



**OS EFEITOS DAS MUDANÇAS
CLIMÁTICAS SOBRE OS RECURSOS
HÍDRICOS: DESAFIOS PARA A GESTÃO**

República Federativa do Brasil

Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente

Ministério do Meio Ambiente – MMA

Izabella Mônica Vieira Teixeira

Agência Nacional de Águas – ANA

Diretoria Colegiada
Vicente Andreu Guillo – Diretor-Presidente
Dalvino Troccoli Franca
Paulo Lopes Varella Neto
João Gilberto Lotufo
Paulo Rodrigues Vieira

Grupo de Trabalho sobre Mudanças Climáticas (Portaria ANA n° 36, 26/01/2010)

Bruno Pagnoccheschi - Coordenação de Gestão Estratégica;
Joaquim Guedes Corrêa Gondim Filho - Superintendência de Usos Múltiplos;
Valdemar Santos Guimarães - Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica;
Sérgio Augusto Barbosa - Superintendência de Gestão da Informação;
Ney Maranhão - Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos;
Francisco Lopes Viana - Superintendência de Outorga e Fiscalização;
Flávio Hadler Tröger - Núcleo de Estudos Hidrológicos; e
Raimundo Alves de Lima Filho - Coordenação de Articulação e Comunicação/Assessoria Internacional.

**OS EFEITOS DAS
MUDANÇAS CLIMÁTICAS
SOBRE OS RECURSOS
HÍDRICOS: DESAFIOS PARA
A GESTÃO**

© Agência Nacional de Águas (ANA), 2010
Setor Policial, Área 5, Quadra 3, Blocos B, L, M e T.
CEP 70610-200, Brasília – DF
PABX: 61 2109-5400
<http://www.ana.gov.br>

EQUIPE EDITORIAL

Colaboradores

Joaquim Gondim, Ney Maranhão, Márcia Regina Silva Cerqueira Coimbra, Flávio Hadler Tröger, Ana Paula Fioreze, Brandina de Amorim

Preparador de Originais

Márcia Regina Silva Cerqueira Coimbra

Todos os direitos reservados.

É permitida a reprodução de dados e informações contidas nesta publicação, desde que citada a fonte.

SUMÁRIO

1. Introdução	7
2. Variabilidade Climática e Gestão de Recursos Hídricos.....	8
3. O Planejamento dos Recursos Hídricos	10
4. Rede Hidrológica de Monitoramento	12
5. Eventos Hidrológicos Críticos e Usos Múltiplos	13
6. Regulação do Uso dos Recursos Hídricos.....	15
7. Comunicação Social e Capacitação de Atores do Sistema de Gestão dos Recursos Hídricos	16
8. Conclusões e Sugestões.....	16

OS EFEITOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS: DESAFIOS PARA A GESTÃO

1. Introdução

A divulgação de notícias relativas a previsões de mudanças climáticas globais nas últimas décadas e a especulação dos possíveis impactos ambientais, sociais e econômicos sobre o planeta têm gerado grande apreensão na sociedade. As previsões dos modelos climáticos desenvolvidos por centros de pesquisa de diversos países, embora diverjam entre si quantitativamente, coincidem em apontar para um cenário socioeconômico de maior estresse e conflito, devido a mudanças na disponibilidade hídrica e na geografia agrícola mundial e à maior frequência de eventos climáticos críticos.

A incidência de eventos extremos, como os observados no primeiro semestre de 2010 nos estados de São Paulo, do Rio de Janeiro e, mais recentemente, da Bahia, de Pernambuco e de Alagoas, com graves conseqüências às populações, inclusive a perda de vidas humanas, são exemplos de fenômenos climáticos que reforçam a hipótese e aumentam a sensação de que algo está mudando no clima global.

Reflexo de sua crescente divulgação e da preocupação da sociedade, o tema mudanças climáticas vem permeando as discussões sobre a situação e o gerenciamento dos recursos hídricos no Brasil, conforme exemplificam as deliberações da III Conferência Nacional de Meio Ambiente, realizada em 2008.

Dos estudos científicos sobre mudanças climáticas empreendidos recentemente, boa parte sugere o aumento das concentrações de gases de efeito estufa originários de atividades antrópicas como a principal causa do aquecimento. Embora não haja unanimidade sobre esta questão, a maioria dos pesquisadores aparentemente concorda com a afirmação de que a temperatura global média tem aumentado. Dados apontam que, desde 1850, a temperatura de superfície média da Terra elevou-se 0,76°C, com uma acentuada contribuição registrada no último meio século¹.

É fato que o ciclo hidrológico está diretamente vinculado às mudanças de temperatura da atmosfera e ao balanço de radiação. Com o aquecimento da atmosfera, de acordo com o que sinalizam os modelos, esperam-se, entre outras conseqüências, mudanças nos padrões da precipitação (aumento da intensidade e da variabilidade da precipitação), o que poderá afetar significativamente a disponibilidade e a distribuição temporal da vazão nos rios. Em resumo: os eventos hidrológicos críticos, secas e enchentes, poderão tornar-se mais frequentes.

Identifica-se como um problema nesse processo, o fato de que os modelos climáticos utilizados hoje para representar o clima atual e futuro do globo ainda não têm a capacidade de representar de forma satisfatória as variações climáticas interanuais causadas por oscilações atmosféricas. Assim, para uma melhor avaliação de como o clima está evoluindo em termos espaciais e temporais no planeta, são necessários dados

¹ Fonte: Comisión Europea, 2008 - La Acción da la EU Contra el Cambio Climático – Adaptación al Cambio Climático. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales da las Comunidades Europeas.

relacionados ao fenômeno, com melhor qualidade e em quantidade adequada, bem como o estabelecimento de metodologias e escolha de indicadores que mostrem, com confiabilidade, a forma como ocorre a relação destes dados com as variações climáticas observadas e esperadas. Além disso, esses modelos não estão adaptados à escala de bacias hidrográficas, onde devem ser aplicados os instrumentos de gestão dos recursos hídricos.

Somadas aos impactos esperados no regime hidrológico, estão as prováveis mudanças na demanda de diversos setores usuários, que possivelmente aumentará acima do padrão previsto - consequência do crescimento populacional e desenvolvimento do país – como decorrência da elevação da temperatura e evapotranspiração, acarretando, entre outros, maior necessidade de irrigação, refrigeração e consumo humano em determinados períodos e regiões.

Todos esses aspectos trazem um elevado grau de incerteza na definição das ações a serem tomadas face aos impactos decorrentes das mudanças climáticas. A despeito dessas incertezas, cientistas, governos e a comunidade internacional de um modo geral propõem uma estratégia global para enfrentar o problema assumindo um duplo desafio. O primeiro desafio é reduzir as emissões globais, forçando uma transição rápida para uma economia mundial de baixo carbono, visando limitar o aquecimento global a não mais do que 2° C acima da temperatura pré-industrial, ponto a partir do qual se maximiza o risco de mudanças irreversíveis e seu potencial catastrófico para o meio ambiente¹. O segundo desafio é adaptar-se aos impactos atuais e futuros, ocasionados quer pela variabilidade natural do clima, quer pelas possíveis mudanças climáticas, a fim de minimizá-los.

2. Variabilidade Climática e Gestão de Recursos Hídricos

No tocante aos recursos hídricos, uma decorrência importante, em maior ou menor escala, da variabilidade natural do clima e/ou da mudança climática é a possível **aquisição de não-estacionariedade pelas séries hidrológicas**, que afeta o planejamento e a operação da infraestrutura hídrica para atendimento aos usos múltiplos, já que seu dimensionamento é realizado com base na premissa de que as estatísticas das séries observadas são representativas do futuro.

Observações recentes, entretanto, levam a reconhecer que os seguintes fatores também podem ser considerados como causas prováveis de séries não-estacionárias, todos associados a atividades humanas:

- alterações no uso do solo, como desmatamento e uso de diferentes práticas agrícolas;
- construção de reservatórios de diferentes portes a montante na bacia;
- inconsistências nos dados hidrológicos ao longo de muitos anos, seja por medida e/ou por alteração no leito do rio na seção de medição;
- retirada de água para usos consuntivos (irrigação, principalmente).

Destaca-se, dessa forma, a importância da realização de monitoramento sistemático em locais de referência, uma vez que atividades humanas e mudanças climáticas atuantes na escala da bacia hidrográfica podem produzir resultados similares nos elementos das séries hidrológicas observadas. Consequentemente, a obtenção de uma informação robusta que aponte mudanças nesses locais de referência - posições que, por definição, estão sujeitas à modificação antropogênica limitada - seria o meio preliminar de isolar essas duas vertentes dos impactos.

A perda de estacionariedade das séries pode impor alterações importantes em setores como o de geração de energia, navegação, irrigação, abastecimento de água, controle de inundação, dentre outros. No setor de energia, a vulnerabilidade é acentuada, devido à elevada participação de fontes renováveis na matriz energética brasileira, como a proveniente das hidrelétricas. Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL², o parque gerador hidrelétrico que compõe a matriz energética brasileira é hoje responsável por 73,74% da capacidade instalada de energia elétrica do País (incluindo a porção da produção paraguaia de Itaipu importada pelo Brasil).

A questão que se coloca para o País é como planejar a infraestrutura hídrica para o futuro, uma vez que as alterações das variáveis hidrológicas, com aumento de sua variância, poderão levar à necessidade de se projetar infraestruturas (reservatórios, canais, estações de bombeamento, etc.) maiores e mais onerosas.

Parte do cenário desejável para o futuro corresponde a uma situação em que a disponibilidade hídrica é maior que a demanda, válida para todas as bacias hidrográficas, aí evidentemente incluídos os aspectos quantitativos e qualitativos. Tudo indica, entretanto, que, ao longo do século XXI, a disponibilidade dos recursos hídricos diminuirá. Por esse motivo, a Agência Nacional de Águas (ANA) tem empenhado esforços para considerar os possíveis efeitos das mudanças do clima nos processos de tomada de decisão e planejamento hidrológico.

A proposta para enfrentar essa situação é aprender a conviver com a variabilidade natural do clima, incluindo seus extremos, como primeiro passo para adaptar-se às mudanças climáticas, admitindo-se um eventual aumento da frequência de fenômenos extremos.

Hoje, o Brasil enfrenta um déficit de adaptação à variabilidade hidrológica existente (natural e decorrente de interferências nas bacias hidrográficas) que deve ser enfrentado simultaneamente aos novos desafios representados pelas mudanças climáticas. Ou seja, o sistema de gerenciamento de recursos hídricos não se encontra plenamente adaptado às condições climáticas e hidrológicas atuais, carecendo, entre outros, de investimentos em monitoramento, modelagem, sistemas de alerta, infraestrutura de defesa e resposta a eventos extremos e fortalecimento institucional.

Considerando as incertezas em relação à taxa e à magnitude das mudanças climáticas futuras, a escassez de recursos e a existência de áreas deficitárias na gestão dos recursos hídricos, as políticas de adaptação prontamente identificáveis no país se enquadram no

² Fonte: www.aneel.gov.br. Matriz Energética Brasileira com dados atualizados em 12/02/2010.

que o Banco Mundial conceitua como políticas “sem arrependimento” (*no regrets*)³, que são aquelas dirigidas à solução de problemas associados à variabilidade climática existente enquanto, ao mesmo tempo, constroem capacidade adaptativa às futuras mudanças climáticas. Os benefícios das medidas “sem arrependimento” serão percebidos independentemente do grau de mudança climática. Por este motivo, estas podem ser iniciadas mesmo sem previsões precisas e definitivas.

Nesse sentido, a ANA organizou suas respostas adaptativas em cinco frentes de ação:

- nas atividades de **planejamento de recursos hídricos**;
- no **monitoramento hidrológico**;
- nas atividades de gestão de **usos múltiplos** da água, incluindo a mediação de conflitos, e no monitoramento, previsão e alerta de **eventos hidrológicos críticos**;
- na **regulação**, particularmente na análise e concessão de outorgas de uso da água e na indução da implantação do instrumento de cobrança pelo uso da água, contribuindo para seu uso racional; e
- na **comunicação social, capacitação de atores e fortalecimento das instituições do sistema de gestão dos recursos hídricos**.

3. O Planejamento dos Recursos Hídricos

Os Planos de Recursos Hídricos (PRHs) de bacias hidrográficas são instrumentos previstos na Lei 9.433 de 08 de janeiro de 1997 que diagnosticam a situação desses recursos naturais na bacia sob exame e prognosticam a evolução dos mesmos, segundo cenários de evolução da economia e do crescimento demográfico formulados, assim como propõem ações e intervenções (estruturais ou não estruturais) de acordo com as evidências emergentes do processo de diagnóstico e cenarização.

Desde 2009, a ANA introduziu na sua metodologia de elaboração de PRHs de bacias hidrográficas a simulação dos efeitos de mudanças climáticas sobre a disponibilidade hídrica dessas bacias em um dos cenários considerados, geralmente o crítico, caso essas venham a ter lugar como previsto por modelos climáticos. Um exemplo desse procedimento é o caso do Plano de Recursos Hídricos da Margem Direita do Amazonas (PRH-MDA) que cobre 7 bacias afluentes, no qual foi feita uma análise comparativa dos 15 modelos climáticos do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), adotando-se o valor médio dos resultados para o período 2010-2040.

Na parte dos PRHs dedicada às intervenções e investimentos propostos, os planos já em andamento (PIRH Doce, PRH Verde Grande) preveem a inserção de **programas** orientados para:

³ Mainstreaming Adaptation to Climate Change in Agriculture and Natural Resources Management Projects (World Bank, 2010).

- ampliação, adensamento, modernização e diversificação da rede de monitoramento hidrométrico;
- acompanhamento e avaliação das variações de mudanças hidrometeorológicas e impactos na cobertura vegetal;
- monitoramento, acompanhamento e avaliação de ações antrópicas com impacto sobre parâmetros do ciclo hidrológico;
- identificação de ações adaptativas e definição de limites hidrológicos de referência para sua implantação, com base no aprofundamento das análises de modelos climáticos e características físico-bióticas da bacia submetida a planejamento;
- revisões periódicas dos PRHs com a consideração dos resultados dos itens acima relacionados e das conclusões decorrentes.

Planos mais antigos deverão, quando de suas revisões, inserir a consideração das questões ligadas a mudanças climáticas globais, segundo o tratamento aqui delineado.

Neste ano inicia-se a primeira revisão do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Tratando-se de um Plano aprovado em 2006, este deverá passar, no que tange à análise do efeito de mudanças climáticas, por um tratamento similar ao aqui descrito para o caso de Planos que não apreciaram essa problemática.

Ainda sobre a temática de planejamento dos recursos hídricos, a série ATLAS merece menção especial. Trata-se de uma série de estudos que tem como objetivo promover o diagnóstico das condições atuais de oferta de água, no que se refere à quantidade e à qualidade, nas sedes municipais da sua área de abrangência permitindo-se, assim, identificar as principais alternativas técnicas de produção de água e de tratamento de esgotos, a estimativa dos custos associados e a definição de ações de gestão, que garantam o atendimento das demandas para abastecimento humano no horizonte de planejamento de 2025, preservando a segurança hídrica, a proteção de mananciais e a qualidade dos recursos hídricos nessas fontes de suprimento.

Até dezembro de 2009 foram lançados o “Atlas Nordeste”, cujos estudos abrangeram todas as sedes municipais localizadas nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia, além das sedes urbanas do estado de Minas Gerais situadas no Semiárido e áreas das bacias dos rios Pardo, Mucuri e Jequitinhonha, e das sedes com mais de 5.000 habitantes situadas no estado do Maranhão e na bacia do rio São Francisco, em Minas Gerais; o “Atlas Regiões Metropolitanas”, que abrangeu todas as cidades do Brasil situadas nas Regiões Metropolitanas e Regiões Integradas de Desenvolvimento, capitais de estados e cidades com população superior a 250.000 habitantes; e o “Atlas Sul”, no qual foram consideradas todas as sedes municipais localizadas nos estados de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul. Esses trabalhos estão disponíveis no site da ANA: www.ana.gov.br/atlas.

No final de 2009, a ANA contratou estudo complementar para os demais 2.602 municípios do País, não contemplados nos estudos já concluídos, denominado Atlas do

Abastecimento Urbano de Água – Complementação para o Brasil, que deverá ser apresentado até o final de 2010.

Numa outra linha de ação, os Relatórios de Conjuntura, editados pela ANA, sistematizam as informações sobre disponibilidade, demandas, fragilidades e características básicas da gestão existente dos recursos hídricos nos estados e bacias. Desse modo oferecem periodicamente uma radiografia e um balanço geral da situação dos recursos hídricos do País e incluem capítulos sobre anomalias e eventos extremos, representando um registro e uma base para estudo das transformações verificadas nas disponibilidades hídricas e na gestão das regiões hidrográficas nacionais.

4. Rede Hidrológica de Monitoramento

É ponto pacífico que dados hidrológicos confiáveis são fundamentais no planejamento e na gestão dos recursos hídricos, especialmente diante de um cenário de mudanças climáticas, porque podem apontar caminhos para a implementação de políticas públicas e para a alocação de programas e obras.

Informações como precipitação e vazão, por exemplo, são imprescindíveis para estimar a disponibilidade hídrica em uma bacia hidrográfica e a falta desses dados aumenta as incertezas nos cálculos e dificulta o processo de tomada de decisões e a aplicação dos recursos financeiros.

A importância da informação hidrológica é tanto maior quanto melhor retratar a realidade. Portanto, é fundamental que os estudos hidrológicos indiquem a real situação de disponibilidade e uso dos recursos hídricos nas bacias. Para isso, torna-se necessário a utilização de séries hidrológicas de boa qualidade, ou seja, séries representativas, consistentes e estacionárias, com longo período de dados.

Essas informações têm, ainda, o importante papel de subsidiar a adaptação e calibração dos modelos de mudanças climáticas para escalas mais detalhadas, possibilitando que seus resultados sejam inseridos com maior confiabilidade na aplicação dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos. Permitem, também, o monitoramento das mudanças climáticas.

A ANA, por meio do Programa de Modernização da Rede Hidrometeorológica Nacional, busca garantir a continuidade e a qualidade das informações hidrológicas levantadas em campo, minimizando as deficiências de observações, visando à obtenção de dados de melhor qualidade e com menos interrupções em suas séries hidrológicas, e de medições em locais de difícil acesso, melhorando, assim, a distribuição espacial das estações, além de diminuir o tempo entre a coleta dos dados e sua disponibilização para os usuários.

O referido Programa possibilitará a retomada de investimento nas ferramentas para o monitoramento hidrológico em âmbito nacional, fazendo face, assim, às demandas cada vez maiores de informações para atender às necessidades do gerenciamento de recursos

hídricos e aos investimentos em infraestrutura devidos ao desenvolvimento acelerado do País.

5. Eventos Hidrológicos Críticos e Usos Múltiplos

No Brasil, por suas características de geologia e de clima, aparecem como desastres naturais mais comuns as inundações, as secas e os deslizamentos de encostas, que estão fortemente relacionados à ocorrência de fenômenos climáticos, em especial aos denominados “eventos extremos”.

As inundações e as secas têm cada vez mais chamado a atenção da sociedade, uma vez que causam impactos econômicos e sociais importantes. O ano de 2009, particularmente, foi marcado pela significativa ocorrência de tais eventos e, conseqüentemente, vultosos danos e prejuízos têm repercutido no desenvolvimento nacional.

A região Amazônica, no norte do País, enfrentou uma cheia que superou, em algumas localidades, os máximos históricos registrados. Também, a região Nordeste enfrentou grandes enchentes, principalmente nos estados do Maranhão, Piauí, Ceará e Rio Grande do Norte.

Já a região Sul, em particular os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, enfrentou uma severa seca, prejudicando a produção agrícola, o abastecimento de água à população e, até mesmo, a geração de energia nas hidrelétricas da região.

Em 2010, a ocorrência de eventos extremos de grande intensidade já é amplamente noticiada, com destaque para as regiões sudeste e nordeste, onde chuvas duradouras e de grande intensidade provocaram enchentes e desencadearam inúmeros transtornos ambientais, causando grandes prejuízos econômicos e sociais, contabilizando centenas de mortos, milhares de desabrigados e cidades destruídas.

Em muitos casos, a exaustiva divulgação dos impactos das mudanças do clima tem levado, precipitadamente, à conclusão de que a origem e/ou intensificação desses eventos estão unicamente relacionadas às ditas mudanças. Cabe lembrar que, além do impacto provocado por uma possível modificação do clima, os recursos hídricos se veem afetados por outros fatores de pressão, tais como o aumento da demanda urbana, agrícola e hidrelétrica, a intensificação de certos processos de deterioração da qualidade da água e o incremento da intervenção humana.

No caso das inundações, sejam urbanas ou ribeirinhas, o impacto da modificação do uso do solo e a ocupação de áreas de inundação natural dos rios não têm tido sua parcela de responsabilidade considerada em relação a outros fatores. Desastres como deslizamentos e erosões, também estão fortemente ligados à degradação de áreas frágeis pela ação antrópica. Soma-se a essas questões, o fato de que a população global aumentou exponencialmente e concentrou-se em centros urbanos, o que torna a sociedade mais vulnerável. Ou seja, fenômenos de mesma intensidade, hoje fazem mais vítimas do que no passado.

A ANA realiza o acompanhamento de eventos hidrológicos críticos em bacias hidrográficas e sistemas de abastecimento prioritários do País, como é o caso das bacias dos rios São Francisco e Paraíba do Sul e do Sistema Cantareira, produzindo boletins mensais. Em casos de ocorrência de eventos hidrológicos críticos, tal monitoramento se intensifica de forma a embasar a decisão de curto prazo de sua Diretoria Colegiada.

Realiza também, diariamente, o monitoramento dos reservatórios do Sistema Interligado Nacional (SIN), que são aqueles destinados à produção de energia hidroelétrica no Brasil, verificando o cumprimento das condições de operação definidas e também atuando pontualmente onde se estabelecem conflitos de uso, identificando condições de iminente crise de desabastecimento ou situações de cheia e seca.

Essas atividades de acompanhamento das tendências hidrológicas em todo o território nacional, com a análise da evolução das chuvas, dos níveis e das vazões dos rios e reservatórios, da previsão do tempo e do clima, bem como a realização de simulações matemáticas que auxiliam na prevenção de eventos hidrológicos críticos são desenvolvidas pela Sala de Situação da Agência, inaugurada em novembro de 2009. Nesse contexto, projeta-se o desenvolvimento de modelos de previsão que possibilitarão o monitoramento e a avaliação em tempo real desses eventos hidrológicos críticos.

Atenção especial deve ser dada à região do Semiárido Brasileiro, que se caracteriza, naturalmente, como de alto potencial para evaporação da água, em função da enorme disponibilidade de energia solar e altas temperaturas. Aumentos de temperatura decorrentes do aquecimento global, independente do que possa vir a ocorrer com as chuvas, já seriam suficientes para causar maior evaporação dos lagos, açudes e reservatórios e maior demanda evaporativa das plantas.

Recentemente, esse tema foi abordado durante a Segunda Conferência Internacional: Clima, Sustentabilidade e Desenvolvimento em Regiões Semiáridas (ICID 2010), realizada em Fortaleza, cujos mais de 2000 participantes de várias partes do mundo manifestaram sua preocupação com os efeitos adversos das mudanças climáticas em terras secas, consideradas mais vulneráveis aos efeitos adversos das variações e mudanças climáticas e ao mesmo tempo menos capazes de lidar com esses efeitos, especialmente por concentrarem a maior população pobre do planeta. Nesse contexto, foi elaborada a Declaração de Fortaleza, na qual se identifica a necessidade de intervenções em busca do desenvolvimento sustentável nessas regiões por meio de ações integradas que promovam seu financiamento, o intercâmbio de conhecimento e informação, garantam a representação política em múltiplas escalas de seus povos, bem como a sua educação, com o objetivo de reduzir a vulnerabilidade e aumentar a resiliência local.

Outro impacto importante das possíveis mudanças no clima, colocado aqui como o aumento da intensidade e da frequência de eventos extremos, está ligado ao aumento do potencial erosivo da chuva e, conseqüentemente, da produção e carreamento de sedimentos aos rios. Neste caso, o uso de práticas de conservação do solo, definidas de acordo com o tipo de solo e outros fatores do meio, sejam estes naturais ou antrópicos, são imprescindíveis.

A ANA, em parceria com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e a Prefeitura Municipal de Janaúba/ MG, no ano de 2002, implementou o Programa “Captação de Águas Superficiais de Chuva em Barraginhas” na sub-bacia do rio Gortuba, importante afluente do rio Verde Grande, com o objetivo de melhorar o aproveitamento das águas de chuva e minimizar os impactos ambientais negativos, como a erosão e o assoreamento.

Algumas medidas mitigadoras relacionadas aos usos múltiplos da água e sua influência na redução das emissões de carbono e outros gases de efeito estufa referem-se ao incentivo à implantação de hidrovias e à geração de energia elétrica por meio de fontes renováveis, como as usinas hidroelétricas.

O investimento em hidrovias, além de ser positivo em vários outros aspectos, contribui com uma menor emissão de poluentes. Para um mesmo volume de carga, além do custo e do consumo de combustível serem menores em comparação com os modais ferroviário e rodoviário, a emissão de CO₂ (g/TKU) apresenta a seguinte correlação⁴: Rodoviário : Ferroviário : Hidroviário = 4,9 : 1,4 : 1.

Menos poluente que a geração de energia térmica, a hidreletricidade, apesar de corresponder a 73,74% da capacidade instalada de energia elétrica do País, deve cada vez mais buscar a sua integração com o setor hidroviário, garantindo, assim, dentre outros benefícios, um proveito maior na redução de emissão de gases de efeito estufa.

6. Regulação do Uso dos Recursos Hídricos

Dentro de um cenário de mudanças climáticas, com previsão de redução da disponibilidade hídrica em diversas regiões do planeta, a regulação no uso dos recursos hídricos, mais especificamente a aplicação deste tipo de instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos, se apresenta como uma das principais ações que propiciará o uso racional desses recursos, minimizando os potenciais conflitos esperados nessa nova realidade. A regulação consiste de um processo que se inicia com o cadastro de usuários dos recursos hídricos, passa pela outorga de direito de uso e, por fim, a cobrança. Esses instrumentos, especialmente o último, possuem o papel de incentivar o uso racional dos recursos hídricos e diminuir os conflitos entre usuários.

Para a efetiva regulação dos usos dos recursos hídricos, a Agência Nacional de Águas vem implementando o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CENARH), a outorga dos direitos de uso da água, a Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH), a fiscalização do uso dos recursos hídricos, a Declaração Anual de Uso de Recursos Hídricos, o Sistema de Controle de Balanço Hídrico (SCBH), o Certificado de Avaliação da Sustentabilidade de Obras Hídricas (CERTOH) e a cobrança pelo direito de uso dos recursos hídricos. Além desses instrumentos, em algumas bacias com conflitos, são estabelecidas regras para o uso da água, negociadas entre os órgãos gestores e usuários, denominadas Marcos Regulatórios.

⁴ Fonte: EHG – Porto de Ennschafen – Austria. In: <http://www.antaq.gov.br/Portal/pdf/palestras/ANTAQ2010Mar11DGFialhoXVIIIEncontrosobreoCorredorCentroNorteHidroviaParnaiba.pdf>

No que tange às outorgas de recursos hídricos, a preocupação com a não-estacionariedade das séries hidrológicas - inclusive como uma possível consequência advinda de mudanças climáticas - tem permeado algumas das análises realizadas na ANA, mais especificamente aquelas que apresentam prazos de maior duração, como as outorgas do setor elétrico.

Dessa forma, tem-se procurado identificar a ocorrência ou não de tendências em séries de vazões naturais, e se essas tendências são estatisticamente significativas. Tal verificação, por exemplo, foi realizada na análise do pedido de Declaração de Reserva de Disponibilidade Hídrica (DRDH) para a UHE Garibaldi, no rio Canoas (SC). Análises de estacionariedade também foram conduzidas para verificação de tendências nas séries de vazões das bacias dos rios Xingu e Tapajós que vêm sendo usadas como vazão de referência para pedidos de outorga naqueles rios.

7. Comunicação Social e Capacitação de Atores do Sistema de Gestão dos Recursos Hídricos

A ANA já realizou e tem programada a realização de cursos específicos para gestores técnicos, focalizando clima, eventos extremos e seus impactos sobre os recursos hídricos, nos quais são incluídos tópicos relacionados com previsões, consequências e adaptações a mudanças.

As iniciativas ligadas à comunicação social se encontram em planejamento, já sendo possível antecipar a produção de materiais orientativos, com ênfase, entre outras abordagens, em respostas e adaptações que possam ser empreendidas pelos diferentes atores das bacias hidrográficas, cuja veiculação poderia ter lugar através de projetos educativos que a Agência está estruturando.

Além disso, a ANA acompanha as atividades dos Comitês de Bacias Hidrográficas, e procura prestar informações aos diretores e membros dos organismos de bacia e debater o tema mudanças climáticas, situando-os sobre o nível de conhecimento existente, que mudanças podem acontecer e quais medidas de gestão podem ser recomendáveis.

8. Conclusões e Sugestões

É de amplo conhecimento que os recursos hídricos se constituem num fator primordial que condiciona o planejamento, a gestão e o desenvolvimento de outros setores no Brasil, dentre os quais se destacam a geração de energia elétrica, o saneamento, a indústria, a agricultura e o turismo. Assim, no caminho para uma adaptação às possíveis mudanças climáticas, devem-se intensificar as políticas que vão ao encontro do incremento da oferta e da gestão da demanda de água, potencializando os recursos não-convencionais (reúso, águas de precipitação, etc), o aproveitamento sustentável, a melhoria da eficiência e a racionalidade na destinação dos recursos hídricos. Nesse campo, há um longo caminho a ser percorrido, especialmente nos setores agrícola e de abastecimento público de água.

Em termos mais concretos, as ações de enfrentamento dos possíveis impactos das mudanças climáticas para diferentes casos, considerando todo o território nacional, estarão principalmente relacionadas às seguintes atividades:

- recuperar e consistir séries históricas de variáveis hidrológicas disponíveis em meio analógico, quando existentes;
- fortalecer e aprimorar o monitoramento hidrometeorológico para acompanhar o processo de mudança e detectar a ocorrência de eventos hidrológicos extremos em “tempo real”;
- apoiar o sistema de ciência e tecnologia para avançar na melhoria da previsibilidade dos modelos climáticos e no desenvolvimento de modelos hidroclimáticos para grandes bacias;
- incentivar práticas de conservação, de reúso, de reciclagem em processos industriais e de otimização do uso da água em todos os setores da economia;
- fortalecer e divulgar a importância do Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos para melhorar a conscientização da população e de setores usuários sobre a necessidade da gestão da água no nível da bacia hidrográfica (uso eficiente da água).

É importante salientar que, na área de recursos hídricos, particularmente em relação às regiões semiáridas e com maior frequência de eventos críticos, a análise de risco deve ser considerada como um instrumento de gestão, de forma a facilitar a previsão, o convívio e a mitigação dos riscos climáticos, além daqueles próprios do aproveitamento, uso e gerenciamento da água, em todas as suas formas e matizes.

Há aqui o entendimento de que o desenvolvimento sustentável, nas diversas áreas impactadas por alterações do clima, pode reduzir a vulnerabilidade a essas alterações, aumentando a capacidade de adaptação.

Assim, a adoção de medidas, no setor de recursos hídricos, que contribuam para a adaptação às mudanças climáticas é necessária e urgente, levando-se em conta o princípio da precaução e sua inserção num processo de planejamento, organização, esforço e eficiência, que resultará em grandes benefícios a médio e longo prazo.

Ações e medidas que propiciem uma melhor adaptação às mudanças do clima poderão compor uma estratégia ou um plano de ação para eventos extremos, nos níveis estadual e municipal, tais como:

- a regulamentação e a fiscalização do uso do solo urbano (tanto parcelamento, como mapeamento de áreas inadequadas para habitação) e agrícola;
- o uso, em larga escala, de técnicas compensatórias para controle da drenagem urbana e inclusão dessas nas regulações municipais;
- o zoneamento e a regulamentação do uso da planície de inundação, em áreas vulneráveis;
- sistemas de alerta para eventos hidrometeorológicos críticos;

- a implementação da Política Nacional de Segurança de Barragens;
- a ampliação e a melhoria do monitoramento das variáveis hidrometeorológicas e a atualização das curvas I-D-F (intensidade – duração – frequência), utilizadas para o dimensionamento da infraestrutura relacionada à drenagem urbana;
- o incentivo a programas de ações interativas, entre os governos e as comunidades locais, para melhorias das condições de segurança de encostas suscetíveis a deslizamentos; e
- o incentivo a programas que envolvem práticas conservacionistas nas áreas rurais e urbanas.

Em função da grande incerteza que permeia a temática de mudanças climáticas e a insuficiência de conhecimento sobre esse assunto, sugere-se, ainda, o incentivo e fomento a pesquisas, por meio de parcerias com universidades, fundos setoriais (ex.: CT-Hidro) e outras entidades. Dentro dos temas relacionados à melhor compreensão dos processos de mudanças climáticas e sua interação com a água, destacam-se:

- não-estacionariedade de séries hidrológicas;
- novas tecnologias de monitoramento hidrológico;
- uso racional da água e técnicas de reúso de águas servidas;
- estudo de cultivos agrícolas e desenvolvimento de variedades mais tolerantes à seca;
- sistemas de previsão e alerta para eventos extremos;
- desenvolvimento de modelos climáticos e hidro-climáticos;
- eficiência e conservação de infraestruturas hídricas;
- variabilidade da disponibilidade hídrica, em termos quantitativos e qualitativos;
- variação da resposta hidrológica em função de alterações no uso e ocupação do solo em bacias hidrográficas de diferentes escalas;
- gestão de usos múltiplos e de conflitos;
- integração e complementaridade de fontes renováveis de energia com hidroeletricidade;
- monitoramento e modelos de previsão de emissões de gases de efeito estufa em reservatórios artificiais;
- previsão, tipificação e regionalização de vulnerabilidades;
- medidas de adaptação e mitigação.

Finalmente, o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos - SINGREH deverá contar com órgãos gestores bem aparelhados e com corpo técnico qualificado para enfrentar o desafio da gestão dos recursos hídricos frente aos fenômenos climáticos que impactam as atividades humanas e o meio ambiente.

