupturas (OLIVEIRA, 2008).

Importante ressaltar que, no contexto regional, todos esses danos foram catastróficos ensejando impactos socioambientais e econômicos diversos. Se os danos provenientes dessas estruturas não fossem significativos, outros países não teriam regulamentado a temática. Um exemplo é Portugal que em 1986 regulamentou as pequenas barragens (Decreto-Lei nº 48.373/68), e em 1990 instituiu um regulamento sobre a segurança das barragens (Decreto-Lei nº 11/90), esse por sua vez, em 2007 foi substituído pelo Decreto Lei 344/2007, o qual apresentou a indicação de incorporar barragens menores no processo de regulação da segurança (PORTUGAL, 2007). Outro exemplo é a República Checa, onde a lei das águas recomenda que seja estabelecido o controle de segurança técnica para os diferentes

portes de barragens, devido aos eventos danosos que possuem (VANÍČEK, et al., 2015).

Se, no Brasil, a presença destas pequenas estruturas é significativa (PIERRE, 2003) e os riscos e impactos também consideráveis (OLIVEIRA, 2008; SECRETARIA DO ESTADO DE MEIO AMBIENTE, 2009; DIÁRIO DA JUSTIÇA, 2016), resta a hipótese da falta de um olhar mais holístico, pela comunidade científica e analistas técnicos, considerando o contexto da bacia hidrográfica. Simulações realizadas em uma bacia hidrográfica da República Checa – Rio Lomnice demonstrou que as falhas ocasionadas em pequenas barragens, em efeito dominó, causam impactos devastadores para a bacia devido aos elevados riscos de rompimentos em série (VANÍČEK, et al., 2015). O estudo identificou, ainda, que as chances de barragens a jusantes não colapsarem após o rompimento de uma barragem a montante são quase inexistentes (VANÍČEK, et al., 2015).

Diante dos eventos investigados, corrobora-se a frágil percepção, por parte do pesquisador brasileiro e dos técnicos, quanto aos eventos impactantes que as pequenas barragens podem representar. Observa-se que mesmo individualmente, uma pequena barragem pode ocasionar sérios danos – a exemplo do ocorrido no município de Paragominas em 2009, com o rompimento de uma única barragem. Nesses termos, o olhar holístico reflete cenários mais catastróficos com os efeitos cumulativos que diversas pequenas barragens podem ocasionar à bacia hidrográfica, ou dos impactos que venham a representar em caso de rompimento em efeito cascata (PISANIELLO e TINGEY-HOLYOAK, 2017). Importante ainda, o destaque para os extremos climáticos intensificando e acelerando essas ocorrências danosas – exigindo preparo (PISANIELLO e TINGEY-HOLYOAK, 2017). Deixam-se então evidente que as pequenas barragens representam riscos, a serem criteriosamente analisados, frente os danos significativos na ocorrência de falhas – respondendo à segunda questão norteadora (pág. 76).

Para esses atores (pesquisadores e técnicos), ressalta-se ainda que evidentemente, conforme mais estruturas vão sendo estabelecidas ao longo da bacia, mais deteriorado fica o habitat (BAKKEN, et al., 2016), permitindo a caracterização de impactos negativos sociais e ambientais resultantes da combinação de múltiplas estruturas (KELLY-RICHARDS, et al., 2017), que resultam em efeitos sinérgicos.

Dessa forma, somado aos impactos de ocorrências individuais e cumulativas de rupturas, devem-se, ainda, considerar os efeitos ecológicos provenientes da instalação dessas pequenas barragens abordados por estudos diversos:

Quantidade e qualidade da água. A alta densidade de pequenas barragens reduz significativamente os fluxos e aumenta determinadas variáveis físico-químicas (particularmente sais totais dissolvidos), ainda, com reduções significativas associadas em um índice macro invertebrados (MANTEL, HUGHES e MULLER, 2010). Mudanças hidrológicas à jusante da represa (BARBOSA, 2010)

Aspectos físicos e biogeoquímicos da paisagem. O assoreamento e as mudanças no curso dos rios, a redução do volume da água e a erosão do solo são ocasionados pela retirada da camada vegetal, pelo emprego de métodos artesanais - em geral de forma inadequada - ausência de projetos construtivos e estudos de viabilidade técnica e ambiental (SANTOS, BATISTA e SANTOS, 2012). Consequências direta sob a biota do rio devido ao aumento de turbidez, eutrofização e interferência na migração dos peixes (BARBOSA, 2010).

Aspectos sociais. A redução da disponibilidade hídrica ocasionada pelo barramento a montante e também pelo barramento influi diretamente em conflitos pelos usos dos recursos hídricos (CASTRO, 2007).

O cenário de eventos compilados nesta seção, justifica a necessidade de uma postura que confira às pequenas barragens, um aproveitamento hídrico seguro. O acompanhamento suficiente para garantir essa sustentabilidade exige: i) projeto adequado; ii) construtor idôneo e experiente; iii) fiscalização eficiente e atuante; iv) operação e manutenção adequada; v) equipes de profissionais qualificados e habilitados; vi) inspeções periódicas regulares por especialistas vii) existência de um plano de ação de emergência atualizado e; viii) reabilitação constante de obras deficientes, entre outros (OLIVEIRA, 2008). É claro que, esse processo, uma vez voltado para as pequenas barragens, deve ser adequado ao porte - simplificado. Dessa forma, não inviabiliza economicamente e desestimula a adequação dessas estruturas. Não menos importante, deve ser o processo de autorização para implementação da pequena barragem. Esse, por sua vez, deve observar o plano de gestão dos recursos hídricos da bacia hidrográfica, garantindo o uso e a ocupação ordenados, assim como a vazão ecológica do curso hídrico.

Já, a implementação indiscriminada das pequenas barragens, sem que todas essas iniciativas sejam observadas, pode ser considerada uma apologia ao risco - que é representativo. Esperar por cenários cada vez mais frequentes e devastadores para que posturas de remediação sejam instaladas é, em sua acepção, pagar para ver – um cenário certo de se consolidar.

O processo de gerenciamento, que pode garantir a sustentabilidade das pequenas barragens, deve ser direcionado pelos aspectos políticos, técnicos e sociais, todos, convergindo para o controle regulado e implementado. Com esse ensejo, este estudo prossegue com uma avaliação das bases normativas e instituições operacionais acerca das barragens. O fim foi descrever a abordagem que essas direcionam às pequenas barragens e, ao identificar lacunas, pontuar possíveis alternativas que somem à gestão adequada das pequenas barragens no nível mais localizado.

7 REGULAÇÃO DAS PEQUENAS BARRAGENS: UM FATO TÍPICO E ATÍPICO NO NORTE BRASILEIRO

As análises apresentadas nas duas seções anteriores resultam nas seguintes deduções: i) frágil conhecimento científico e técnico quanto à representatividade das pequenas barragens em localidades brasileiras; ii) desconhecimento quanto à [in]sustentabilidade e frequência com que essas estruturas ocorrem; e iii) riscos e impactos significativos, mesmo para o olhar individualizado, e potencializado para o olhar no contexto da bacia hidrográfica – efeitos cumulativos. Ou seja, o risco, embora desconhecido, existe e contraria a falta de atenção quando as análises desconsideram os efeitos individuais e sinérgicos no contexto dessa bacia. Com essas considerações, até o momento, identificadas, apresenta-se um levantamento analítico que possibilita visualizar a existência ou não de bases normativas que regulem ou tenham o potencial de regular essas pequenas estruturas de barramentos. Correlacionou-se ainda, à estrutura operacional existente para a implementação dessa regulação¹⁷.

A análise se deu para as três esferas: Federal, Estadual (Pará) e Municipal (Paragominas) e seguiu a aplicabilidade dos procedimentos detalhados no subitem 4.1.4. Foi utilizada uma combinação de levantamento documental nas bases públicas regulamentadoras e entrevistas direcionadas. Tomando a escala estadual e a municipal foi possível, ainda, perceber como se dá a organização institucional e operacional para a gestão do tema. Fragilidades e subsequentes reflexões alternativas foram destacadas.

Adentrando às análises no contexto federal, é sabido que a normatização de uma temática se remete sempre a um princípio legalmente estabelecido (BARROS et al., 2012). Esse, por sua vez, é seguido por uma hierarquia normativa que possibilitará envolver e direcionar todos os protagonistas a equacionarem a questão abordada no tema em discussão. Da mesma forma, os entes estaduais e municipais prosseguem, a exemplo da federação, normatizando para que os efeitos, inicialmente, pretendidos sejam projetados em todo o território nacional – fruto da descentralização (SCARDUA

¹⁷ As primeiras noções da regulação estavam ligadas à ideia de controle, derivada do funcionamento de dispositivos reguladores. No direito, os conceitos de regulação mostram-se ligados a diversas ideias, mas destacam-se as de restrição e disciplinamento de comportamentos como as principais. A regulação é ainda apresentada enquanto uma forma de direito, ou seja, ela é compreendida como o estabelecimento de normas de conduta e de criação de instrumentos de coação, para que as normas sejam efetivamente cumpridas (OLIVEIRA, 2014).

e BURSZTYN, 2003). A replicação, pelos estados e municípios, das normas federais é prática comum, da mesma forma como a federação toma como exemplo as leis internacionais mais adiantadas. Com esse contexto, a análise no âmbito federal visou perceber se há um estímulo inicial, impulsionado pelas legislações federais, para que estado e municípios regulem as pequenas barragens em termos ambientais e de segurança. Os resultados dessa primeira análise encontram-se descritos na Figura 16.

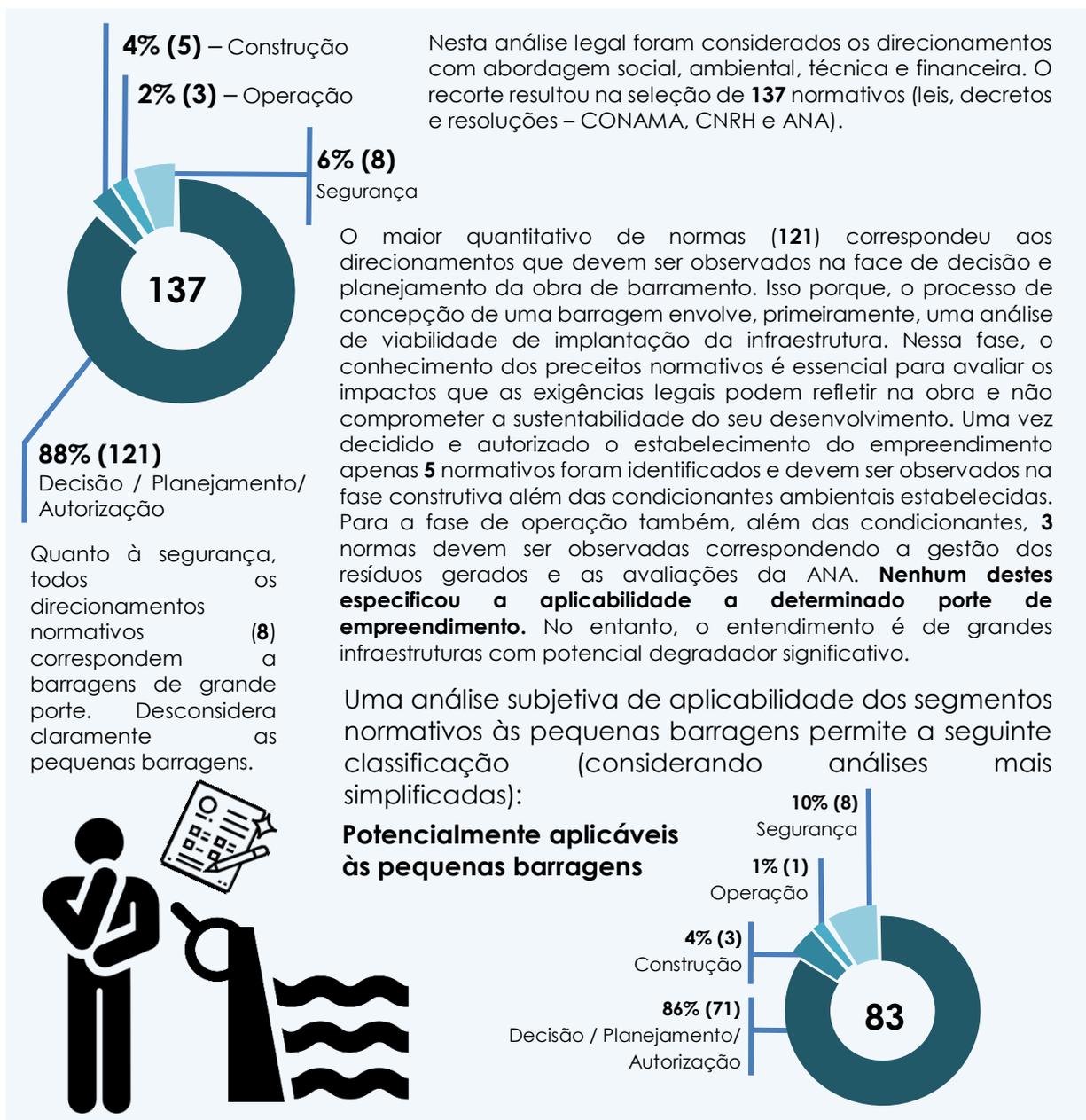


Figura 16. Resultado do levantamento do arcabouço regulamentador no âmbito federal. Tabela de legislações analisadas no Apêndice 1.

Fonte. Elaboração própria, 2017.

As normatizações encontradas no nível federal (Figura 16, pág. 120) permitem corroborar afirmativas de autores diversos quanto ao avanço que a base legislativa brasileira representa (COSTA, 2016; FRANCO, 2011; GORVERNO DO BRASIL, 2010). Todas as etapas de implementação de uma barragem em rios demonstraram serem disciplinadas por direcionamentos normativos. O quantitativo de normas (88%) que devem ser observadas na fase de decisão/planejamento/autorização da obra, demonstra quão criteriosa devem ser as análises para avançar com a execução da barragem nos moldes da sustentabilidade. Esse percentual aborda, principalmente, especificidades de áreas que não podem ser afetadas e exigências legais que podem ensejar custos para a consecução da obra, a exemplo das compensações. Essa amostragem demonstra como o processo de licenciamento ambiental brasileiro está direcionado por regulações.

Cabe aqui ressaltar que embora esse apanhado legal seja amplo e criterioso, devido ao quantitativo de legislação observadas e correlacionadas ao tema, os questionamentos duvidosos existentes acerca do licenciamento ambiental das barragens, estão voltados a um contexto de enfrentamento de barreiras políticas, técnicas e orçamentárias (FONSECA, SÁNCHEZ e RIBEIRO, 2017; BRAGAGNOLO, et al., 2017) ou ainda à vulnerabilidade do processo a várias formas de corrupção - interesses políticos de minorias (WILLIAMS e DUPUY, 2017; DOUGHERTY, 2015) e não de carência legislativa. Por isso, nas últimas décadas, discussões diversas têm ensejado tensos cenários de conflitos pelas construções de grandes obras de barragens (KELLY-RICHARDS, et al., 2017; FEARN SIDE, 2016; FEARN SIDE, 2015). Em muitos casos, esses processos atropelam o atendimento a qualquer regulamento. Isso induz reflexões quanto ao posicionamento da base legislativa brasileira por apenas demonstrar, um protagonismo formal do Brasil na posição de compromisso com regulações, políticas e instrumentos de gestão ambiental, internacionalmente, estabelecidos - caso do licenciamento ambiental (FONSECA, 2013). O fato observado em análises posteriores (entrevistas semiestruturadas) e vivenciado por autores como Silva-Jr e Monteiro (2008), é que as instituições responsáveis pela operacionalização da regulação encontram-se despreparadas em termos científico, técnico e estrutural, demonstrando a ineficiência na conquista aos efeitos normativos esperados.

No que se refere ao controle da segurança, demonstrado na Figura 16 (pág. 120), 8 normativos foram identificados, dos quais 7, em suas essências, atendem à

Política Nacional de Segurança de Barragens. Essa política estabelece direcionamentos importantes para a consolidação do controle de eventos danosos que emergem das falhas dessas estruturas. Assim, cria a cultura de gestão da segurança desses empreendimentos. No entanto, tanto os normativos que abordam aspectos conectados ao processo de licenciamento ambiental das barragens, como os vinculados à segurança¹⁸, estão direcionados para as barragens de grande porte, devido à interpretação de impactos significativos – interpretação técnica pela forma como 94% das normas descrevem seus enquadramentos¹⁹.

Diferentemente, outros países, diante de cenários impactantes ocasionados por falhas em pequenas barragens, já avançaram na temática de segurança para incluir as pequenas barragens em seus sistemas regulatórios: **Portugal** - Desde 1993, passou a vigorar no país o regulamento de pequenas barragens. Isso porque, o conceito de risco foi abordado em função dos danos potenciais causados à jusante, em caso de rupturas em pequenas barragens e não apenas das características da barragem, mas também das possíveis consequências (CALDEIRA e ESPÓSITO, 2010). Assim, mesmo as barragens que apresentem altura igual ou inferior a 15 m e capacidade armazenamento menor do que $1 \times 10^5 \text{ m}^3$, devem ser devidamente aprovadas para o processo construtivo, considerando todos os aspectos de segurança (CALDEIRA e ESPÓSITO, 2010). **Tasmânia (Austrália)** - Desde 1999, já estabeleceu na lei das águas a preocupação com os sistemas de estocagem de água para fins agrícolas - pequenas barragens (TINGEY-HOLYOAK, et al., 2013). Nessa, impôs a todos os proprietários de diques a obrigação de manter e operar as suas barragens de modo a não causar, ou ser susceptível de causar, danos ambientais materiais ou graves danos ou perigo para qualquer pessoa ou propriedade. Todas as barragens,

¹⁸ A lei aplica-se a barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais que apresentem pelo menos uma das seguintes características: I - altura do maciço, contada do ponto mais baixo da fundação à crista, maior ou igual a 15m (quinze metros); II - capacidade total do reservatório maior ou igual a 3.000.000m³ (três milhões de metros cúbicos); III - reservatório que contenha resíduos perigosos conforme normas técnicas aplicáveis; IV - categoria de dano potencial associado, médio ou alto, em termos econômicos, sociais, ambientais ou de perda de vidas humanas (Lei nº 12.334/2010, art. 1º).

¹⁹ Exemplo. Resolução CONAMA nº 01/86 (art 2º, VII), estabelece que o licenciamento dependente de estudo de impacto ambiental está relacionado as **barragens para fins hidrelétricos acima de 10MW**, (não se enquadrando as pequenas barragens). Outra: Resolução CONAMA nº 237/97 (art 3º) dependerão de estudo de impacto ambiental as atividades consideradas efetiva ou potencialmente causadoras de **significativa** degradação do meio ambiente – anexo 1 reporta as barragens e diques, mas que sejam de significativa degradação. A mesma resolução define ainda que o órgão ambiental competente, verificando que a atividade ou empreendimento não é potencialmente causador de significativa degradação do meio ambiente, definirá estudos ambientais pertinentes ao respectivo processo de licenciamento. O órgão de meio ambiente do estado do Pará não apresenta estes estudos definidos para as pequenas barragens em todos os setores de licenciamento pertinente como será demonstrado no decorrer dessa seção.

independente do porte devem ser registradas, englobando grandes e pequenas, de baixo ou grande risco, estabelecendo níveis de vigilância de segurança (TINGEY-HOLYOAK, et al., 2013). **Canadá** - Recentemente alterou a lei da água para regular o monitoramento provincial de segurança das barragens iguais ou superiores a 9 metros de altura e monitoramento regional de segurança para barragens menores de 9 metros (PISANIELLOA e TINGEY-HOLYOAK, 2016b). Ou seja, atribui aos entes regionais à responsabilidade de gestão das pequenas barragens que se encontrarem em seus territórios. Nesse, o processo é avaliado por ministérios diversos para considerar os riscos no processo de planejamento de utilização do solo.

Já no Brasil, mesmo sendo reconhecido internacionalmente em relação à qualidade da engenharia de barragens brasileira (CALDEIRA e ESPÓSITO, 2010), até o momento, não dispõe ainda de uma legislação em nível nacional que contemple as pequenas barragens, a exemplo dos países citados. Com esse indicativo, a vasta base normativa consultada não identificou mandatários direcionados para a disciplina específica das pequenas estruturas de barragens. Isso porque, como foram tratadas na seção 5, essas estruturas passam despercebidas do olhar científico, assim como do técnico, não sendo classificadas como de relevantes interesses ou impactos - olhar fragmentado. Esses resultados corroboram a afirmativa de desinteresse e frágil percepção da necessária sustentabilidade atrelada aos pequenos empreendimentos de barragens.

Empregando uma análise subjetiva, como demonstrada na Figura 16 (pág. 120), aproximadamente 60% das normas estudadas podem ser utilizadas para analisar o processo de licença ambiental e segurança das pequenas barragens, considerando, é claro, uma análise mais simplificada e adequada ao porte.

A possibilidade de estender a interpretação às pequenas barragens se fundamenta considerando mesmo um olhar fragmentado e principalmente holístico à percepção dos impactos que são ocasionados por estas pequenas estruturas. Como demonstrado na seção 6 deste estudo, a percepção no contexto da bacia pode classificar os eventos danosos desses empreendimentos como de grande relevância, o que não ocorre na prática, tecnicamente. Dessa forma, a regulação dessas pequenas estruturas pode ser justificada considerando as mesmas abordagens dos preceitos normativos aplicáveis aos grandes empreendimentos. Isso, principalmente

à avaliação cumulativa do risco associado às pequenas barragens (PIERRE, 2003; PISANIELLO e TINGEY-HOLYOAK, 2017).

Ainda que, claramente, os normativos federais não estimulem a regulação das pequenas barragens nos níveis seguintes, estadual e municipal, há que se analisar a existência dessa regulação nestes entes federados, considerando que a Carta Magna – Constituição Federal, permite ao Estado competência legislativa em três espécies: *Remanescente ou reservada* (art 25 § 1º CF), o que não for da competência de outro ente da federação e não houver vedação legal, competirá ao estado legislar; *Delegada* (art 22 CF), nessa, a União pode autorizar os Estados a legislar sobre questões específicas das matérias de sua competência privativa; *Concorrente - Suplementar* (art 24 CF) possibilitando à União, os Estados e o Distrito Federal legislarem sobre determinadas matérias. Assim, cabe à União legislar sobre normas gerais e aos Estados e Distrito Federal sobre normas específicas, como por exemplo, em matérias de conservação da natureza e proteção do meio ambiente, podendo preencher claros, suprir lacunas (MENDES e BRANCO, 2012). Sendo assim, para essa abordagem, considerando a existência de lei federal (fixando normas gerais sobre o tema), e as lacunas encontradas, segue-se com a análise da hipótese de legislação complementar, por parte do Estado. Buscou-se por regulamentos mais específicos e direcionados a disciplinar e minimizar os efeitos nocivos de empreendimento de menor porte - objetivo de investigação seguinte.

Os levantamentos normativos para o contexto estadual se deram no Estado do Pará, principalmente porque, as análises de frequência (prática comum), de ocorrência das pequenas barragens, adotaram como área de estudo o município de Paragominas – Pará, pelos motivos já abordados na seção 3.

O processo de obtenção das informações que emergiram nos resultados, seguiu com uma fase inicial de entrevista aos setores responsáveis pelo licenciamento ambiental de atividades diversas da Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará. O objetivo foi compreender como se dá o processo de licença das propriedades e quais normativas os técnicos responsáveis seguem.

A abordagem de questionamentos tentou sempre a correlação com a implementação de uma estrutura de barragem ou o controle para garantir a segurança

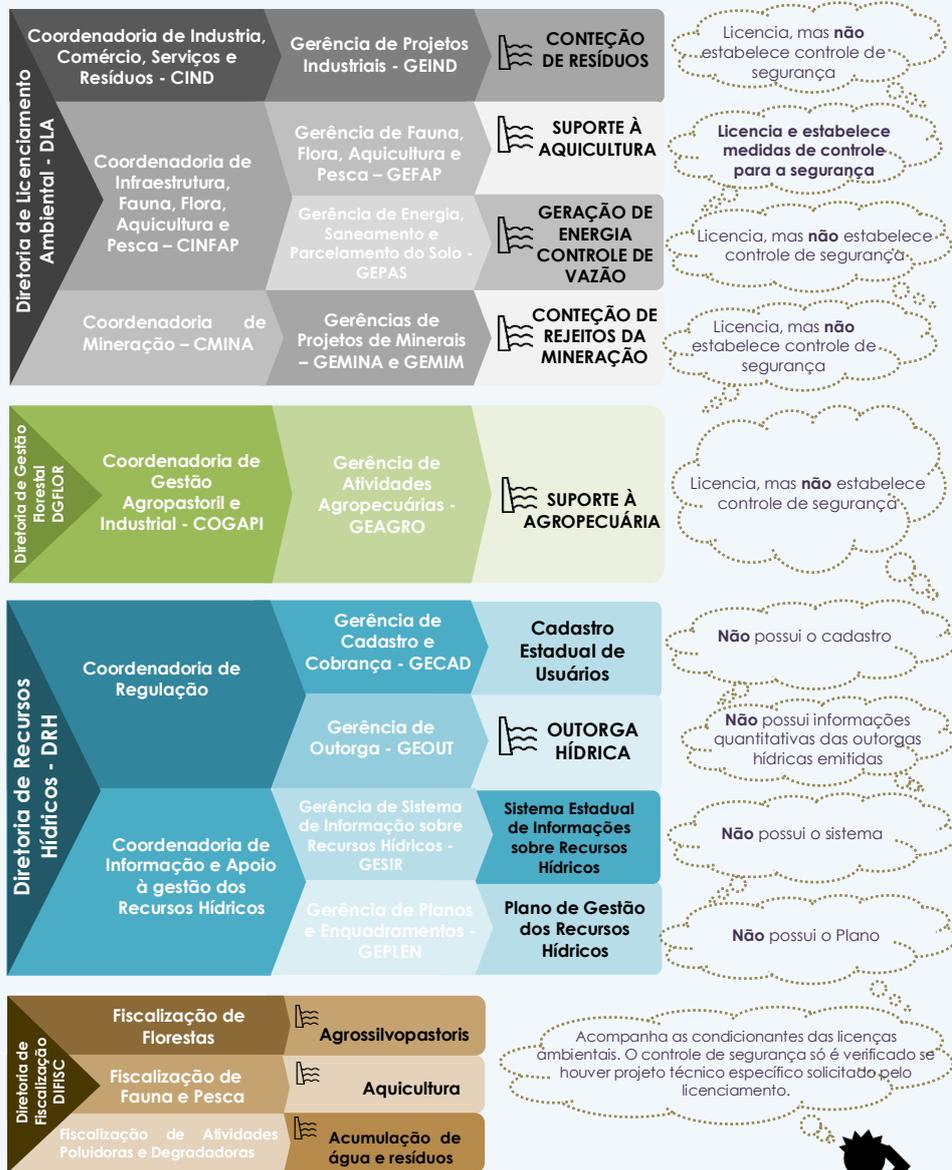
da estrutura. Posteriormente, um levantamento em toda a base de dados normativos do estado foi analisado. Ambos com os propósitos de identificar:

1. Normas existentes que apresentam diretrizes que regulam as barragens.
2. Normas que possuem potencial para incluir essa regulação.
3. Normas que apresentam justificativas que reforçam a necessidade de regulação dessas estruturas.
4. Mecanismos que contribuem ou podem contribuir para a gestão das barragens.
5. Institucionalização estabelecida que permita a gestão dessas estruturas.

Após essa fase, uma segunda entrevista foi realizada com os setores do órgão gestor, para validar as informações cruzadas entre entrevistas e análises da base de dados normativas. Também avaliar se a execução do licenciamento e a fiscalização da segurança seguem os normativos consultados.

As rodadas de entrevistas com o órgão gestor permitiu identificar os tipos de barragens que são licenciadas relacionando aos setores de responsabilidade. Foi possível compreender, ainda, como se dá o processo de licença e fiscalização e quais os termos de referências (TR) adotados. O diálogo se deu com os setores que provavelmente possuem vínculo com a gestão dessas estruturas ou que possuem alguma responsabilidade quanto ao controle, monitoramento e segurança. Os resultados dessa fase estão evidenciados na Figura 17 (pág. 126) para melhor visualizar a relação dos setores com os temas de barragens.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE DO ESTADO DO PARÁ- SEMAS



Setores responsáveis pela gestão de barragens que não são em cursos de rios ou são de grande porte (geração de energia, contenção de rejeitos de minério e contenção de resíduos industriais) não foram detalhados nesse levantamento.

Nenhum dos setores demonstrou controle quantitativo sobre as informações dos processos de licenciamento e monitoramento da segurança sobre as barragens. Todos relataram estarem participando de reuniões para definição de um novo normativo da secretaria que regerá a segurança das barragens com algumas definições internas importantes.



Figura 17. Resultados das entrevistas com a SEMAS.
Fonte. Elaboração própria, 2017.

Os setores sistematizados na Figura 17 (pág.126) são os que apresentam ou deveriam apresentar procedimentos para a gestão das barragens. Considerando o foco do estudo para as barragens de pequeno porte em rios tentou-se a coleta de informações mais detalhadas nos setores GEFAP e GEAGRO. Isso porque, correspondem ao licenciamento de atividades rurais que geralmente estão conectadas à implementação de pequenas barragens de suporte às atividades, também a DRH e DIFISC por estarem responsáveis pelos temas ligados ao sistema de controle e fiscalização do órgão. Os principais relatos e impressões sobre a atuação dos setores estão destacados na Tabela 10.

Tabela 10. Resultados das entrevistas com a SEMAS.

	Relato	Percepção
Barragens de contenção de resíduos industriais tóxicos	A GEIND faz apenas o licenciamento da atividade industrial e inclui a barragem no processo. O setor não possui um termo de referência estabelecido em específico para a barragem, ficando a cargo da equipe técnica atuante a definição dos estudos que devem ser apresentados para o processo. Não é avaliada a segurança da barragem, pois ainda está sendo implementado normativo que direcione essa atuação. Há apenas duas licenças de empreendimentos que possuem barragem de resíduos industriais – Gerente.	Pelas informações colocadas os processos de licenciamento sempre são realizados para grandes barragens de contenção. Quando a barragem é pequena, apenas faz o controle de licença se “alguém” solicitar. Existe uma confusão na interpretação de monitoramento das condicionantes da licença com o controle de segurança. Sendo que o setor considera controle da segurança apenas o processo de monitoramento de atendimento das condicionantes.
Barragens de contenção de rejeitos da mineração	A CMINA faz o processo de licenciamento ambiental das barragens para contenção de rejeitos da mineração e parte do controle de segurança, no que diz respeito aos aspectos ambientais. Também não possui termo de referência específico para a apresentação dos projetos técnicos necessários para o licenciamento. Não possui sistematizada informação do quantitativo de barragens para essa finalidade licenciadas – Técnico.	Embora relate realizar parte dos processos de controle da segurança não soube especificar quais seriam os aspectos de responsabilidade. Acredita-se ser apenas o monitoramento das condicionantes. Dessa forma, o controle da segurança destas barragens fica sobre responsabilidade do DNPM.
Barragem de geração de energia	A GEPAS responsabiliza-se pelos licenciamentos de ambas estruturas. Da mesma forma que os setores anteriores não possuem termo de referência específico. Cada caso, é analisado para determinação dos projetos técnicos a serem apresentados, após protocolo, pelo interessado de carta consulta. O monitoramento das condicionantes da licença e o controle de segurança dessas barragens ficam sobre responsabilidade da diretoria de	A gerência possui o entendimento de que a sua atuação é apenas emitir a licença, ficando sobre responsabilidade de outros setores o monitoramento e controle da segurança. No entanto, não sabem definir qual seria esse outro setor. Podem acompanhar a fiscalização de vistoria e monitoramento caso sejam demandados, mas geralmente não se envolvem com essa atividade. Nesse também se observou uma confusão na
Barragem de controle de vazão		

	Relato	Percepção
	fiscalização da secretaria. Não possui sistematizado quantitativo de barragens licenciados, para esta finalidade - Técnico.	diferenciação entre monitoramento de condicionantes e controle de segurança.
Barragem de suporte à atividade de aquicultura	A GEFAP realiza todo o processo de licenciamento ambiental das barragens que apresentarem vínculo com a atividade de aquicultura. Dessa forma, o termo de referência e a IN 04/2013 adotados e divulgado em plataforma online solicita informações sobre os aspectos técnicos do barramento, assim como projeto técnico com informações para o controle da segurança da barragem, que deve ser apresentado anualmente. A atividade não tem a licença liberada, caso não apresente a outorga de obra hídrica e as informações técnicas do barramento para serem incluídas no processo de licenciamento. O setor não possui informações do quantitativo de barragens licenciadas no estado para esta atividade. Principalmente porque a atividade com área útil de até 3ha são dispensas de licenciamento. Para essas, são exigidas apenas inclusão de informações em uma plataforma online, os quais nem sempre apresentam todos os campos preenchidos pelos proprietários. Já as informações das atividades licenciadas não estão sistematizadas – Técnico.	Essa gerência apresentou informações claras e mais condizentes com os aspectos necessários para a gestão sustentável das barragens. Soube definir claramente a diferença entre monitoramento de condicionantes da licença ambiental e controle da segurança. Os termos de referência também abordam muito bem as especificações técnicas. No entanto, transmitiu a percepção de que a atuação dos técnicos, em campo, é superficial quanto à definição de uma estrutura de barramento seguro, já que não possuem todo o conhecimento técnico para a avaliação assim como treinamentos específicos.
Barragem de suporte às atividades agrossilvopastoris	A GEAGRO conduz o licenciamento das atividades agrossilvopastoris e frequentemente identificam estruturas de barragens nas propriedades vistoriadas. No entanto, não realizam o processo de licenciamento dessas estruturas, a exemplo da GEFAP, por entenderem se tratar de competência de outra diretoria na secretaria. Da mesma forma, os aspectos técnicos de segurança não são avaliados pelo setor. A identificação de barragem apenas os remete a solicitar do	Os esclarecimentos apresentados demonstraram que não existe um entendimento claro do setor quanto a diferença entre outorga de recursos hídricos e licença ambiental para obra hídrica ²⁰ . O corpo de profissionais acredita que a emissão de outorga licencia a estrutura, sendo assim não possuem qualquer responsabilidade sobre os aspectos técnicos da gestão

²⁰ Conceitos e diferenças:

A outorga de direito de uso de recursos hídricos, como o próprio nome já diz, confere ao seu titular o direito de uso de recursos hídricos (ANA, 2013b). A outorga não autoriza a instalação do empreendimento (ANA, 2013b). Para a instalação do empreendimento são necessárias outras autorizações, como a licença ambiental emitida pelo órgão de meio ambiente (ANA, 2013b).

A outorga é um ato administrativo na forma de autorização que assegura ao usuário, o direito de captar a água em local determinado de um corpo hídrico (rio, açude, lagoa, fonte, canal, adutora, aquífero, etc) com vazão, volume e período definidos, bem como as finalidades de seu uso, sob determinadas condições (CEARÁ, 2008). A outorga assegura o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água, assim como o efetivo exercício dos direitos de acesso à água (CEARÁ, 2008). A licença de obras hídricas é uma autorização expedida pelo órgão ambiental responsável ao interessado em executar qualquer obra ou serviço de interferência hídrica, que possam influenciar o regime hídrico de um determinado curso d'água ou de um aquífero (CEARÁ, 2008). A licença possibilita a construção de obras hídricas de qualidade e compatíveis com as condições hidroambientais da bacia hidrográfica (CEARÁ, 2008).

	Relato	Percepção
	proprietário a apresentação de outorga de obra hídrica, condicionando a liberação da licença ambiental da atividade à apresentação desta outorga – Técnico.	dessas estruturas. Postura diferente da GEFAP. Em contraponto a GEOUT argumentou não emitir qualquer licença para construção de obra hídrica, se responsabilizando apenas pela outorga de uso do recurso hídrico para a barragem.
Outorga de obra hídrica e controles	A GEOUT realiza a emissão de outorga de obra hídrica, a qual informa a disponibilidade do recurso para a finalidade descrita. No entanto, as análises dos processos de concessão de outorga não consideram nenhum plano de gestão dos recursos hídricos ²¹ ou decisões por comitê de bacias hidrográfica ²² que assegure o deferimento da solicitação. Esses mecanismos, embora previstos em normativo estadual desde 2008 ²³ , ainda não foram implementados pelo órgão. Não há informações sistematizadas quanto ao quantitativo de outorgas emitidas para obras hídricas tipo barragem. A gerência encontra-se no processo de organização das informações. Da mesma forma que não há um cadastro estadual de usuários de recursos hídricos, também estabelecido por normativo ²⁴ . O único sistema de cadastro referente aos recursos hídricos é o cadastro de cobrança pelo uso da água. Nenhuma informação referente a outorga e utilização dos recursos hídricos é possível de ser gerada e disponibilizada pelo setor, uma vez que não possui o Sistema Estadual de Gerenciamento dos Recursos Hídricos ²⁵ , também	A Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade parece não ter compreendido a importância da diretoria de recursos hídricos. Isso porque o corpo técnico compreende a importância dos processos que conduzem, mas não dispõem dos mecanismos de controles adequados para suas análises e tomadas de decisão. Considerando, ainda, que parte desses mecanismos já foram previstos em normativos reguladores desde 2001. Em 16 anos, os principais sistemas de controles para a gestão dos recursos hídricos não existem, desprovendo as autorizações a critérios de análises inseguros. Geralmente o controle das informações de barramentos de cursos de rios é gerenciado e disponibilizado pelo setor de responsabilidade pela gestão dos recursos hídricos no estado, a exemplo dos estados do Ceará, Minas Gerais, Paraíba, Rio Grande do Norte e Bahia. Estados que possuem um maior quantitativo de informações referentes as barragens de pequeno porte cadastradas no sistema de gerenciamento da ANA.

²¹ Os Planos de Recursos Hídricos são documentos balizadores que definem ações estratégicas em recursos hídricos de uma determinada região, incluindo informações sobre ações de gestão, planos, programas, projetos, obras e investimentos prioritários. Tendo como base uma visão integrada dos usos múltiplos da água, os planos são elaborados com o envolvimento de órgãos governamentais, da sociedade civil, dos usuários e das diferentes instituições que participam do gerenciamento dos recursos hídricos. Pode ser elaborado por bacia hidrográfica orientando a gestão da água no território. ANA. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaAna/planejamentoRH.aspx>

²² Os Comitês de Bacia Hidrográfica são organismos colegiados que fazem parte do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e existem no Brasil desde 1988. A composição diversificada e democrática dos Comitês contribui para que todos os setores da sociedade com interesse sobre a água na bacia tenham representação e poder de decisão sobre sua gestão. Os membros que compõem o colegiado são escolhidos entre seus pares, sejam eles dos diversos setores usuários de água, das organizações da sociedade civil ou dos poderes públicos. Suas principais competências são: aprovar o Plano de Recursos Hídricos da Bacia; arbitrar conflitos pelo uso da água, em primeira instância administrativa; estabelecer mecanismos e sugerir os valores da cobrança pelo uso da água; entre outros. Tem poder real de decisão e cumprem um papel fundamental na elaboração das políticas para a gestão dos recursos hídricos. CBH. Disponível em: <http://www.cbh.gov.br/GestaoComites.aspx>

²³ Resolução CERH nº 05/2008.

²⁴ Resolução CERH nº 06/2008

²⁵ O Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos tem como objetivo coordenar a gestão integrada das águas, arbitrar administrativamente os conflitos relativos aos recursos hídricos, implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos, planejar, regular e controlar o uso, preservação e a recuperação dos recursos hídricos e promover a cobrança pelo uso da água. Integra

	Relato	Percepção
	estabelecido por lei desde 2001 ²⁶ – começaram o processo de implantação e sem explicações foi suspenso – Técnico.	
Monitoramento das licenças ambientais e segurança	A DIFISC possui três gerências que estão relacionadas ao cumprimento das condicionantes das licenças ambientais dos tipos de barragens dos demais setores entrevistados. O acompanhamento e a vistoria do controle da segurança das barragens somente são desenvolvidos por esses setores caso exista um projeto técnico com as especificações que devem ser seguidas. Somente é realizada, se o processo de licenciamento exigir – Gerente.	As responsabilidades dentro desse setor, assim como de outros não está clara. O processo de acompanhamento da segurança não poderá ser conduzido caso as gerências de licenciamento não estabeleçam essa determinação na licença concedida. Como os demais setores não compreendem assim, esse processo não é conduzido.

Fonte. Elaboração própria, 2017.

Embora todos os tipos de barragens sejam de competência de um setor específico, não há clareza no entendimento quanto às responsabilidades de cada setor. Isso, no que diz respeito à definição dos aspectos técnicos de avaliação e controle da segurança dessas estruturas. Somente os critérios de avaliação para a licença ambiental são geridos, e em muitos casos sem a confiança técnica devida. As argumentações giram entorno da falta de capacidade técnica para avaliar quais seriam os critérios necessários a essa avaliação, ou de atribuir essa competência a outros setores que igualmente desconhecem os critérios.

Um levantamento e análise de todas as normativas do Estado, correlacionadas à temática, foi conduzido para avaliar se essas direcionam a organização institucional e define competências e procedimento técnico que resulte na indicação de regulação das pequenas barragens. Essa análise demonstrou um considerável quantitativo de normas com direcionamentos reguladores e com potenciais para incluir a necessidade de regulação para as pequenas estruturas de barramento dos rios. Os resultados dessa análise estão demonstrados na Figura 18 (pág. 131).

todos os mecanismos e instrumentos estabelecidos para a gestão dos recursos hídricos. BRASIL, Lei Estadual n 6.381, de 25 de julho de 2001.

²⁶ Lei Estadual nº 6.381, de 25 de julho de 2001. Governo do Estado do Pará. Dispõe Sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências.



Figura 18. Resultados da análise das bases normativas.
Fonte. Elaboração própria, 2017.

O cruzamento das informações obtidas na entrevista com os normativos analisados demonstrou claramente que o corpo técnico responsável pelo licenciamento e controle desconhece as normas estabelecidas no estado, principalmente, as leis e decretos. Isso porque, com exceção da GEFAP, os demais setores argumentaram a inexistência de normativos que estabeleçam a necessidade de licenciamento ambiental e gestão da segurança para as barragens de pequeno porte em propriedades rurais. No entanto, ressaltaram a necessidade de regulação já que declararam presenciar esses empreendimentos com frequência nas propriedades vistoriadas, embora não as considerem por não saber como proceder (GEAGRO). Ainda segundo os técnicos, anteriormente, acreditavam-se que esses empreendimentos não representassem grandes impactos ou riscos socioambientais,

mas que a visão vem mudando diante dos eventos divulgados. Uma ocorrência atendida pela própria secretaria, em 2009, identificou em um evento declarado como calamidade pública no município de Altamira, que 11 pequenas barragens se romperam em efeito dominó afetando considerável quantitativo de pessoas.

Após a fase de entrevistas, imaginou-se que as conclusões deste estudo seriam direcionadas para sugerir o estabelecimento de bases normativas específicas que busque a sustentabilidade das pequenas barragens, sejam em termos da gestão ambiental ou de segurança. No entanto, a fase posterior com a identificação de normas que sugerem tanto o licenciamento quanto a segurança, mesmo que de forma insipiente, demonstrou que também o Estado possui uma significativa base legislativa. Essa por sua vez, precisa apenas ser implementada e complementada em alguns termos. A Tabela 11 apresenta o entendimento para os normativos estaduais selecionados. Esses foram considerados, a partir de um minucioso estudo das prescrições legais, que visou identificar direcionamentos sugestivos para a regulação de obras como o barramento de cursos d'água, ou que possuem o potencial de contribuições para a regulação.

Tabela 11. Normativas que regulam ou possuem o potencial de regular as barragens.

Direcionamentos que sugerem a regulação de barragens		
Regulamento	Principais Prescrições	Fragilidades
Lei nº 7408 de 30/04/10	Estabelece diretriz para a verificação da segurança de barragem e de depósito de resíduos tóxicos industriais. A realização de obra e a implantação de estrutura de barragem e de depósito de resíduos tóxicos industriais ficam condicionadas, sem prejuízo do licenciamento ambiental previsto em lei, à realização de projeto técnico.	A lei não especifica o porte do empreendimento ao qual se aplica, deixando o entendimento de que toda e qualquer barragem deve ter a segurança acompanhada. Não foi encontrado Decreto específico para a regulamentação da norma, deixando assim de estabelecer os devidos pormenores, principalmente em relação às competências. E deixando brechas para contestações por aquele que se sentir prejudicado pelo normativo.
Resolução CERH nº10, de 03/09/10.	Dispõe sobre os critérios para análise de Outorga Preventiva e de Direito de Uso de Recursos Hídricos. Por este, autoriza o empreendedor a realizar alteração do regime de vazões do corpo hídrico, ficando a cargo do licenciamento ambiental a autorização para a implantação e operação do empreendimento.	A emissão de outorga de obra hídrica permite uma análise da demanda e da disponibilidade hídrica, permitindo à fase de licenciamento da obra a visão de impactos sobre a vazão do recurso hídrico. Segundo a secretaria, essa outorga ainda não é muito solicitada, considerando que os empreendimentos de pequeno porte não passam pelo processo de licenciamento para que haja a exigência da outorga. Essa ferramenta auxiliaria no conhecimento e controle quantitativo de barragens, além de permitir uma análise sobre a disponibilidade do recurso hídrico na bacia hidrográfica.

Resolução CERH nº13 de 04/05/11	Dispõe sobre os procedimentos de solicitação de outorga de direito de uso de recursos hídricos relacionados às atividades sujeitas ao licenciamento ambiental.	Para empreendimentos como as barragens, a obtenção da outorga não exige do processo de licenciamento da obra. Dessa forma o licenciamento da atividade deverá solicitar tanto a outorga que autoriza a utilização dos recursos hídricos quanto a licença que autorizou a construção do empreendimento de barramento do rio.
Instrução Normativa nº 02 de 25/04/12	Dispõe sobre procedimentos para protocolo de processos de licenciamento ambiental que dependem de Outorga Preventiva ou Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos.	Se tratando de um IN, as quais são seguidas pelo corpo técnico, fica claro que todo e qualquer empreendimento que demonstre interferência no corpo hídrico, necessita apresentar a outorga, assim como licença para o estabelecimento da estrutura.
Instrução Normativa nº 04 de 10/05/13	Dispõe sobre o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades aquícolas. Nos casos em que o projeto técnico ambiental de aquicultura contemplar todos os critérios necessários para a análise da construção/instalação e funcionamento de barragens, sua análise e licenciamento será considerada parte integrante da aquicultura, no mesmo processo de licenciamento. As barragens para uso direto ou indireto, nas atividades aquícolas, devem apresentar relatório do monitoramento de segurança da barragem anualmente, atestando sua segurança, por profissional devidamente habilitado.	Embora os técnicos da GEFAP relatem não saber como proceder na análise de uma barragem, fica clara a existência de norma que possibilita a gestão ambiental da estrutura e também do controle de segurança. Esse normativo deve passar por processo de implementação com a capacitação do corpo técnico para que os procedimentos sugeridos sejam eficientes na implementação da gestão e regularização ambiental da propriedade.

Direcionamentos com potencial de contribuir para a regulação

Regulamento	Principais Prescrições	Fragilidades
Decreto nº 2593 de 27/11/06	Dispõe que o licenciamento ambiental de imóveis rurais e atividades agrossilvipastoris localizadas em zona rural será realizado por intermédio da Licença de Atividade Rural – LAR-PA.	Da mesma forma que o processo de licenciamento da atividade de aquicultura propõem regular as barragens que estão direta e indiretamente ligadas as atividades, este normativo também pode fazer essa proposição as atividades agrossilvipastoris. Seguindo não apenas o licenciamento da obra presente na propriedade como o controle da segurança. Assim o processo de emissão da LAR sugeriria a licença também para a barragem existente na propriedade como a outorga de obra hídrica. Disseminaria ainda mais a gestão.
Decreto nº 1148 de 17/07/08	Dispõe sobre o Cadastro Ambiental Rural – CAR-PA	O Cadastro Ambiental Rural – CAR-PA como um dos instrumentos da Política Estadual de Florestas e do Meio Ambiente, obriga o cadastro de todo imóvel rural localizado no Estado do Pará, mesmo aquele que não exerça qualquer atividade rural economicamente produtiva. O cadastro permite identificar cobertura vegetal, recursos
Instrução Normativa nº 16 de 7/08/08	Disciplina a regulamentação do Cadastro Ambiental Rural – CAR-PA de imóveis rurais com área não superior a 4(quatro) módulos fiscais	

Instrução Normativa nº 37 de 2/02/10	Disciplina a regulamentação do Cadastro Ambiental Rural – CAR-PA de imóveis rurais com área não superior a 300(trezentos) há.	hídricos, benfeitorias e infra-estrutura, área de preservação permanente (APP), proposta para área de reserva legal (ARL), área para uso alternativo do solo (AUAS) e área desmatada (AD). Dessa forma demonstra-se como um forte mecanismo para conhecimento das barragens existentes, caso essas sejam identificadas. Principalmente porque consideraria essa informação também em propriedades sem atividade produtiva licenciada. As informações identificadas passariam a compor um cadastro específico de barragens que daria subsídio à gestão das estruturas. Otimizaria a ferramenta que já possui larga e importante utilização, para mais um tema de relevância dado os riscos socioambientais que as barragens representam. Além de contribuir para a efetiva regularização ambiental da propriedade.
Instrução Normativa nº 09 de 22 /06/11	Disciplina a nova regulamentação do Cadastro Ambiental Rural - CAR e define os procedimentos para o Licenciamento Ambiental de Atividades Rurais – LAR	
Instrução Normativa nº 05 de 14/06/12	Estabelece procedimentos para o Cadastro Ambiental Rural - CAR de áreas onde incidem projetos de Assentamentos federais e estaduais	
Resolução CERH nº 9, de 12/02/09	Dispõe sobre os usos que independem de outorga.	Essas disposições poderiam reforçar a necessidade de licenciamento ambiental e controle da segurança para as obras hídricas do tipo barragem, mesmo quando estas disponham de dispensa de outorga. Seja o uso insignificante, mais os impactos que possam ser ocasionados para a bacia e de eventuais riscos podem ser consideráveis, justificando assim a gestão controlada desses empreendimentos.
Resolução CERH nº 09 de 18/10/10	Dispõe sobre os usos que independem de outorga.	
Instrução Normativa nº 03 de 26/03/14	Dispõe sobre os procedimentos administrativos específicos para o protocolo de processos de solicitação de Outorga Preventiva, Outorga de Direito, Renovação e Dispensa de Outorga.	
Decreto nº 216 de 22/09/2011	Dispõe sobre o licenciamento ambiental das atividades agrossilvopastoris realizadas em áreas alteradas e/ou subutilizadas fora da área de reserva legal e área de preservação permanente nos imóveis rurais	Considerando que esses normativos estão direcionados para o licenciamento das atividades agrossilvopastoris, podem indicar que uma vez que a propriedade apresente estrutura de barragem de rio como suporte à atividade, esta deve apresentar os projetos técnicos necessários para o licenciamento assim como para o controle anual da segurança – a exemplo da atividade de aqüicultura.
Instrução Normativa nº 14 de 27/10/2011	Estabelece os procedimentos administrativos para a regularização e o licenciamento ambiental das atividades agrossilvopastoris realizadas em áreas alteradas e/ou subutilizadas fora da área de Reserva Legal – RL e Área de Preservação Permanente – APP nos imóveis rurais.	
Resolução COEMA nº 90 de 13/10/11	Define a atividade de aqüicultura como eventual e de baixo impacto ambiental para fins de intervenção ou supressão em APP.	Embora a atividade seja considerada de baixo impacto autorizando a supressão de APP em até 5% da APP total da propriedade, deveria mencionar a necessidade de avaliação de licenciamento específico e controle de segurança para as estruturas de barragens implementadas na propriedade, a qual tenha demandado a supressão.
Resolução COEMA nº 107, de 08/03/13.	Define os critérios para enquadramento de obra ou empreendimentos/atividades de baixo potencial poluidor /degradador ou baixo impacto	Deveria deixar mais claro que para as atividades que possuem interferência hídrica por barramento não podem deixar de considerar a devida licença, uma vez que as barragens, mesmo de pequeno porte são

	ambiental passível de Dispensa de Licenciamento Ambiental (DLA)	definidas pela própria SEMAS como de potencial poluidor degradador III (Alto). Assim, ainda que a atividade tenha a DLA, precisa licenciar estruturas de barragens.
Instrução Normativa nº01 de 15/02/16	Dispõe sobre os procedimentos e critérios, no âmbito da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMAS/PA, para adesão ao Programa de Regularização Ambiental do Pará – PRA/PA, por proprietários e posseiros rurais, com fins à regularização ambiental de áreas alteradas e/ou degradadas.	As áreas alteradas e/ou degradadas nas propriedades rurais devem ser consideradas não apenas como as áreas desmatadas nas propriedades, mas também aquelas em que os cursos hídricos estão degradados também pelo processo de estabelecimento de interferências nos rios. Nesses termos a adequação deve considerar também o processo de licenciamento dessas barragens, assim como o controle da segurança dessas estruturas. Isso porque um dos princípios dos normativos é a regularização ambiental através de licenciamento pelo Órgão Ambiental competente.
Instrução Normativa nº02 de 18/5/16	Estabelece os procedimentos e critérios para adequação ambiental dos imóveis, cujo desmatamento tenha ocorrido após 22 de julho de 2008.	

O Estado do Pará, desde 2010, vem estabelecendo normativas que institucionalizam o tema de barragens²⁷. Dessa forma, vem indicando a necessidade de estabelecer critérios e procedimentos que controlem essas estruturas. Isso demonstra que a fase de estabelecer regulamentos está caminhando em paralelo com as iniciativas nacionais. Quando a implementação dos regulamentos chega a cargo das instituições investidas de competência, identificam-se lacunas, incertezas e processos extremamente morosos – avaliação da conexão convergente entre base legislativa e institucionalização operacional.

As mesmas análises podem ser replicadas para entes federados de atuação mais localizada - municípios – uma vez que normativos legais como o artigo 23 da Constituição Federal de 1988, o artigo 6 da Resolução do CONAMA nº 237 de 1997 e o artigo 1º da Resolução do COEMA nº 120 de 2015 conferem atribuições ao município para promover o licenciamento ambiental considerando as atividades de impacto ambiental local. O município, onde a área de estudo foi delimitada, Paragominas, passou pelo processo de compartilhamento e descentralização da gestão ambiental municipal previsto em Lei Complementar nº 140, de 2011 e disposto por Resolução do COEMA nº 120 de 2015. Desse modo, apresenta todos os requisitos legalmente estabelecidos para atuação com o processo de regulação no município. Nesses termos, a Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente de Paragominas

²⁷ Lei Estadual nº 7.408 de 30/04/10. Governo do Estado do Pará. Estabelece diretriz para a verificação da segurança de barragem e de depósito de resíduos tóxicos industriais.

pode atuar com a regulação ambiental dos empreendimentos considerados como de impacto local definidos em anexo da referida resolução. O levantamento da estrutura organizacional da secretaria e as competências atribuídas estão representados na Figura 19.



Figura 19. Resultados dos levantamentos de informações na esfera municipal.
Fonte. Elaboração própria, 2017.

As barragens em propriedades rurais, identificadas pela secretaria, não recebem uma licença ambiental. Os técnicos desconhecem procedimentos que especifiquem o processo de licença ambiental para essas pequenas barragens, assim como os relatórios técnicos para controle da segurança. Esses procedimentos foram estabelecidos pela GEFAP para o caso das atividades de aquicultura, ou seja, embora o órgão municipal de meio ambiente argumente utilizar as normas estabelecidas pelo Estado, ainda assim, os poucos procedimentos estaduais voltados à gestão das pequenas barragens não são de conhecimento do ente municipal. A fragilidade no conhecimento técnico para análise dos projetos foi perceptível durante a pesquisa.

Da mesma forma que para o órgão estadual de meio ambiente, o órgão municipal também apresenta uma atuação técnica frágil em atendimento às especificações normativas. Por exemplo, a Resolução do COEMA nº 120 de 2015 define as atividades de impacto local, considerando o porte, o potencial

poluidor/degradador e a natureza da atividade. Essas são de competência dos municípios que adotaram os requisitos para enquadramento na gestão ambiental compartilhada²⁸. Segundo essa resolução, as atividades de: i) carcinicultura e piscicultura nativa em viveiro escavado e barragem (AUH \leq 10ha), ii) micro e pequena central hidrelétrica a fio d'água e iii) barragem e/ou dique para formação de açude e/ou perenização de lago (AI \leq 10ha), podem ser geridas e monitoradas pelo órgão ambiental municipal descentralizado – não é o que ocorre no município. Os motivos se repetem nessa esfera – carência de capacitação e atualização técnica somada à alta rotatividade do corpo de técnicos responsáveis pela avaliação dos processos. Isso demonstra a fragilidade no conhecimento técnico para análise dos projetos de barramentos no município.

No que se refere à base de dados normativos do município, a legislação ambiental não apresenta muitos direcionamentos que possam incluir a abordagem das barragens, sendo identificado apenas 6 (seis) normativos (Figura 20).

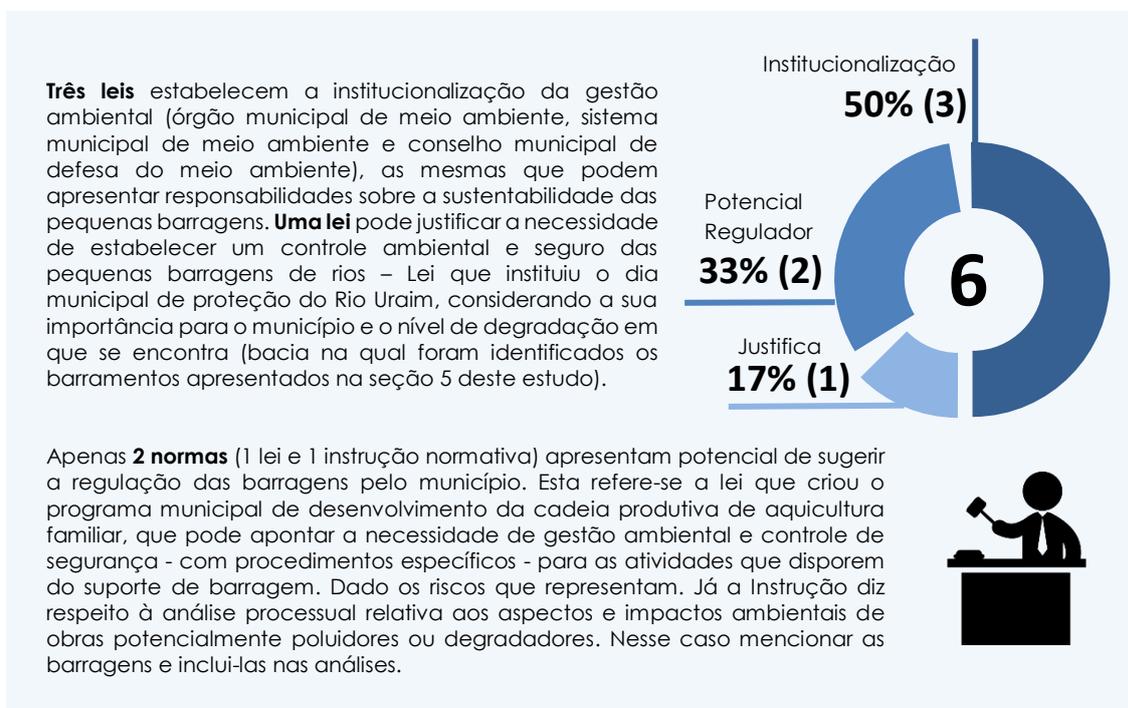


Figura 20. Resultado da análise da base normativa municipal.

Fonte. Elaboração própria, 2017.

²⁸ Consoante ao disposto na Portaria SEMAS nº 179/2016, atualizada pela Portaria SEMAS nº 1.421/2016, a SEMVMA possui capacidade para exercer a gestão ambiental local e realizar o licenciamento de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local. Além disso, a SEMVMA tem como atribuições a fiscalização, o licenciamento ambiental e o monitoramento (Diagnóstico da Gestão Ambiental Municipal nos Municípios Vinculados à Base Local Dom Eliseu. Programa Municípios Verdes. Dezembro de 2016. Governo do Estado do Pará).

A percepção que resultou das análises correlacionadas nos três entes federativos sugere que, a normatização, embora necessária e importante para direcionar, não é o único determinante para a gestão sustentável das pequenas barragens. O que entra em destaque é a proatividade dos organismos responsáveis em incorporar a gestão da problemática encontrada no seu território. Ou seja, dos entes regionais tomarem a frente na regulação e controle das externalidades ambientais das suas jurisdições. Para corroborar essa colocação traz-se a seguinte consideração: No âmbito nacional, até o momento de análises deste estudo, não foi encontrado qualquer normativo que disponha sobre a regulação das pequenas barragens de forma clara e específica. No entanto, iniciativas de órgãos estaduais diversos versam sobre requisitos que direcionam a gestão destas estruturas:

1. *Ceará*. Instituiu a Secretaria de Recursos Hídricos²⁹, a qual estabeleceu procedimentos internos para expedição de licenças ambientais e outorga de direito de uso, às pequenas barragens. As diferenças entre os instrumentos foram claramente definidas, constando ainda de manual técnico que detalha todos os aspectos técnicos necessários para a consecução segura da pequena barragem (CEARÁ, 2008). Todas essas estruturas no estado constam no sistema de gestão estadual com o objetivo de controlar a poluição e degradação dos recursos hídricos - escassos na região. O estado contribui ainda alimentando bases nacionais como o Sistema de Acompanhamento de Reservatórios da ANA com todas as informações e acompanhamento das estruturas.
2. *Paraíba*. Criou a Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado (AESÁ)³⁰, vinculada à Secretaria de Recursos Hídricos do Meio Ambiente e responsabiliza-se pelo controle técnico das obras e serviços de oferta hídrica no estado. A agência realiza o licenciamento ambiental e controle de outorga de todos os reservatórios no estado, incluindo os de pequeno porte. Possui seu sistema de cadastro e também contribui com os sistemas de informações da ANA sobre barragens.

²⁹ <https://www.cogerh.com.br/#todospelaagua>

³⁰ <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/>

3. *Minas Gerais*. Possui o Instituto Mineiro de Gestão das Águas³¹ responsável pela gestão do sistema estadual de gerenciamento dos recursos hídricos. Nesse sistema, encontram-se inseridos o cadastro e o monitoramento de todas as barragens e reservatórios em rios mineiros. Esse também alimenta os sistemas de informações da ANA sobre recursos hídricos e barragens.
4. *Bahia*. Criou o Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos³². Esse realiza todos os processos de licenciamento ambiental e outorga de direito de uso dos recursos para as barragens. Também faz a gestão do inventário das barragens no estado com informativos semanal de monitoramento das barragens. Prezando pela qualidade nos serviços prestados, o instituto promulgou uma portaria específica que estabelece a periodicidade, qualificação da equipe responsável, conteúdo mínimo e nível de detalhamento das inspeções de segurança regulares de barragens de acumulação de água. O inventário considera um total de 330 barragens de todos os portes.
5. *Rio Grande do Norte*. Adotou o Instituto de Gestão das Águas³³ que é vinculado à Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do estado. O instituto é responsável pela avaliação e emissão de licenças ambientais para as obras hídricas e outorgas de direito de uso das águas. Em resoluções específicas, estabelece quais obras são isentas de licenças, mas que devem constar nos cadastros do instituto. Ainda, com iniciativas à frente, define portes de micro, pequena, média e grande barragem para o estado³⁴ – passíveis de cadastro e licenciamento ambiental com

³¹ <http://www.igam.mg.gov.br/>

³² <http://www.inema.ba.gov.br/quem-somos-2/institucional/>

³³ <http://www.igarn.rn.gov.br/Index.asp>

³⁴ Resolução Conselho Estadual de Recursos Hídricos nº 08 de 16/12/2009. Art 3 I – **micro barragem**: aquela que cria um reservatório cuja capacidade de armazenamento seja inferior a 300.000 m³ (trezentos mil metros cúbicos), e bacia hidrográfica inferior a 5 km² (cinco quilômetros quadrados); II – **pequena barragem**: aquela que cria um reservatório cuja capacidade de armazenamento seja igual ou superior a 300.000 m³ (trezentos mil metros cúbicos) e inferior a 8.000.000 m³ (oito milhões de metros cúbicos), e bacia hidrográfica igual ou superior a 5 km² (cinco quilômetros quadrados) e inferior a 100 km² (cem quilômetros quadrados); III – **média barragem**: aquela que cria um reservatório cuja capacidade de armazenamento seja igual ou superior a 8.000.000 m³ (oito milhões de metros cúbicos) e inferior a 70.000.000 m³ (setenta milhões de metros cúbicos), e bacia hidrográfica entre 100 e 1.200 km² (cem e um mil e duzentos quilômetros quadrados); e IV – **grande barragem**: aquela que cria um reservatório cuja capacidade de armazenamento seja igual ou superior 70.000.000 m³ (setenta milhões de metros cúbicos), e bacia hidrográfica superior a 1.200 km² (um mil e duzentos quilômetros quadrados).

especificidades para cada porte. Desse modo, a atuação do instituto não se limitou a gerir somente as barragens de grande porte como estabelecido pela política nacional de segurança de barragens.

Pará. A Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade possui uma diretoria de licenciamento ambiental que incorpora a Gerência de Fauna, Flora, Aquicultura e Pesca – GEFAP (Figura 17, pág.126). Somente essa gerência estabeleceu procedimento interno para licenciar as barragens de pequeno porte em propriedades rurais que possuem atividades vinculadas à competência. Também exige estudo técnico para a verificação anual da segurança. Essa iniciativa é isolada e não se replica para as demais gerências do órgão de meio ambiente estadual. Da mesma forma não se replica para os municípios com competências de licenciamento local para as mesmas atividades. Iniciativa do setor que provavelmente foi estimulada pelas necessidades verificadas em campo. O órgão de meio ambiente não possui qualquer cadastro de usuários dos recursos hídricos ou de barragens que seja público ou acessível. Também não constam nos sistemas de informações da ANA barragens hídricas informadas pelo órgão. Embora a política estadual de recursos hídricos tenha sido estabelecida em 2001, passados quase 17 anos o órgão ainda não conseguiu implementar os instrumentos de gestão dos recursos hídricos pela política estabelecida.

Mesmo sem previsão legal em esfera federal, os estados listados, entre outros, realizam a gestão das pequenas barragens em seus territórios. Alguns com excelência e outros com deficiências a serem trabalhadas. Isso porque identificaram a importância que essas estruturas representam para o desenvolvimento econômico do território ao tempo que podem representar riscos socioambientais. A atitude proativa em regular os pequenos barramentos fogem do marasmo de apenas reproduzir os normativos de outras localidades para espelhar uma base normativa de excelência, sem que haja qualquer esforço na implementação efetiva.

A implementação das políticas públicas pode ser entendida como atividades organizadas por organismos governamentais que sejam direcionadas para a consecução de metas e objetivos articulados e declarados pelas políticas estabelecidas (SILVA-JR e MONTEIRO, 2008; PANDAY, 2007; NAJAM, 1995). Para as barragens em rios, a implementação da política pode ser avaliada com o estabelecimento dos instrumentos que possibilitam a gestão sustentável destas estruturas (licenciamento ambiental, cadastro e monitoramento – vistorias). Por sua vez, os instrumentos podem ter sua eficiência avaliada considerando indicadores

quantitativos – sistemas alimentados e gerando informações, e processos realizados – e qualitativos – ocorrências de impactos socioambientais sanadas. Todo esse processo de implementação para as barragens é menos penoso, uma vez que anteriormente a política das águas já esteja implementada, principalmente por tratar de estruturas de interferência direta nos recursos hídricos. Assim, o próprio processo de gestão dos recursos hídricos pode ser complementado com ações específicas para as barragens (ex. treinamentos e vistorias, precisões de informações nos cadastros).

Esse processo de implementação, seja para a política das águas ou para a política das barragens, pode ser limitado ou melhorado em função do comprometimento das organizações envolvidas ou interessadas em equacionar a problemática. As limitantes podem estar relacionadas às imprecisas definições de papéis e responsabilidades e/ou fatores econômicos (NIELSEN, et al., 2013; CHARBIT, 2011; NESHEIM, et al., 2010). Já as melhorias evidentemente estão relacionadas à efetiva participação das partes interessadas (CONNELL e GRAFTON, 2011; LAMERS, et al., 2010). Nos exemplos de estados citados, há maior participação das partes envolvidas em operacionalizar as políticas correlacionadas aos recursos hídricos e interessadas em solucionar seus problemas hídricos - localidades que enfrentam a escassez hídrica (VEIGA e MAGRINI, 2013). O processo de participação acontece, principalmente, com o estabelecimento dos comitês de bacias hidrográfica, os quais são ausentes no estado do Pará. Esses desempenham um papel fundamental na negociação de conflitos e no exercício da gestão compartilhada, participativa e descentralizada dos recursos hídricos (VEIGA e MAGRINI, 2013).

Embora a base legislativa brasileira seja considerada uma das melhores e mais completas, as fragilidades na efetivação destas políticas são visíveis (COSTA, 2016; FRANCO, 2011; GORVERNO DO BRASIL, 2010). Ou seja, não basta que as políticas ambientais, em países emergentes como o Brasil, se baseiem em congêneres originadas nos países desenvolvidos (FONSECA, 2013). Da mesma forma que, internamente, não é suficiente que as políticas nacionais influenciem a elaboração de políticas estaduais e em seguida municipais. Tanto a excelência em adoção de uma base completa, quanto as fragilidades em implementar vão sendo mantidas na hierarquia de entes federados, visto que, a prática em copiar e colar muitas vezes deixam de considerar aspectos locais significativos ao processo de efetivação da política pública. Entre esses aspectos, podem-se citar a capacidade e o

comprometimento das organizações responsáveis e/ou interessadas. Assim, as deficiências vão sendo mantidas no decorrer das reproduções, sejam em estabelecer ou implementá-las.

Se não há dúvidas de que a gestão dos recursos hídricos é importante e crucial para a manutenção da vida (VEIGA e MAGRINI, 2013), igualmente deve ser, não somente, a gestão do recurso, como também das interferências nesses recursos hídricos (barragens), uma vez que, essas estruturas podem projetar impactos socioambientais. No entanto, para garantir a efetividade das políticas que disciplinam e estabelecem essa gestão é necessário que estado e município identifiquem e aceitem as fragilidades do processo e que discussões participativas sejam estabelecidas. Para o estado do Pará e município de Paragominas a fragilidade em operacionalizar a política está, principalmente, relacionada à estrutura organizacional dos órgãos responsáveis pela implementação (Tabela 12).

Tabela 12. Fragilidades e oportunidades dos organismos de meio ambiente estadual e municipal.

FRAGILIDADES	OPORTUNIDADES
<p>Legislação. As normas existentes não são do conhecimento do corpo técnico. Procedimentos internos não seguem o mesmo padrão de abordagem para todos os setores do órgão ambiental. As normas precisam ser mais claras e específicas em relação aos pequenos barramentos.</p>	<p>Oficina de atualização sobre os normativos que disciplinam a utilização dos recursos hídricos e interferências - barragens. Foco para o mapeamento de lacunas e planejamento para complementação participativa das normas e procedimentos. A participação de entes municipais de atuação descentralizada se faz importante para que haja atuação equiparada no estado – compartilhar dificuldades de atuação é importante para melhoria do processo e fortalece a integração estado e município.</p>
<p>Competências. As competências das atividades geridas se confundem entre alguns setores. Esses nem sempre possuem corpo técnico com conhecimento específico para gestão de determinados temas.</p>	<p>O processo de atualização e complementação dos normativos pode ser acompanhado de esclarecimento e redefinição de competências, caso necessário. Importante que envolva todos os setores responsáveis pelos processos de licenciamentos e autorizações ambientais. Deve ficar claro a quem compete cada tipo de processo. Cada setor deve ter o corpo de profissionais investido legalmente de conhecimento técnico para ajuizar os processos de competências do setor.</p> <p>Para a gestão das barragens é necessário que, a exemplo de iniciativas bem-sucedidas de outros estados, seja atribuída a um setor, existente ou a ser criado, a competência de gerir as informações do tema.</p>
<p>Responsabilidades. Setores com atuações isoladas e fragmentadas. Falta de percepção das responsabilidades de cada setor para obtenção de impactos positivos que advenham das contribuições coordenadas.</p>	<p>Considerando as diversidades de barragens e conseqüentemente especificidades de cada processo de licenciamento, cada setor deve ter o comprometimento com as informações geradas no seu processo. Os setores devem identificar a importância das suas responsabilidades na contribuição do processo de gerar informações para estabelecer um bom retrato da gestão de barragens no estado – Oficinas internas de construção promovem bons resultados. Estabelecimento de indicadores de desempenho pode auxiliar a identificar ineficiências e falhas.</p>

<p>Atuação técnica. Conhecimento técnico insipiente para gestão de algumas temáticas.</p>	<p>Processos de capacitações e educação continuada para que a rotatividade de profissionais não comprometa a qualidade dos serviços desenvolvidos. Tanto o processo de liberação de licença ambiental para barragens, quanto o acompanhamento da segurança exigem conhecimentos muito específicos. Considerando que os diversos tipos de barragens são licenciados por setores diversos, há a necessidade de que todos os setores dominem o conhecimento técnico operacional dessas estruturas, como também os responsáveis pela fiscalização. A coordenação desse processo deve considerar a integração do estado com o município.</p>
<p>Instrumentos de gestão. Os principais mecanismos de gestão hídrica ainda não foram implementados.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Empregar esforços na sistematização de informações de todas as outorgas de uso dos recursos hídricos – alimentar o cadastro de usuários que não seja apenas para a finalidade de cobrança. Da mesma forma para as licenças ambientais destinadas a barramentos. ✓ Desenvolver o sistema de cadastro de barragens para o estado – esse deve ser alimentado pelos proprietários, após solicitação de todos os setores. ✓ Avaliar a utilização da ferramenta de ordenamento territorial – CAR - para o processo de identificação das barragens de todos os portes. Sendo uma ferramenta obrigatória mesmo para as propriedades que não possuem atividades para licenciar, possibilitará um mapeamento de todos os reservatórios existentes no estado. ✓ Elaborar os planos de gestão dos recursos hídricos. Esses instrumentos auxiliarão o corpo técnico na tomada de decisão em autorizar ou não a implantação de um empreendimento de barragem em uma determinada bacia. Considera a demanda e disponibilidade. ✓ Implementar os comitês de bacias hidrográficas para as bacias de maior necessidade de gestão dos recursos hídricos considerando o estágio de degradação do recurso. Da mesma forma que os planos, esse auxiliará a tomada de decisão do corpo técnico no processo de licenciamento e permissão. São considerados "parlamentos da água" (GUIMARÃES e MAGRINI, 2006; CARVALHO e MAGRINI, 2006). ✓ Desenvolver o Sistema de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. A plataforma compilará todos os mecanismos de gestão conferindo transparência e publicidades à atuação do órgão de meio ambiente na gestão das águas.

É claro que o desenvolvimento de todas essas oportunidades envolve o emprego de recursos financeiros, que se desprendido em curto prazo pode impactar o desempenho das atividades do órgão ambiental – essa abordagem deve ser alvo de análise mais aprofundada para que soluções de superação sejam propostas. A realocação das receitas provenientes das tarifas de água e/ou uma parcela da compensação financeira paga pelas empresas de energia ao governo brasileiro – devido à geração hidrelétrica - podem ser exemplos de recursos financeiros a serem empregados (VEIGA e MAGRINI, 2013).

O que urge é o início das ações, pois considerando o lapso de quase 17 anos desde a disposição da política estadual de recursos hídricos e 7 anos após a política

nacional de segurança de barragens, pouco ou quase nada foi implementado para que somente a vertente econômica seja um argumento plausível. Por outro lado, alguns mecanismos podem ser consolidados sem o desprendimento de recursos financeiros significativos, empregando apenas uma coordenação proativa e empenhada. Isso porque, algumas iniciativas não dependem de ações legislativas, tornando-as mais susceptíveis de serem implementadas (FONSECA, SÁNCHEZ e RIBEIRO, 2017).

É preciso que a gestão dos recursos hídricos seja priorizada pelo estado e que a implementação de barragens seja disciplinada com maior precisão, independente do porte, mesmo porque, o estado ainda não adotou essa agenda como uma atitude preventiva – o que requer trabalho, honestidade e dedicação política (COSTA, 2016). Se o intuito é apenas remediar, espera-se pela ocorrência de mais eventos danosos para que as políticas existentes comecem a ser implementadas (VEIGA e MAGRINI, 2013). Essa colocação emerge a exemplo do evento que ocorreu em 2009, no município de Paragominas, com rompimentos sucessivos de pequenas barragens, tratado na seção 6. Após esse, o governo do estado estabeleceu diretrizes³⁵ para verificação da segurança de barragens sem condicionar à determinação de porte do barramento – essa lei não era de conhecimento de nenhum setor na SEMAS.

Em suma, os apontamentos gerais e principais para uma caminhada à excelência de gestão das barragens estão condicionados a algumas vertentes a serem fortalecidas pelo Estado (Tabela 13).

Tabela 13. Vertentes a serem fortalecidas para uma gestão das barragens em todos os contextos.

<p>Legislação</p>	<p>Implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos, consolidando os instrumentos por ela estabelecidas. Essa, uma vez operacionalizada pode integrar seus instrumentos aos regulamentos que apontam a gestão de segurança das barragens. Esses por sua vez também devem ser complementados para que a matéria seja mais específica e clara nos direcionamentos às pequenas estruturas de barragens.</p> <p>Integrar os mecanismos legais de gestão dos recursos hídricos e controle da segurança aos mecanismos também legalmente estabelecidos para ordenamento territorial. É preciso que o disciplinamento de ocupações identifique áreas de riscos, considerando essas barragens e minimize danos à vida, sobretudo. Ferramentas como o CAR pode</p>
--------------------------	---

³⁵ Lei Estadual nº 7.408 de 30/04/10. Governo do Estado do Pará. Estabelece diretriz para a verificação da segurança de barragem e de depósito de resíduos tóxicos industriais.

	ajudar a identificar essas estruturas e estabelecer o processo de monitoramento.
Execução	<p>Capacitar e aparelhar as organizações responsáveis pela operacionalização das políticas estabelecidas (água, segurança de barragens, ordenação territorial). Essas precisam estar devidamente capacitadas e seguras para o desempenho das responsabilidades. O aparelhamento e desenvolvimento de informações técnicas pertinentes (planos) conferirá subsídios à implementação desses normativos.</p> <p>Estabelecer Comitês de Bacias Hidrográficas. O apoio orientativo desses comitês, uma vez instaurados, fortalecerá a decisão de regulação das iniciativas no contexto das bacias, com forte potencial de dirimir conflitos e minimizar ocorrências danosas.</p> <p>Promover ações informativas para os proprietários de pequenas barragens, para que adquiram uma percepção do risco/danos e incorpore a necessidade de gestão controlada de suas estruturas.</p> <p>Aplicar as técnicas de análises geoespacial como subsídio à identificação, monitoramento e decisão para a gestão destas estruturas no Estado.</p>
Comprometimento bilateral	<p>Estabelecer exigências para que os proprietários das barragens implementem um monitoramento periódico das suas estruturas com observações específicas aos fatores de riscos. Esses devem comunicar as informações com periodicidade estabelecida para os órgãos de execução.</p> <p>Realizar vistorias regularmente estabelecidas para que os fatores de riscos sejam monitorados e sanados em tempo hábil – esse é de responsabilidade do organismo de execução.</p>
Penalização	Estabelecer consequências punitivas aos descumprimentos das especificações técnicas estabelecidas e condicionantes monitoradas pelo órgão de execução das políticas.

Todo esse processo discursivo, obtido a partir dos resultados gerados, permite enquadrar a abordagem das pequenas barragens como um fato típico³⁶ e ao mesmo tempo atípico. Ora, típico porque as iniciativas de implementação das pequenas barragens foram evidenciadas e classificadas como trivial (conduta humana), as consequências impactantes, provenientes da interferência nos recursos hídricos, notadamente apresentadas diante de fatos ocorridos (resultados) e a relação entre a implementação das pequenas barragens e a ocorrência de danos socioambientais,

³⁶ Fato típico é o comportamento humano, doloso ou culposo, previsto em lei e que produz um resultado, ou seja, a conduta do agente, para ser considerada típica, precisa estar definida em um tipo legal e causar uma ofensa ao bem jurídico protegido pela lei. Compõe o fato típico, a conduta humana (dolosa ou culposa), o impacto (resultado), a relação causal entre conduta e resultado (nexo causal) e, finalmente, a tipicidade (MÉDICI, 2004).

fortemente evidenciada (nexo causal). No entanto, também atípico porque mesmo se enquadrando em fato que merece regulação, não apresenta descrições específicas em normas legais contundentes que as defina de forma clara e precisa, como potencialmente poluidoras e degradadoras (tipicidade), que deixe certo o seu enquadramento.

CONCLUSÃO

Há uma clara necessidade que, no norte brasileiro, as pequenas barragens de cursos d'água sejam consideradas em um sistema de gestão e regulação, que incorpore tanto a segurança estrutural, o controle de uso e ocupação do solo quanto dos recursos hídricos. A adoção dessas pequenas estruturas, nas propriedades rurais, é uma tendência crescente e o simples fato de existirem, ensejam impactos negativos comprovados pelos históricos de ocorrências, com significativas perdas humanas e estruturais, mesmo embora, essas ocorrências dificilmente sejam registradas e divulgadas, por não se tratarem de obras dimensionais. Individualmente, as pequenas barragens trazem consideráveis incertezas por, geralmente, estarem fora dos padrões adequados quanto aos projetos, construção, manutenção – gestão. Cumulativamente, essas estruturas, potencializam os riscos e danos que ganham escala e proporção.

Essa necessária gestão urge quando fatores diversos podem sinergir para eventos catastróficos. Dentre esses fatores está o uso e ocupação do solo desordenado, pela instalação populacional indiscriminada à jusante e consequente assoreamento do curso d'água; a instalação de barramentos sem características técnicas que resguarde a vazão ecológica do curso hídrico; e os extremos climáticos alterando bruscamente o regime hidrológico. Todos esses contribuem para ampliar as ocorrências e dimensões de falhas em pequenas barragens.

Nesse cenário preditivo de catástrofes crescentes as bases normativas e institucionais existentes devem ser efetivamente estabelecidas e melhoradas considerando a integração dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos e ordenamento territorial. Como exemplo cita-se os cadastros de usuários dos recursos hídricos e ambiental rural, que integrados permitiriam um panorama do avanço da regularização ambiental no contexto da bacia hidrográfica. Um processo agregador, que permite a partir do mapeamento dos espelhos d'água identificar estruturas a serem licenciadas e geridas. A técnica é muito eficiente como demonstrado nos resultados de identificação de pequenas barragens (41 pequenas barragens em uma área de 34.590 hectares), pois permite identificar zonas de priorização para atuação dos órgãos de gestão ambiental a partir da leitura sobreposta de degradação solo, densidades de ocupação e do estabelecimento de barragens. Assim, informações de

base para as permissões de utilização dos recursos naturais, ensejando em uma atuação preventiva para reduzir os riscos de eventos impactantes.

Os atores chaves (pesquisadores, legisladores e técnicos) devem reconhecer que as pequenas barragens também são problemas de segurança significativos. Dessa forma, cabe a cada ator, direcionar o olhar para verificar e/ou abordar a extensão desse problema dentro de suas fronteiras considerando uma abordagem integrada, quais sejam: *Pesquisadores* – promovendo o conhecimento científico acerca das pequenas barragens e gerando bases que apontem o sistema de gestão mais adequado ao porte; as reais interferências (externalidades) socioambientais provenientes dessas estruturas; desenvolvimento tecnológico adequado à segurança necessária; sistemas educacionais que promovam a conscientização das responsabilidades bilaterais; e medidas de melhorias à gestão e implementação política. Os resultados desse ator direcionarão os atores seguintes, considerando que o conhecimento científico fundamenta manifestações e estimula decisões políticas na regulação de conflitos. *Legisladores* – desenvolvimento de normativos adequados, direcionados e integrados às políticas de uso ocupação do solo e gestão hídrica, assim como o estabelecimento de direcionamentos punitivos para os descumprimentos dos normativos estabelecidos. *Técnicos* – comprometimento com a implementação dos regulamentos estabelecidos empregando todas as ferramentas e instrumentos legalmente instituídos.

As análises focalizadas no município de Paragominas-Pará, demonstraram a ausência de integração entre as políticas de uso do solo, hídrica e segurança de barragens. Essa última, com regulações setorializadas e insipientes para resguardar mitigação de riscos. A ótica adotada para o estudo permitiu não somente identificar a ausências dos atores chaves como o insipiente conhecimento quanto à existência das pequenas barragens, assim como a necessidade de gestão. Desta forma, é possível dizer que a gestão territorial e socioambiental ao nível nacional, estadual (com exceção de alguns estados) e municipal, ainda é limitada, desconsiderando interferências significativas nos recursos naturais como é o caso das pequenas barragens. O ordenamento normativo e institucional ainda não está preparado para gerir o tema de segurança de barragens, principalmente, das pequenas barragens. Esse despreparo contribui para impulsionar a prática de estabelecimento de pequenos barramentos de curso d'água irregulares e inseguros.

Uma vez, o Estado do Pará, dispondo das ações integradas desses atores e entre as políticas, caminhará para a garantia de segurança adequada e consolidada na redução do risco, a exemplo dos avanços em países como na Tasmânia (Austrália), Portugal e Canadá. As fragilidades a serem fortalecidas, como sugeridas neste estudo, complementam a lei das águas e o regime regulamentador em qualquer jurisdição que ainda não tenha estabelecido iniciativas eficazes na gestão controlada das pequenas barragens. As possibilidades são de um melhor planejamento hídrico, observando todos os aspectos do ciclo operacional das barragens ao tempo em que garante o atendimento aos interesses econômicos, ecológicos e sociais.

Por fim, este estudo contribui com a compreensão aprofundada dos papéis de todos os atores responsáveis pela gestão das pequenas barragens, assim como a necessidade dessa gestão. Adicionalmente, estimula discussões sobre o desempenho do ordenamento normativos e institucional em promover a implementação eficiente das políticas ambientais estabelecidas pelo Estado. Os resultados podem ser usados pelos *stakeholders* para melhorar o quadro regulatório e o papel executor. Esses atores podem, ainda, conferir mais força e efetividade aos resultados apresentados considerando as recomendações que seguem:

- 1 Desenvolvimento de estudos de simulação de rompimento individual e cumulativo de pequenas barragens para atestar os riscos socioambientais e econômicos para a bacia, assim como justificar a necessidade de discussões de sensibilização e inclusão normativa localmente.
- 2 Incorporar na prática institucional local, como ferramenta de monitoramento de uso ocupação do solo, a identificação de pequenas estruturas de barragens utilizando técnicas de mapeamento de espelhos d'água através do SIG, para auxiliar na regularização ambiental.
- 3 Desenvolvimento de *Benchmark* das melhores práticas de políticas e gestão para as pequenas barragens, considerando os estados à frente e estabelecendo padrões replicáveis para outros estados brasileiros.
- 4 Promoção, por legisladores e técnicos, da articulação de regulamentos claros, que considere as responsabilidades bilaterais e os recursos para a institucionalização tecnicamente preparada para operacionalizar

integradamente as políticas das águas, uso e ocupação do solo e segurança de barragens.

- 5 Articulação de um comitê de bacias no município de Paragominas para auxiliar no processo de disciplinamento do uso e ocupação do solo com consequente conservação dos recursos hídricos, dada a importância da bacia hidrográfica do rio Uraim para o município.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C. H. M.; CUNHA, A. C. D. Qualidade da Água em Ecossistemas Aquáticos Tropicais sob Impactos Ambientais no Baixo Rio Jari-Ap. **Biota Amazônia**, 2015.

AGÊNCIA DE SANEAMENTO DE PARAGOMINAS. SANEPAR, 2017. Disponível em: <http://saneparagominas.com.br/agua/bacia_uraim/>. Acesso em: 2017 março 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **A Evolução da Gestão de Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2002.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Relatório Segurança de Barragens 2011**. ANA. Brasília. 2013a.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Relatório Segurança de Barragens 2012-2013**. ANA. Brasília. 2015.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Relatório Segurança de Barragens 2015**. ANA. Brasília. 2016a.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos: Informe 2016**. ANA. Brasília. 2016b.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. ANA. **Cadastro de Barragens Brasileiras**, 2016c. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/cadastros/cnbarragens-outorgadas.aspx>>. Acesso em: 12 novembro 2016.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Nota técnica nº 74/2016 SPR Atualização e complementação da base de dados nacional de referências de massas d'água**. ANA. Brasília. 2016d.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. ANEEL. **BIG - Banco de Informações de Geração**, 2017. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 17 abril 2017.

AGOSTINHO, C. S.; JÚLIO JÚNIOR, H. F. Observation of an invasion of the piranha *Serrasalmus marginatus* Valenciennes, 1847 (Osteichthyes, Serrasalminidae) into the Upper Paraná River, Brazil. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, 2002.

AGURTO-DETZEL, H. *et al.* The tailings dam failure of 5 November 2015 in SE Brazil and its preceding seismic sequence. **Geophysical Research Letters**, 2016.

ALBUQUERQUE, M. C. B. Gestão social de bens comuns urbanos no contexto da cidade justa, democrática e sustentável: o caso da orla do Portal da Amazônia, em Belém, Pará. **Dissertação de Mestrado**, 2016.

ALVES, A. D.; JUSTO, J. S. Histórias de pescadores: estudo com ribeirinhos desalojados por uma hidrelétrica. **Revista Psicologia Política**, 2011.

ALVES, H. R. O rompimento de barragens no Brasil e no mundo: desastres mistos ou tecnológicos? **DomHelder Fichero**, 2015. Disponível em:

<http://www.domhelder.edu.br/uploads/artigo_HRA.pdf>. Acesso em: 12 novembro 2016.

ALVES, L.; MILLIKAN, B. Devastating Floods Linked to Dam Bursts in Northeast Brazil. **International Rivers**, 2010. Disponível em: <<https://www.internationalrivers.org/blogs/231/devastating-floods-linked-to-dam-bursts-in-northeast-brazil>>. Acesso em: 15 dezembro 2016.

ANDERÁOS, A.; ARAUJO, L. M. N. D.; NUNES, C. M. **Classificação de Barragem quanto à categoria de risco e ao dano potencial associado**. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves: [s.n.]. 2013.

ANDERSON, D. *et al.* The impacts of 'run-of-river' hydropower on the physical and ecological condition of rivers. **Water and Environment Journal**, 2015.

ANDERSON, E. P.; FREEMAN, M. C.; PRINGLE, C. M. Ecological consequences of hydropower development in Central America: impacts of small dams and water diversion on neotropical stream fish assemblages. **River Research e Applications**, 2006.

ANDRADE, E. D. S.; ARAÚJO, J. D. C. Medidas mitigadoras dos impactos ambientais causados por usinas hidrelétricas sobre peixes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, 2011.

ANSAR, A. *et al.* Should we build more large dams? The actual costs of hydropower megaproject development. **Energy Policy**, 2014.

ANTONIO, R. R. *et al.* Blockage of migration routes by dam construction: Can migratory fish find alternative routes? **Neotropical Ichthyology**, 2007.

ANZILAGO, M. *et al.* Análise da Produção Científica acerca da Temática Sustentabilidade em Periódicos da Área de Sociais Aplicadas no Período 2010 A 2014. **CSEAR South America**, 2015.

ARAÚJO, F. G.; SANTOS, A. B. I.; ALBIERI, R. J. Assessing fish assemblages similarity above and below a dam in a Neotropical reservoir with partial blockage. **Brazilian Journal of Biology**, 2013.

ARAÚJO, S. J.; DIAS, M. B.; COUTINHO, A. G. **Comunicar Ciência: Um Guia Prático para Investigadores**. [S.l.]: [s.n.], 2006.

ARCARO, R.; GONÇALVES, T. M. Identidade de lugar: um estudo sobre um grupo de moradores atingidos por barragens no município de Timbe do Sul, Santa Catarina. **Ra'e Ga**, 2012.

AUSTRALIAN NATIONAL COMMITTEE ON LARGE DAMS - ANCOLD. **Guidelines on Dam Safety Management**. New South Wales: [s.n.], 2003.

BAILLIE, C. Assessment of Evaporation Losses and Evaporation Mitigation Technologies for On Farm Water Storages Across Australia. **CRC for Irrigation Futures - Irrigation Matters Series**, 2008.

BAKKEN, T. H. *et al.* The life-cycle water footprint of two hydropower projects in Norway. **Journal of Cleaner Production**, 2016.

BARABEIRO, L. **Comunicação de Ciência**. Porto: Setepés, 2007.

BARBOSA, A. S. Os impactos ambientais dos reservatórios arti. **ECODebate**, 2010. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2010/08/04/os-impactos-ambientais-dos-reservatorios-artificiais-artigo-de-altair-sales-barbosa/>>. Acesso em: 25 outubro 2017.

BARBOSA, A. S. Os impactos ambientais dos reservatórios artificiais. **EcoDebate**, 2010. Disponível em: <<https://www.ecodebate.com.br/2010/08/04/os-impactos-ambientais-dos-reservatorios-artificiais-artigo-de-altair-sales-barbosa/>>. Acesso em: 16 junho 2017.

BARROS, D. A. *et al.* Breve Análise dos Instrumentos da Política de Gestão Ambiental Brasileira. **Política e Sociedade**, 2012.

BATISTA, A. A. *et al.* Interfering parameters in the eutrophication of the surface waterorós reservoir, Ceará state, Brazil. **Revista Caatinga**, 2013.

BOTTERO, M. Sustainability assessment of large dams: the case of a hydropower plant in Bulgaria. **Management of Environmental Quality: An International Journal**, 2012.

BRAGAGNOLO, C. *et al.* Streamlining or sidestepping? Political pressure to revise environmental licensing and EIA in Brazil. **Environmental Impact Assessment Review**, 2017.

BRANQUINHO, A. A.; BRITO, D. B. Impact of dams on global biodiversity: A scientometric analysis. **Neotropical Biology and Conservation**, 2016.

BRITISH BROADCASTING CORPORATION - BBC. Hungary toxic spill plant reopens as villagers return, 2010. Disponível em: <<http://www.bbc.com/news/world-europe-11550419>>. Acesso em: 16 junho 2017.

BURRIER, G. The Developmental State, Civil Society, and Hydroelectric Politics in Brazil. **The Journal of Environment & Development**, 2016.

CAETANO DE SOUZA, A. C. Assessment and statistics of Brazilian hydroelectric power plants: Dam areas versus installed and firm power. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 2008.

CALADO, S. D. S.; FERREIRA, S. C. D. R. Análise de documentos: método de recolha e análise de dados. **DEFCUL**, 2005.

CALDEIRA, L.; ESPÓSITO, T. **Gestão de Segurança de Barragens: cenários e perspectivas das legislações portuguesa e brasileira**. ENGENHARIA GEOTÉCNICA PARA O DESENVOLVIMENTO, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE. [S.l.]: [s.n.]. 2010.

CAMPOS, R. T.; CAMPOS, K. C. Análise das Medidas de Renda, Distribuição e Pobreza dos Municípios da Área de Influência da Barragem Castanhão Ceará. **Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, 2008.

CAÑAS-GUERRERO, I. *et al.* Bibliometric analysis of research activity in the "Agronomy" category from the Web of Science, 1997-2011. **European Journal of Agronomy**, 2013.

CÂNDIDO, G. A.; LIRA, W. S. **Gestão sustentável dos recursos naturais: uma abordagem participativa**. Campina Grande: EDUEPB, 2013.

CARVALHO, R. C. D.; MAGRINI, A. Conflicts over water resource management in Brazil: a case study of interbasin transfers. **Water Resour Manag**, 2006.

CARVALHO, R. G. D. Watersheds as Units of Planning and Environmental Zoning in Brazil. **Caderno Prudentino de Geografia**, 2014.

CASTRO, D. M. P.; HUGHES, R. M.; CALLISTO, M. Influence of peak flow changes on the macroinvertebrate drift downstream of a Brazilian hydroelectric dam. **Brazilian Journal of Biology**, 2013.

CASTRO, F. D. Estudo mostra impactos causados por pequenas barragens no "velho Chico". **FAPESP**, 2007. Disponível em: <<http://www.bv.fapesp.br/namidia/noticia/8381/estudo-mostra-impactos-causados-pequenas/>>. Acesso em: 03 novembro 2017.

CAVALCANTE, M. M. D. A.; SANTOS, L. J. C. Hidrelétricas no Rio Madeira-RO: tensões sobre o uso do território e dos recursos naturais na Amazônia. **COFINS - Revista franco-brasileira de geografia**, 2012.

CELLARD, A. A análise documental. In: POUPART, J., *et al.* **A pesquisa qualitativa: Enfoques epistemológicos e metodológicos**. 3ª. ed. Petrópolis: Vozes, 2012. p. 295-316.

CHARBIT, C. Governance of public policies in decentralised contexts. **OECD Regional Development Working Papers**, 2011.

CHAVES, C. J. *et al.* Análise dos procedimentos metodológicos aplicados em simulações de onda de cheia gerada pela ruptura hipotética de barragem. **15º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental**, 2015.

COMITÊ BRASILEIRO DE BARRAGENS. **A história das barragens no Brasil, Séculos XIX, XX e XXI: cinquenta anos do Comitê Brasileiro de Barragens**. Rio de Janeiro: CBDB, 2011.

CONNELL, D.; GRAFTON, R. Q. Water reform in the Murray–Darling basin. **Water Resources Research**, 2011.

CORRÊA, S. R. M. O Movimento dos Atingidos por Barragem na Amazônia: um movimento popular nascente de "vidas inundadas". **Revista Nera**, 2009.

COSTA, B. S. A Aplicação da Legislação de Proteção Ambiental no Brasil. **Domtotal Artigos Jurídicos**, 2016. Disponível em: <<http://domtotal.com/direito/pagina/detalhe/36073/a-aplicacao-da-legislacao-de-protecao-ambiental-no-brasil>>. Acesso em: 20 outubro 2017.

COSTA, J. M. D.; FLEURY, M. F. O Programa "Municípios Verdes": Estratégias de Revalorização do Espaço em Municípios Paraenses. **Ambiente & Sociedade**, 2015.

CRISP, R. L. *et al.* **The 1977 Toccoa Flood, Report of Failure of Kelly Barnes Dam Flood and Findings**. South Atlantic Water Science Center. [S.I.]. 1977.

D'ALGE, J. C. L. **Introdução à Ciência da Geoinformação: Cartografia para Geoprocessamento**. Instituto de Pesquisas Espaciais. [S.I.]. 2017.

DAMASCENO, M. D. F. B.; MENDES, L. M. S. Análise dos usos múltiplos e impactos ambientais em área rural: açude do rio Caxitoré, Ceará. **Geosaberes**, 2015.

DELECRODE, C. Rompimento de barragem é problema recorrente nos estados brasileiros. **Opinião e Notícia**, 2010. Disponível em: <<http://opiniaoenoticia.com.br/sem-categoria/rompimento-de-barragem-e-problema-recorrente-nos-estados-brasileiros/>>. Acesso em: 15 junho 2017.

DIÁRIO DA JUSTIÇA. **PROCESSO: 00029680320098140039. Rompimento de barragens em Paragominas**. Secretaria da 1ª Vara cível e empresarial de Paragominas. Paragominas. 2016.

DOUGHERTY, M. L. **By the Gun or By the Bribe: Firm Size, Environmental Governance, and Corruption Among Mining Companies in Guatemala**. U4 Anti-Corruption Resource Center. [S.I.]. 2015.

DUNN, S. M. *et al.* A pragmatic methodology for horizon scanning of water quality linked to future climate and land use scenarios. **Land use policy**, 2015.

ELLINGWOOD, B. Assessing cost of dam failure. **J. Water Resources Plan. Manage**, 1993.

ENGINEERING AND MINING JOURNAL. Tailings Dam Failure Shuts Down Brazilian Iron Ore Producer Samarco. **News-Leading Developments**, 2015.

ENGINEERING AND MINING JOURNAL. Brazilian Prosecutors Charge Samarco, BHP, Vale Execs Over Dam Disaster. **News-Leading Developments**, 2016.

ERASO, R. J. M. **Estudo do nível trópico do reservatório de Porto Primavera por meio de sensoriamento remoto e visualização de séries temporais**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente. 2016.

FANTIN-CRUZ, I. *et al.* Changes in river water quality caused by a diversion hydropower dam bordering the Pantanal floodplain. **Hydrobiologia**, 2016.

FEARNSIDE, P. M. Brazil's São Luiz do Tapajós Dam: The Art of Cosmetic Environmental Impact Assessments. **Water Alternatives**, 2015.

FEARNSIDE, P. M. Environmental and Social Impacts of Hydroelectric Dams in Brazilian Amazonia: Implications for the Aluminum Industry. **World Development**, 2016.

FELISBERTO, S. A.; RODRIGUES, L.; LEANDRINI, J. A. Chlorococcales registradas na comunidade perifítica, no reservatório de Corumbá, Estado de Goiás, Brasil, antes e após o represamento das águas. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, 2001.

FERNANDES, G. W. *et al.* Deep into the mud: ecological and socio-economic impacts of the dam breach in Mariana, Brazil. **Natureza & Conservação**, 2016.

FERREIRA, A. G. C. Bibliometria na avaliação de periódicos científicos. **DataGramZero - Revista de Ciência da Informação**, 2010.

FERREIRA, R. C.; LOPES, W. G. R.; ARAÚJO, J. L. L. A água como suporte para atividades de lazer e turismo: possibilidades e limitações da barragem piracuruca no estado do Piauí (Brasil). **O Espaço Geográfico em Análise**, 2012.

FILHO, E. E. D. S.; FRAGAL, E. H. A Influência do Nível Fluviométrico sobre as Variações de Área de Água e da Cobertura Vegetal na Planície do Alto Rio Paraná. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, 2013.

FISH, E. The forgotten legacy of the Banqiao Dam Collapse. **The Economic Observer**, 2013. Disponível em: <<http://www.eeo.com.cn/ens/2013/0208/240078.shtml>>. Acesso em: 25 outubro 2017.

FOLEGATTI, M. V. *et al.* Gestão dos Recursos Hídricos e agricultura irrigada no Brasil. In: BICUDO, C. E. D. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. **Águas do Brasil: análise estratégica**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010. Cap. 1.

FONSECA, A.; SÁNCHEZ, L. E.; RIBEIRO, J. C. J. Reforming EIA systems: A critical review of proposals in Brazil. **Environmental Impact Assessment Review**, 2017.

FONSECA, I. F. D. **A Construção de Grandes Barragens no Brasil, na China e na Índia: Similitudes e Peculiaridades dos Processos de Licenciamento Ambiental em Países Emergentes**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2013.

FOSCHIERA, A. A.; JÚNIOR, A. T. A luta dos atingidos por barragens no Brasil: O caso dos atingidos pela usina hidrelétrica de Barra Grande. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, 2012.

FRANCO, J. G. D. O. Legislação Ambiental Brasileira é uma das mais Modernas do Mundo. **Agência Brasil**, 2011. Disponível em: <<http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/20110508/>>. Acesso em: 11 abril 2017.

FREITAS, G. F. D.; OLIVEIRA, M. L. R. D.; SOUSA, D. R. N. Transformações ocorridas na vida de atingidos pela barragem de Irapé: o caso do Quilombo de Porto Corís. **Revista de estudios rurales**, 2015.

FU, S. A profile of dams in China. **Internacional Rivers**, 1998. Disponível em: <https://www.internationalrivers.org/sites/default/files/attached-files/a_profile_of_dams_in_china.pdf>. Acesso em: 18 janeiro 2017.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. **Relatório Técnico Mapeamento dos Espelhos d'água do Brasil**. Governo do Estado do Ceará. [S.I.]. 2008.

GARCIA, L. C. *et al.* Brazil's worst mining disaster: Corporations must be compelled to pay the actual environmental costs. **Ecological Applications**, 2017.

GOMES, A. C. *et al.* Culicidae (Diptera) in the Dam area bordering the states of Santa Catarina and Rio Grande do Sul, Brazil. **Neotropical Entomology**, 2009.

GOVERNO DO BRASIL. Legislação ambiental no Brasil é uma das mais completas do mundo. **Portal Brasil**, 2010. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2010/10/legislacao>>. Acesso em: 16 março 2017.

GRAHAM, W. J. **A procedure for estimating loss of life caused by dam failure**. [S.I.]: United States Dept of Interior. Bureau of Reclamation, Dam Safety, 1999.

GUIMARÃES, L. T.; MAGRINI, A. A proposal of indicators for sustainable development in the management of river basins. **Water Resour Manage**, 2006.

GUISÁNDEZ, I.; PÉREZ-DÍAZ, J.; WILHELMI, J. R. Assessment of the economic impact of environmental constraints on annual hydropower plant operation. **Energy Policy**, 2013.

HOTTENROTT, H.; THORWARTH, S. Industry Funding of University Research and Scientific Productivity. **Kyklos**, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. População estimada - Paragominas. **IBGE**, 2016. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/paragominas/panorama>>. Acesso em: 24 março 2017.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2014 - Impacts, Adaptation, and Vulnerability Part A: Global and Sectoral Aspects Working Group II**. IPCC - Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [S.I.]. 2014.

INTERNACIONAL RIVERS. **Dammed Rivers, Damned Lives**. IR. USA. 2008.

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS. Roles of Dams. **ICOLD**, 2017. Disponível em: <http://www.icold-cigb.net/GB/dams/role_of_dams.asp>. Acesso em: 17 fevereiro 2017.

IRWIN, A. **Citizen Science: a Study of People, Expertise and Sustainable development**. London: Routledge, 1995.

ISHIHARA, J. H. **Conhecimento técnico e a regulação ambiental na Amazônia: a utilização da Bacia hidrografia nos EIA/RIMA das UHE do Rio Madeira e de Belo Monte**. Tese de Doutorado. Belém. 2015.

JORCIN, A.; NOGUEIRA, M. G.; BELMONT, R. Spatial and temporal distribution of the zoobenthos community during the filling up period of Porto Primavera Reservoir (Paraná River, Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, 2009.

KAPLAN, E. **Pequenas Barragens Destinadas ao Abastecimento de Água do Município de Caxias do Sul/RS: avaliações e proposições de métodos de recuperação e conservação**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2010.

KELLY-RICHARDS, S. *et al.* Governing the transition to renewable energy: A review of impacts and policy issues in the small hydropower boom. **Energy Policy**, 2017.

KILCA, R. V. *et al.* Structural and edaphic aspects of a Seasonal Deciduous Forest before filling the dam in Araguari, Minas Gerais. **Iheringia**, 2011.

- KUMAR, D.; KATOCH, S. S. Sustainability suspense of small hydropower projects: a study from western Himalayan region of India. **Renewable Energy**, 2015.
- LAMERS, M. *et al.* Beyond Dry Feet? Experiences from a Participatory Water-Management Planning Case in The Netherlands. **Ecology and Society**, 2010.
- LEES, A. C. *et al.* Hydropower and the future of Amazonian biodiversity. **Biodiversity and Conservation**, 2016.
- LIMA, R. Mundar o sertão: ou quando o Jaguaribe virou açude no Ceará. **Avá: Revista de Antropologia**, 2008.
- LOPES, S. F. *et al.* Impacts of artificial reservoirs on floristic diversity and plant functional traits in dry forests after 15 years. **Brazilian Journal of Biology**, 2015.
- MAHATO, B. K.; OGUNLANA, S. O. Conflict dynamics in a dam construction project: a case study. **Built Environment Project and Asset Management**, 2011.
- MANTEL, S. K.; HUGHES, D. A.; MULLER, N. W. Ecological impacts of small dams on South African rivers Part 1: Drivers of change – water quantity and quality. **Water SA**, v. 33, 2010.
- MARCUSE, H. **A Ideologia da Sociedade Industrial. O Homem Unidimensional**. 4ª. ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1973.
- MARENGO, J. A. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, 2008.
- MARENGO, J. A.; TOMASELLA, J.; NOBRE, C. A. Mudanças Climáticas e Recursos Hídrico. In: BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. **Águas do Brasil**. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010.
- MARTINS, D. D. M. F. *et al.* Impacts of construction of hydroelectric plant of Sobradinho in the flow on lower São Francisco river. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2011.
- MARTINS, H. D. *et al.* **Mapeamento da cobertura do solo de Paragominas-PA com imagens de satélite de alta resolução**: aplicações para o Cadastro Ambiental Rural (CAR). XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Foz do Iguaçu: SBSR. 2013.
- MARTINS, M. B.; OLIVEIRA, T. G. D. **Amazônia Maranhense: Diversidade e Conservação**. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 2011.
- MEDEIROS, E. R. *et al.* Short-term changes in energy allocation by Hemiodontidae fish after the construction of a large reservoir (Lajeado Dam, Tocantins River). **Neotropical Ichthyology**, 2014.
- MÉDICI, S. D. O. Aspectos introdutórios da teoria geral do crime. **Uniará**, 2004.
- MENDES, C. A. B.; BELUCO, A.; CANALES, F. A. Some important uncertainties related to climate change in projections for the Brazilian hydropower expansion in the Amazon. **Energy**, 2017.
- MENDES, G.; BRANCO, P. G. G. **Curso de Direito Constitucional**. 7ª. ed. São Paulo: Saraiva, 2012.

MIRANDA, R. A. C. D.; OLIVEIRA, M. V. S. D.; SILVA, D. F. D. Ciclo hidrológico Planetário: Abordagens e conceitos. **Geo UERJ**, 2010.

MOLISANI, M. M. *et al.* The influence of castanhao reservoir on nutrient and suspended matter transport during rainy season in the ephemeral jaguaribe river (CE, Brazil). **Brazilian Journal of Biology**, 2013.

MORIMOTO, R. Incorporating socio-environmental considerations into project assessment models using multi-criteria analysis: A case study of Sri Lankan hydropower projects. **Energy Policy**, 2013.

MP. vai investigar rompimento de barragem no sertão de Pernambuco. **Jornal Nacional G1**, 2017. Disponível em: <<http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2017/03/mp-vai-investigar-rompimento-de-barragem-no-sertao-de-pernambuco.html>>. Acesso em: 07 março 2017.

MULLER, G. A. *et al.* Dípteros hematófagos (Culicidae, Psychodidae, Simuliidae) em fragmento de floresta sob impacto de barragem na fronteira dos estados do Rio Grande do sul e Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, 2014.

NAJAM, A. **Learnin from the Literature on Policy Implementation: A Synthesis Perspective**. Laxenburg: Inernational Institute for Applied Systems Analysis – IIASA, 1995.

NESHEIM, I. *et al.* The challenge and status of IWRM in four river basins in Europe and Asia. **Irrig Drainage Syst**, 2010.

NIELSEN, H. O. *et al.* How different institutional arrangements promote integrated river basin management Evidence from the Baltic Sea Region. **Land use policy**, 2013.

NOVINITE. Broken Dam Flooding Kills 9 in Southeast Bulgaria. **Novinite.com -Sofia News Agency**, 2012a. Disponível em: <<http://www.novinite.com/articles/136414/Broken+Dam+Flooding+Kills+9+in+Southeast+Bulgaria>>. Acesso em: 19 novembro 2017.

NOVINITE. Bulgaria Has 600 Unsafe. **Novinite.com -Sofia News Agency**, 2012b. Disponível em: <<http://www.novinite.com/articles/136567/Bulgaria+Has+600+Unsafe+Dams+-+Economy+Minister>>. Acesso em: 19 novembro 2017.

OLIVEIRA, J. R. D. C. **Contribuição para a verificação e controle da segurança de pequenas barragens de terra**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto. 2008.

OLIVEIRA, J. T. D. Evolução do uso da terra e dos solos na bacia de captação da barragem Água Fria I e II em Barra do Choça/BA. **Vértices**, 2009.

PANDAY, P. K. Policy implementation in urban Bangladesh: role of intra-organizational coordination. **Public Organiz Rev**, 2007.

PERES, R. B.; SILVA, R. S. D. **A relação entre Planos de Bacia Hidrográfica e Planos Diretores Municipais: Análise de Conflitos e Interlocações visando Políticas Públicas Integradas**. V Encontro Nacional da ANPPAS. Florianópolis. 2010.

PIEDRAS, S. R. N. *et al.* Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na Barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil. **Ciência Rural**, 2006.

PIERRE, L. F. **Avaliação da segurança de pequenas barragens em operação.** CBDB - XXV Seminário Nacional de Grandes Barragens. Salvador - BA. 2003.

PIMENTEL, A. O método da análise documental: seu uso numa pesquisa historiográfica. **Caderno de Pesquisa**, 2001.

PINA, M. D. F. D.; SANTOS, S. M. Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde. **OPAS**, 2000.

PINA-OLIVEIRA, A. A.; GERMANI, A. C. C. G.; CHISEA, A. M. A Análise Documental na Avaliação de Práticas Educativas em Saúde. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, 2016.

PINHA, G. D. *et al.* Longitudinal distribution of chironomidae (Diptera) downstream from a dam in a neotropical river. **Brazilian Journal of Biology**, 2013.

PINHEIRO, L. D. S.; MORAIS, J. O. D. Interferências de Barramentos no Regime Hidrológico do Estuário do Rio Catú-Ceará-Nordeste do Brasil. **Sociedade & Natureza**, 2010.

PINTO, A. *et al.* **Diagnóstico Socioeconômico e Florestal do Município de Paragominas.** Belém: IMAZON, 2009.

PIRES, E. Rompimento de açude na Serra alaga casas e interdita RS-239 em Rolante. **Jornal Nacional G1**, 2017. Disponível em: <<http://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2017/01/rompimento-de-barragem-alaga-casas-e-interdita-rs-239-em-rolante.htm>>. Acesso em: 18 jan 2017.

PIRES, J. M. M. *et al.* Potencial poluidor de resíduo sólido da Samarco Mineração: estudo de caso da barragem de Germano. **Revista Árvore**, 2003.

PISANIELLO, J. D.; DAM, T. T.; TINGEY-HOLYOAK, J. L. International small dam safety assurance policy benchmarks to avoid dam failure flood disasters in developing countries. **Journal of Hydrology**, 2015.

PISANIELLO, J. D.; MCKAY, J. A tool to aid emergency managers and communities in appraising private dam safety and policy. **Disasters**, 2007.

PISANIELLO, J. D.; TINGEY-HOLYOAK, J. L. Growing community developments causing 'hazard creep' downstream of farm dams – A simple and cost-effective tool to help land planners appraise flood safety. **Safety Science**, 2016a.

PISANIELLO, J. D.; TINGEY-HOLYOAK, J. L. Water storage equity and safety assurance policy to mitigate potential 'dual-extreme cumulative threats' in agricultural catchments. **Journal of Hydrology**, 2017.

PISANIELLO, J. D.; TINGEY-HOLYOAK, J.; BURRITT, R. L. Appropriate small dam management for minimizing catchment-wide safety threats: International benchmarked guidelines and demonstrative cases studies. **Water Resources Research**, 2012.

PISANIELLOA, J. D.; TINGEY-HOLYOAK, J. L. Best practice land use planning and cost-effective tools to assure safety downstream of private dams. **Water resources**, v. 43, n. 4, 2016b.

PIZZANI, L. *et al.* Análise bibliométrica de teses e dissertações sobre prematuridade no Banco de Teses da Capes. **Jornal de Pediatria**, 2012.

PORTELA, E. C. *et al.* Ecoturismo e Educação Ambiental: Uma Proposta para a Recuperação e Proteção do Patrimônio Histórico e Natural da Barragem do Rio Vacacaí Mirim–Santa Maria/RS. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, 2011.

PORTUGAL. **Decreto Lei nº 344/2007**. Diário da República Eletrônico de Portugal. Portugal. 2007.

QUADROS, J. Uso do habitat e estimativa populacional de lontras antes e depois da formação do reservatório de Salto Caxias, rio Iguaçu, Paraná, Brasil. **Neotropical Biology and Conservation**, 2012.

RAIO, C. B.; BENNEMANN, S. T. A ictiofauna da bacia do rio Tibagi e o projeto de construção da UHE Mauá, Paraná, Brasil. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, 2010.

RAVENA, N. **Os caminhos da regulação da água no Brasil: Demiurgia institucional ou criação burocrática?** 1ª. ed. Curitiba: Appris, 2012.

REVISTA SEMANA. Pelo menos a barragem da Farinha já "sangrou". **Revista Semana**, 2011.

RIBEIRO, A. M.; ANDRADE, L. C. D.; MORET, A. D. S. Os Estabelecidos e os Outsiders da Amazônia: uma reflexão sociológica acerca de um projeto de reassentamento em Rondônia, Brasil. **Territórios e Fronteiras**, 2015.

ROCHA, A. C. D. *et al.* Um panorama sobre os estudos relacionados à temática educação e sustentabilidade. **Revista Gestão Universitária na América Latina - GUAL**, 2013.

RODRIGUES, K. F.; RIPPEL, R. Crescimento Econômico e Recursos Hídricos: um estudo da agropecuária na Bacia do Paraná III. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, 2013.

RODRIGUES, R. A.; OLIVEIRA, J. A. D. Impactos sociais da desterritorialização na Amazônia brasileira: o caso da hidrelétrica de Balbina. **Emancipação**, 2012.

RODRIGUES-FILHO, J. L. *et al.* Spatial patterns of water quality in Xingu River basin (Amazonia) prior to the Belo Monte dam impoundment. **Brazilian Journal of Biology**, 2015.

SAMPAIO, J. A. L. The deficiencies of the emergency action planning for dams in Brazil. **Revista Brasileira de Direito**, 2016.

SANTANA, A. C. D. *et al.* Influência da barragem de Tucuruí no desempenho da pesca artesanal, estado do Pará. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 2014.

SANTOS, C. N. C. D.; BATISTA, I. F.; SANTOS, G. A. D. **Análise dos Impactos socioambientais das Construções de Pequenas Obras Hidráulicas no Município de Lagarto/SE**. Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação. Palmas: [s.n.], 2012.

SANTOS, R. G. D. Impactos Socioambientais a Margem do Rio São Francisco: Resultado da Falta de Consideração da Área de Influência Real. **GEOUSP: Espaço e Tempo**, 2009.

SARTORI, S.; LATRÔNICO, F.; CAMPOS, L. M. S. SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: UMA TAXONOMIA NO CAMPO DA LITERATURA. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, 2014.

SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D. D.; GUINDANI, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Revista Brasileira de História e Ciências Sociais**, 2009.

SAUNITI, R. M.; FERNANDES, L. A.; BITTENCOURT, A. V. L. Estudo do Assoreamento do Reservatório da Barragem do Rio Passaúna - Curitiba - PR. **Boletim Paranaense de Geociências**, 2004.

SCARDUA, F. P.; BURSZTYN, M. A. A. Descentralização da Política Ambiental no Brasil.. **Sociedade e Estado**, 2003.

SCHNITTER, N. J. **A History of Dams: The Useful Pyramids**. Netherlands: [s.n.], 1994.

SECRETARIA DO ESTADO DE MEIO AMBIENTE. Governo confirma o rompimento de 11 barragens em Altamira. **SEMAS**, 2009. Disponível em: <<https://www.semas.pa.gov.br/2009/04/27/8340/>>. Acesso em: 08 novembro 2017.

SECRETARIA DO ESTADO DE MEIO AMBIENTE. Área cadastrável 2014. **SEMAS**, 2014. Disponível em: <<https://www.semas.pa.gov.br/2011/12/09/9894/>>. Acesso em: 02 novembro 2017.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Imóveis Cadastrados. **Sistema de Cadastro Ambiental Rural - SICAR**, 2016. Disponível em: <<http://www.car.gov.br/publico/municipios/downloads>>. Acesso em: 02 novembro 2016.

SILVA, J. C. E.; ERTZOGUE, M. H. Cosmologia, Paisagem, Lugar e o Método Fenomenológico: Possíveis Reflexões em uma Cidade Impactada por Barragem. **PRACS: Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais da UNIFAP**, 2015.

SILVA, M. L.; LEONIDIO, A. D. C. R.; FREITAS, C. M. S. M. D. Prática de atividade física e o estresse: uma revisão bibliométrica. **Journal Physical Education**, 2015.

SILVA, V. D. P. R. D. *et al.* Uma medida de sustentabilidade ambiental: Pegada Hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2013.

SILVA-JR, M. B. D.; MONTEIRO, M. D. A. **Caminhos da Regulação e do Uso da Água na Amazônia Paraense: análise socioambiental do modelo legal e institucional**. Universidade Federal do Pará. Belém. 2008.

SIMÕES, N. R.; SONODA, S. L. Estrutura da assembléia de microcrustáceos (Cladocera e Copepoda) em um reservatório do semi-árido Neotropical, Barragem de Pedra, Estado da Bahia, Brasil. **Acta Scientiarum: Biological Sciences**, 2009.

SORIANO, É.; VALENCIO, N. F. L. D. S. Convergências e Divergências acerca das Interpretações do Risco: O Caso da UHE Itaipu-Binacional. **Revista do Departamento de Geografia**, 2012.

SOUSA, S. B. D. Impactos da implantação da barragem no Ribeirão João Leite sobre a oferta de hortifruti na Grande Goiânia. **Boletim Goiano de Geografia**, 2013. 313-334.

THE ASSOCIATED PRESS. Death Toll Rises to 96 in Indonesia dam Failure. **NBC NEWS**, 2009. Disponível em: <<http://www.nbcnews.com/id/29937788/#.WjbnSd-nHIU>>. Acesso em: 01 novembro 2017.

THÉRY, H. Situações da Amazônia no Brasil e no continente. **Estudos Avançados**, 2005. p. 37-49.

TINGEY-HOLYOAK, J. L. *et al.* Incorporating on-farm water storage safety into catchment policy frameworks: International best practice policy for private dam safety accountability and assurance. **Land Use Policy**, 2013.

TUNDISI, J. G. Governança da Água. **Revista UFMG**, v. 20, p. 222-235, 2013.

TUNDISI, J. G. **Recursos hídricos no Brasil: problemas, desafios e estratégias para o futuro**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2014.

TUNDISI, J. G. *et al.* Water availability, water quality water governance: the future ahead. *Hydrological Sciences and Water Security: Past, Present and Future*. **Hydrological Sciences and Water Security: Past, Present and Future**, 2015.

ULIANA, E. M. *et al.* Análise de tendência em séries históricas de vazão e precipitação: uso de teste estatístico não paramétrico. **Ambiente & Água**, 2014.

UNITED STATES DEPARTMENT FOR HOMELAND SECURITY. **Estimating Loss of Life for Dam Failure Scenarios**. USA: Dam Sector, 2011.

VANÍČEK, I. *et al.* **Experiences from the small historical dams failures during heavy floods**. International Symposium on Geohazards and Geomechanics. [S.l.]. 2015.

VARGAS, R. D. A.; VANZ, S. A. D. S. A produção científica do Rio Grande do Sul em Ciências Agrárias representada na base Web of Science. **Ciência Rural**, v. 44, p. 950-956, 2014.

VASCONCELOS, C. H.; NOVO, E. M. L. D. M.; DONALISIO, M. R. Use of remote sensing to study the influence of environmental changes on malaria distribution in the Brazilian Amazon. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 22, p. 517-526, 2006.

VEIGA, L. B. E.; MAGRINI, A. The Brazilian Water Resources Management Policy: Fifteen Years of Success and Challenges. **Water Resour Manage**, v. 27, p. 2287-2302, 2013.

VERGARA, S. C.; CARVALHO JÚNIOR, D. **nacionalidade dos autores referenciados na literatura brasileira sobre organizações**. Encontro da ANPAD. [S.l.]: [s.n.]. 1995.

WILLIAMS, A.; DUPUY, K. Deciding over nature: Corruption and environmental impact assessments. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 65, p. 118-124, 2017.

YOSHIDA, N. D. Análise Bibliométrica: Um Estudo Aplicado à Previsão Tecnológica. **Future Studies Research Journal**, v. 2, p. 52-84, 2010.

ZAFFANI, A. G. **Água: usos, conservação e monitoramento**. São Paulo: Iniciativa Verde, 2015.

ZUCKER, L. G.; DARBY, M. R.; ARMSTRONG, J. S. Commercializing Knowledge: University Science, Knowledge Capture, and Firm Performance in Biotechnology. **Management Science**, 2002.

APÊNDICES

Apêndice 1. Regulamentos analisados

FEDERAL	
Regulamento	Direcionamento de interesse
Decreto nº 24.643, de 10/07/1934	Decreta o Código das Águas
Decreto-Lei 3.365 de 21/06/41	Dispõe sobre desapropriação por utilidade pública.
Lei 3.824 de 13/11/60	Torna obrigatória a destoca e consequente limpeza das bacias hidráulicas dos açudes, represas e lagos artificiais construídos pela União, Estados e municípios que gozem de concessões do poder público.
Lei 3.924 de 26/07/61	Estabelece que o poder público, através do IPHAN, deve proteger os monumentos arqueológicos e pré-históricos, considerados bens da União.
Lei 4.132 de 10/09/62	Define os casos de desapropriação por interesse social e dispõe sobre sua aplicação.
Lei 4.717 de 29/06/65	Regula a ação popular.
Lei 5.197 de 03/01/67	Dispõe sobre a proteção da fauna
Decreto 62.934 de 02/07/68	Aprova o regulamento do código de mineração.
Lei 6.001 de 19/12/73	Estabelece o estatuto do índio
Lei 6.938 de 31/08/81	Estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente.
Lei 7.347 de 24/07/85	Disciplina as ações civis públicas por danos ao meio ambiente.
Decreto 94.076 de 05/03/87	Instituiu o Programa Nacional de Micro bacias hidrográficas.
Decreto 95.733 de 12/02/88	Estabelece que, identificando efeitos negativos de natureza ambiental, cultural e social, será incluído no orçamento dos projetos e obras federais a destinação de no mínimo 1% deste para a prevenção ou correção desses danos.
Decreto 96.044 de 18/05/88	Aprova o regulamento para transporte rodoviário de produtos perigosos.
Lei 7.735 de 22/02/89	Cria o IBAMA – Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
Lei 7.803 de 15/07/89	Altera a redação da lei nº 4.771, de 15/09/65 – código florestal brasileiro – no concernente a cobertura florestal e APPs.

Lei 7.804 de 18/07/89	Altera as leis: 6.938/81 – principal alteração - determinar, quando julgar necessária, a realização de estudos das alternativas e das possíveis consequências ambientais de projetos públicos ou privados. 7.735/89 - 6.803/80 - 6.902/81 – atrela as competências da Secretaria Especial de Meio Ambiente ao IBAMA.
Lei 7.990 de 28/12/89	Institui para os Estados, Distrito Federal e municípios compensação financeira pelo resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica, de recursos minerais em seus respectivos territórios, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva.
Decreto 97.632 de 10/04/89	Exige de todos os empreendimentos de mineração a apresentação de PRAD – Plano de Recuperação de Áreas Degradadas.
Decreto 97.634 de 10/04/89	Dispõe sobre o controle da produção e da comercialização de substâncias que comportam riscos para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente.
Lei 8.001 de 13/03/90	Define os percentuais da distribuição da compensação financeira que trata a lei 7.990/89.
Decreto 99.274 de 06/06/90	Regulamenta a Lei 6.938/81 que estabelece o sistema nacional de meio ambiente e o sistema de licenciamento ambiental.
Decreto 99.556 de 01/10/90	Dispõe sobre a proteção de cavidades naturais subterrâneas existentes no território nacional.
Lei 8.171 de 17/01/91	Institui a Política Agrícola. Determina que as empresas que exploram economicamente águas represadas e as concessionárias de energia elétrica serão responsáveis pelas alterações ambientais por elas provocadas.
Lei 8.666 de 21/06/93	Institui normas para licitação e contratos da administração pública
Lei 8.883 de 08/06/94	Altera dispositivos da lei 8.666/93.
Decreto 1.298 de 27/10/94	Aprova o regulamento das FLONAs (florestas nacionais)
Lei 9.314 de 14/11/96	Reformula o Código de Mineração (Lei 227 de 28/02/67)
Lei 9.427 de 26/12/96	Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL - disciplina o regime das concessões de serviços públicos.
Lei 9.433 de 08/01/97	Estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos.
Lei 2.119 de 13/01/97	Dispões sobre o Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil e sobre a sua comissão de coordenação.
Lei 9.605 de 12/02/98	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.

Lei 9.648 de 27/05/98	Altera dispositivos das leis 3.890/61, 8.666/93, 8.987/95, 9.074/95, 9.427/96, e autoriza o poder executivo a promover a reestruturação das centrais Elétricas Brasileira-Eletrobrás e de suas subsidiárias.
Decreto 2.783 de 17/09/98	Dispõe sobre a proibição de aquisição de produtos ou equipamentos que contenham ou façam uso de substâncias que destroem a camada de ozônio.
Lei 9.795 de 27/04/99	Institui a Política Nacional de Educação Ambiental.
Lei 9.854 de 27/01/99	Altera dispositivos da lei 8.666/93, institui normas para licitações e contratos da administração pública.
Lei 9.984 de 17/07/00	Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
Lei 9.985 de 18/07/00	Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação
Lei 9.993 de 24/07/00	Destina recursos da compensação financeira pela utilização de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e pela exploração de recursos minerais para o setor de ciências e tecnologias.
Decreto 4.024 de 21/11/01	Estabelece critérios e procedimentos para implantação ou financiamento de obras de infraestrutura hídrica com recurso financeiro da União.
Decreto 3.739 de 31/01/01	Dispõe sobre cálculo da tarifa atualizada de referência para compensação financeira pela utilização de recursos hídricos e da contribuição de reservatórios de montante para geração de energia elétrica.
Decreto 4.281 de 25/06/02	Regulamenta a lei que institui a Política Nacional de Educação Ambiental.
Decreto 4.340 de 22/08/02	Regulamenta artigos que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC.
Decreto nº 4.895 de 25/11/2003.	Dispõe sobre a autorização de uso de espaços físicos de corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura, e dá outras providências.
Decreto 4.613 de 11/03/03	Regulamenta o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, e dá outras providências.
Decreto 5.758 de 13/04/06	Institui o Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas - PNAP, seus princípios, diretrizes, objetivos e estratégias, e dá outras providências.
Decreto nº 6.660, de 21/11/08.	Regulamenta dispositivos da Lei no 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do Bioma Mata Atlântica. Dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado de regeneração da mata atlântica.

LEI 11.959 de 29/06/09	Dispõe sobre a política nacional de desenvolvimento sustentável da aquicultura e da pesca, regula as atividades pesqueiras, revoga a lei nº 7.679, de 23 de novembro de 1988, e dispositivo do decreto-lei nº 221, de 28 de fevereiro de 1967, e dá outras providências.
Decreto 6.981 de 13/10/09	Regulamenta o art. 27, § 6o, inciso I, da Lei no 10.683, de 2003, dispondo sobre a atuação conjunta dos Ministérios da Pesca e Aquicultura e do Meio Ambiente nos aspectos relacionados ao uso sustentável dos recursos pesqueiros.
Lei 12.187 de 29/12/09	Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC
DEC 7.154 de 09/04/10	Sistematiza e regulamenta a atuação de órgãos públicos federais, estabelecendo procedimentos a serem observados para autorizar e realizar estudos de aproveitamentos de potenciais de energia hidráulica e sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica no interior de unidades de conservação bem como para autorizar a instalação de sistemas de transmissão e distribuição de energia elétrica em unidades de conservação de uso sustentável.
LEI 12.305 de 02/08/10	Institui a política nacional de resíduos sólidos; altera a lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências.
LEI 12.334 de 20/09/10	Estabelece a política nacional de segurança de barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o sistema nacional de informações sobre segurança de barragens e altera a redação do art. 35 da lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e do art. 4º da lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000.
DEC 7.342 de 26/10/10	Institui o cadastro socioeconômico para identificação, qualificação e registro público da população atingida por empreendimentos de geração de energia hidrelétrica; cria o comitê internacional de cadastramento socioeconômico, no âmbito do ministério de minas e energia, e dá outras providências.
DEC 7.378 de 01/12/10	Aprova o macrozoneamento ecológico-econômico da Amazônia legal - macrozee da Amazônia legal, altera o decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002, e dá outras providências.
DEC 7.404 de 23/12/10	Regulamenta a lei nº Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a política nacional de resíduos sólidos, cria o comitê interministerial da política nacional de resíduos sólidos e o comitê orientador para a implantação dos sistemas de logística reversa, e dá outras providências.
Lei Complementar 140 de 08/12/11	Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, 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; e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981.

Decreto nº 7.747 de 5/06/12	Institui a Política Nacional de Gestão Territorial e Ambiental de Terras Indígenas – PNGATI. Dispõe sobre as ações de proteção ambiental, saúde e apoio às atividades produtivas para as comunidades indígenas.
Lei nº 12.651 de 15/09/12	Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa
Decreto 7.830 de 17/10/12	Dispõe sobre o Sistema de Cadastro Ambiental Rural, o Cadastro Ambiental Rural, estabelece normas de caráter geral aos Programas de Regularização Ambiental, de que trata a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, e dá outras providências.
Lei 12.805 de 29/04/13	Institui a Política Nacional de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e altera a Lei no 8.171, de 17 de janeiro de 1991.
Lei 12.854, de 26/08/13	Fomenta e incentiva ações que promovam a recuperação florestal e a implantação de sistemas agroflorestais em áreas rurais desapropriadas e em áreas degradadas, nos casos que especifica.
Lei 13.081 de 02/01/15	Dispõe sobre a construção e a operação de eclusas ou de outros dispositivos de transposição hidroviária de níveis em vias navegáveis e potencialmente navegáveis
Lei 13.153 de 30/07/15	Institui a Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca e seus instrumentos; prevê a criação da Comissão Nacional de Combate à Desertificação; e dá outras providências.
Lei 13.335 de 14/09/16	Altera a Lei no 12.651, de 25 de maio de 2012, para dispor sobre a extensão dos prazos de inscrição no Cadastro Ambiental Rural e adesão ao Programa de Regularização Ambiental.
Decreto 8.972 de 23/01/17	Institui a Política Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa.
Decreto nº 8.975, 24/01/17	Aprova a Estrutura Regimental e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções de Confiança do Ministério do Meio Ambiente,
Res CONAMA 01/86	Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para estudos de impacto ambiental.
Res CONAMA 1A/86	Dispõe sobre transporte de produtos perigosos.
Res CONAMA 06/86	Dispõe sobre aprovação de modelos para publicação de pedidos de licenciamento.
Res CONAMA 06/87	Dispõe sobre o licenciamento ambiental de obras do setor de geração de energia.
Res CONAMA 09/87	Dispões sobre a realização de audiência pública.
Res CONAMA 01/88	Estabelece critérios e procedimentos básicos para implementação do cadastro técnico federal de atividades e instrumentos de defesa ambiental, previsto na lei 6.938/81.
Res CONAMA 05/88	Estabelece normas sujeitando ao licenciamento ambiental obras de saneamento.
Res CONAMA 12/89	Proíbe qualquer atividade que possa por em risco a integridade de Áreas de Relevante Interesse Ecológico – ARIEs.

Res CONAMA 08/90	Estabelece limites máximos de emissões de poluentes do ar, previstos no PRONAR.
Res CONAMA 09/90	Dispõe sobre normas específicas para licenciamento ambiental de extração mineral das classes I a X exceto a classe II.
Res CONAMA 10/90	Dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral da classe II.
Res CONAMA 237/97	Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na política nacional de meio ambiente, inclusive estabelecendo as competências de licenciamento do IBAMA e dos órgãos estaduais de meio ambiente.
Res CONAMA 274/00	Estabelece padrões de balneabilidade das águas doces, salobras e salinas.
Res CONAMA 284/01	Dispõem sobre licenciamento de empreendimento de irrigação.
Res CONAMA 302/02	Dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente em reservatório artificiais e o regime de uso do entorno.
Res CONAMA 303/02	Dispõe sobre parâmetros, definições e áreas de preservação permanente, incluindo margens de cursos d'água e de reservatórios naturais.
Res CONAMA 307/02	Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Alterada pela Resolução CONAMA Nº 469/2015.
Res CONAMA 312/02	Dispõe sobre licenciamento ambiental dos empreendimentos de piscicultura na zona costeira.
Res CONAMA 357/05	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes.
Res CONAMA 369/06	Dispõe sobre os casos excepcionais, de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, que possibilitam a intervenção ou supressão de vegetação em Área de Preservação Permanente-APP
Res CONAMA 371/06	Estabelece diretrizes aos órgãos ambientais para o cálculo, cobrança, aplicação, aprovação e controle de gastos de recursos advindos de compensação ambiental.
Res CONAMA 404/08	Estabelece critérios e diretrizes para o licenciamento ambiental de aterro sanitário de pequeno porte de resíduos sólidos urbanos.
Res CONAMA 413/09	Dispõe sobre o licenciamento ambiental da aquicultura, estabelecendo portes e restrições quanto a utilização de recursos hídricos. Alterada pela Resolução CONAMA Nº 459/2013.
Res CONAMA 425/10	Dispõe sobre critérios para a caracterização de atividades e empreendimentos agropecuários sustentáveis do agricultor familiar, empreendedor rural familiar, e dos povos e comunidades tradicionais como de interesse social para fins de produção, intervenção e recuperação de Áreas de Preservação Permanente e outras de uso limitado.
Res CONAMA 428/10	Dispõe sobre área circundante, num raio de 10 (dez) quilômetros, das unidades de conservação.

Res CONAMA 429/11	Dispõe sobre as condições e sobre os padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA
Res CONAMA 430/11	Dispõe sobre a metodologia de recuperação das Áreas de Preservação Permanente – APPs.
Res CONAMA 454/12	Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional.
Res CONAMA 458/13	Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de atividades agrossilvipastoris e de empreendimentos de infraestrutura, passíveis de licenciamento, realizados em assentamentos de reforma agrária
Res CONAMA 467/15	Dispõe sobre critérios para a autorização de uso de produtos ou de agentes de processos físicos, químicos ou biológicos para o controle de organismos ou contaminantes em corpos hídricos superficiais
Res CNRH 04/99	Institui, em caráter de urgência, as Câmaras Técnicas Permanentes do Plano Nacional de Recursos Hídricos e a de Assuntos Legais e Institucionais.
Res CNRH 05/00	Estabelece diretriz para a formação e funcionamento dos Comitês de Bacia Hidrográfica.
Res CNRH 08/00	Institui a Câmara Técnica Permanente de Análise de Projeto
Res CNRH 10/00	Institui a Câmara Técnica Permanente de Gestão dos Recursos Hídricos Transfronteiriços.
Res CNRH 11/00	Institui a Câmara Técnica Permanente de Ciência e Tecnologia.
Res CNRH 13/00	Estabelece diretrizes para a implementação do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.
Res CNRH 16/01	Estabelece critérios gerais para a outorga de direito de uso de recursos hídricos.
Res CNRH 21/02	Institui a Câmara Técnica Permanente de Cobrança pelo Uso de Recursos Hídricos.
Res CNRH 30/02	Define metodologia para codificação de bacias hidrográficas, no âmbito nacional.
Res CNRH 32/03	Institui a Divisão Hidrográfica Nacional.
Res CNRH 37/04	Estabelece diretriz para a outorga de recursos hídricos para a implantação de barragens em corpos de água de domínio dos Estados, do Distrito Federal ou da União.
Res CNRH 48/05	Estabelece critérios gerais para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos.
Res CNRH 58/06	Aprova o Plano Nacional de Recursos Hídricos.
Res CNRH 65/06	Estabelece diretrizes de articulação dos procedimentos para obtenção da outorga de direito de uso de recursos hídricos com os procedimentos de licenciamento ambiental.

Res CNRH 70/07	Estabelece os procedimentos, prazos e formas para promover a articulação entre o Conselho Nacional de Recursos Hídricos e os Comitês de Bacia Hidrográfica, visando a definir as prioridades de aplicação dos recursos provenientes da cobrança pelo uso da água, referidos no inc. II do § 1º do art. 17 da Lei nº 9.648, de 1998, com a redação dada pelo art. 28 da Lei nº 9.984, de 2000.
Res CNRH 91/08	Dispõe sobre procedimentos gerais para enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos.
Res CNRH 126/11	Aprova diretriz para o cadastro de usuários de recursos hídricos e para a integração das bases de dados referentes aos usos de recursos hídricos superficiais e subterrâneos.
Res CNRH 141/12	Estabelece critérios e diretrizes para implementação dos instrumentos de outorga de direito de uso de recursos hídricos e de enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes, em rios intermitentes e efêmeros, e dá outras providências
Res CNRH 143/12	Estabelece critérios gerais de classificação de barragens por categoria de risco, dano potencial associado e pelo volume do reservatório, em atendimento ao art. 7º da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.
Res CNRH 144/12	Estabelece diretrizes para implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens, em atendimento ao art. 20 da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que alterou o art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.
Res CNRH 178/16	Altera a Resolução CNRH nº 144, de 10 de julho de 2012, que "Estabelece diretrizes para implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens, aplicação de seus instrumentos e atuação do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens, em atendimento ao art. 20 da Lei nº 12.334, de 20 de setembro de 2010, que alterou o art. 35 da Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997".
Res CNRH 184/16	Estabelece diretrizes e critérios gerais para definição das derivações e captações de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, e lançamentos de efluentes em corpos de água e acumulações de volumes de água de pouca expressão, considerados insignificantes, os quais independem de outorga de direito de uso de recursos hídricos, e dá outras providências.
Res ANA 193/02	Promover, em conjunto com as autoridades outorgantes dos Estados da Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, a regularização do uso dos recursos hídricos com finalidade de piscicultura em tanques-rede ou gaiolas em reservatórios públicos federais.
Res ANA 317/03	Instituir o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos – CNARH para registro obrigatório de pessoas físicas e jurídicas, de direito público ou privado, usuárias de recursos hídricos.

Res ANA 131/03	Dispõe sobre procedimentos referentes à emissão de declaração de reserva de disponibilidade hídrica e de outorga de direito de uso de recursos hídricos, para uso de potencial de energia hidráulica superior a 1 MW em corpo de água de domínio da União e dá outras providências.
Res ANA 707/04	Dispõe sobre procedimentos de natureza técnica e administrativa a serem observados no exame de pedidos de outorga, e dá outras providências.
Res ANA 467/06	Dispõe sobre critérios técnicos a serem observados na análise dos pedidos de outorga em lagos, reservatórios e rios fronteirços e transfronteirços.
Res ANA 03/10	Estabelecer as condições e os procedimentos a serem observados pelos concessionários e autorizados de geração de energia hidrelétrica para a instalação, operação e manutenção de estações hidrométricas visando ao monitoramento pluviométrico, limnimétrico, fluviométrico, sedimento métrico e de qualidade da água associado a aproveitamentos hidrelétricos, e dar outras providências.
Res ANA 662/10	Estabelece procedimentos acerca das atividades de fiscalização do uso de recursos hídricos em corpos d'água de domínio da União exercidos pela Agência Nacional de Águas – ANA.
Res ANA 742/11	Estabelece a periodicidade, qualificação da equipe responsável, conteúdo mínimo e nível de detalhamento das inspeções de segurança regulares de barragem
Res ANA 833/11	Estabelecer as condições gerais para os atos de outorga preventiva e de direito de uso de recursos hídricos de domínio da União emitidos pela Agência Nacional de Águas – ANA
Res ANA 463/12	Aprova condicionantes relativas a sistemas de transposição de desnível para a navegação em declarações de reserva de disponibilidade hídrica e outorga de direito de uso de recursos hídricos de aproveitamento hidrelétrico.
Res ANA 91/12	Estabelece periodicidade de atualização, a qualificação do responsável técnico, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do plano de segurança de barragem e revisão periódica de segurança da barragem.
Res ANA 25/12	Estabelece diretrizes para análise dos aspectos de qualidade da água dos pedidos de declaração de reserva de disponibilidade hídrica e outorga de direito do uso em reservatórios da União.
Res ANA 1343/13	Estabelece diretrizes para definição da disponibilidade hídrica para geração de energia em aproveitamentos hidrelétricos implantados em açudes de usos múltiplo localizados no semiárido.
Res ANA 1305/15	Estabelece diretrizes e procedimentos para outorga de direito de uso dos recursos hídricos para empreendimentos hidrelétricos em operação comercial.
Res ANA 132/16	Estabelece critérios complementares de classificação de barragens reguladas pela Agência Nacional de Águas – ANA, quanto ao Dano Potencial Associado - DPA

Res ANA 184/16	Estabelece diretrizes e critérios gerais para definição das derivações e captações de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, e lançamentos de efluentes em corpos de água e acumulações de volumes de água de pouca expressão, considerados insignificantes, os quais independem de outorga de direito de uso de recursos hídricos, e dá outras providências.
Res ANA 236/17	Estabelece a periodicidade de execução ou atualização, a qualificação dos responsáveis técnicos, o conteúdo mínimo e o nível de detalhamento do Plano de Segurança da Barragem, das Inspeções de Segurança Regular e Especial, da Revisão Periódica de Segurança de Barragem e do Plano de Ação de Emergência, conforme art. 8º, 9º, 10, 11 e 12 da Lei nº 12.334 de 20 de setembro de 2010, que estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens - PNSB.
Res ANA 1.940/17	Dispõe sobre critérios para definição de derivações, captações e lançamentos de efluentes insignificantes, bem como serviços e outras interferências em corpos d'água de domínio da União não sujeitos a outorga.
ESTADUAL	
Regulamento	Direcionamentos de interesse
Lei nº 5.630 de 20/12/90	Estabelece normas para a preservação de áreas dos corpos aquáticos, principalmente as nascentes, inclusive os "olhos d'água". Não será permitido o exercício de atividades causadoras de sensível degradação de qualidade ambiental, nas áreas de preservação dos corpos aquáticos, em especial as atividades garimpeiras e a extração vegetal. As Barragens podem ensejar no alagamento e/ou remoção das áreas de APP.
Lei nº. 5.793 de 04/01/94	Esta legislação veio a definir a Política Minerária e Hídrica do Estado do Pará. Nesse âmbito apresentou a importância de gestão dos recursos ao estabelecer como princípio a gestão conjunta e coordenada das águas de superfície e subterrâneas, respeitados os regimes naturais como parte integrante do ciclo hidrológico, considerados para tantos recursos hídricos utilitários. Estabeleceu como instrumento de execução da política um Programa de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. O Estado juntamente com o município vai instituir áreas de proteção e conservação das áreas utilizáveis para o abastecimento da população. O caso do Uraim deveria ser proteção.
Lei nº 5.807 de 24/01/94	Cria o Conselho Consultivo da Política Mineraria e Hídrica do Estado do Pará.

Lei nº. 5.887 de 9/05/95	<p>Esta lei ao dispor sobre a Política Estadual de Meio Ambiente, estabelece ainda, a integração ao Sistema Estadual de Meio Ambiente (SISEMA) todos que atuem na exploração e utilização dos recursos hídricos, minerais, florestais, agropastorais e industriais, através de tecnologias disponíveis aceitáveis. A construção, instalação, ampliação, reforma e funcionamento de empreendimentos e atividades utilizadoras e exploradoras de recursos naturais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, bem como, os capazes de causar significativa degradação ambiental, sob qualquer forma, dependerão de prévio licenciamento do órgão ambiental. Considera-se poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:</p> <ul style="list-style-type: none">I – prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;II – criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;III – afetem desfavoravelmente o conjunto de seres animais e vegetais de uma região;IV – afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;V – lancem matérias ou energias em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.
-------------------------------------	--

<p>Lei nº. 6.381, de 25/07/01</p>	<p>Essa lei institui a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Essa política é uma cópia da Política Nacional, estabelecendo os mesmos princípios, objetivos, diretrizes e instrumentos. São objetivos da Política Estadual de Recursos Hídricos:</p> <p>I – assegurar à atual e às futuras gerações a disponibilidade dos recursos hídricos, na medida de suas necessidades e em padrões qualitativos e quantitativos adequados aos respectivos usos;</p> <p>II – o aproveitamento racional e integrado dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável;</p> <p>III – a proteção das bacias hidrográficas contra ações que possam comprometer o seu uso atual e futuro;</p> <p>IV – o controle do uso dos recursos hídricos;</p> <p>V – a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos, críticos de origem natural ou decorrente do uso inadequado dos recursos naturais.</p> <p>Estão sujeitos à outorga pelo Poder Público os direitos dos seguintes usos dos recursos hídricos:</p> <p>I – derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para o consumo final, inclusive abastecimento público ou insumo de processo produtivo;</p> <p>II – extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;</p> <p>III – lançamento de esgotos e demais resíduos, tratados ou não, em corpo de água, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;</p> <p>IV – aproveitamento de potenciais hidrelétricos;</p> <p>V – utilização das hidrovias para o transporte;</p> <p>VI – outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.</p>
<p>Decreto nº 5.565 de 11/10/02</p>	<p>Define o órgão gestor da Política Estadual de Recursos Hídricos e da Política Estadual de Florestas e demais Formas de Vegetação. Atribuição feita à SEMAS atual.</p>
<p>Lei SEFA nº 6.710 de 14/01/05</p>	<p>Dispõe sobre a competência do Estado do Pará para acompanhar e fiscalizar a exploração de recursos hídricos e minerais e as receitas não-tributárias geradas.</p>

Lei nº 6.713 de 25/01/05	<p>Visando à preservação do sistema hídrico, estabelece a competência à Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade promover discussões e estudos técnicos junto à sociedade para implementar o manejo e o ordenamento pesqueiro, priorizando a preservação de áreas consideradas berçário, zonas de alimentação e crescimento de organismos aquáticos, bem como a preservação de todo o sistema hídrico. Nesses termos esta lei considera ilegal todo desvio de recurso hídrico sem licenciamento.</p> <p>O princípio básico do ordenamento deverá ser o da sustentabilidade econômica, ambiental e social, considerando a atividade pesqueira e aquícola como fonte de alimentação, emprego e renda, devendo haver distribuição igualitária dos benefícios econômicos delas decorrentes e a garantia do uso racional dos recursos pesqueiros e aquícolas de forma sustentável, condizentes com os princípios da pesca sustentável, responsável, a preservação da biodiversidade e do meio ambiente como um todo. Como muitas barragens são implementadas para dar subsídio à atividade de pesca e aquicultura, a forma como estão estabelecidas descumprem a sustentabilidade atribuída à atividade.</p>
---------------------------------	--

<p>Decreto nº 2593 de 27/11/06 Licenciamento Ambiental Rural Nesse pode ser solicitada a identificação de estruturas que represente riscos como as barragens e indicar necessidade de licença.</p>	<p>“Art. 1º O licenciamento ambiental de competência da Secretaria Executiva de Estado de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente – SECTAM-PA - de imóveis rurais, atividades agrossilvipastoris e projetos de assentamento de reforma agrária obedecerá ao disposto neste Decreto. Art. 2º O licenciamento ambiental de imóveis rurais e atividades agrossilvipastoris localizadas em zona rural será realizado por intermédio da Licença de Atividade Rural – LAR-PA. Art. 3º O licenciamento de atividade rural será realizado obedecendo à seguinte ordem: I – cadastramento dos imóveis rurais através do Cadastro Ambiental Rural – CAR-PA; II – Emissão da Licença de Atividade Rural – LAR-PA. § 1º O Cadastro Ambiental Rural – CAR-PA, instrumento de identificação do imóvel rural, emitido pela SECTAM-PA, matriculado com número em ordem seqüencial, que constará em todas as licenças, autorizações e demais documentos emitidos para a regularização ambiental do imóvel rural, será vinculado a esta independentemente de transferência de propriedade, posse e domínio. Art. 4º No CAR-PA constarão os dados essenciais do imóvel rural, a Área Total – AT, a Área de Preservação Permanente – APP, a Área de Reserva Legal – ARL e Área para Uso Alternativo do Solo – AUAS, além dos nomes e da qualificação dos detentores do imóvel rural, da posse ou do domínio, as coordenadas geográficas e demais dados exigidos pela legislação complementar. Art. 5º Na LAR-PA será indicada individualmente a atividade desenvolvida no imóvel rural, e serão emitidas tantas licenças quantas forem as atividades diversas.</p>
<p>Resolução CERH nº 1, de 26/03/07 Institui as Câmaras técnicas</p>	<p>Institui as Câmaras Técnicas de Assuntos Legais e Institucionais, do Plano Estadual de Recursos Hídricos e de Capacitação e Educação Ambiental dos Recursos Hídricos. Estabelecendo como competência analisar e propor ações visando à minimização ou solução de conflitos de uso de recursos hídricos para prevenir a degradação e resguardar a manutenção do recurso.</p>
<p>Resolução CERH nº 2, de 14/02/08 Compõe as câmaras técnicas</p>	<p>Estabelece a composição das Câmaras Técnicas de Assuntos Legais e Institucionais, do Plano Estadual de Recursos Hídricos e de Capacitação e Educação Ambiental dos Recursos Hídricos, envolvendo todos os setores.</p>
<p>Decreto nº 1148 de 17/07/08 O CAR pode propor a identificação de barragens no mapa e indicação de regulamentação.</p>	<p>O Cadastro Ambiental Rural – CAR-PA como um dos instrumentos da Política Estadual de Florestas e do Meio Ambiente, obriga o cadastro de todo imóvel rural localizado no Estado do Pará, mesmo aquele que não exerça qualquer atividade rural economicamente produtiva.</p>

<p>Instrução Normativa nº 16 de 7/08/08 CAR para as pequenas propriedades - 4 módulos Esse também pode propor a identificação das estruturas de barramento na propriedade.</p>	<p>Disciplina a regulamentação do Cadastro Ambiental Rural – CAR-PA de imóveis rurais com área não superior a 4(quatro) módulos fiscais no Estado do Pará. A SEMA realizará parceria com a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará – EMATER, outros órgãos públicos ou instituições para a inscrição de imóveis rurais com área não superior a 4 (quatro) módulos fiscais no CAR-PA, nos quais os interessados não tenham condições técnicas e financeiras para realizar o cadastramento, a fim de garantir amplo acesso e celeridade ao procedimento de regularização ambiental dos imóveis rurais localizados no Estado do Pará.</p>
<p>Resolução CERH nº 3, de 03/09/08. Necessidade de Outorga</p>	<p>Essa resolução instituiu a necessidade de solicitação de outorga de acordo com os objetivos e modalidades. Abordando a importância de gestão dos recursos hídricos ela justifica a necessidade de regulamentação das barragens.</p> <p>I – Açude ou barramento: obra em que o eixo do maciço intercepta o talvegue de um curso d'água, objetivando a formação de um reservatório.</p> <p>X – Corpo hídrico: massa de água que se encontra em um determinado lugar, podendo ser subterrânea ou de superfície e sua quantidade variar ao longo do tempo, compreendendo cursos d'água, aquíferos, reservatórios naturais ou artificiais.</p> <p>XI – Curso d'água: canais naturais para drenagem de uma bacia, tais como, igarapé, boqueirão, rio, riacho, ribeirão, córrego ou vereda.</p> <p>XV – Obra hidráulica: qualquer obra capaz de alterar o regime natural das águas ou as condições qualitativas ou quantitativas.</p> <p>Art. 7º O regime de outorga de direitos de uso de recursos hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos de água e o efetivo exercício do direito de acesso à água, dentro de cada região hidrográfica.</p> <p>Estão sujeitos à Outorga os usos que interferem em um corpo d'água.</p> <p>Art. 10 Independem de outorga, conforme definido em regulamento:</p> <p>III – as acumulações de volumes de água consideradas insignificantes. Insignificância é definida em resolução específica.</p>
<p>Resolução CERH nº 4, de 03/09/08 Bacias hidrográficas</p>	<p>Dispõe sobre a divisão do estado em regiões hidrográficas visando à orientação do planejamento dos recursos hídricos. Pode se considerar um mecanismo de gestão para os recursos, pois uma vez que a bacia é estabelecida, estudos podem identificar o real impacto cumulativo de estruturas de barragens dentro deste contexto.</p>

<p>Resolução CERH nº 5, de 03/09/08 Plano de Gestão dos Recursos Hídricos.</p>	<p>Dispõe sobre o Plano Estadual de Recursos Hídricos descrevendo algumas especificidades. Esse é um mecanismo para gestão dos recursos hídricos. Entre as metas e gestão do plano podem ser identificadas a problemática que envolve os barramentos sem regulamentação e que representam riscos.</p>
<p>Resolução CERH nº 7, de 03/09/08 Capacitação para gestão dos recursos hídricos</p>	<p>Dispõe sobre a Capacitação, Desenvolvimento Tecnológico e Educação Ambiental em recursos hídricos direcionando como se devem dar e os resultados esperados para a gestão dos recursos hídricos. As disposições desta resolução podem incluir a demanda de capacitação dos recursos humanos destacado para a gestão das barragens, considerando que estas demonstram considerável interferência no corpo hídrico. Uma vez que esta é uma carência do órgão de gestão dos recursos hídricos.</p>
<p>Decreto nº 1.367 de 29/10/08</p>	<p>Dispõe sobre o Processo Administrativo para apuração das infrações às normas de utilização dos recursos hídricos superficiais, meteóricos e subterrâneos, emergentes ou em depósito.</p>
<p>Resolução CERH nº8, de 17/11/08. Dispensa de outorga</p>	<p>Nessa resolução trataram-se dos casos de Declaração de Dispensa de Outorga. No entanto, não isentou o usuário do Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos. Dessa forma, mesmo que o barramento não possua outorga de obra hídrica, ele constará do cadastro, sendo do conhecimento do órgão de gestão para o controle de existência destas estruturas e monitoramento da segurança a elas atribuídas.</p>
<p>Resolução CERH nº 9, de 12/02/09 Uso insignificante</p>	<p>Dispõe sobre os usos que independem de outorga. Para esse caso, é necessária a solicitação de dispensa apresentando informações técnicas de localização e consumo para o uso seja classificado como insignificante. Na alteração é considerada captação superficial insignificante aquela que não exceda a vazão máxima de 86 m³ /dia, com a vazão instantânea máxima de 1L/s, para qualquer uso. Para obras de infraestrutura hídrica, somente são dispensadas àquelas em caráter emergencial. Pode incluir para o caso de obra hídrica o que seria esse uso insignificante? Assim saberia se a barragens pode ser construída ou não, justificando-se a sua construção.</p>
<p>Instrução Normativa nº 37 de 2/02/10 CAR para as pequenas propriedades - 300 ha Esse também pode propor a identificação das estruturas de barramento na propriedade.</p>	<p>Disciplina a regulamentação do Cadastro Ambiental Rural – CAR-PA de imóveis rurais com área não superior a 300(trezentos) ha no Estado do Pará. A SEMA realizará parceria com a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Pará – EMATER, outros órgãos públicos ou instituições para a inscrição de imóveis rurais com área não superior a 300 ha no CAR-PA, nos quais os interessados não tenham condições técnicas e financeiras para realizar o cadastramento, a fim de garantir amplo acesso e celeridade ao procedimento de regularização ambiental dos imóveis rurais localizados no Estado do Pará.</p>

<p>Lei nº 7389 de 1/04/10</p>	<p>Define as atividades de impacto ambiental local no Estado do Para. Considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I – a saúde, a segurança e o bem – estar da população; II – as atividades sociais e econômicas; III – a biota; IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V – a qualidade dos recursos ambientais.</p> <p>Define como de impacto local a atividade de barramento/dique para represamento com área inundada menor ou igual a 1ha com potencial poluidor/degradador alto. Também para hidrelétrica com área inundada menor ou igual a 50.000 ha com potencial poluidor degradador alto. Micro e pequena central hidrelétrica com área inundada menor ou igual a 10.000 ha com potencial poluidor/degradador médio.</p>
<p>Lei nº 7408 de 30/04/10</p>	<p>Estabelece diretriz para a verificação da segurança de barragem e de depósito de resíduos tóxicos industriais. O proprietário de depósito de resíduos tóxicos industriais, ou o responsável legal, é obrigado a manter disponíveis para a fiscalização dos órgãos gestores de recursos hídricos e de meio ambiente:</p> <p>I – o registro diário dos níveis de águas subterrâneas localizadas sob o aterro;</p> <p>II – o registro trimestral dos parâmetros de qualidade das águas subterrâneas localizadas sob o aterro;</p> <p>III – o registro semestral do volume e das características químicas e físicas dos rejeitos acumulados;</p> <p>IV – o registro anual que demonstre a ausência de contaminação do solo e registro trimestral que demonstre a ausência de contaminação do lençol de água no entorno e sob a área ocupada pelos rejeitos;</p> <p>V – o relatório técnico que ateste a segurança do depósito de resíduos tóxicos industriais deve ter laudo trianual para depósitos classe I, laudo bianual para depósitos classe II e laudo anual para depósitos classe III, firmado por profissional legalmente habilitado, registrado e sem débito no CREA-PA. As barragens já estabelecidas tem o prazo de 2 anos para apresentar estudo técnico que ateste a segurança. A regulação não determina o porte do empreendimento.</p>

<p>Resolução CERH nº10, de 03/09/10. Critérios de Outorgas Explica para que serve a outorga de obra hídrica.</p>	<p>Essa resolução estabeleceu os critérios para análise de Outorga Preventiva e de Direito de Uso de Recursos Hídricos condicionando estas às prioridades de uso estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos e ao respeito à classe em que o corpo de água estiver enquadrado. Estas serão concedidas previamente para análise do processo de licenciamento prévio. Estão sujeitas à avaliação da necessidade de outorga as Obras hidráulicas que não alterar o regime de vazões do corpo hídrico e permitir a manutenção das condições adequadas ao transporte aquaviário.</p> <p>3º A outorga para reservatório de regularização de vazões autoriza o empreendedor a realizar alteração do regime de vazões do corpo hídrico, ficando a cargo do licenciamento ambiental a autorização para a implantação e operação do empreendimento.</p> <p>VIII - Na execução de obras hídricas, a avaliação deverá considerar as características físicas do processo de intervenção, os usos atendidos, os horizontes de projeto e o balanço hídrico inerente à intervenção.</p> <p>IX - Os projetos de barragens, cujos reservatórios sejam destinados a usos múltiplos, deverão observar o disposto na Resolução CNRH nº 37, de 2004.</p> <p>X - Os reservatórios de regularização de vazões, assim como as obras de captação de interesse de apenas um usuário de recursos hídricos, poderão ser objeto de avaliação conjunta com o(s) respectivo(s) uso(s), inclusive quanto ao estabelecimento de prazos de validade diferenciados. O limite máximo individual padrão de captação a ser outorgado em reservatórios com regularização de vazão é de até 100% (cem por cento) da vazão regularizada com noventa e cinco de garantia (Qreg95), desde que 70% da Q95 sejam garantidos no leito do rio a jusante do barramento, como descarga de fundo ou qualquer outro dispositivo.</p> <p>CNRH 37 - A autoridade outorgante indicará ao interessado a necessidade e o momento da apresentação dos documentos, entre os quais, quando for o caso:</p> <ul style="list-style-type: none"> I - das licenças ambientais; II - das manifestações setoriais; e III - dos planos de ação de emergência do empreendimento.
<p>Resolução CERH nº 11 de 03/09/10 Cadastro Nacional de Recursos Hídricos</p>	<p>Dispõe sobre o cadastro estadual de usuários de recursos, sendo obrigatório para pessoas físicas ou jurídicas de direito público ou privado que realize interferência direta no corpo hídrico. Esse sistema ajuda a ter um controle sobre as existências de obras hídricas na modalidade de barragens. Auxilia o processo de gestão e monitoramento destas estruturas. O cadastro de usuários que era do estado passa a compor o cadastro nacional. Vínculo realizado.</p>
<p>Resolução CERH nº 09 de 18/10/10</p>	<p>ALTERAÇÃO DA RESOLUÇÃO CERH no 9, de 12/02/2009</p> <p>Dispõe sobre os usos que independem de outorga. Usos considerados insignificantes.</p>
<p>Resolução CERH nº12 de 18/11/10. Sistema estadual de informações sobre recursos hídricos</p>	<p>REGULAMENTAÇÃO DO SISTEMA ESTADUAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS como suporte à decisões sobre gestão dos recursos hídricos, como a concessão de autorizações e outorgas. Mecanismo que possibilita informações de caracterização e quantitativa da ocorrência de barragens.</p>

<p>Resolução CERH nº13 de 04/05/11 Procedimento para a outorga qdo necessario o licenciamento</p>	<p>Estabelece as diretrizes a serem adotadas nos procedimentos de solicitação de outorga de direito de uso de recursos hídricos relacionados às atividades sujeitas ao licenciamento ambiental como de obras hídricas estabelecidas na resolução do coema 62 de 22/02/08. A outorga para reservatório de regularização de vazão autoriza o empreendedor a realizar alteração do regime de vazões do corpo hídrico, ficando a cargo do licenciamento ambiental a autorização para a implantação e operação do empreendimento.</p> <p>Se há a dispensa de outorga, esta deve ser apresentada na fase de solicitação de licença prévia.</p> <p>Para empreendimento já implantados ou em fase de implantação a outorga deve ser solicitada conjuntamente, seja preventiva ou de direito de uso. Fica a cargo do órgão ambiental competente a expedição de autorização e/ou licença necessária a implantação e operação do empreendimento referido no caput deste artigo.</p>
<p>Instrução Normativa nº 09 de 22 /06/11 Procedimento de Licenciamento Da mesma forma que solicita licenciamento de atividade, pode indicar a necessidade de projeto técnico de segurança no caso de barragem.</p>	<p>Disciplina a nova regulamentação do Cadastro Ambiental Rural CAR e define os procedimentos para o Licenciamento Ambiental de Atividades Rurais – LAR no Estado do Pará e dá outras providências. Estabelece critérios e procedimentos para a inscrição de imóveis rurais no Cadastro Ambiental Rural? CAR no Estado do Pará, a ser emitido pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA, nos termos desta Instrução Normativa.</p> <p>Art. 2º – O Cadastro Ambiental Rural é o registro eletrônico dos imóveis rurais junto a SEMA, através do Sistema Integrado de Monitoramento e Licenciamento Ambiental? SIMLAM, que, a partir da apresentação por parte do usuário, da delimitação georreferenciada da área total do imóvel, irá gerar de forma automática, através dos dados já existentes no seu Banco de Dados, a delimitação de Área de Preservação Permanente? APP e áreas desmatadas que porventura ocorrerem no interior dessas áreas de APRTD e APPD. Esses dados objetivam a regularização ambiental e ao ordenamento ambiental. Mapa da propriedade discriminando cobertura vegetal, recursos hídricos, benfeitorias e infra-estrutura, Área de Preservação Permanente – APP, proposta para Área de Reserva Legal? ARL, Área para Uso Alternativo do Solo? AUAS e Area Desmatada – AD e outras áreas em formato digital (Arquivo shape).</p>
<p>Decreto nº 216 de 22/09/11</p>	<p>Dispõe sobre o licenciamento ambiental das atividades agrossilvopastoris realizadas em áreas alteradas e/ou subutilizadas fora da área de reserva legal e área de preservação permanente nos imóveis rurais no Estado do Pará. Pode apresentar a necessidade de regulação e controle para as estruturas de suporte a atividade agropecuária como as barragens estabelecidas nas propriedades rurais.</p>

<p>Instrução Normativa n 14 de 27/10/2011</p>	<p>Estabelece os procedimentos administrativos para a regularização e o licenciamento ambiental das atividades agrossilvopastoris realizadas em áreas alteradas e/ou subutilizadas fora da área de Reserva Legal – RL e Área de Preservação Permanente – APP nos imóveis rurais no Estado do Pará. Pode considerar a necessidade de regulação par as barragens de suporte as atividade agrícola.</p>
<p>Resolução COEMA nº 90 de 13/10/11 Autoriza intervenção em APP pela atividade de aqüicultura</p>	<p>Define a atividade de aqüicultura como eventual e de baixo impacto ambiental para fins de intervenção ou supressão em APP e dispõe sobre a caracterização da atividade de aqüicultura como de interesse social para fins de regularização da intervenção ou supressão em APP nos empreendimentos agropecuários familiares rurais. O órgão estadual de meio ambiente poderá autorizar a intervenção ou supressão de vegetação em APP, visando à implantação de novos empreendimentos rurais cujo objetivo seja a atividade de aqüicultura, desde que a intervenção ou supressão seja restrita a, no máximo, 5% (cinco por cento) do total de área de preservação permanente localizada na ocupação, posse ou propriedade. A regularização do empreendimento previsto no caput deste artigo não estará sujeito às restrições constantes do art. 3º desta resolução. Essa resolução poderia mencionar que ainda sim atividade de intervenção hídrica e deve constar de outorga e licenciamento específico.</p>
<p>Instrução Normativa nº 02 de 25/04/12 Processos de licenciamento ambiental que dependem de Outorga Não apresenta explicitamente a necessidade de licenciamento para barragens e outorga de obra hídrica.</p>	<p>Nos empreendimentos ou atividades em que os usos ou interferências nos recursos hídricos sejam necessários para sua implantação, a emissão da Licença de Instalação fica condicionada a apresentação da Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos.</p>
<p>Instrução Normativa nº 05 de 14/06/12 Procedimentos para CAR em assentamentos Esse também pode propor a indentificação das estruturas de barramento na propriedade.</p>	<p>Estabelece procedimentos para o Cadastro Ambiental Rural? CAR de áreas onde incidem projetos de assentamentos federais e estaduais, em suas diversas modalidades. Os arquivos digitais compõem o mapa georreferenciado do imóvel aqueles que demonstram a delimitação do seu perímetro (APRT), a partir de coordenadas de pontos obtidos por Sistema de Posicionamento Global? GPS/GNSS e Sistema de Projeção, acrescidos de arquivos de base cartográfica (estradas, rios, lagos) e ambientais no interior do imóvel (áreas de reserva legal, de preservação permanente, de uso alternativo do solo, desmatadas, se ocorrer, dentre outras). Poderiam considerar as estruturas de barramentos.</p>

<p>Resolução COEMA nº 107, de 08/03/13. Dispensa de licença para atividade</p>	<p>Define os critérios para enquadramento de obra ou empreendimentos/atividades de baixo potencial poluidor/degradador ou de baixo impacto ambiental passível de Dispensa de Licenciamento Ambiental (DLA) e dá outras providências. Observar que mesmo que a atividade de piscicultura, por exemplo, não exigir licenciamento ambiental, ainda sim a estrutura deverá ser passível de outorga e outras licenças.</p>
<p>Instrução Normativa nº 04 de 10/05/13 Licenciamento de atividade aquícola Estabelece alguns critérios de análise para barramento que esteja vinculado à atividade, mas tecnicamente a sema não sabe como conduzir.</p>	<p>Dispõe sobre o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades aquícolas no Estado do Pará. Essa Instrução Normativa dispõe sobre a regularização e o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades aquícolas no Estado do Pará e regulamenta o Licenciamento Ambiental Simplificado, com a expedição de Licença Ambiental Simplificada – LAS, bem como trata da possibilidade de dispensa de licenciamento, sem prejuízo de outras exigências estabelecidas na legislação em vigor. A regularização ambiental através do licenciamento ambiental simplificado será aplicada para empreendimentos e atividades aquícolas de pequeno e médio porte em operação e para aqueles que ainda não estejam instalados, observando os limites estabelecidos no Anexo I. O órgão ambiental poderá solicitar, durante a apreciação do processo de regularização e licenciamento, quaisquer outras informações ou complementações necessárias, considerando as particularidades de cada caso. Não podem ser objeto da dispensa de licenciamento ambiental, constante do caput deste artigo, as atividades e empreendimentos aquícolas de pequeno porte que: demandem novos barramentos de cursos d'água. Solicita o projeto técnico ambiental de aquicultura, mas não menciona projeto técnico para o barramento. Nos casos em que o projeto técnico ambiental de aquicultura contemplar todos os critérios necessários para a análise da construção/instalação e funcionamento de barragens, sua análise e licenciamento será considerada parte integrante da aquicultura, no mesmo processo de licenciamento. As barragens para uso direto ou indireto, nas atividades aquícolas, devem apresentar relatório do monitoramento de segurança da barragem anualmente, atestando sua segurança, por profissional devidamente habilitado. Será exigida, no processo de licenciamento ambiental, a adoção de medidas que visem a redução dos riscos de erosão e rompimentos de barragens e taludes; a prevenção e controle de fuga das espécies cultivadas.</p>
<p>Instrução Normativa nº 03 de 26/03/14 Procedimentos para aquisição de outorga</p>	<p>Dispõe sobre os procedimentos administrativos específicos para o protocolo de processos de solicitação de Outorga Preventiva, Outorga de Direito, Renovação e Dispensa de Outorga, no âmbito do Estado do Pará.</p>
<p>Resolução CERH nº14 de 10/09/14 Composição da Câmara técnica do Plano Estadual dos recursos hídricos</p>	<p>Estabelece a composição da Câmara Técnica de Assuntos Legais e Institucionais (CTIL), Câmara Técnica do Plano Estadual de Recursos Hídricos (CTPERH) e Câmara Técnica de Capacitação e Educação Ambiental dos Recursos Hídricos (CTCEAR), para o período de 1º de outubro de 2012 a 30 de setembro de 2014.</p>

<p>Lei nº 8.091 de 29/12/14</p>	<p>Atribui à SEMAS o poder de polícia para registrar, controlar e fiscalizar a exploração e o aproveitamento de recursos hídricos. Institui a Taxa de Controle, Acompanhamento e Fiscalização das Atividades de Exploração e Aproveitamento de Recursos Hídricos – TFRH, e o Cadastro Estadual de Controle, Acompanhamento e Fiscalização das Atividades de Exploração e Aproveitamento de Recursos Hídricos – CERH. Demonstrando a existência de recursos para fiscalizar e regular as estruturas de barragens.</p>
<p>Lei nº 8.096, de 1/01/15</p>	<p>Seguindo um processo de gestão descentralizada, democrática e eficiente estabelecido no âmbito da Secretaria Estadual de Meio Ambiente, define a finalidade do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SISEMA) e determina a sua composição institucional. Organiza e expõe ainda a natureza, competência e finalidade do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) com sua estruturação. Ainda, em seu âmbito instituí o Cadastro Estadual de Controle, Acompanhamento e Fiscalização das Atividades de Exploração e Aproveitamento de Recursos Hídricos – CECARH para controle das informações sobre a utilização dos recursos hídricos no Estado.</p>
<p>Decreto nº 1.227 de 13/02/15</p>	<p>O exercício regular do poder de polícia conferido ao Estado sobre a atividade de exploração e aproveitamento de recursos hídricos no território paraense será exercido pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMAS para:</p> <p>I – planejar, organizar, dirigir, coordenar, executar, controlar e avaliar as ações setoriais relativas à utilização de recursos hídricos;</p> <p>II – registrar, controlar e fiscalizar a exploração e o aproveitamento de recursos hídricos.</p> <p>Parágrafo único. No exercício das atividades relacionadas no caput, a SEMAS contará com o apoio operacional dos seguintes órgãos da Administração Estadual, observadas as respectivas competências legais:</p> <p>I – Secretaria de Estado de Fazenda – SEFA;</p> <p>II – Secretaria de Estado de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca – SEDAP;</p> <p>III – Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico, Mineração e Energia – SEDEME;</p> <p>IV – Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Obras Públicas – SEDOP;</p> <p>V – Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Educação Técnica e Tecnológica – SECTET.</p>
<p>Instrução Normativa nº 01 de 15/05/15 Cadastro Estadual de controle de outorga</p>	<p>Dispõe sobre a inscrição no Cadastro Estadual de Controle, Acompanhamento e Fiscalização das Atividades de Exploração e Aproveitamento de Recursos Hídricos do Pará – CERH/PA, bem como sobre a Declaração de Uso de Recursos Hídricos e recolhimento da Taxa de Controle, Acompanhamento e Fiscalização das Atividades de Exploração e Aproveitamento de Recursos Hídricos do Pará – TRFH/PA.</p>

<p>Instrução Normativa nº02 de 06/07/15 Autorização de supressão para atividade a ser licenciada</p>	<p>Dispõe sobre a Autorização de Supressão de Vegetação – ASV. Os empreendimentos e atividades potencialmente poluidoras e degradadoras, que gerem supressão de vegetação, submetidos ao licenciamento ambiental na Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará – SEMAS/PA - deverão ser objeto de Autorização de Supressão de Vegetação – ASV. Nesse caso, se houver a necessidade de supressão para a construção de reservatório, observar as exigências deste cadastro</p>
<p>Resolução COEMA nº 120, de 28/10/15 Municipalização da gestão e atividades de impacto local</p>	<p>O órgão ambiental exigirá, quando couber, no processo de licenciamento, a outorga de recursos hídricos ou a declaração de dispensa de outorga, emitida pelo órgão competente, considerando a situação atual do empreendimento, nos termos da legislação específica. Os procedimentos que deverão ser adotados para o licenciamento das atividades ou empreendimentos de impacto ambiental local, obedecerão às normas legais e aos requisitos técnicos estabelecidos na legislação vigente, devendo observar as diretrizes expedidas pelo Conselho Estadual de Meio Ambiente do Pará – COEMA, bem como, utilizar, como parâmetro, as normativas expedidas pela SEMAS. A tipologia das atividades de impacto ambiental local no Estado do Pará, prevista no Anexo único, abrange as atividades ou empreendimentos de acordo com o porte, o potencial poluidor/degradador e a natureza da atividade. Piscicultura nativa em viveiro escavado e barragem. Micro e pequena central hidrelétrica a fio d'água. Barragem e/ou dique para formação de açude e/ou perenização de lago. Captação / Tratamento / Distribuição de água potável, sem o uso de barragem de acumulação.</p> <p>Supressão de vegetação para obras de infraestrutura de impacto local</p> <p>Dispõe sobre o Programa Estadual de Gestão Ambiental Compartilhada com fins ao fortalecimento da gestão ambiental, mediante normas de cooperação entre os Sistemas Estadual e Municipal de Meio Ambiente, define as atividades de impacto ambiental local para fins do exercício da competência do licenciamento ambiental municipal e dá outras providências.</p> <p>Como a prática de barragens se enquadram na caracterização do impacto local, fica sobre responsabilidade do município realizar a gestão ambiental destas estruturas. O termo barragem não aparece discriminado, mais podem estar vinculados às seguintes atividades:</p> <p>Atividade de Piscicultura e Aquicultura com área útil até 10ha Carcinicultura com área útil até 10ha Para barragem até 2ha de área inundada.</p>
<p>Instrução Normativa nº01 de 15/02/16 Regularização da propriedade.</p>	<p>Dispõe sobre os procedimentos e critérios, no âmbito da Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMAS/PA, para adesão ao Programa de Regularização Ambiental do Pará – PRA/PA, por proprietários e posseiros rurais, com fins à regularização ambiental de áreas alteradas e/ou degradadas. Deve considerar também as áreas alteradas para a construção de reservatório.</p>

Instrução Normativa nº02 de 18/5/16 Regularização de propriedade a partir de uma data	Estabelece os procedimentos e critérios para adequação ambiental dos imóveis, cujo desmatamento tenha ocorrido após 22 de julho de 2008, nos termos da Lei Federal no 12.651, de 25 de maio de 2012. Caso a construção do reservatório tenha incidido em desmatamento, será necessária a regularização ambiental da propriedade.
Decreto nº 1.556 de 8/07/16	Esse decreto regulamentou o Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Nesse sentido, o decreto faz uma descrição de como se dará a composição do conselho e os direitos de votos, ressaltando que o órgão gestor da Política Estadual de Recursos Hídricos prestará o suporte técnico, administrativo e financeiro ao CERH.
MUNICIPAL	
Regulamento	Direcionamento de interesse
Lei 454 de 2004	Cria o Órgão Municipal de Meio Ambiente
Lei 765 de 26/07/2011	Cria o código ambiental municipal. Nele está estabelecida como instrumento a proteção dos recursos hídricos, estabelecendo assim o Sistema Municipal de Meio Ambiente.
Lei 839 de 12/09/2013	Cria e estabelece o conselho municipal de defesa do meio ambiente.
Lei 869 de 24/11/2014	Por se tratar de um rio importante, o URAIM recebeu um dia de dedicação. O estado de degradação está comprometendo a disponibilidade dos recursos e muitas barragens vêm sendo estabelecidas ao longo do curso hídricos.
Lei 885 de 16/06/2015	Criou o programa municipal de desenvolvimento da cadeia produtiva de aquíicultura familiar. Incentivos financeiros.
IN 001/2014	Instrução Normativa que disciplina a análise processual relativa aos aspectos e impactos ambientais dos empreendimentos potencialmente poluidores ou degradadores no curso do procedimento de licenciamento no âmbito da SEMMA/Paragominas