

ANÁLISE TÉCNICA DA LEGISLAÇÃO E NORMAS SOBRE ESTUDOS HIDROSSEDIMENTOMÉTRICOS EM EMPREENDIMENTOS HIDRELÉTRICOS

M. V. Estigoni^{1*}, J. I. Kuwajima¹, R. B. Miranda¹, F. F. Mauad¹

¹ Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Caixa Postal 292 São Carlos, SP, Brasil. CEP: 13560-970

*Email de contato: marcus.estigoni@usp.br

Resumo: Visando garantir a oferta hídrica em seus diferentes usos são construídos reservatórios, estes sempre associados a problemas de perda de volume de armazenamento devido ao assoreamento. Em se tratando de geração de energia elétrica, o assoreamento afeta diretamente a capacidade de geração de energia da Usina Hidrelétrica. Visto que no Brasil a geração de energia hidrelétrica corresponde à 71,02% do total de energia gerada (ANEEL, 2011a), a realização de estudos hidrossedimentológicos têm grande importância para o gerenciamento e planejamento do setor energético nacional. Deste modo, a Agência Nacional de Energia Elétrica brasileira (ANEEL) firmou uma parceria com a Agência Nacional de Águas (ANA) para estabelecerem normas sobre estudos hidrossedimentológicos em empreendimentos hidrelétricos. Em 10 de Agosto de 2010 foi publicada a Resolução Conjunta N° 003 ANEEL – ANA revogando as resoluções anteriores que dispunham sobre o tema. O foco principal deste trabalho é a análise técnica sobre a resolução, discorrendo sobre métodos e técnicas previstas, com especial atenção no tema de levantamentos batimétricos. Também é apresentado como foco secundário a mudança na legislação e seu impacto para o setor hidrelétrico e para o planejamento energético Nacional.

Abstract: Reservoirs are built seeking to ensure the several purposes of water supply, always presenting volume loss due sedimentation processes. When it comes to power generation, sedimentation process directly leads to a power generation capacity loss of a Hydropower Plant. Whereas in Brazil hydroelectricity generation represents 71,02% of total electricity generated (ANEEL, 2011a), perform hydrosedimentological studies have great importance to management and planning the Brazil's energy sector. Thus, The Brazilian National Electric Energy Agency ("Agência Nacional de Energia Elétrica" – ANEEL) has partnered with Brazilian National Water Agency ("Agência Nacional de Águas – ANA) to write regulations governing hydrosedimentological studies for hydroelectricity sector. In August 10th, 2010, was published the resolution called "Resolução Conjunta N° 003 ANEEL – ANA" repealing previous resolutions governing the theme. This paper main focuses in a technical analysis on the resolution, discussing methods and techniques provided, presenting special highlights on bathymetric survey subjects. Also is presented as secondary focus the law changing and its impacts on hydropower sector and for the national energy planning.

Palavras-chave: Assoreamento; Geração Hidrelétrica; Monitoramento Hidrossedimentométrico

Key-words: Sedimentation; Hydropower Generation; Hydrosedimentological Monitoring

INTRODUÇÃO

Os reservatórios são utilizados pelos povos há milhares de anos e com o passar do tempo suas funções e usos sofreram significativas alterações. Na sua origem serviam geralmente para o atendimento local das necessidades urbanas e rurais. Porém, atualmente os reservatórios são projetados e construídos para diversas finalidades (usos múltiplos), como abastecimento, irrigação, navegação e geração de energia, principalmente devido ao aumento das suas dimensões (motivado pelos avanços tecnológicos e aplicação de materiais mais resistentes) e técnicas de projeto mais desenvolvidas (STERNBERG, 2006).

O setor que mais contribuiu para o desenvolvimento de pesquisas relacionadas à construção de grandes barragens foi o setor hidrelétrico. Devido as suas grandes movimentações financeiras, sempre chamou a atenção de investidores e fomentou o desenvolvimento de técnicas, materiais e equipamentos utilizados em suas obras. Além do fato de a geração energética ser fator fundamental para o desenvolvimento econômico de qualquer nação.

Em se tratando de Brasil, possuímos nossa matriz energética majoritariamente hidráulica, sendo 71,02% da geração elétrica proveniente desta fonte, sendo 67,75% proveniente de Usinas Hidrelétricas de Energia (UHE), 3,10% de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) e 0,17% de Centrais Geradoras Hidrelétricas (ANEEL, 2011a).

Em particular o Brasil atravessa um momento de franco crescimento e que a expansão da geração energética se faz necessária. Estão previstos o acréscimo de 7.919,2 MW de potência instalada para o ano de 2011, representando aproximadamente 29% a mais do que o acréscimo registrado em 2010 (ANEEL, 2011b). De maneira a assegurar a garantia de disponibilidade de energia, além dos investimentos nos novos empreendimentos, é feita uma reestruturação nos padrões de monitoramento hidrossedimentológico normatizados pela Resolução Conjunta nº 003 ANEEL – ANA, visando a melhoria do processo de gestão de empreendimentos hidrelétricos.

OBJETIVOS

Este artigo tem como objetivo apresentar a legislação relacionada com o setor hidrelétrico nacional, tendo como principal objetivo a análise técnica sobre a Resolução Conjunta 003 ANEEL – ANA, com especial atenção no tema de levantamentos batimétricos. Como foco secundário são abordados os impactos no setor hidrelétrico e no planejamento energético Nacional decorrentes da mudança na legislação.

HISTÓRICO DO SETOR HIDRELÉTRICO

Segundo CACHAPUZ (1990) *apud* CORRÊA, M. L. (2005), a Constituição de 1891 ratificou o quadro de descentralização existente, atribuindo aos Estados amplo domínio sobre as águas públicas, embora não houvesse uma cláusula específica dispendo sobre aproveitamentos hidrelétricos, sendo a concessão para esta prestação de serviços a cargo dos estados. Adentrando no século XX deu-se início a implementação de uma legislação específica para as atividades do setor de energia elétrica na órbita federal. Foi nesse contexto, em 1903, que surgiu a Lei nº. 1.145, considerada o primeiro texto de lei brasileira sobre energia, dispendo sobre o aproveitamento da força hidráulica para a geração de energia.

No Código Civil de 1916 foi abordada a questão do direito de uso das águas. Mesmo que superficial, este pode ser considerado a primeira lei a realmente tratar do assunto. Sendo que até 1920, não se havia nenhum órgão especializado para tratar da gestão das águas nem da energia, sendo neste ano então criada a “Comissão de Estudos de Forças Hidráulicas”, que pertencia ao “Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil”, órgão do então “Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio”.

O tema de hidroeletricidade passou a ter importância estratégica para o Brasil, de modo que no início da década de 30 criou-se a “Diretoria de Água”, posteriormente chamada de “Serviço de Águas” e em 1940 passou a ser chamado de “Divisão de Águas”, sendo estas pertencentes ao Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM.

Lima *et al* (2005) cita o trabalho de ALMEIDA, C. C. (2002) que aponta na Constituição Federal de 1934 alguns dispositivos constitucionais ambientalistas, como o estabelecimento da competência privativa da União para legislar sobre: “os bens do domínio federal, riquezas do subsolo, [...], águas, energia hidroelétrica, [...]”; determinando como sendo de domínio da União “os lagos e quaisquer correntes em terrenos do seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, sirvam de limites com outros países ou se estendam a território estrangeiro”. Nota-se, ainda, a preocupação com a exploração econômica das águas, principalmente como fonte de energia elétrica, ao estabelecer, no artigo 119, que o aproveitamento industrial das águas e da energia hidráulica depende de autorização ou concessão federal

Além da Constituição Federal de 1934 neste mesmo ano tem-se a publicação do Código da Águas. Correa, M. L. (2005) retrata que as primeiras conversas sobre o código se iniciaram em 1907 ensejando um importante debate sobre a função dos poderes públicos na proteção e no incentivo às atividades econômicas, que a partir de então ficava centrado nas questões relacionadas à exploração das riquezas naturais e dos recursos energéticos. Teve uma longa tramitação na Câmara dos Deputados e, depois de 1923, não foi mais incluído na pauta de debates.

Em 1930 o tema voltou a ser discutido com maior veemência, sendo em 1931 formada a comissão que editou o código. E finalmente, após 27 anos de discussão, em 10 de julho de 1934 foi publicado o decreto numero 24.643, que diz:

“O Chefe do Governo Provisório da República dos Estados Unidos do Brasil, usando das atribuições que lhe confere o art. 1º do decreto nº 19.398, de 11/11/1930, e: Considerando que o uso das águas no Brasil tem-se regido até hoje por uma legislação obsoleta, em desacôrdo com as necessidades e interesse da coletividade nacional; Considerando que se torna necessário modificar esse estado de coisas, dotando o país de uma legislação adequada que, de acôrdo com a tendência atual, permita ao poder público controlar e incentivar o aproveitamento industrial das águas;

*Considerando que, em particular, a energia hidráulica exige medidas que facilitem e garantam seu aproveitamento racional;
Considerando que, com a reforma porque passaram os serviços afetos ao Ministério da Agricultura, está o Governo aparelhado, por seus órgãos competentes, a ministrar assistência técnica e material, indispensável a consecução de tais objetivos;
Resolve decretar o seguinte Código de Águas (...)"*

Até os dias de hoje o Código das Águas encontra-se em vigor.

O Artigo 144 do Código trata da responsabilidade para estudos de avaliação de potencial hidráulico, auxílio técnico e administrativo destas atividades e da fiscalização das mesmas, sendo estas atribuições de cargo do Serviço de Águas. Já o Artigo 178 trata especificamente da fiscalização, explicitando a responsabilidade do Serviço de Águas do Departamento Nacional da Produção Mineral sob as atividades de aproveitamento da força hidráulica.

Neste momento, fica a cargo do Serviço de Águas a fiscalização das atividades, porém o órgão competente sobre a regulamentação das atividades era o CNAEE, devendo o Departamento de Águas sempre se reportar ao Conselho, como explicitado no Artigo 179.

Mesmo voltado para a priorização da energia elétrica, o Código de Águas de 34, como ficou conhecido, inicia um trabalho de mudança de conceitos relativos ao uso e a propriedade da água. No transcorrer das mudanças econômicas e sociais, que se deram no Brasil e no mundo, abriram espaço para o estabelecimento de uma Política Nacional de Gestão de Águas (SERIGNOLLI, P. P. G., 2009). Estão presentes no Código os princípios de valoração da água que permitiram a criação dos instrumentos de gestão que possibilitam a cobrança pelo uso da água. Nele também se encontram os princípios do instrumento de outorga.

Faz-se necessário, todavia, para perfeito entendimento da evolução do órgão fiscalizador dos serviços de energia elétrica no País, mencionar o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica - CNAEE, criado pelo Decreto - Lei nº 1.285, de 18 de maio de 1939, diretamente subordinado à Presidência da República, como órgão de consulta, orientação e controle quanto à utilização dos recursos hidráulicos e de energia elétrica, com jurisdição em todo o território nacional, e mais tarde também com atribuições executivas (ANEEL, 2011c).

Em 1960, a partir do desligamento do DNPM do "Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio" foi criado o Ministério de Minas e Energia – MME. A "Divisão de Águas" e o CNAEE passaram então a serem subordinados ao MME.

Em 1965 surge o Departamento Nacional de Águas e Energia – DNAE, conforme as disposições da Lei nº 4.904, de 17 de dezembro de 1965. Segundo ANEEL (2011c) o DNAE passou a ter as mesmas competências do o CNAEE, o que ocasionou durante alguns anos dificuldades que se refletiam na política energética nacional.

"Do Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica

Art. 10. O Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica, diretamente subordinado ao Ministro de Estado, é órgão consultivo, orientador e controlador da utilização dos recursos hidráulicos e da energia elétrica."

"Do Departamento Nacional de Águas e Energia (D.N.A.E.)

Art. 19. O Departamento Nacional de Águas e Energia, diretamente subordinado ao Ministro de Estado, é o órgão incumbido de promover e desenvolver a produção de energia elétrica, bem como de assegurar a execução do Código de Águas e leis subseqüentes."

Em 1968, o Decreto-Lei nº 63.951, de 31 de dezembro, aprova a estrutura básica do MME, revogando a Lei nº 4.904, de 17 de dezembro de 1965. Nele o Departamento Nacional de Águas e Energia - DNAE é substituído pelo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE. Este passa a incorporar as atribuições do Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica. Das competências do DNAEE e da ELETROBRÁS:

"Art. 13. O Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica é o órgão orientador e controlador da política de utilização dos recursos hídricos e da energia elétrica, cabendo-lhe:

I - Supervisionar e estimular o uso correto da água e da eletricidade;

II - Fomentar as pesquisas hídricas e elétricas, no campo científico e tecnológico;

III - Assegurar a execução do Código de Águas e legislação subseqüente;

IV - Supervisionar a aplicação do Imposto Único sobre energia elétrica."

*“Art. 18. A Centrais Elétricas Brasileiras S.A. - Eletrobrás, sociedade de economia mista, tem por objeto, diretamente ou através de subsidiárias ou associadas:
I - A realização de estudos, projetos, construção e operação de usinas, produtos e linhas de transmissão e distribuição de energia elétrica;
II - A celebração dos atos de comércio decorrentes dessas atividades.”*

O Decreto-Lei nº 689, de 18 de Julho de 1969 extingue o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica, do Ministério das Minas e Energia, passando o DNAEE a ser o único órgão competente da União a legislar, fiscalizar e dispor sobre as águas e energia no país, como transcrito a seguir de seu regimento interno (Portaria nº 234, de 17 de fevereiro de 1977):

“Art.1º - O Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE, instituído pela Lei nº 4.904, de 17 de dezembro de 1965, com autonomia financeira assegurada pelo art. 18 do Decreto nº 75.468 de 11 de março de 1975, é o Órgão Central de Direção Superior responsável pelo planejamento, coordenação e execução dos estudos hidrológicos em todo o território nacional; pela supervisão, fiscalização e controle dos aproveitamentos das águas que alteram o seu regime; bem como pela supervisão, fiscalização e controle dos serviços de eletricidade.”

Juntamente com a criação do DNAEE temos o Decreto - Lei nº 764, de 15 de agosto de 1969 que cria a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - C.P.R.M., vinculada ao MME. Como definido no artigo quarto do presente Decreto-Lei, a CPRM tem como objetivos:

*“I - Estimular o descobrimento e intensificar o aproveitamento dos recursos minerais e hídricos do Brasil.
II - Orientar, incentivar e cooperar com a iniciativa privada na pesquisa e em estudos destinados ao aproveitamento dos recursos minerais e hídricos.
III - Suplementar a iniciativa privada, em ação estritamente limitada ao campo da pesquisa dos recursos minerais e hídricos;
IV - Dar apoio administrativo e técnico aos órgãos da administração direta do Ministério das Minas e Energia.”*

A CPRM passa então a ser o braço do DNAEE responsável pela realização de estudos e pesquisas hídricas e energéticas. Sendo o órgão responsável pela operação e manutenção da rede hidrometeorológica nacional. Para efeitos de custeio de suas atividades é concedida e incentivada à CPRM a cooperação com entidades governamentais e privadas para cumprimento de seus objetivos, podendo fazer ajuste e contratos de prestação de serviços mediante remuneração ou ressarcimento de despesas.

O DNAEE era não só o órgão responsável pelo setor de energia elétrica como, também, pela gestão dos recursos hídricos federais quanto aos seus aspectos quantitativos, cabendo ao Ministério de Meio Ambiente a responsabilidade pelos aspectos qualitativos do uso da água (GAVIÃO *et al*, 2003).

Outro ponto de destaque é a centralização de outorgas para exploração de empreendimentos hidrelétricos no DNAEE, mesmo quando em águas estaduais. Evidenciando a grande preocupação do país quanto ao setor hidrelétrico.

Pode-se dizer que somente a partir da década de 70 que preocupações ambientais passaram a ocorrer no Brasil, as quais refletiram também na gestão de recursos naturais, dentre eles a Água.

Tratando-se de água, temos o surgimento/aumento dos conglomerados urbanos, crescimento industrial e da agricultura e pecuária, grandes consumidores e poluidores em potencial. De modo que os conflitos pelo uso passam a aumentar e a gestão das águas passa a se tornar cada vez mais complexa.

No setor hidrelétrico desde a década de 50 temos grandes investimentos e o surgimento de várias grandes usinas hidrelétricas. Alguns exemplos são mostrados na tabela 1.

Neste período, o setor hidrelétrico é majoritariamente de empresas estatais, investimentos privados eram somente previstos para autoprodutores e investimentos em PCHs. Sendo que entraves jurídicos, burocráticos e outros fatores, passaram a causar o sucateamento do setor de geração.

Analisando este cenário de grande parque energético instalado, sucateamento das concessionárias de energia, aumento dos conflitos e da complexidade da gestão as águas, o DNAEE passou a ser demasiadamente exigido, e em uma época transitória de modelos de governo e crise econômica em meados de 80 e 90. De um lado, o preço da energia os reajustes das tarifas eram regulados rigorosamente pelo DNAEE, de outro o próprio DNAEE fiscalizava a saúde financeira das empresas concessionárias, e investiam grandes montantes financeiros originários de impostos no setor.

Tabela 1 – Exemplos de grandes UHEs que foram construídas nos anos 50, 60 e 70.

UHE	Potencia Instalada [MW]	Área alagada [km ²]	Ano de início das Obras
Jurumirim ¹	98	449	1958
Furnas ²	1.216	1.440	1958
Ilha Solteira ³	3.444	1.195	1968
Chavantes ¹	414	400	1969
Itumbiara ²	2.082	778	1974
Tucuruí ⁴	8.370	2.850	1975
Itaipu ⁵	14.000	1.350	1975

¹ Fonte: <http://www.duke-energy.com.br> Acesso 03/06/2011; ² Fonte: <http://www.furnas.com.br> Acesso 03/06/2011;

³ Fonte: <http://www.cesp.com.br> Acesso 03/06/2011;

⁴ Fonte: <http://www.eln.gov.br> Acesso 03/06/2011;

⁵ Fonte: <http://www.itaipu.gov.br> Acesso 03/06/2011

Prefeito *et al* (2005) afirma que a Constituição Federal de 1988 agravou o processo de crise do setor de energia, uma vez que, ao invés de procurar resolver as questões nacionais, transferiu os recursos tributários que competiam à União para os Estados e Municípios, sem a correspondente transferência da prestação de serviços. Acabando com os impostos da União que alimentavam os investimentos em infraestrutura de energia, sendo o ICMS, Imposto Circulação de Mercadorias e Serviços, transferido para o âmbito estadual, o que representou um duro golpe na fonte de recursos do setor elétrico.

A crise instaurada no setor elétrico não se ateve somente às concessionárias e empresas de energia, sendo ela estendida também à seu órgão competente, o DNAEE. Ele não foi capaz de contornar a crise e assegurar o crescimento do setor. Isto, associado ao crescimento da corrente ambientalista no âmbito legal, tornava iminente a mudança estrutural de todo o setor. Desta forma temos acontecendo concomitantemente o processo de privatização do setor elétrico e sucateamento, seguido da extinção do DNAEE.

Por questões estratégicas, a criação de um órgão competente relacionado à energia se deu prioritariamente à criação de um órgão ligado às águas. A Lei nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, autarquia sob regime especial, vinculada ao Ministério das Minas e Energia, com sede e foro no Distrito Federal, com a finalidade de regular e fiscalizar a produção, transmissão e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as Políticas e Diretrizes do Governo Federal. Constituída a Agência, com a publicação de seu Regimento Interno, ficará extinto o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE (ANEEL, 2011c).

Em 4 de Dezembro de 1998, a Resolução 396 da ANEEL, ainda como herança do DNAEE, estabelece as condições para implantação, manutenção e operação de estações fluviométricas e pluviométricas associadas a empreendimentos hidrelétricos. Porém a ANEEL não mais possui em suas atribuições o monitoramento hidrológico, ou mesmo corpo técnico direcionado para tal atividade. Sendo esse fato, associado a ausência de uma cláusula prevendo penalidade pelo descumprimento desta resolução, responsáveis pela não realização de monitoramento hidrológico por parte das empresas concessionárias. Ficando a operação do parque energético nacional totalmente no escuro.

Associando um período de anos hidrológicos secos consecutivos no final dos anos 90, à ausência de investimento no setor elétrico durante o processo de privatização e a não realização de investimentos das novas concessionárias do setor também, adicionado ao fato de ainda não ter sido instaurado órgão nacional competente sobre assuntos hidrológicos (criação da ANA em 2000). Houve em 2001 uma crise energética no país, popularmente conhecida como “Apagão”.

Voltando ao ano de 1997, através da Lei 9.433 de 8 de janeiro, temos a criação da Política Nacional de Recursos Hídricos e a criação o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, mas ainda foram necessários mais três anos para que se criasse o órgão responsável pelas águas. Em 17 de Julho de 2000, com a Lei 9.984 foi criada a 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.

Neste momento é sacramentada a separação da gestão das águas da gestão da energia. Como citado anteriormente, esta separação deu a liberdade para a ANA escolher suas prioridades, permitindo a evolução no aspecto de gerenciamento dos recursos hídricos e assuntos não relacionados à geração de energia.

De forma análoga a ANEEL também pôde se dedicar a demais atividades. Em 2000 através da Lei 9.991 de 24 de julho cria uma política de investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento por parte das empresas de energia, posteriormente regulamentada pelo Decreto 3.867 de 16 de Julho de 2001. Em 2001 com a Lei 10.295 de 17 de Outubro cria uma Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, no ano seguinte em 26 de Abril publica a Lei 10.438 criando o Programa de Incentivo às Fontes Renováveis

de Energia, além de apoiar a diversificação da matriz energética nacional com a Conta de Desenvolvimento Energético – CDE visando assegurar competitividade da energia produzida por fontes eólica, PCHs, biomassa, gás natural e carvão mineral nacional, nas áreas atendidas pelo sistema interligado.

Como ponto negativo, por apresentarmos 71,02% da geração elétrica proveniente de fontes hidráulicas (ANEEL, 2011a), a desvinculação de um setor especializado em hidrologia do órgão de energia passou a criar problemas e incertezas na geração hidrelétrica, tanto no inventariado de novos empreendimentos quanto na operação dos já construídos. Sendo comum usinas operarem com dados operacionais relacionados à hidrologia desatualizados ou sem consistência, como curvas $C \times A \times V$ desatualizadas e séries históricas de vazão afluente curtas.

Já quanto às águas, as questões relacionadas à gestão, planos de bacia, cobrança pelo uso, planos de conservação dos rios e mananciais passaram e ser melhor desenvolvidos. Porém o afastamento do setor energético, fez com que a rede de monitoramento hidrometeorológica e sedimentológica instalada para este fim, fosse sendo abandonada, tanto pelo processo de sucateamento quanto pela posterior privatização do setor.

Desta forma, temos a operação dos reservatórios e a implementação de novos empreendimentos hidrelétricos sendo feitos “às escuras”, carentes de maior embasamento hidrológico. Temos também a ANA e a CPRM com recursos financeiros e corpo técnico incapazes de realizar monitoramento hidrológico em todos os corpos d’água que apresentem, ou que possivelmente possam ser instalados, empreendimentos hidrelétricos, devido ao enorme volume de trabalho requerido.

Desta forma, em um esforço conjunto de ambas as agências foi publicada em 10 de Agosto de 2010 a Resolução Conjunta nº 003 ANEEL – ANA, dispoendo sobre a realização de monitoramento hidrossedimentológico em empreendimentos hidrelétricos. É previsto que as concessionárias de energia sejam responsáveis pela realização do monitoramento, criando um enorme investimento privado no levantamento de dados hidrológicos. Estes dados são então encaminhados a ANA que fiscaliza a atividade. Diferente da resolução nº 396 da ANEEL, o descumprimento da resolução é punido com multas aplicadas pela ANEEL. Maiores detalhes desta resolução serão tratados em tópico separado devido sua importância para o tema de assoreamento de reservatórios.

DA ESTRUTURA E ATRIBUIÇÕES DA ANA

A Agência Nacional de Águas - ANA, autarquia sob regime especial, com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente. Possui Diretoria Colegiada composta por cinco membros nomeados pelo Presidente da República, com mandatos não coincidentes de quatro anos, podendo esta ser reeleita somente uma única vez.

O artigo vigésimo da Lei 9.984 dispõe sobre o patrimônio e a receita da agência. Como origem da receita, temos recursos oriundos do Orçamento-Geral da União, créditos especiais, créditos adicionais, recursos decorrentes da cobrança pelo uso de água de corpos hídricos de domínio da União, recursos provenientes de convênios, acordos ou contratos, multas aplicadas em decorrência de ações de fiscalização e de produtos da alienação de bens, objetos e instrumentos utilizados na prática de infrações.

Complementando a origem de receita, seu artigo vigésimo oitavo altera a redação do artigo décimo sétimo da Lei 9.648 de 1998, que passa a vigorar com o seguinte texto:

"Art. 17. A compensação financeira pela utilização de recursos hídricos de que trata a Lei no 7.990, de 28 de dezembro de 1989, será de seis inteiros e setenta e cinco centésimos por cento sobre o valor da energia elétrica produzida, a ser paga por titular de concessão ou autorização para exploração de potencial hidráulico aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios em cujos territórios se localizarem instalações destinadas à produção de energia elétrica, ou que tenham áreas invadidas por águas dos respectivos reservatórios, e a órgãos da administração direta da União."

Essa distribuição dos 6,75% do valor da energia elétrica produzida oriunda de fonte hidrelétrica, considerando a redação do vigésimo oitavo altera a redação do artigo décimo sétimo da Lei 9.648 de 1998, e do artigo vigésimo nono que altera a redação do art. 1o da Lei no 8.001, de 13 de março de 1990, é distribuída da seguinte forma:

- 1,014 % destinado ao MMA para aplicação na implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e na gestão da rede hidrometeorológica nacional, ou seja, destinados a ANA;
- 2,70% destinado aos Estados;
- 2,70% destinado aos Municípios;
- 0,264% destinado ao MMA para usos gerais;
- 0,216% destinado ao MME;
- 0,12% destinado ao Ministério de Ciência e Tecnologia.

Desta forma temos a vinculação financeira do setor elétrico ao setor de águas. Esta vinculação também se dá na forma das atribuições e competências da ANA.

O objetivo maior da agência é a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos. Sendo de sua competência a articulação dos planejamentos nacional, regionais, estaduais e dos setores usuários elaborados pelas entidades que integram o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos.

Dentre suas competências temos a supervisão, controle e avaliação de atividades pertinentes a recursos hídricos, legislar sobre o tema, outorgar e fiscalizar as atividades nos corpos de água de domínio da União, fornecer suporte técnico para elaboração da cobrança pelo uso da água, estimular a estruturação de Comitês de Bacia hidrográfica, arrecadar, distribuir e aplicar receitas anteriormente citadas, estimular a pesquisa e a capacitação de recursos humanos para a gestão de recursos hídricos.

É também atribuído a ANA:

“XII – definir e fiscalizar as condições de operação de reservatórios por agentes públicos e privados, visando a garantir o uso múltiplo dos recursos hídricos, conforme estabelecido nos planos de recursos hídricos das respectivas bacias hidrográficas;

(...)

§ 3o Para os fins do disposto no inciso XII deste artigo, a definição das condições de operação de reservatórios de aproveitamentos hidrelétricos será efetuada em articulação com o Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS.”

“XX - organizar, implantar e gerir o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB); (Incluído pela Lei nº 12.334, de 2010)

XXI - promover a articulação entre os órgãos fiscalizadores de barragens; (Incluído pela Lei nº 12.334, de 2010)

XXII - coordenar a elaboração do Relatório de Segurança de Barragens e encaminhá-lo, anualmente, ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), de forma consolidada. (Incluído pela Lei nº 12.334, de 2010)”

Em ambas as citações, Inciso XII e Incisos XX, XXI e XXII do artigo quarto da Lei 9.984 de 17 de Julho de 2000, é mostrada a interligação entre as atividades da ANA e da ANEEL. No primeiro caso temos a ANA sendo responsável por fornecer subsídios e ditar as condições de operação de reservatório de geração de energia hidrelétrica, e no segundo caso a implementação de ferramentas que fiscalizem e assegurem as estruturas de barragens utilizadas para geração de energia, bem como demais finalidades.

Também compete a ANA a emissão de outorgas de direito de uso de recursos hídricos para concessionárias e autorizadas de serviços públicos e de geração de energia hidrelétrica. Para uma empresa licitar a concessão ou autorização do uso de potencial de energia hidráulica em corpo de água de domínio da União, esta deve requerer a licença junto a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, esta, por sua vez, promoverá junto à ANA a obtenção de declaração de reserva de disponibilidade hídrica. Sendo necessário/obrigatório a regulamentação da ANA no processo de licenciamento de atividades geração hidrelétrica.

A ESTRUTURA E ATRIBUIÇÕES DA CPRM

Atualmente denominada Serviço Geológico do Brasil, a CPRM mantém a sigla de seu antigo nome Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Foi criada em 1969 pelo Decreto-Lei 764 e era vinculada ao Ministério de Minas e Energia, com a missão estratégica de organizar e sistematizar o conhecimento geológico do território brasileiro. Executava os programas do Departamento Nacional de Produção Mineral, DNPM, do Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica, DNAEE e ainda vendia no mercado, serviços de sondagens para água e pesquisa mineral (CPRM, 2008a).

A partir da segunda metade dos anos 80, levaram a mudanças institucionais profundas na vida da CPRM. Em 1994 a Lei 8.970, de 27 de dezembro, altera o regime jurídico vigente para empresa pública.

Novas atribuições são dadas a este órgão, mas no que tange o aproveitamento de recursos hídricos para geração de energia, estas se mantêm praticamente inalteradas. São mantidas as competências de estímulo do descobrimento e aproveitamento de recursos minerais e hídricos, orientação e incentivo a realização de pesquisas e estudos destinados ao aproveitamento dos recursos minerais e hídricos, elaboração de sistemas de informações, cartas e mapas que traduzam o conhecimento, porém é dada ênfase em se disponibilizar o conhecimento aos interessados, e dar apoio técnico e científico aos órgãos da administração pública federal, estadual e Municipal.

Das novas atribuições temos:

“IV - elaborar sistemas de informações, cartas e mapas que traduzam o conhecimento geológico e hidrológico nacional, tornando-o acessível aos interessados;

V - colaborar em projetos de preservação do meio ambiente, em ação complementar à dos órgãos competentes da administração pública federal, estadual e municipal;

VI - realizar pesquisas e estudos relacionados com os fenômenos naturais ligados à terra, tais como terremotos, deslizamentos, enchentes, secas, desertificação e outros, bem como os relacionados à paleontologia e geologia marinha;”

É de sua competência a implantação e operação de redes hidrometeorológicas, telemétricas, de qualidade de água e sedimentométricas bem como monitoramento de níveis em açudes. Atualmente opera a rede hidrometeorológica nacional constituída de cerca de 2.500 estações, sendo 200 telemétricas via satélite. Além de coletar, a CPRM consiste e armazena cerca de 240.000 dados hidrológicos anuais. A análise de consistência é realizada de acordo com as Diretrizes para Tratamento de Dados Hidrométricos, elaborada em parceria com a Agência Nacional de Águas e o armazenamento é efetuado através do Banco de Dados HIDRO – ANEEL/ANA (CPRM, 2008b).

DA ESTRUTURA E ATRIBUIÇÕES DA ANEEL

A Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, criada pela Lei 9.427 de 26 de Dezembro de 1996, é uma autarquia sob regime especial, vinculada ao Ministério de Minas e Energia. Tem por finalidade regular e fiscalizar a produção, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica, em conformidade com as políticas e diretrizes do governo federal.

Com sua criação foram transferidas as atribuições do DNAEE referentes a energia para a agência. Da Lei 8.987 de 13 de fevereiro de 1995 que regulamenta a prestação de serviços públicos, adquire as atribuições de intervir na prestação do serviço quando necessário, bem como aplicar penalidades às concessionárias, homologar e revisar as tarifas pertinentes e zelar pela boa qualidade do serviço, sempre estimulando o aumento da qualidade, produtividade, preservação do meio-ambiente e conservação, bem como a competitividade.

Em aditivo é também de competência da ANEEL “implementar as políticas e diretrizes do governo federal para a exploração da energia elétrica e o aproveitamento dos potenciais hidráulicos (...)”, promover e gerir os contratos de prestação de serviços de produção, transmissão e distribuição, bem como outorga de concessão para aproveitamento de potenciais hidráulicos, além de definir e regulamentar todos os aspectos tarifários, permissionários e comerciais envolvendo produção, transmissão e distribuição de energia.

Deve-se atentar que é de competência da ANEEL a gestão da produção elétrica incluindo potenciais hidráulicos, porém não é de sua competência a realização de estudos hidrológicos. Desta forma, o gerenciamento de potenciais hidráulicos, só pode ser feito de forma eficiente através de dialogo aberto entre ANEEL e ANA

Possui estrutura de diretoria análoga a ANA, com Diretor-Geral e os demais Diretores nomeados pelo Presidente da República, cumprindo mandatos não coincidentes de quatro anos.

A receita da ANEEL, como disposto no artigo décimo primeiro da Lei 9.427 de 1996, é oriunda de cobrança da taxa de fiscalização sobre serviços de energia elétrica, recursos ordinários do Tesouro Nacional consignados no Orçamento Fiscal da União, recursos provenientes de convênios, acordos ou contratos celebrados com entidades, organismos ou empresas, públicos ou privados. Do total dos recursos arrecadados cinquenta por cento, no mínimo, serão destinados para aplicação em investimentos no Setor Elétrico das Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste, dos quais metade em programas de eletrificação rural, conservação e uso racional de energia e atendimento de comunidades de baixa renda.

A CRISE DO SETOR ENERGÉTICO

A década de 90 é marcada por mudanças significativas no setor energético e setores afins. Crise do setor energético e diminuição dos investimentos públicos causando o sucateamento das grandes estatais, empresas privadas recém inseridas no mercado nacional de energia realizando poucos investimentos buscando rápido retorno financeiro de seus grandes aquisições, reestruturação dos órgãos competentes com a extinção do DNAEE e criação da ANEEL (1996) e ANA (2000), além reestruturação da CPRM (1995).

A implantação e manutenção de uma rede de monitoramento hidrometeorológica e sedimentológica nacional é de responsabilidade da CPRM, Em aspectos práticos, contava com grande apoio por parte das estatais do setor, as quais mantinham equipes compostas por Hidrólogos e hidrometristas, sendo grande parte das estações fluviométricas, sedimentométricas e pluviométricas operadas pelas próprias estatais.

A crise do setor forçou a redução do quadro de funcionários das empresas e congelou as contratações de novo pessoal por parte das estatais. Por parte das empresas privadas recém ingressantes no setor, de maneira geral se tem o corte de custos operacionais das usinas (uma das medidas foi o corte de funcionários), de modo a agilizar o processo de retorno do investimento realizado nas aquisições.

Como a crise também se espalhou para o DNAEE, este diminuiu drasticamente a oferta de cursos de capacitação em técnicas hidrométricas, os quais eram muito fortes na década de 80, com parcerias com instituições de ensino consagradas e centros de referência no assunto como o Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada da Escola da Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (CRHEA – USP), CPRM sede Manaus, Divisão de Controle de Recursos Hídricos do DNAEE, entre outras.

Desta forma, temos evidenciada grande retração das atividades de monitoramento hidrossedimentológico dos empreendimentos hidrelétricos. Sem o conhecimento dos parâmetros hidrológicos a operação as usinas hidrelétricas passa a ser realizado “às escuras”. Tal fato, associado a um período de pouco investimento na expansão do parque de geração e também a anos hidrológicos com pluviosidade abaixo da média, culminaram na crise de energia de 2001, popularmente conhecida como “apagão”.

RESOLUÇÃO ANEEL Nº 396, DE 04 DE DEZEMBRO DE 1998

Antevendo a iminente crise, a ANEEL tenta no ano de 1998 através da Resolução nº 396 intervir no único fator possível, a realização de monitoramento hidrológico para que a operação dos reservatórios fosse feita da melhor forma possível. Sendo este monitoramento de responsabilidade das concessionárias, sendo todo o investimento e custos associados de responsabilidade das mesmas.

“Art. 1º Estabelecer que, em todos os aproveitamentos hidrelétricos, os Concessionários e os Autorizados ficam obrigados a instalar, manter e operar estações fluviométricas e pluviométricas na região do empreendimento, nas condições previstas nesta Resolução.”

A quantidade de estações fluviométricas e pluviométricas a serem instaladas ficam reguladas de acordo com a tabela 2.

Tabela 2 – Padronização para determinação da quantidade de estações pluviométricas e fluviométricas a serem instaladas no empreendimentos (ANEEL, 1998).

Área de Drenagem incremental*	De 0 a 500 km ²	De 501 a 5.000 km ²	De 5.001 a 50.000 km ²	De 50.001 a 500.000 km ²	Acima de 500.000 km ²
Número de estações fluviométricas	1	3	4	6	7
Número de estações pluviométricas	-	3	4	6	7

**Área Incremental é definida como a diferença entre a área de drenagem do aproveitamento em questão e o somatório das áreas de drenagem dos aproveitamentos imediatamente à montante.*

Quando o aproveitamento possuir área incremental superior à 500km² as estações deverão ser telemetrizadas e possuir registros horários ou em intervalo menor, e transmissão dos dados ao menos três vezes ao dia. Obrigatoriamente uma das estações fluviométricas deverá localizar-se a jusante do empreendimento possibilitando a medida das vazões vertidas e turbinadas.

Em reservatórios de área inundada superior a 3km² referida ao nível d'água atingido pela cheia com tempo de recorrência de 100 anos, deverá ser feito o monitoramento do nível do mesmo nos mesmos parâmetros de aquisição e transmissão de dados das estações fluviométricas.

Também é exposta a obrigatoriedade de se manter a Curva-Chave das estações, bem como a curva Cota x Volume do reservatório, atualizadas.

Discussão

Anterior a qualquer análise técnica quanto as disposições desta resolução, um aspecto de grande importância na redação da mesma deve ser observado. Em nenhum momento é relatado o tema de penalidades quanto ao descumprimento das normas. Este foi um fator determinante para a não adesão do cumprimento do exposto por parte das concessionárias.

Outro ponto bem importante que não é abordado nesta resolução é a realização de monitoramento sedimentológico. A única referência feita ao tema se encontra no artigo segundo ao expor que as curvas Cota x Volume dos reservatórios devem ser mantidas atualizadas, mas em nenhum momento é abordado como devem ser feitas estas atualizações nem mesmo a frequência que elas devem ser atualizadas. O monitoramento de descargas sólidas afluentes e efluentes ao reservatório também não são abordadas na resolução.

Não são previstas também análises de parâmetros de qualidade de água.

Da quantidade de postos de monitoramento

Buscou-se um método padrão de escolha do número de estações pluviométricas e fluviométricas a serem instaladas por empreendimento, esta é uma boa iniciativa do ponto de vista do órgão fiscalizador, pois o estabelecimento de um padrão facilita a análise e fiscalização por parte do mesmo. Mas em se tratando de variáveis ambientais deve-se ter muito cuidado ao utilizar padrões fixos.

Neste caso o número de estações fica vinculado somente à variável área. Quanto a estações pluviométricas não existem problemas no método estabelecido, porém para estações fluviométricas este método pode apresentar problemas. Características pedológicas, topográficas, climatológicas, de vegetação e de uso e ocupação do solo afetam diretamente na densidade de drenagem de uma bacia, ou seja, para uma mesma área de drenagem podemos ter quantidade de corpos hídricos distintas, de modo que a associação do número de estações unicamente a área de drenagem incremental pode não ser satisfatória.

Como exemplo temos a UHE de Promissão localizada no rio Tietê, estado de São Paulo, imediatamente a jusante da UHE de Ibitinga e imediatamente a montante da UHE Nova Avanhandava. Com aproximadamente 13.000km² de áreas de drenagem incremental, de modo que deve apresentar 4 estações fluviométricas. A tabela 3 apresenta a área de drenagem das sub-bacias que compõem a bacia de drenagem da UHE Promissão.

Tabela 3 – Área de drenagem das sub-bacias da UHE de Promissão (Adaptado de CETEC, 2008).

Sub-bacia	Área de drenagem (Km ²)	Sub-bacia	Área de drenagem (Km ²)
Ribeirão Fartura	756,51	Rib. Três Pontes	649,96
Rio Dourado	1.794,40	Ribeirão Sucuri	643,61
Ribeirão dos Bagres	147,99	Rio Batalha	2.416,32
Ribeirão Barra Mansa	1.596,42	Rib. do Fugido	417,17
Córrego do Esgotão	240,6	Rio dos Porcos	2.806,53
Rib. do Cervão Grande	903,88	Ribeirão Doce	242,1
Rib. da Ponta Alta	306,69	Área TOTAL	12.922,18

É válido ressaltar que o rio que mais contribui para vazões afluentes é o rio Tietê, mas deve-se considerar que a estação fluviométrica desde rio corresponde a estação de jusante da UHE de Ibitinga.

Como uma estação fluviométrica obrigatoriamente deve ser instalada a jusante da UHE, temos 3 estações a serem dispostas nos rios afluentes. Notem que existem 4 sub-bacias com área de drenagem significativa em relação a área total da bacia de drenagem: R. Dourado 14%, Rib. Barra Mansa 12%, R. Batalha 19% e R. dos Porcos 22%. Porém somente 3 estações mais a estação de jusante, são previstas, de modo que um destes corpos hídricos ficaria sem monitoramento segundo o padrão adotado.

O caso inverso também pode ser observado, no qual é superestimado o número de postos de monitoramento.

RESOLUÇÃO CONJUNTA Nº 003, DE 10 DE AGOSTO DE 2010 – ANEEL – ANA

Em um país como o Brasil com matriz energética majoritariamente hidráulica é de grande importância que a os órgãos competentes do setor de energia e do setor de águas mantenham boa relação e comunicação. O estreitamento da relação entre ANEEL e ANA se dá com esta resolução, em que ambas as agências se beneficiam.

De um lado a ANEEL que tem a necessidade de dados consubstanciados sobre os regimes de operação dos reservatórios de aproveitamento hidrelétricos, para subsidiarem a tomada de decisão quanto às atividades de fiscalização, regulação, operação e mediação no setor elétrico, além da importância da qualidade e disponibilidade de dados para definição do aproveitamento ótimo do potencial hidráulico, bem como para operação do parque hidrelétrico do Sistema Interligado Nacional, ganha um importante suporte técnico por parte da ANA.

De outro lado a ANA que é responsável pela implementação e gestão do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos recebe grandes investimentos financeiros e de mão de obra de origem privada para implementação e operação de estações hidrometeorológicas e sedimentológicas que irão compor a rede de monitoramento nacional, possibilitando assim que seus recursos possam ser destinados a outras finalidades.

A Resolução Conjunta nº 003 ANEEL – ANA revoga as disposições da resolução ANEEL nº 396. Diferente da resolução anterior, nesta resolução o monitoramento previsto engloba fluviometria, pluviometria, sedimentometria e qualidade de água, como disposto no artigo primeiro da resolução:

“Art. 1º 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, linimétrico, fluviométrico, sedimentométrico e de qualidade da água associado a aproveitamentos hidrelétricos, e dar outras providências.”

O método para determinação do número de estações de monitoramento é análogo ao previsto na resolução anterior, sendo este em função da área de drenagem incremental de cada aproveitamento (Tabela 4). A exceção se dá quanto ao monitoramento de qualidade de água, o qual é função da área do espelho d'água do reservatório.

Tabela 4 – Padronização para determinação da quantidade de estações de monitoramento a serem instaladas no empreendimentos (ANEEL – ANA, 2010).

Tipo de Monitoramento	Área de Drenagem Incremental				
	De 0 a 500 km ²	De 501 a 5.000 km ²	De 5.001 a 50.000 km ²	De 50.001 a 500.000 km ²	Acima de 500.000 km ²
Pluviométrico	1	3	4	6	7
Linimétrico	1	1	1	1	1
Fluviométrico	1	3	4	6	7
Sedimentométrico	1	2	2	3	3

Além da inclusão das novas classes de estações de monitoramento, são dadas mais disposições, as quais anteriormente eram omissas, como no caso de alteração da área de drenagem incremental em função da outorga de um novo aproveitamento hidrelétrico a montante que não era abordado. Nesta resolução é previsto que o número de estações de monitoramento não deverá se alterado mesmo com a alteração da área de drenagem incremental.

Outro caso anteriormente omissos era o caso de o nível d'água de um reservatório localizado a jusante atinja o canal de fuga da usina e não haja condições técnicas que viabilizem a instalação da estação fluviométrica à jusante. Neste caso deverá ser disponibilizada a defluência total obtida no sistema de operação da usina. Não desobrigando o agente de respeitar o número previsto de estações.

O monitoramento linimétrico deverá ser realizado junto ao barramento,

De forma análoga a resolução anterior, nos casos que a área de drenagem incremental for superior a 500km² uma das estações fluviométricas necessariamente se localizará a jusante do aproveitamento

O parágrafo 10 dispõe sobre o monitoramento sedimentométrico, em casos com área de drenagem incremental superior a 500 km², o monitoramento sedimentométrico deverá ser realizado preferencialmente a montante e a jusante do aproveitamento, com vistas à determinação das descargas sólidas totais afluentes e defluentes do aproveitamento.

Em aproveitamentos com área inundada superior a 3 km², o monitoramento da qualidade da água deverá ser realizado em um local do reservatório, considerando os parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fósforo Total, Nitrogênio Total, Clorofila A, Transparência, pH e Temperatura.

A escolha dos locais de instalação das estações de monitoramento deve ser previamente aprovada pela ANA.

Deverão ser realizadas 4 medições no decorrer do ano, sendo que as medidas de descarga líquida, sólida e de qualidade de água devem ocorrer simultaneamente. Todas as estações hidrométricas com monitoramento pluviométrico, linimétrico e fluviométrico deverão ser automatizadas e telemetrizadas, devendo as informações coletadas serem registradas em intervalo horário, ou menor, com disponibilização horária à ANA, por meio de serviços de transferência via internet no formato e endereço indicado pela agência.

Anualmente, até o dia 30 de abril deverá ser feita e encaminhada a ANA relatório de consistência dos dados gerados no ano anterior, incluindo os dados pluviométricos, linimétricos, fluviométricos, sedimentométricos e de qualidade da água, bem como as curvas de descarga líquida e sólida atualizadas. Estes após análise da ANA serão disponibilizados. Todos os dados adquiridos durante a vigência da Resolução ANEEL nº 396 deverão passar por análise de consistência e serem então encaminhados a ANA até 10 de Agosto de 2011.

A revisão das curvas operacionais do reservatório, Cota x Área x Volume, deverá ser feita através de levantamentos batimétricos a cada 10 anos. Não são definidos métodos de realização destes estudos, sendo disposto nos parágrafos primeiro e segundo do inciso II do artigo oitavo:

“§ 1º A proposta do método e dos procedimentos a serem utilizados na atualização das curvas cota-área-volume deverá ser encaminhada previamente, pelo concessionário ou autorizado à ANA para avaliação.

§ 2º O concessionário ou autorizado deverá encaminhar à ANA, para avaliação, um relatório técnico detalhado contendo o método e os procedimentos utilizados, bem como as tabelas cota x área e cota x volume, e os respectivos dados eletrônicos e polinômios.”

Notadamente, nesta resolução estão previstas exceções as regras expostas na tabela 4 e quanto ao intervalo entre revisões das curvas Cota x Área x Volume, de modo que caso seja requerido pela ANA, desde que sob fundamentação, pode ser requerida a instalação de número superior ao previsto, como citado no parágrafo 11 sobre aproveitamentos com área de drenagem incremental de 0 a 500 km², parágrafo 13 e 14 sobre qualidade de água, bem como que a revisão das curvas operacionais em intervalo de tempo inferior a 10 anos.

Nesta resolução estão previstas penalidades às concessionárias que descumprirem as normas, ficando facultada a ANA comunicar a ANEEL no caso de irregularidades. Do Artigo 12. “O descumprimento de quaisquer obrigações fixadas nesta Resolução sujeitará os concessionários e autorizados de geração de energia hidrelétrica às penalidades previstas na Resolução Normativa ANEEL nº 63, de 12 de maio de 2004, e nos artigos 15 e 50 da Lei nº 9.433, de 1997”.

Discussão

A Resolução Conjunta nº 003 se apresenta mais madura que a Resolução nº 396. Os erros e desatenções na composição do texto anterior, principalmente quanto a casos omissos, foram sanados. Nesta nova resolução estão previstas penalidades ao descumprimento do exposto, bem como da poder a ANA de estabelecer padrões mais restritivos em casos especiais.

Os parâmetros de monitoramento adotados propiciam a análise integrada dos recursos hídricos, contemplando quantidade, qualidade e sedimentos dos corpos hídricos, bem como o monitoramento meteorológico. Do ponto de vista de geração de energia os dados fluviométricos e sedimentométricos são os de maior interesse, pois se relacionam diretamente à geração, assoreamento dos reservatórios e conseqüente diminuição de vazão regularizada, além da determinação do tempo de vida útil dos empreendimentos. Já os parâmetros de qualidade são acrescentados nesta resolução de modo que a ANA possa obter dados substanciados para proporcionar a gestão das águas sob ótica dos conceitos de múltiplos usos da água.

Da quantidade de postos de monitoramento Fluviométricos e Sedimentométricos

Quanto ao método de definição do número de estações de monitoramento, este permanece análogo à Resolução nº 396, sendo ainda estabelecidos unicamente em função da área de drenagem incremental do empreendimento, salvo o monitoramento de qualidade de água. Quanto às estações fluviométricas os padrões permanecem inalterados, já para estações pluviométricas passa-se a ser obrigatória a instalação de uma estação de monitoramento em empreendimentos com área de drenagem incremental inferior a 500km², ao fato que anteriormente não eram previstas a instalação de estações pluviométricas para esta classe.

Como já exposto durante a discussão da Resolução nº 396, a definição da quantidade de estações de monitoramento fluviométricas, e agora também as estações sedimentométricas, unicamente em função da área de drenagem incremental pode não ser satisfatória.

Um exemplo de caso insatisfatório é o reservatório da PCH do Lobo localiza-se entre os municípios de Brotas e Itirapina, na Região central do Estado de São Paulo. Possui área de drenagem incremental de aproximadamente 270km², possuindo como principais corpos d'água contribuintes o rio Itaqueri, Ribeirão do Lobo, Córrego do Geraldo e Córrego das Perdizes, podendo ser destacados como principais os dois primeiros por apresentarem maior volume, cerca de 80%, sendo sua contribuição sedimentar relativamente alta (TUNDISI, J. G. 1977, MORAES, M. E. 1978 apud DELELLO, D. 2008).

Segundo as normas da resolução em vigor, é previsto apenas 1 posto de monitoramento sedimentométrico e 1 posto de monitoramento fluviométrico, passíveis de ser adicionado mais 1 posto de cada categoria mediante solicitação fundamentada da ANA como previsto no parágrafo 11 do artigo segundo. Deste modo teríamos um local de monitoramento a jusante do empreendimento, em concordância com os parágrafos 6 e 10 do artigo segundo, e outro a montante do empreendimento.

Como já citado, TUNDISI, J. G. (1977) e MORAES, M. E. 1978 apud DELELLO, D. (2008) apontam a elevada contribuição sedimentar de 2 corpos d'água afluentes ao reservatório, correspondendo conjuntamente a 80% da vazão. Desta forma a instalação de apenas uma estação de monitoramento a montante do reservatório se mostra insuficiente, de forma que aproximadamente metade da vazão afluente não seria monitorada segundo estas normas.

Da localização de postos de monitoramento Sedimentométricos

Sobre a localização das estações de jusante dos empreendimentos. O parágrafo 6 do artigo segundo prevê que quando mais de uma estação fluviométrica for ser instalada, uma das estações deve ser localizada a jusante do aproveitamento, em local que permita a medição da vazão defluente, compreendendo as vazões vertidas e turbinadas da usina. No parágrafo 10 do mesmo artigo, quando mais de uma estação sedimentométrica for ser instalada, é prevista a instalação de uma delas a jusante do aproveitamento, com vistas à determinação das descargas sólidas totais defluentes.

Ao se realizar o monitoramento sedimentométrico afluente e efluente de um reservatório, pode-se estimar as cargas de sedimento que nele são depositadas, tendo assim uma medida indireta do processo de assoreamento. Neste caso, a estação sedimentométrica de jusante ao reservatório deve ser localizada imediatamente a jusante do barramento, de forma a evitar eventuais processos erosivos que ocorram após o barramento alterem as medidas realizadas.

Existem empreendimentos em que é feita uma derivação de água do reservatório, sendo encaminhada para a casa de máquinas e esta é retornada ao corpo hídrico em local distante do barramento. Nesses casos, para cálculo da eficiência de retenção de sedimentos no reservatório e estimativa do assoreamento, o monitoramento deve ser realizado imediatamente a jusante do barramento, de forma que este não englobaria as vazões turbinadas. Porém, no parágrafo 6 é previsto que o monitoramento compreenda as vazões vertidas e turbinadas da usina, de modo que as estimativas de assoreamento ficam prejudicadas por medidas contaminadas ou até mesmo inviáveis de serem feitas.

É válido ressaltar que aproveitamentos com a casa de máquinas distante do barramento são mais comuns à PCHs, geralmente associadas a pequenas bacias de drenagem, as quais seriam enquadradas na primeira classe do monitoramento, apenas 1 posto sedimentométrico e fluviométrico. Mas é facultado a ANA requerer a instalação de mais de um local de monitoramento, de modo que neste caso as normas previstas nos artigos 6 e 10 não atenderão ao objetivo de estimar o assoreamento.

Dos parâmetros de qualidade de água monitorados

Para o monitoramento da qualidade de água é prevista a análise dos seguintes parâmetros: Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Fósforo Total, Nitrogênio Total, Clorofila A, Transparência, pH e Temperatura. Esses parâmetros não correspondem a nenhum índice consolidado de análise de qualidade, ao menos, a nenhum índice amplamente difundido e utilizado no Brasil.

Segundo a ANA, o índice de qualidade de água mais utilizado no país é o IQA (Índice De Qualidade Das Águas), sendo sugerida a alteração dos parâmetros de qualidade de água previstos na Resolução Conjunta nº 003. Com a adequação aos padrões do IQA, poderia se criar um padrão de comparação a dados históricos de qualidade, podendo ser comparados com bancos de dados históricos dos órgãos competentes, como por exemplo, o banco de dados da CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) a qual utiliza o IQA desde 1975.

Para adequação aos parâmetros do IQA devem amostrados em adicional ao previsto os seguintes parâmetros: Oxigênio Dissolvido, Coliformes Termotolerantes, Turbidez e Resíduo Total. Poderia então não serem realizadas as seguintes amostras: Clorofila A e Transparência.

Da quantidade de locais de monitoramento de qualidade de água

Outra questão se dá em relação a quantidade de locais de monitoramento, sendo previsto apenas 1 local de amostragem, expansível até a 3 mediante pedido fundamentado da ANA. Em se tratando de grandes reservatórios, mesmo no caso mais restritivo, a quantidade de postos prevista nesta resolução dificilmente será representativa para a caracterização do mesmo.

Tomando como exemplo o reservatório da UHE de Barra Bonita, localizado no Rio Tietê, com uma área alagada de aproximadamente 310 km² (fonte www.aestiete.com.br acesso em 03/06/2011) é previsto pela regulamentação desta resolução um máximo de 3 pontos de amostragem de qualidade de água. Nos estudos de MAIA, J. L. (2009) podem ser notados diferenças significativas dos parâmetros por ele medidos em 30 pontos ao longo da área do reservatório. Em suas análises são observados valores de oxigênio dissolvido variando de 1,4 a 8,5 mg/L, variações de temperatura de quase 3°C, pH variando de 7 a 9, turbidez de 2,5 a 58 UNT (todos os valores são aproximados, foram extraídos de representações gráficas).

Da frequência da atualização das curvas operacionais dos reservatórios

A Resolução n° 396 somente citava que as curvas operacionais dos reservatórios deveriam se manter atualizadas, já a resolução que hoje vigora aborda o tema estabelecendo que esta atualização deve ser feita a cada 10 anos não sendo estabelecido nenhum método padronizado.

Novamente deve-se ressaltar que em se tratando de variáveis ambientais, a padronização deve ser realizada com cautela. Para CARVALHO (2008) a frequência dos levantamentos em reservatórios depende de alguns fatores, principalmente da acumulação de sedimentos, tamanho do reservatório e custo financeiro. O mesmo autor, citando o trabalho de VANONI (1977), atenta que para pequenos reservatórios e aqueles cuja carga sólida afluente é grande devem ser levantados com maior frequência. Yang *et al* (2006) afirma que se deve otimizar a frequência dos levantamentos deve-se utilizar de dados de taxa de sedimentação obtidos de levantamentos anteriores e de monitoramento sedimentométrico do reservatório.

Apesar do exposto no parágrafo 3 do inciso II do artigo oitavo da resolução, que dá poder a ANEEL de requerer que a avaliação do processo de assoreamento do reservatório seja realizada com periodicidade inferior a 10 anos. Baseando-se na literatura pertinente, incluindo material da própria ANEEL, "Guia de Avaliação de Assoreamento em Reservatórios" (CARVALHO *et al*, 2000), que prevêem intervalos de tempo menores que na resolução (2anos, 5 anos e 10 anos para pequenos, médio e grandes reservatórios respectivamente), mesmo que sendo feita a ressalva que o padrão sugerido não é rígido e possuindo diferentes conceitos em outros países, sugerimos que estes intervalos mais restritivos sejam claramente expostos e cumpridos, e não somente sob requerimento da ANEEL como é previsto.

A frequência entre as atualizações das curvas operacionais devem ser função da estimativa do assoreamento (baseada em monitoramento sedimentométrico ou na análise de levantamentos anteriores), sendo comum a definição de um valor padrão de redução do volume do reservatório ou então fixado intervalos entre 5 a 10 anos (FERRARI *et al*, 2009; YANG *et al*, 2006). Ambos os trabalhos citados fazem referência à COLLINS & FERRARI (2000), que citam o caso do reservatório de Elephant Butte no México, onde foi definido que deverão ser feitos levantamentos sempre que acusado assoreamento superior a 5% do volume do reservatório.

Sugerimos que os intervalos apresentados na tabela 5 deverão ser constantemente analisados, utilizando como base os dados de eficiência de retenção de sedimentos do reservatório, obtidos através do monitoramento sedimentométrico e os dados de taxas de sedimentação obtidos em levantamentos anteriores. Caso sejam estimadas taxas de assoreamento equivalentes a 5% do volume do reservatório em período inferior ao previsto na tabela deverá ser feito novo levantamento.

Tabela 5 – Frequência sugerida para atualização das curvas operacionais dos reservatórios.

Porte do reservatório [m ³]	Frequência de levantamento
Até 100 milhões	Cada 5 anos
Maiores que 100 milhões	Cada 10 anos

Mesmo com o estabelecimento de padrões mais restritivos a manutenção do 3 do inciso II do artigo oitavo da resolução é importante. Porém com a adição de condições para o estabelecimento de intervalos mais restritivos, como a ocorrência de cheias excepcionais, realização de obras e construção de barramentos a montante e observação de depósitos de sedimentos nas hidrovias, portos e zonas de recreio, como exemplo.

Dos métodos de realização da atualização das curvas operacionais dos reservatórios

A elaboração do método para realizar a atualização das curvas Cota x Área x Volume fica sob responsabilidade das empresas concessionárias. Estas deverão encaminhar a ANA, a qual fica incumbida a responsabilidade de avaliar se os métodos e procedimentos a serem utilizados são adequados. Este processo, no formato que está previsto nesta resolução, pode, e está gerando atrasos no início das atividades de levantamentos batimétricos em reservatórios.

O Brasil possui 908 empreendimentos hidrelétricos, entre CGHs, PCHs e UHEs, em 2001 esse número era de 436, já em 2002 passou a ser de 485 (ANEEL, 2011a). Em uma estimativa conservadora de que ao menos 25% destes empreendimentos hidrelétricos em operação em 2002 tenham realizado a revisão de suas curvas operacionais nos últimos 10 anos, temos 364 empreendimentos que deverão ser regularizados até 2012.

Administrativamente falando, estes números se traduzem em 364 processos de análise do método iniciados na ANA. Considerando as concessionárias de energia deverão atender as exigências desta resolução até a data de 10 de Agosto de 2012, e que estudos batimétricos em reservatórios geralmente demandam grande mão de obra e tempo de trabalho em campo e escritório, podemos considerar que a aprovação dos mesmos deverá ser feita até no máximo junho de 2012 para que os estudos sejam concluídos até o prazo previsto. De modo que a partir da data de publicação deste trabalho, temos que a ANA deverá analisar e julgar uma média de mais de 8 processos por semana.

Estigoni *et al* (2010a) aponta a carência na literatura nacional sobre o tema de levantamentos batimétricos em reservatórios, ressaltando que falta de divulgação da importância destes estudos em meios de fácil acesso, bem como a divulgação de métodos diferentes, e possivelmente divergentes, pode trazer complicações para a operação de reservatórios.

Esta mesma carência é observada na literatura internacional, a qual não converge para um método padrão consolidado para a realização de estudos batimétricos.

Esta ausência da definição de um método padrão, além de criar trabalho extra para a ANA, pode gerar complicações no cálculo de assoreamento do reservatório e geração das curvas operacionais. Estigoni *et al* (2010b) aponta que a utilização de diferentes métodos gera divergências nos volumes calculados.

Desta forma, de modo a facilitar e agilizar o processo de realização da atualização das curvas Cota x Área x Volume pelas concessionárias e otimizar o trabalho por parte da ANA, esta deve estabelecer diretrizes para a realização destes estudos.

A quantidade de dados a serem coletados durante o levantamento batimétrico, bem como a disposição dos mesmos ao longo do reservatório são os principais pontos em que os autores e entidade divergem.

Para o Departamento Hidrográfico Nacional – DHN da Marinha do Brasil, como estabelecido pela NORMAM 25 (Marinha do Brasil, 2011) devem ser feitas seções de levantamento distantes de 25m a 4 vezes a profundidade média da região do levantamento, sendo adotado o menos restritivo. Prevê também a utilização de linhas de verificação, estas dispostas perpendiculares as linhas de sondagem regulares, sendo analisadas separadamente do restante do levantamento, só para cunho de verificação de anomalias entre as seções regulares.

Já CARVALHO *et al* (2000); CARVALHO (2008) citam o trabalho de VANONI (1977) o qual define o espaçamento entre seções baseado na escala de representação do mapa, permitindo o desenho com espaçamento de 1cm no mapa, expansíveis a 2 ou 3cm caso observada continuidade no relevo de fundo do reservatório.

Os trabalhos de MORRIS & FAN (1997) e de RESSAS (2001) *apud* MAIA (2006) apresentam equações que relacionam o número de seções de coleta de dados à área do reservatório, dispondo-se essas com iguais espaçamentos.

Yang *et al* (2006) aconselha a distancia de 90m entre seções transversais ao eixo do reservatório. Para pequenos reservatórios é aconselhado distancias de 30 a 60 m para reservatórios maiores com relevo de fundo suave pode-se utilizar espaçamento de 150, 180 ou até mesmo 600m. É aconselhado a utilização de seções paralelas ao eixo do reservatório são utilizadas para confirmar a uniformidade do relevo de fundo e então poder se utilizar de espaçamento entre as transversais maiores.

Enquanto que para o Corpo de Engenheiros do Exército Norte Americano (US Army Corps of Engineers, 2004) não especifica um espaçamento entre seções, mas sim cita que o espaçamento usual nos levantamentos nos Estados Unidos varia de 60 à 120m, e quando observadas continuidade no relevo de fundo do reservatório ou para grandes reservatórios são previstos espaçamentos maiores visando diminuir os custos do levantamento.

Yuqian (1989), diferentemente dos demais autores citados, não estabelece padronização de espaçamento entre seções de levantamento. Seu método consiste em definir em mapa topográfico anterior ao enchimento do reservatório um número arbitrário de seções igualmente espaçadas. Para estas seções definidas é feito o calculo do volume do reservatório, sendo este comparado ao modelo de referência. A

diferença calculada deve estar dentro de uma tolerância de erro de 5%, em caso de este erro ser maior deve-se aumentar o número de seções e refazer o processo, em caso de o erro ser muito menos é aconselhado que se diminua o número de seções até chegar a um erro de 5% por questões financeiras.

Cabe a ANA a definição de um padrão para realização de levantamentos batimétricos. Conforme exposto, esse não é um assunto simples, de modo que a parcerias com universidades e centros de excelência no assunto se mostram de grande valia. Atualmente, o Núcleo de Hidrometria, vinculado ao Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada da Escola de Engenharia de São Carlos pertencente à Universidade de São Paulo, desenvolve diversos trabalho e pesquisas na área de assoreamento de reservatórios e levantamentos batimétricos, sendo uma possível parceira para o estabelecimento de um método padrão.

Das técnicas e equipamentos utilizados na atualização das curvas operacionais dos reservatórios

Um assunto mais simples e que em primeiro momento pode ser abordado sem grande esforço, é a padronização quanto ao equipamentos a serem empregados nos levantamentos.

Como técnica de posicionamento horizontal sugerimos a utilização de tecnologia GNSS (Global Navigation Satellite System) com correções diferenciais em tempo real, proporcionando precisão de posicionamento sub-métrica.

Para as medidas de profundidade sugerimos a utilização de ecobatímetros de precisão, que possuam interface de comunicação digital e sejam capazes de registrar dados em papel termosensível. Para profundidades menores que 100 m a resolução deverá ser centimétrica, com precisão de 0,5% da profundidade medida.

Para as cotas superiores não alagadas sugerimos a realização de levantamento topográfico. Para grandes reservatórios aconselhamos as técnicas de aerolevantamentos fotogramétricos ou por radar laser, para reservatórios menores a adoção de técnicas de topografia convencionais mostram-se suficientes.

Em reservatórios muito pequenos e/ou muito rasos, sugerimos a realização da batimetria por técnicas convencionais de topografia, utilizando vara maior e posicionamento ou via GNSS com correção diferencial ou utilizando Estação Total.

Em todos os casos, os levantamentos devem estar georreferenciados de acordo com as normas do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística).

CONCLUSÕES GERAIS

A iniciativa tomada por parte da agências ANEEL e ANA é louvável. Em um país com tamanha participação da energia hidráulica na matriz energética a ausência de diálogo entre os setores de energia e de águas seria inconcebível.

O momento em que foi realizada esta parceria também é providencial. Em um cenário que temos para os próximos anos a previsão de franco crescimento econômico, alavancado por dois dos maiores eventos esportivos mundiais, a Copa do Mundo de Futebol e as Olimpíadas. De modo que não deve haver brechas na gestão energética nacional, assegurando o desempenho do país neste importante momento.

A Resolução Conjunta nº 003 de 2010 mostra grande evolução em relação a sua antecessora, a Resolução ANEEL nº 396 de 1998. O monitoramento da qualidade das águas e o monitoramento sedimentométrico, itens acrescidos pela regulamentação atual, proporciona a diversidade de dados que permite que seja feita a análise integrada dos recursos hídricos. Melhorando, assim a gestão das águas.

A experiência adquirida com a Resolução ANEEL nº 396 é refletida no evidente amadurecimento da redação do texto que hoje vigora, passando a sanar grande parte dos casos omissos, como por exemplo, a periodicidade de atualização das curvas operacionais dos reservatórios e as penalidades às concessionárias em caso de descumprimento da legislação. Porém, como todo e qualquer trabalho, é sujeito a críticas.

A determinação da quantidade de estações de monitoramento fluviométrico e sedimentométrico está condicionada unicamente a área de drenagem incremental do aproveitamento, e como exemplificado, este método pode não ser satisfatório ao monitoramento de significativo de cargas e vazões afluentes e efluentes ao reservatório.

Uma das finalidades do monitoramento sedimentométrico é embasar a determinação dos intervalos entre levantamentos batimétricos para atualização das curvas operacionais dos reservatórios. Conforme o exposto sobre a disposição das estações de monitoramento, os casos de aproveitamentos hidrelétricos que utilizem de derivação das águas do corpo hídrico com retorno das mesmas e local distante da barragem, a estimativa de assoreamento baseada no monitoramento fica prejudicada, até mesmo inviabilizada, devido a localização da estação de jusante ter que compreender as águas vertidas e as turbinadas.

Para determinação da quantidade de estações de monitoramento fluviométrico e sedimentométrico devem ser levados em conta outros fatores da bacia, como densidade de drenagem, a geomorfologia do terreno da bacia de drenagem incremental e as áreas das sub-bacias. Estes parâmetros

podem apontar qual o percentual de contribuição de cada corpo hídrico afluyente ao aproveitamento, de modo que a quantidade de locais de monitoramento sejam definidos a partir desta análise. A sugestão é para que se realize estudo para definir que percentual de contribuição deve ser adotado como representativo.

A definição dos parâmetros de qualidade de água medida não corresponde aos comumente medidos no país. Sendo sugerido a alteração destes parâmetros de modo a se enquadrarem ao IQA, que é o índice mais utilizado em território nacional. A quantidade prevista de amostras ao longo do reservatório, 1 amostra expansível a no máximo 3, só será representativa nos casos de reservatórios muito pequenos. Mais estudos para a definição da quantidade de pontos de monitoramento e dos locais de amostragem de qualidade de água nos reservatórios devem ser feitos.

É frisada a importância do monitoramento sedimentométrico na definição dos intervalos entre as atualizações das curvas Cota x Área x Volume dos reservatórios, sendo sugerido que seja realizado estudos batimétricos sempre que for apontado pelo monitoramento taxa de assoreamento de 5% do volume. É sugerido um intervalo mais restritivo para reservatórios de menor porte, 5 anos, os quais são sujeitos a se assorear mais rápido que grandes reservatórios, 10 anos. Os padrões aqui previsto são próximos dos padrões adotados internacionalmente.

Quanto à revisão e atualização das curvas operacionais dos reservatórios, a principal crítica é sobre a ausência de definição de métodos e técnicas para a realização de tais estudos. O motivo pelo qual não é abordado o tema é apontado ao longo do trabalho, que é a divergência de opiniões entre autores. São listados 7 métodos distintos de modo a evidenciar a complexidade do assunto.

A resolução em vigor prevê que as concessionárias definam o método que utilizarão e submetam para aprovação da ANA, e após a realização do levantamento o estudo seja novamente submetido à aprovação da ANA, gerando assim um esforço duplo por parte da agência. Deste modo sugerimos que sejam dadas definições quanto aos métodos e técnicas o quanto antes.

Em primeiro momento, sugerimos que sejam abordadas as técnicas e equipamentos a serem utilizados, pois estes são temas bem consolidados. Em paralelo, a ANA deve desenvolver estudo para a definição do método de planejamento do levantamento batimétrico. Firmar parcerias com o meio acadêmico e com entidades que desenvolvam pesquisas e trabalho sobre na área podem representar economia de tempo durante deste estudo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, ao Conselho Nacional de Pesquisa – CNPq, à Fundação Para o incremento da Pesquisa e Aperfeiçoamento Industrial – FIPAI e à Escola de Engenharia de São Carlos – EESC / USP.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA. C. C. (2002). *Evolução histórica da proteção jurídica das águas no Brasil*. Jus Navigandi, Teresina, a. 7, n. 60, nov.

ANEEL (2011a), *Banco de Informação de Geração*, Disponível em <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.asp> Acessado em 06/05/2011.

ANEEL (2011b), *Boletim da Energia*, Número 447, Ano 9, Brasília – DF. Brasil.

ANEEL (2011c), *A ANEEL: Memória*, Disponível em <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=8&idPerfil=3> Acessado em 08/05/2011.

ANEEL – ANA, *Resolução Conjunta nº 003: 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, linimétrico, fluviométrico, sedimentométrico e de qualidade da água associado a aproveitamentos hidrelétricos, e dar outras providências*. Brasília, 10 de Agosto de 2010.

ANEEL (1998), *Resolução nº 396 de 4 de Dezembro de 1998: Estabelece as condições para implantação, manutenção e operação de estações fluviométricas e pluviométricas associadas a empreendimentos hidrelétricos*. Brasília.

BRASIL (1934), *Decreto nº 24.643 de 10 de Julho de 1934: Decreta o Código de Águas*. Rio de Janeiro.

- BRASIL (1968), *Decreto nº 63.951 de 31 de Dezembro de 1968: Aprova a estrutura básica, do Ministério das Minas e Energia*. Brasília, DF.
- BRASIL (2001a), *Decreto nº 3.867 de 16 de Julho de 2001: Regulamenta a Lei no 9.991, de 24 de julho 2000, que dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências*. Brasília.
- BRASIL (1939), *Decreto – Lei nº 1.285 de 18 de Maio de 1939: Cria o Conselho Nacional de Águas e Energia, define suas atribuições e dá outras providências*. Rio de Janeiro.
- BRASIL (1969a), *Decreto-Lei nº 689 de 18 de Julho de 1969: Extingue o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica, do Ministério das Minas e Energia, e dá outras providências*. Brasília.
- BRASIL (1969b), *Decreto-Lei nº 764 de 15 de Agosto de 1969: Autoriza a constituição da sociedade por ações Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - C.P.R.M. dá outras providências*. Brasília.
- BRASIL (1965), *Lei nº 4.904 de 20 de Dezembro de 1965: Dispõe sobre a organização do Ministério das Minas e Energia, e dá outras providências*. Brasília – DF.
- BRASIL (1994), *Lei nº 8.970 de 28 de Dezembro de 1994: Transforma a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) em empresa pública e dá outras providências*. Brasília – DF.
- BRASIL (1995), *Lei nº 8.987 de 13 de Fevereiro de 1995: Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências*. Brasília – DF.
- BRASIL (1996), *Lei nº 9.427 de 26 de Dezembro de 1996: Institui a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, disciplina o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica e dá outras providências*. Brasília – DF.
- BRASIL (1997), *Lei nº 9.433 de 8 de Janeiro de 1997: Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989*. Brasília – DF.
- BRASIL (2000a), *Lei nº 9.984 de 17 de Julho de 2000: 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*. Brasília – DF.
- BRASIL (2000b), *Lei nº 9.991 de 24 de Julho de 2000: Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias, permissionárias e autorizadas do setor de energia elétrica, e dá outras providências*. Brasília – DF.
- BRASIL (2001b), *Lei nº 10.295 de 17 de Outubro de 2001: Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências*. Brasília – DF.
- BRASIL (2002), *Lei nº 10.438 de 26 de Abril de 2002: Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, dá nova redação às Leis nº 9.427, de 26 de dezembro de 1996, nº 9.648, de 27 de maio de 1998, nº 3.890-A, de 25 de abril de 1961, nº 5.655, de 20 de maio de 1971, nº 5.899, de 5 de julho de 1973, nº 9.991, de 24 de julho de 2000, e dá outras providências*. Brasília – DF.
- BRASIL (1977), *Portaria nº 234 de 17 de fevereiro de 1977: Aprova o regimento interno do Departamento de Águas e Energia Elétrica*. Brasília – DF.

- CACHAPUZ, P. B. B. (1990), *Debates parlamentares sobre energia elétrica na Primeira República: o processo legislativo*. Rio de Janeiro: Memória da Eletricidade.
- CARVALHO, N. O.; FILIZOLA JÚNIOR, N. P.; SANTOS, P. M. C.; LIMA, J. E. F. W. (2000), *Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios*. Brasília: ANEEL. 140 p.
- CARVALHO, N. O. (2008), *Hidrossedimentologia Prática*, 2ª Edição, Rio de Janeiro - RJ, Editora Interciência.
- CETEC. Centro Tecnológico da Fundação Paulista de Tecnologia e Educação (2008), *Plano da Bacia Hidrográfica do Tietê/Batalha*. 461 p. São Paulo: CETEC.
- COLLINS, K. & FERRARI, R. (2000), *Elephant Butte Reservoir 1999 Reservoir Survey*, U.S. Bureau of Reclamation, Sedimentation and River Hydraulics Group, Denver, Colorado.
- CORRÊA, M. L. (2005), Contribuição para uma história da regulamentação do setor de energia elétrica no Brasil: o Código de Águas de 1934 e o Conselho Nacional de Águas e Energia Elétrica. *Política & Sociedade*, Florianópolis, v. 1, n. 6, p. 255-291.
- CPRM (2008a), *Serviço Geológico do Brasil: Apresentação*. Disponível em http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplate=cprm_layout&sid=59 Acessado em 13/05/2011.
- CPRM (2008b), *Serviço Geológico do Brasil: Recursos Hídricos – Recursos Hídricos Superficiais*. Disponível em http://www.cprm.gov.br/publique/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?UserActiveTemplate=cprm_layout&sid=34 Acessado em 13/05/2011.
- DELELLO, D. (2008), *Composição e distribuição (espacial e temporal) de macrófitas aquáticas no Reservatório do Lobo (Broa), Itirapina/Brotas, SP*, Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- ESTIGONI, M. V.; MATOS, A. J. S.; KUWAJIMA, J. I.; MAUA, F. F. (2010a), *Métodos de Levantamentos Batimétricos em Reservatórios segundo a Literatura Nacional*, IX Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, Brasília, DF, Brasil.
- ESTIGONI, M. V.; MATOS, A. J. S.; MAUAD, F. F. (2010b), *Comparison Between two Bathymetric Survey Methods to Estimate Sediment Accumulation in the Lobo Reservoir*, Brisbane, QLD, Australia, Australia's National Water Conference and Exhibition –Ozwater`10.
- FERRARI, R. L. (2006), *Reconnaissance Techniques for Reservoir Surveys*, U. S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation – Technical Service Center. Denver Colorado.
- GAVIÃO, A. B.; REIA, A. C.; SILVA, B. J. (2003), O uso compartilhado da águas – a necessidade de integração operacional, *BAHIA ANÁLISE & DADOS*, Vol. 13, N° Especial, p 403 – 409.
- LIMA, G.; BOLDRIN, R. S.; CASTRO, M. A. S.; SOUZA, M. P.; MAUAD, F. F. (2005), *Critérios técnicos para outorga de direito de uso de recursos hídricos*. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, João Pessoa. Anais do Simpósio da ABRH. João Pessoa: ABRH.
- MAIA, A. G. (2006), *As conseqüências do assoreamento na operação de reservatórios formados por barragens*, 273 p. Tese (Doutorado) Programa de Pós Graduação em Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- MAIA, J. L. (2009), *Técnicas para o gerenciamento quanti-qualitativo de reservatórios com usos múltiplos da água: estudo de caso do reservatório de Barra Bonita – SP*, Tese (Doutorado) Programa de Pós Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos- SP.
- Marinha do Brasil (2011), *NORMAM 25 – Normas da Autoridade Marítima para Levantamentos Hidrográficos*, Brasil.

- MORAES, M. E. (1978), *Ciclo sazonal, distribuição horizontal e vertical e inter-relação ecológicas de nutrientes na represa do Lobo (Brotas – Itirapina – SP)*. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- MORRIS, G. L.; FAN, J. (1997), *Reservoir Sedimentation Handbook: Design and Management of Dams, Reservoir, and Watersheds for sustainable use*, New York, McGraw-Hill.
- PREFEITO, L. F. B.; CORREA FILHO, C. R. R.; ALBERTIN, L. L.; MAUAD, F. F. (2005), *Os Desafios do Setor Elétrico Brasileiro*, XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, João Pessoa – PB.
- RESSAS (2001), *Measuring and Predicting Reservoir Volume Changes due to Sedimentation*. Manual de software. Wallinford.
- SERIGNOLLI, P. P. G. (2009), *Histórico da legislação hídrica no Brasil*, Blog do escritório Serignolli Advogados Associados disponível em: <http://serignolli.wordpress.com/2009/10/30/historico-da-legislacao-hidrica-no-brasil/> Acesso 23/05/2011.
- STERNBERG, R. (2006), Damming the river: a changing perspective on altering nature. *Journal of Renewable & Sustainable Energy Reviews*. v. 10, p. 165-197.
- TUNDISI, J. G. (1977), *Produção primária, “standing-stock”, fracionamento do fitoplâncton e fatores ecológicos em ecossistema lacustre artificial (Represa do Broa, São Carlos)*, Tese de Livre Docência, Ribeirão Preto, SP.
- U.S. Army Corps of Engineers (2004), *Engineering and Design. Hydrographic Surveying*, Washington, DC.
- VANONI, V. A (1977), *Sedimentation Engineering*. American Society of Civil Engineers, New York.
- YANG, C. T. et al (2006), *Reclamation. Managing Water in the West: Erosion and Sedimentation Manual*, U. S. Department of the Interior, Bureau of Reclamation – Technical Service Center: Sedimentation and River Hydraulics Group. Denver – Colorado.
- YUQIAN, L. (1989), *Manual on operational methods for the measurement of sediment transport*. Geneva: WMO.
- <http://www.duke-energy.com.br> Acesso 03/06/2011.
- <http://www.furnas.com.br> Acesso 03/06/2011.
- <http://www.cesp.com.br> Acesso 03/06/2011.
- <http://www.eln.gov.br> Acesso 03/06/2011.
- <http://www.itaipu.gov.br> Acesso 03/06/2011.