

IV-248 – GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS EM FACE AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS: PROPOSIÇÕES PARA O BRASIL A LUZ DA EXPERIÊNCIA DA UNIÃO EUROPEIA

Lilian Bechara Elabras Veiga ⁽¹⁾

Professora e Pesquisadora do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Rio de Janeiro – IFRJ. Arquiteta pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (APIT/COPPE/UFRJ). Mestre em Administração pela *Johns Hopkins University* – (JHU – USA). Doutora em Planejamento Energético pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ).

Marcelo Motta Veiga ⁽²⁾

Pesquisador e Professor da Escola Nacional de Saúde Pública (ENSP/FIOCRUZ). Ph.D. Doutor em Engenharia de Produção pela *George Washington University (GWU)*. M.Sc. em Engenharia de Produção pela Coordenação de Programas de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ). Engenheiro Mecânico pela Pontifícia Universidade Católica (PUC). Administrador pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Economista pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

Endereço ⁽¹⁾: Rua Senador Furtado, 121/125 – Rio de Janeiro, RJ - CEP: 20270-021- Brasil - Telefone: 55-21-99364-5528 - e-mail: lilian.veiga@ifrj.edu.br.

RESUMO

A mudança do clima é uma realidade que vem sendo vivenciada por diversos países. Mesmo que em diferentes escalas e magnitudes, representa uma ameaça ao sistema natural e antrópico, resultando em transformações ambientais, econômicas, políticas e sociais. Neste contexto, os efeitos derivados das mudanças climáticas (MC), vêm sendo motivo de preocupação, sendo o setor de recursos hídricos (RH) um dos mais impactados. Para o Brasil, já existe evidência científica que a mudança do clima poderá afetar a disponibilidade hídrica. A resposta dos recursos hídricos às mudanças climáticas é variável de acordo com as especificidades de cada bacia hidrográfica. Regulamentações e planos para a adaptação visando minimizar os efeitos adversos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos são necessários, e de fato, já vêm sendo desenvolvidos por alguns países ou grupos de países, a exemplo da União Europeia. No Brasil, em 2011, a revisão do Plano Nacional de Recursos Hídricos, menciona pela primeira vez, o tema MC no processo de planejamento dos RH. Com base no acima exposto, o presente artigo tem por objetivo apresentar e analisar as regulamentações e estratégias específicas para recursos hídricos, mudanças climáticas e adaptação desenvolvidas e implementadas pela União Europeia, visando apresentar algumas proposições para o Brasil. A UE foi selecionada ter desenvolvido regulamentações específicas para a adaptação para diversos setores, dentre os quais o setor de recursos hídricos.

PALAVRAS-CHAVE: Recursos Hídricos, Mudanças Climáticas, Adaptação, Brasil, União Europeia.

INTRODUÇÃO

A mudança do clima é uma realidade que vem sendo vivenciada por diversos países. Mesmo que em diferentes escalas e magnitudes, representa uma ameaça ao sistema natural e antrópico, resultando em transformações ambientais, econômicas, políticas e sociais. Em um cenário de clima mais quente, existe uma alta probabilidade de que ondas de calor se tornem mais intensas, enquanto que eventos de frio extremo se tornem mais escassos.

Neste contexto, de aquecimento global, os modelos climáticos indicam uma intensificação do ciclo hidrológico, o que resultaria em um aumento na frequência e magnitude de eventos climáticos extremos, e consequentemente severos danos aos ecossistemas naturais e à sociedade humana. Os principais impactos das MC sobre o ciclo hidrológico seriam: aumento da precipitação em regiões tropicais, diminuição nos subtrópicos, inundações, desertificação, redução da produção agrícola, déficit hídrico, elevação do nível do mar, perda de biodiversidade, mudanças nos padrões de chuvas (Parry et al. 2007). Neste sentido, o Painel

Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2014) indicou que os países em desenvolvimento estão entre os mais vulneráveis às MC, visto terem historicamente menor resiliência e menor capacidade de adaptação.

Os efeitos derivados das MC vêm sendo motivo de preocupação, sendo o setor de recursos hídricos (RH) um dos mais impactados. De fato, vários estudos apontam que o processo de mudança do clima poderá ter efeitos diretos e/ou indiretos sobre os RH (Parry et al, 2007, Bates, 2008, Marengo, 2007, Tundisi, 20008, Marengo, 2010). Assim, para tentar minimizar estes efeitos diversos países e grupos de países – Estados Unidos, Austrália, a União Europeia e seus estados membros, desenvolveram e vem desenvolvendo estratégias e planos específicos para a adaptação dos RH.

Para o Brasil, já existe evidência científica que a mudança do clima poderá afetar a disponibilidade hídrica, o que de fato já vem ocorrendo. Segundo Salati et al (2007), será atingido pelos efeitos adversos das MC, visto ter uma economia fortemente dependente dos RH e ligada ao clima, a exemplo da agricultura e da geração de energia. A resposta dos recursos hídricos às mudanças climáticas é variável de acordo com as especificidades de cada bacia hidrográfica.

Regulamentações e planos para a adaptação visando minimizar os efeitos adversos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos são necessários, e de fato, já vêm sendo desenvolvidos por alguns países ou grupos de países, a exemplo da União Europeia. No Brasil, em 2011, a revisão do Plano Nacional de Recursos Hídricos, menciona pela primeira vez, o tema MC no processo de planejamento dos RH. Com base no acima exposto, o presente artigo tem por objetivo apresentar as regulamentações e estratégias específicas para recursos hídricos, mudanças climáticas e adaptação desenvolvidas e implementadas pela União Europeia, visando apresentar algumas proposições para o Brasil. A UE foi selecionada ter desenvolvido regulamentações específicas para a adaptação para diversos setores, dentre os quais o setor de RH.

Neste contexto, este artigo apresenta inicialmente, com base em estudos internacionais e nacionais, os impactos das MC sobre os RH, demonstrando assim a situação atual e as tendências observadas. Ao nível nacional, apresenta-se em um primeiro momento a Lei 9.433/1997, que instituiu a Política Nacional e Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGRH) e a Lei nº 12.187/2009, que instituiu a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). Identifica-se a seguir, a luz da PNRH e da PNMC se e como a questão das MC vem sendo incorporada no planejamento dos RH no país. No que tange a União Europeia, apresenta-se como se dá a gestão de recursos hídricos a luz da *Water Framework Directive (Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, WFD)*. A seguir, são apresentadas as regulamentações e estratégias específicas para RH, MC e adaptação desenvolvidas e implementadas pela União Europeia. Finalmente, a luz da experiência internacional, apresenta-se algumas sugestões para o Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do presente artigo científico foram realizadas consultas a instituições de pesquisa internacionais e nacionais, livros, artigos científicos, relatórios de pesquisa sobre o tema, além de realizadas buscas a bancos de dados de órgãos oficiais, cabendo destacar dentre outros: Ministério do Meio Ambiente, Agência Nacional de Águas, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, *Intergovernmental Panel on Climate Change*, *Commission of the European Communities*, *European Climate Adaptation Platform*, dentre outros.

IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NOS RECURSOS HÍDRICOS

Uma forte preocupação com relação aos impactos das MC é a disponibilidade presente e futura de água seja para consumo, seja para a manutenção do equilíbrio de ecossistemas. A água é indispensável para qualquer forma de vida e é necessária para quase todas as atividades humanas (Bates et al. 2008). A disponibilidade quantitativa e qualitativa dos RH esta associada à diversos setores econômicos, fazendo com que eventuais alterações climáticas possam exacerbar pressões antrópicas, já existentes sobre o uso sustentável da água (Bates et al., 2008).

Apesar de vários estudos já terem sido desenvolvidos, ainda não se tem um quadro preciso sobre os possíveis impactos da mudança climática sobre os recursos hídricos. As incertezas ainda persistem, representando por vezes obstáculos à implementação de ações de mitigação e de adaptação. Neste sentido, a identificação dos impactos potenciais das MC nos RH se faz necessário para poderemos avaliar qual o grau com que os RH são susceptíveis ou incapazes de lidar com os efeitos adversos das MC (IPCC, AR5, 2014). Ao identificarmos os possíveis impactos das MC nos RH, podemos verificar o grau de susceptibilidade e a capacidade ou incapacidade dos RH lidarem com as MC, ou seja, a vulnerabilidade dos RH as MC.

Um estudo desenvolvido foi por Parry et al (2007) apresentou alguns resultados sobre os impactos previstos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos nas diversas regiões do planeta, conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1: Impactos das MC nos RH por Região

Região	Possíveis Impactos das Mudanças Climáticas nos Recursos Hídricos
África	Até 2020, entre 75 e 250 milhões de pessoas devem ser expostas a escassez de água. A escassez de água associada ao aumento da demanda, deve afetar adversamente os meios de subsistência. A África o continente mais vulnerável à variabilidade do clima por causa de múltiplas tensões, da alta vulnerabilidade e da baixa capacidade de adaptação.
Ásia	O derretimento das geleiras no Himalaia deve aumentar as inundações e avalanches. A disponibilidade de água doce no centro, sul, leste e sudeste da Ásia, especialmente em grandes bacias fluviais, deve diminuir (crescimento da população, aumento na demanda), podendo afetar adversamente mais de um bilhão de pessoas até 2050.
Austrália e Nova Zelândia	Os problemas de segurança da água devem se intensificar até 2030 no sul e leste da Austrália e em Northland e algumas regiões ao leste da Nova Zelândia em consequência da redução da precipitação e aumento da evaporação.
Europa	Impactos das mudanças do clima: retração de geleiras, períodos de cultivo mais longos, deslocamento na distribuição de espécies, impactos na saúde resultantes das ondas de calor. No sul da Europa, uma região já vulnerável à variabilidade climática, a mudança do clima deve piorar as condições (altas temperaturas e seca), reduzindo a disponibilidade de água, o potencial de geração hidrelétrica, o turismo no verão e, em geral, a produtividade agrícola.
América Latina	O aumento de temperatura deve resultar na substituição gradual da floresta tropical por savana no leste da Amazônia. As mudanças nos padrões de precipitação e o desaparecimento das geleiras devem afetar de forma significativa a disponibilidade de água para o consumo humano, a agricultura e a geração de energia.
América do Norte	O aumento de temperatura deve resultar a redução da camada de neve, inundações no inverno e uma redução dos fluxos dos rios no verão, exacerbando a competição pelos recursos hídricos.
Regiões Polares	Reduções na espessura e extensão das geleiras e mudanças nos ecossistemas naturais com efeitos deletérios em muitos organismos, inclusive sobre os pássaros migratórios, mamíferos e predadores.
Pequenas Ilhas	Redução da disponibilidade de água até que se tornem insuficientes para atender a demanda durante os períodos de pouca chuva.

Fonte: Parry et al, 2007

No Brasil, algumas regiões do país estão sendo impactadas pelas MC de forma intensa. De fato, em 2014, o relatório do IPCC (2014) e, anteriormente, o Relatório de Clima do INPE (Marengo, 2007) apresentaram evidências relativas a MC que podem afetar significativamente a disponibilidade hídrica em muitas regiões do Brasil, com impactos nas chuvas e nos extremos hidro meteorológicos até o final do Século XXI.

Segundo Marengo et al (2010), o Brasil é vulnerável à variabilidade climática, o que pode ser demonstrado pelas secas e desertificação que vem ocorrendo no Nordeste e de forma oposta as chuvas intensas que vêm ocorrendo nos estados do Sul e do Sudeste, o que têm gerado perdas econômicas da ordem de centenas de milhões de reais, centenas de mortos e dezenas de milhares de desabrigados. Assim, é fato que o Brasil é vulnerável às MC, especialmente no que se refere aos extremos climáticos. Nesse contexto, os riscos e impactos derivados das MC sobre os RH vêm sendo motivo de preocupação no meio científico e governamental.

De fato, conforme afirmou Tundisi (2008), “Alterações climáticas terão papel relevante no ciclo hidrológico e na quantidade e qualidade da água. Essas alterações podem promover inúmeras mudanças na disponibilidade e na qualidade da água e na saúde da população humana”. Segundo o mesmo autor, a intensidade desta mudança varia de acordo com as especificidades locais, visto que as bacias hidrográficas possuem características peculiares, e, portanto irão responder de forma distinta as alterações climáticas. A Tabela 2 apresenta alguns dos impactos climáticos previstos para os RH no Brasil.

Tabela 2: MC: impactos nos RH

Impactos decorrentes das MC sobre os recursos hídricos	
Pressões	Impactos
Temperaturas mais elevadas, aumento da evaporação, o aumento da precipitação e mudanças nos padrões de circulação dos ventos. Alterações na quantidade dos recursos hídricos.	Demanda por água tende a aumentar enquanto a disponibilidade hídrica tende a diminuir, principalmente nas regiões de baixas latitudes, como é caso do semiárido brasileiro. Vazões mais baixas e temperaturas da água mais elevadas resultem em intensificação dos efeitos da poluição nos corpos hídricos, reduzindo qualidade da água com impactos na agricultura, geração de energia, abastecimento público, recreação, e outros setores.
Alteração da temperatura atmosférica e oceânica	Mudança na distribuição espacial e temporal dos índices de evaporação e de umidade no ar, potencializando os eventos hidrológicos críticos, como chuvas intensas em determinadas regiões e secas prolongadas em áreas já castigadas pela escassez hídrica.
Ocorrência de chuvas mais intensas	Elevação do nível dos rios e o alagamento das várzeas, provocando enchentes. Em áreas urbanas, a elevada impermeabilização do solo dificulta a absorção de água, potencializando as situações de inundação bem como de deslizamentos de encostas.
Estiagens/secas mais prolongadas	Situações de risco de colapso no abastecimento de água em várias regiões urbanas adensadas, inclusive nas metrópoles.
Elevação do nível do mar em áreas urbanas costeiras	Intrusão de água salina nos lençóis subterrâneos que abastecem parte das cidades litorâneas do país.

Fonte: elaboração própria com base em Ambrizzi et al. (2007) e Marengo (2007, 2010)

Conforme observado na tabela 2, a variabilidade na disponibilidade hídrica terá efeitos negativos sobre a população, sobre os ecossistemas e ainda, sobre os diversos setores econômicos. Assim, conforme afirmado por Marengo et al (2010) os impactos das MCs sobre os RHs não podem ser tratados de forma isolada, visto que tais mudanças poderão exacerbar e acentuar os problemas de escassez quantitativa e qualitativa já existentes em muitas bacias hidrográficas. Assim, ações devem ser adotadas, o que requer uma abordagem institucional ao nível local, regional, nacional.

GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO BRASIL

O Brasil aprovou em 1997, a Lei 9.433, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos de Água (SINGRH). Várias mudanças foram introduzidas pela Lei. A Lei definiu a bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e gestão dos recursos hídricos, reforçando o conceito trazido em 1988, pela CF, de que a água é um bem de domínio público. A Lei também define que a água é um bem escasso, dotado de valor econômico, reconhecendo os usos múltiplos da água e os direitos dos múltiplos usuários.

A Lei estabeleceu novos instrumentos de gestão necessários a operacionalizar as ações de gestão integrada dos RH, quais sejam: plano de recursos hídricos, enquadramento dos corpos de água em classes, outorga de direito de uso, cobrança pelo uso e o sistema de informação sobre recursos hídricos (ver Elabras Veiga, 2010 e Elabras-Veiga & Magrini, 2013). Dentre os instrumentos supracitados, o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PINRH), aprovado em 2006, teve sua primeira revisão aprovada em 2011. Tal revisão apresenta 22 ações prioritárias para os próximos quatro anos. Dentre estas ações, cabe destacar a de número 12 - “Definição de diretrizes para a introdução do tema das MC nos planos de RH”, onde, pela primeira vez o tema MC é considerado no processo de planejamento dos RH.

Ao nível institucional, a Lei no 9.433/97 estabeleceu um novo arranjo institucional, o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SINGRH), que pressupõe formas compartilhadas de gestão das águas. No âmbito da estrutura organizacional do SINGRH, dois organismos devem ser destacados, pois representam uma inovação no sistema de gestão: os comitês de bacia hidrográfica (CBH) e as agências de água (AA). De fato, como destacam diversos autores (Barraqué 2001, Guimarães & Magrini, 2007) os CBHs, considerados “parlamentos de águas”, são referência de novas práticas de gestão em diversos países, cada qual com suas especificidades e têm um papel fundamental na negociação de conflitos e gestão compartilhada, participativa e descentralizada dos recursos hídricos. As AAs, por sua vez constituem o braço executivo do sistema de gestão e foram pensados inicialmente para atuar ao nível das bacias. A partir da Lei 9.433/1997 diversos desdobramentos regulatórios foram implementados no Brasil, alguns destes implicaram em modificações no modelo original preconizado pela Lei, contribuindo para a consolidação da reforma institucional do setor de recursos hídricos brasileiro (Ver e Elabras-Veiga, 2010 e Elabras-Veiga & Magrini, 2013).

A Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC, editada em 2009, através da Lei nº 12.187, representa um importante avanço para o Brasil no que tange a questão das mudanças climáticas. Além de amparar a posição brasileira nas discussões internacionais sobre combate ao aquecimento global, a PNMC é um marco legal para a regulação das ações de mitigação e adaptação.

Dentre os objetivos da PNMC, cabe destacar a necessidade de implementação de medidas para promover a adaptação à mudança do clima no âmbito das três esferas da Federação. Dentre as diretrizes de ação destaca-se: a necessidade de se adotar medidas de adaptação para reduzir os efeitos adversos da MC e a vulnerabilidade dos sistemas ambiental, social e econômico; o desenvolvimento de estratégias integradas de mitigação e adaptação à mudança do clima nos âmbitos local, regional e nacional, identificar vulnerabilidades e a adoção de medidas adequadas de adaptação. Percebe-se que a necessidade de se adotar medidas de adaptação esta expressa seja nos objetivos, seja nas diretrizes da PNMC.

A PNMC define como um de seus instrumentos o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PINMC), composto por planejamentos de mitigação e de adaptação. No que tange a temática recursos hídricos, o PINMC (2008), que esta em fase final de atualização, pouco toca nessa temática. O Plano apontou apenas para a necessidade de estudos e pesquisa para levantamento de impactos da MC sobre a disponibilidade hídrica e para a necessidade de monitoramento e previsão quanto à ocorrência de eventos hidrológicos extremos (Elabras-Veiga, 2010).

A referida Lei determina ainda a edição de um decreto que estabeleça planos setoriais de mitigação e de adaptação às MCs, relacionados a diferentes setores da economia, quais sejam: geração e distribuição de energia elétrica, transporte público urbano e sistemas modais de transporte interestadual de cargas e passageiros, indústria de transformação, indústria de bens de consumo duráveis, indústrias químicas fina e de base, indústria de papel e celulose, mineração, indústria da construção civil, serviços de saúde e agropecuária.

Cabe ainda mencionar que a Lei 12.187/2009 não determina a elaboração de um Plano Nacional de Adaptação (PNA), mas existem disposições da Lei e depois do Decreto 7.390/10, que mencionam planos setoriais de mitigação e adaptação a MC e a necessidade de implementação de medidas de adaptação. Neste sentido, cabe mencionar em esta em elaboração, desde 2013, com previsão de término em 2015, o Plano Nacional de Adaptação a Mudança do Clima (PNA). O Plano vem sendo elaborado no âmbito do Grupo de Trabalho em Adaptação (GT), sob coordenação do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). O GT esta estruturado em redes temáticas, dentre as quais, recursos hídricos, sob coordenação da Agência Nacional de Água (ANA).

PNRH E PNMC: INTERFACES ENTRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E RECURSOS HÍDRICOS

Conforme observado nos itens anteriores, é fato que a água esta intrinsecamente ligada ao clima e que as MC afetam potencialmente os RH e consequentemente as atividades que dela dependem - abastecimento público (eventos de seca e cheia), setores produtivos (agricultura, pecuária e indústria), produção de energia, manutenção da cobertura florestal e revitalização de bacias para a proteção dos ecossistemas. Considerando a - PNRH e a PNMC, considerando ser fato que as MC resultam em efeitos adversos sobre os RH, considerando

que ambas as políticas definiram instrumentos de gestão, como poderá se dar uma possível interface entre estes temas, tão intrinsecamente correlacionados? Uma possível resposta esta nos respectivos planos de gestão.

O PINRH aprovado em 2006, através da Resolução CNRH nº 58, aborda o tema mudanças climáticas, ao mencionar a necessidade de ampliar, mediante estudos e pesquisa, o entendimento da relação entre a dinâmica da disponibilidade hídrica e o comportamento climático. Em 2010, os planos de bacia hidrográfica começam a introduzir, a simulação dos efeitos das variações climáticas na disponibilidade hídrica, a exemplo do Plano Estratégico de Recursos Hídricos dos Afluentes da Margem Direita do Rio Amazonas – MDA e do Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba. Em 2011, a Resolução CNRH nº 135 aprovou a primeira revisão do PINRH - “PNRH: Prioridades 2012-2015”. O Plano revisto apresenta como uma de suas 22 ações prioritárias - “Definição de diretrizes para a introdução do tema das MC nos planos de RH”, onde, pela primeira vez o tema MC é considerado no planejamento dos RH.

Por outro lado, o PINMC, tem por foco as medidas de redução de emissões de GEE, pouco tocando na temática dos recursos hídricos. O Plano apontou apenas para a necessidade de estudos e pesquisa para levantamento de impactos da MC sobre a disponibilidade hídrica e para a necessidade de monitoramento e previsão quanto a ocorrência de eventos hidrológicos extremos (ANA, 2012). Com base na análise efetuada, observa-se que a lei 12.187/2009 esta centrada primordialmente em medidas mitigadoras de redução dos GEE, com pouca ou nenhuma referência explícita à água.

ADAPTAÇÃO DOS RH EM FACE AS MC: O MODELO DA UNIÃO EUROPEIA

A *Water Framework Directive (Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council, WFD)* constituiu para os países membros da União Europeia, um marco regulador na gestão dos recursos hídricos no que tange à gestão das águas superficiais, transnacionais, costeiras e subterrâneas (ver Elabras-Veiga, 2010). A bacia hidrográfica é definida como a unidade territorial para o planejamento e gestão dos recursos hídricos, devendo cada país membro dividir o seu território em regiões hidrográficas. Ao nível institucional, a Diretiva estabelece que cada país deva definir uma Autoridade Nacional responsável por desenvolver e implementar Planos de Bacia Hidrográfica. Os princípios segundo os quais a Diretiva é pautada são: o estabelecimento de planos de gestão para cada bacia, a adoção de instrumentos econômicos e o estímulo à participação do público como parte do processo de planejamento da bacia (WFD, 2000).

Na Europa, o aumento da temperatura, a alteração nos níveis de precipitação, o aumento do nível do mar e os eventos climáticos extremos são alguns dos impactos que vêm sendo atribuídas as MC. As regiões mais vulneráveis do continente europeu são o sul, a região do Mediterrâneo, os Alpes e as zonas costeiras (Parry et al., 2007). Neste contexto, a União Europeia vem adotando uma política de integração entre os estados membros, tendo por objetivo a transição para uma economia verde, de baixo carbono. Assim, em 2000, a Comissão Europeia instituiu o Programa Europeu de Mudanças Climáticas (*European Climate Change Programme, ECCP*), um conjunto de iniciativas visando reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEE). Dentre as iniciativas adotadas cabe destacar o Esquema de Comércio de Emissões, implementado em 2005, instrumento de mercado que busca reduzir as emissões de GEE, de forma custo eficiente, a partir do comércio de licenças de emissão de carbono.

A União Europeia também vem buscando, através de regulamentações setoriais, integrar a questão das MC, mais especificamente, a adaptação às políticas públicas em vigor, assim como a novas políticas públicas (para mais informações ver Elabras-Veiga, 2014). A adaptação às mudanças climáticas vem sendo desenvolvida a nível nacional e da UE. Neste sentido algumas regulamentações, específicas a questão da adaptação as MC foram instituídos, dentre as quais, destaca-se:

1. Diretiva para Avaliação e Gestão de Riscos de Enchentes (*Flood Risk assessment and Management Directive; 2007/60/EC*).
2. Comunicação sobre Escassez de Água e Seca (*Commission Communication on Water Scarcity and Droughts*, COM (2007) 414)
3. Livro Branco: Adaptação às Mudanças Climáticas: um quadro de ação europeu (*White Paper Adapting to climate change: Towards a European framework for action*, COM(2009) 147)

4. Livro Branco: Adaptação às MC: Adaptação às MC: desafios para a agricultura e áreas rurais (*White Paper Adapting to climate change: Adapting to climate change: the challenge for European agriculture and rural areas*, SEC (2009a)417)
5. Livro Branco: Adaptação às MC: Impactos das MC na saúde do Homem, Animais e Plantas (*White Paper Adapting to climate change: Towards a European framework for action: Human, Animal and Plant Health Impacts of Climate Change* SEC(2009b)416)
6. Livro Branco: Adaptação às MC: MC e Questões de Água, Costeiras e Marinhas (*White Paper: Adapting to climate change: Towards a European framework for action: Climate Change and Water, Coasts and Marine Issues* (SEC(2009c) 386)
7. Documento Diretriz 24, Estratégia Comum de Implementação da WFD, Gestão dos Recursos Hídricos em um Clima em Mudança (*Guidance Document N° 24, Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive - WFD, River basin management in a changing climate, technical report 2009-040d*)

O Livro Branco sobre Adaptação às MC (2009) propõe um quadro para a adaptação, definindo diretrizes necessárias ao desenvolvimento da estratégia para a adaptação. O regulamento apresenta como desafios: identificar e mensurar os impactos das MC e identificar vulnerabilidades locais. A partir destes dois desafios, estabelece diretrizes para o desenvolvimento de uma estratégia de adaptação ao nível da EU. Essa estratégia é composta por quatro pilares principais:

1. Construir de uma base sólida sobre os impactos e demais consequências das MC.
2. Integrar a adaptação às políticas setoriais – reduzir, ao longo prazo a vulnerabilidade de setores como: agricultura, florestas, biodiversidade, pesca, energia, transportes, água e saúde.
3. Adotar uma combinação de instrumentos políticos, de gestão e de mercado para assegurar a eficácia da adaptação.
4. Avançar os esforços de cooperação em matéria de adaptação - muitos países vêm sendo vítimas dos impactos das MC, aumentar a resiliência e a capacidade de adaptação destes países.

Conforme disposto no Livro Branco (EU, 2009), a adaptação é um processo de longo prazo, contínuo, que exige a cooperação entre as partes. O sucesso da adaptação não depende apenas de regulamentações, mas principalmente da integração e articulação da adaptação com outras políticas públicas.

Ainda em 2009, foi publicado o documento específico para o setor de recursos hídricos: Artigo Branco sobre Adaptação às MC: MC e Questões de Água, Costeiras e Marinhas (EU, 2009c). O regulamento afirma que a adaptação deve estar inserida nas políticas públicas. Dentre tais políticas, o documento destaca a WFD, afirmando que as MC, mais especificamente a adaptação deve estar integrada ao plano de bacia hidrográfica (para mais informações ver Elabras-Veiga, 2014). Assim, a CE determinou que os planos de bacia hidrográfica fossem revistos tendo em vista a inserção as MC e adaptação.

Neste contexto, como parte das ações definidas no Livro Branco, a UE adotou, em dezembro de 2009, o regulamento Diretriz 24, Estratégia Comum de Implementação da WFD, Gestão dos Recursos Hídricos em um Clima em Mudança. Esse regulamento tem por objetivo orientar os países sobre como inserir a variável MC, impactos e adaptação no planejamento dos recursos hídricos. De forma mais específica o guia apresenta como estes devem ser inseridos no segundo e terceiro ciclo dos planos de bacias hidrográficas, que deverão ser submetidos a EU pelos estados membros respectivamente em 2015 e em 2021. Os planos deverão conter os cenários climáticos para a respectiva bacia, as ações de adaptação e como serão implementadas.

O regulamento (EU, 2009d) sugere algumas ferramentas para definir os impactos das MC nos RH - Prudence, Ensembles, Stardex, Cecilia. Outros aspectos tais como a conscientização da comunidade, capacitação de pessoal, articulação e cooperação entre atores e setores, devem ser considerados na construção da capacidade de adaptação. Não se pode esquecer a consulta pública, que contribui para a conscientização comunitária para a questão das MC e sobre o uso sustentável dos recursos hídricos e também para a troca de conhecimento entre os diversos setores usuários da bacia. O regulamento (EU, 2009d) menciona que a adaptação não deve se contrapor as medidas necessárias a implementação dos objetivos e princípios da WFD (2000), sugerindo ainda, algumas ações para a adaptação, conforme apresentado na tabela 3.

Cabe mencionar, que as regulamentações supra citadas foram desenvolvidas pela Comunidade Europeia, devendo ser adotadas por todos os países membros.

Em Março de 2012 a EU lançou a Plataforma Europeia para a Adaptação Climática (<http://climate-adapt.eea.europa.eu/>). Esta plataforma incorpora informações sobre medidas de adaptação na UE, assim como alguns instrumentos de apoio às políticas climáticas.

Tabela 3: Adaptação com efeitos positivos na implementação da WFD (2000)

Ações de Adaptação que podem interagir positivamente com a WFD	
Enchentes	Barreiras de proteção (diques e barragens) Aumento da capacidade de retenção (construção de canais artificiais, aumento da capacidade de transporte e de retenção das várzeas) Sistemas de previsão e de alerta Proteção contra enchentes urbanas (drenagem urbana, infiltração do solo).
Escassez de Recursos Hídricos e Seca	Gestão da demanda (cobrança pelo uso da água, conservação e uso eficiente da água pelos setores usuários, redução de perdas, sensibilização da comunidade) Gestão da oferta (reuso de água, dessalinização, água em cascata, construção de reservatórios). Planos de gestão de seca.
Medidas de Adaptação Setoriais	Planejamento setorial. Agricultura (redução na demanda e uso eficiente da água, mudança das técnicas de irrigação, redução do uso de fertilizantes e agrotóxicos). Gestão integrada dos recursos hídricos: os impactos das mudanças climáticas sobre a oferta e demanda de água devem ser considerados nos planos de bacia. Energia (localização das usinas hidrelétricas, avaliação do impacto das mudanças climáticas na geração hidrelétrica e na segurança das barragens). Navegação (profundidade dos rios em época de seca, iniciativas de retenção de água, considerar espécies aquáticas, habitats, sedimentos, dragagem).

Fonte: EU, 2009

Em Abril de 2013 foi publicada a Estratégia da UE para a adaptação às mudanças climáticas. A Estratégia tem por objetivo aumentar a preparação e a capacidade de resposta aos impactos das MC aos níveis local, regional, nacional e da UE. O documento aponta como um dos maiores desafios da adaptação as MC a coordenação e coerência entre os vários níveis de planejamento e gestão e entre as políticas públicas setoriais (para mais informações ver Elabras-Veiga, 2014).

Apesar de esta em um nível avançado em relação a adaptação, a EU ainda enfrenta algumas dificuldades, que cabem ser mencionadas: carência de recursos financeiros e humanos, incertezas quanto as MC, responsabilidades indefinidas, ausência de comprometimento político, carência de dados, conflitos de valores e interesses (Santos, 2014).

CONCLUSÕES

O presente artigo apresentou que existe evidência científica que as MC já vem afetando potencialmente os RH, e consequentemente os ecossistemas e os setores que dele dependem - em particular, produção e segurança alimentar, abastecimento público e saneamento, energia e indústria, saúde e a sustentabilidade ambiental. Porém, ainda existem incertezas sobre a magnitude e abrangência dos possíveis impactos da MC na distribuição espacial e temporal dos RH. Tal fato não pode ser utilizado para evitar ações imediatas sejam implementadas.

No Brasil, mais recentemente, a exemplo do que vem ocorrendo em outros países e grupos de países, onde a adaptação é tema central nas discussões de clima, o tema vem ganhado destaque. A adaptação requer que os RH sejam considerados nos planos e estratégias de adaptação às MC, devendo ser integrada à PNRH, mais especificamente ao PINRH. Neste sentido, a revisão do PINRH, concluída em 2011, aponta dentre suas

diretrizes, a necessidade de internalizar as MC no processo de planejamento dos RH e também para a necessidade de articulação da PNRH com outras políticas setoriais.

Assim, a luz das regulamentações e diretrizes que vêm sendo desenvolvidas pela União Europeia, especificamente relativas aos recursos hídricos, às MC e à adaptação, apresenta-se algumas sugestões que podem contribuir para o PNA, em desenvolvimento no Brasil:

- As MC, impactos e adaptação devem fazer parte do planejamento da bacia hidrográfica, sendo assim, devem estar previstos nos planos de RH, seja ao nível nacional, estadual e especificamente no plano de bacia.
- A vulnerabilidade dos RH não depende apenas da mudança do clima, mas também da trajetória do desenvolvimento. O desenvolvimento de forma sustentável poderá contribuir para a redução da vulnerabilidade, aumento da resiliência e consequente aumento da capacidade de adaptação.
- Maior operacionalização dos instrumentos previstos na PNRH, principalmente nas regiões menos antropizadas do país, e articulação com instrumentos previstos em outras políticas setoriais brasileiras como o saneamento básico, uso do solo, resíduos, energia e irrigação.
- As ações de adaptação devem ser implementadas ao nível local respeitando as particularidades de cada bacia hidrográfica, envolvendo os atores da bacia.
- A criação de um Fundo Estadual de RH e MC. Tal Fundo teria por objetivo contribuir para implementação de ações ao nível da bacia: definição das áreas de maior vulnerabilidade, magnitude e abrangência dos impactos, ações de prevenção, mitigação e planos de adaptação. Estas ações contariam com a participação da comunidade da bacia e dos respectivos Comitês de Bacia.
- A estratégia para a adaptação deve ser desenvolvida com base em evidências: conhecimento científico, pesquisa, monitoramento, experiência da comunidade.
- Inserção da adaptação na agenda das agências de pesquisa e fomento, contribuindo para a produção de conhecimento no tema MC, RH e adaptação.

Para se construir a capacidade de adaptação de um país, além do conhecimento científico, é necessária a construção de parcerias, integração entre políticas públicas, capacitação dos atores, sensibilização da comunidade, cooperação/parcerias entre os atores e setores econômicos, recursos financeiros e tecnológicos. Ignorar as MC já em curso é sinônimo de prejuízos, sejam ambientais, econômicos e sociais. É mais barato antecipar-se do que arcar com os prejuízos posteriores. O quanto antes as vulnerabilidades forem identificadas e a adaptação definida e implementada, menores serão as perdas.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFRJ que contribui para o desenvolvimento da presente pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMBRIZZI, T., ROCHA, R., MARENGO, J., PISNITCHENKO, A.I., ALVES, L. & FERNANDEZ, J.P. Cenários regionalizados de clima no Brasil para o Século XXI: projeções de clima usando três modelos regionais. Relatório 3. Ministério do Meio Ambiente- MMA. Brasília. 2007.
2. BARRAQUE B. Les Agences de l'eau françaises : un modele pour le Bresil?. IV Diálogo Interamericano de Gerenciamento de Águas. Rede Interamericana de Recursos Hídricos. Brazil. 2001.
3. BATES, B.C., Z.W.; KUNDZEWICZ, S.; WU, J.P. PALUTIKOF, E. Climate Change and Water. Technical Paper of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva, 210 pp. 2008.
4. BRASIL. Legislação Brasileira. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>
5. ECAP, EUROPEAN CLIMATE ADAPTATION PLATFORM, disponível em: <http://climate-adapt.eea.europa.eu/>. Acesso: 03/2015.
6. ELABRAS-VEIGA, L. B. Dez anos da Lei nº. 9.433 de 1997: atual estágio de implementação. Relatório de Pesquisa. FAPERJ, RJ, Brasil. 2010.

7. ELABRAS VEIGA, L B, MAGRINI, A The Brazilian Water Resources Management Policy: Fifteen Years of Success and Challenges. *Water Resource Management*, 27:2287-2302, DOI 10.1007/s11269-013-0288-1. 2013.
8. ELABRAS VEIGA, L.B. Iniciativas e Políticas relativas à Adaptação e Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos devido as Mudanças Climáticas: uma análise para o Estado do Rio de Janeiro. Relatório de Pesquisa. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Fundação de Amparo a Pesquisa no Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ). 2014.
9. EU, COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, disponível em: <http://ec.europa.eu/> Acesso: 03/2015
10. GUIMARÃES L, MAGRINI A. A Proposal of Indicators for Sustainable Development in the Management of River Basins. *Water Resource Management*, 22:1191–1202, DOI 10.1007/s11269-007-9220-x. 2007.
11. IPCC. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp. 2014.
12. MARENGO, J.A. “Mudanças Climáticas Globais e seus Efeitos sobre a Biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI”, Ministério do Meio Ambiente, 2a edição. 2007
13. MARENGO, J, TOMASELLA, J, NOBRE, C. Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos. Capítulo 12, (pp-200-215). Em Bicudo, C.E.M., Tundisi, J.G. & Scheuenstuhl, M.C.B. Águas do Brasil: análises estratégicas. São Paulo: Instituto de Botânica. 222 p. 2010.
14. PARRY, M.L., O.F. CANZIANI, J.P. PALUTIKOF, ET AL. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC, Cambridge University Press, Cambridge, UK. 2007.
15. SALATI, E., CAMPANHOL, T., VILLA NOVA, N. “Tendências das Variações Climáticas para o Brasil no Século XX e Balanços Hídricos para Cenários Climáticos para o Século XXI”. Relatório 4, Ministério do Meio Ambiente. Brasília. 2007.
16. SANTOS, F.D., (2014) “Opções Metodológicas para Identificação da Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas no Brasil Mapeamento de Experiências Relevantes na União Europeia para Identificação da Vulnerabilidade e Indicadores Relacionados”. CCIAM – Centre for Climate Change Impacts, Adaptation and Modelling. Universidade de Lisboa. 2014.
17. TUNDISI, J. G., (2008). Recursos hídricos no futuro: Problemas e soluções. *Estudos Avançados*, ISSN 0103-4014, v. 22 no. 63. São Paulo. 2008.
18. WATER FRAMEWORK DIRECTIVE (WFD), European Commission Environment, 2000, Disponível em: <http://ec.europa.eu/environment/water/>. Acesso março 2015.