

**PKS**

PUBLIC  
KNOWLEDGE  
PROJECT

**REVISTA DE GEOGRAFIA  
(RECIFE)**

<http://www.revista.ufpe.br/revistageografia>

**OJS**

OPEN  
JOURNAL  
SYSTEMS

## **USOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL: CONSIDERAÇÕES ACERCA DA ESCASSEZ DE ÁGUA, INUNDAÇÕES E ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NO TRECHO FLUMINENSE**

*Cintia de Andrade Corrêa<sup>1</sup>, Alexander Josef Tobias da Costa<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Doutoranda e mestre em Geografia (UERJ). E-mail: [cintiageouf@uol.com.br](mailto:cintiageouf@uol.com.br)

<sup>2</sup>Professor Adjunto do departamento de geografia física e do Programa de Pós-graduação em Geografia (UERJ) e Doutor em Ambiente e Sociedade (UNICAMP). Email: [ajcostageo@gmail.com](mailto:ajcostageo@gmail.com)

*Artigo recebido em 12/01/2016 e aceito em 07/06/2016*

### **RESUMO**

Desastres naturais como inundações e movimentos de massa são os danos mais comuns em bacias urbanas no Brasil. Na Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul - BHRPS, uma das mais urbanizadas e industrializadas do país, outro fenômeno, vem sendo disseminado: a escassez de água. Discutir usos da Terra na BHRPS e reflexos na escassez de água como mudanças no referencial de determinação de Áreas de Preservação Permanente de faixa marginal, do rio principal, são os objetivos deste trabalho. Para tanto, utiliza-se estudos sobre as tendências hidrológicas desde 1920, o Código Florestal brasileiro de 2012, inventário de vazão e de empreendimentos hidrelétricos e resultados de trabalhos de campo realizados no trecho fluminense da bacia. Por fim, conclui-se que com o uso 'urbano' da Terra, as inundações refletem no aumento da vazão em períodos úmidos/ chuvosos e a escassez de água, resulta na alteração do referencial das APPs/ FMPs.

**Palavras-chave:** Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul; Uso da Terra; Escassez; APP de faixa marginal de curso d'água.

## **USES IN THE PARAÍBA DO SUL RIVER WATERSHED: CONSIDERATIONS ABOUT WATER SCARCITY, FLOODS AND PERMANENT PRESERVATION AREA ON THE RIO AREA**

### **ABSTRACT**

Natural disasters such as floods and mass movements are the most common damage in urban basins in Brazil. In the basin of the river Paraíba do Sul - BHRPS, one of the most urbanized and industrialized country, another phenomenon has been widespread: water scarcity. Discuss Land uses in BHRPS and reflections on water scarcity as changes in the reference determination Permanent Preservation Areas of marginal strip, the main river, are the objectives of this work. Therefore, we use studies on hydrological trends since 1920, the Brazilian Forest Code of 2012, inventory flow and hydroelectric projects and results of field work carried out in Rio de Janeiro section of the basin. Finally, it was concluded that with the 'urban' use of land, floods reflected in increased flow in humid / rainy season and water scarcity results in changing the framework of PPAs / FMPs.

**Keywords:** Hydrographic Basin of the Paraíba do Sul; Land Use; Scarcity; PPAs marginal range watercourse.

## **INTRODUÇÃO**

As inundações e os “escorregamentos ou deslizamentos” são os tipos de desastres naturais mais frequentes e que causam mais danos à Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - BHRPS (AGEVAP, 2013, p.9). A vulnerabilidade a desastres naturais resulta da interação entre três condições básicas: as condições climáticas, a suscetibilidade natural determinada pelo relevo e as condições inadequadas de uso da Terra.

No entanto, nos últimos anos, outros desastres, seja de cunho natural ou antrópico, vêm tomando outras proporções quando se refere ao Paraíba do Sul. É evidenciada pelos veículos de comunicação a percepção da população da bacia quanto à diminuição das águas do Paraíba do Sul (CORRÊA, 2012; 2014). Este mesmo rio, cujas diversas inundações os jornais de circulação local e regional noticiaram há décadas, atualmente, vêm sendo utilizados quase que naturalmente os termos seca e escassez de água.

A Política Nacional de Recursos Hídricos cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (Lei 9.433/1997) (BRASIL, 1997) e os Comitês e Agências de Bacias são inseridos justamente para intermediar esses conflitos dos múltiplos usos da água e para implementar a política nacional de recursos hídricos em bacias brasileiras.

Atualmente, por sua importância no cenário nacional, pelos conflitos enfrentados pela BHRPS devido a questões envolvendo “a água” em quantidade para abastecimento, as atividades de uso da bacia (seja por uso urbano, agrícola ou industrial), as transposições realizadas para abastecimento ou as obras para regularização das inundações do Paraíba do Sul, torna-se aqui indispensável o propósito de discutir como os diversos usos na bacia alteraram de forma significativa o volume/vazão de água do rio Paraíba do Sul, como também fazer algumas observações relativas aos termos escassez de água, inundações e áreas de Preservação Permanente de Faixa Marginal de curso d’água (FMP).

Desta maneira, objetiva-se discutir desastres naturais como inundações e escassez de água que ocorrem na bacia e como esta dinâmica altera sensivelmente o referencial, o leito regular marginal (Lei 12.651/2012, BRASIL, 2012) ou o leito de vazante (CHRISTOFOLETTI, 2002), para determinação de APP/ FMP. O objetivo geral é discutir a controversa ocorrência de inundações e escassez de água na BHRPS e sua influência na dinâmica do leito regular que é usado como referencial para a determinação de APP/ FMP baseando na literatura disponível como os trabalhos de campo realizados no trecho fluminense da bacia.

Colocam-se como objetivos específicos: a) Correlacionar atividades na bacia que têm reflexo no volume de água no leito do rio. b) Discutir inundações e escassez de água na bacia

do Paraíba do Sul. c) Discutir a alteração do leito regular de faixas marginais de curso d'água como reflexo no referencial de determinação de APP/ FMP.

## **ÁREA DE ESTUDO**

Para melhor compreensão do objeto de pesquisa, optou-se por um grande sistema hidrográfico que abriga uma das áreas mais industrializadas do país. A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - BHRPS - ocupa uma área de 55.500 km<sup>2</sup>, abrange o Vale do Paraíba Paulista (13.900 km<sup>2</sup>), a Zona da Mata Mineira (20.700 km<sup>2</sup>) e quase metade do Estado do Rio de Janeiro (20.900 km<sup>2</sup>). Apesar da pequena expressão territorial, representa 0,7% do território brasileiro e 6% da região sudeste. É responsável por cerca de 10% do PIB nacional, abastecendo, com suas águas, paulistas, fluminenses e mineiros, além dos cerca de nove milhões de habitantes da região metropolitana do Rio de Janeiro, beneficiados com a transposição diária para o rio Guandu (MACHADO, 2012, p.22).

A BHRPS (Figura 1) é limitada ao norte pelas bacias dos rios Grande e Doce e pelas Serras da Mantiqueira, Caparaó e Santo Eduardo. A Nordeste, a bacia do rio Itabapoana estabelece o limite da bacia. Ao Sul, o limite é formado pela Serra dos Órgãos e pelos trechos paulista e fluminense da Serra do Mar. À Oeste, pela bacia do rio Tietê, da qual é separada por meio de diversas ramificações dos maciços da Serra do Mar e da Serra da Mantiqueira.

O rio Paraíba do Sul é formado pela união dos rios Paraibuna e Paraitinga, na Serra da Bocaina, no Estado de São Paulo, a 1.800 m de altitude, e o seu comprimento, calculado a partir da nascente do Paraitinga até o seu deságue no norte fluminense, no município de São João da Barra é de mais de 1.100 km. Os principais afluentes da margem esquerda são: Paraibuna, Jaguari, Pirapetinga, Pomba e Muriaé. Os principais afluentes da margem direita são: Una, Bananal, Piraí, Piabanha e Dois Rios (CEIVAP, 2015) (Figura 1).

No trecho fluminense, conforme o CEIVAP (2015), o rio Paraíba percorre 37 municípios, numa extensão de 500 quilômetros, praticamente quase a metade do território do Estado.

## **REVISÃO DE CONCEITOS IMPORTANTES**

Para o presente trabalho, alguns conceitos se colocam importantes e alguns indispensáveis à temática. Estes são colocados a seguir.

### **Rios, Canais, Fisiografia Fluvial e Bacias Hidrográficas**

Segundo Cunha e Guerra (2010, p.219), “rios podem ser definidos como amplo corpo d’água em movimento confinado em um canal”. Os rios possuem maior volume de água e drenam a maior vazão de uma bacia hidrográfica. São responsáveis pelo transporte de sedimentos. Devido ao seu volume, podem ser rios principais que, muitas vezes, nomeiam bacias hidrográficas ou rios secundários ou terciários, classificados a partir de uma hierarquia. Estes ainda podem ser perenes (que drenam água o ano inteiro), intermitentes (que drenam água durante uma estação do ano ou um curto período) ou efêmeros (que drenam água durante ou imediatamente após a ocorrência de uma precipitação). Canais fluviais são usados, muitas vezes, para indicar o tronco principal do sistema de drenagem, podendo apresentar diferentes padrões de drenagem em função do escoamento ou da geometria (CUNHA e GUERRA, 2010, p.221).

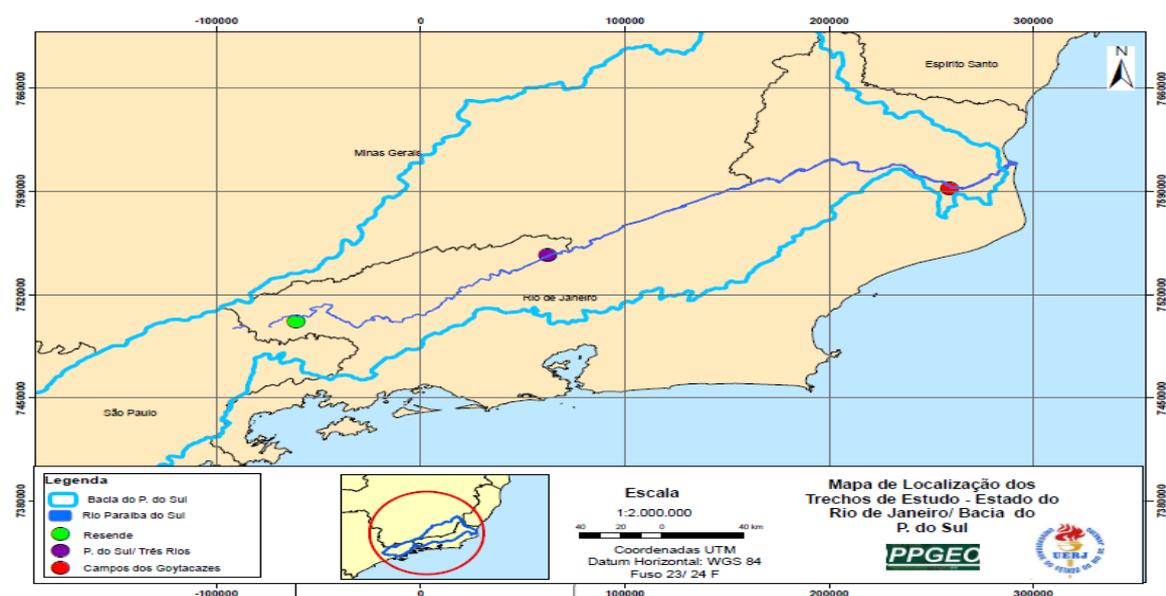


Figura 1- Visualização das áreas de estudo na BHRPS. nFonte: Organizado pelos autores. Legenda: Resende, P. do Sul/ Três Rios e Campos dos Goytacazes, referem-se a localização dos trabalhos de campo.

A Bacia Hidrográfica é uma área fisiográfica drenada por um curso ou vários cursos de água conectados, que convergem direta ou indiretamente para um leito ou espelho de água. Também pode ser caracterizada como uma determinada área do terreno que drena a água, partículas de solo e material dissolvido para um ponto de saída comum, situado ao longo de um córrego, rio, riacho ou ribeirão (DUNNE e LEOPOLD, 1978 apud MACHADO, 2012, p.23). Além da conceituação da bacia hidrográfica, pode-se considerar também como definição bacia de drenagem, bacia de contribuição, bacia fluvial ou bacia de recepção.

Para a definição de uma área de planejamento ambiental, a bacia hidrográfica, categoria de análise do planejamento, uma unidade funcional e de aceitação universal trabalha como um sistema (SANTOS, 2004, p.40). Como a região está conectada às feições da bacia, ao uso intenso de retirada de vegetação, o planejamento é como uma solução aos conflitos que possam ocorrer entre as metas de conservação ambiental e o planejamento tecnológico e, como lógica do meio, fundamenta-se na integração.

Para o presente estudo é considerado o termo bacia de drenagem, pois este termo considera a nomenclatura drenagem associado aos escoamentos, como também às infiltrações, convergindo para um ponto comum. Segundo Botelho e Silva (2007, p.155), a bacia de drenagem é reconhecida como unidade territorial na geografia física desde o fim dos anos de 1960. O uso desta entidade natural veio a possibilitar um conhecimento integrado dos aspectos físicos de uma dada região, considerando principalmente os recursos hídricos e como tais aspectos são interdependentes. Botelho e Silva (2007, p.154) enquadram a visão de que todos os processos físicos dentro de uma bacia se interagem, podendo justificar o diagnóstico e o estudo dos componentes de uma bacia como ferramenta para a avaliação da qualidade ambiental:

(...) ao distinguirmos o estado dos elementos que compõem o sistema hidrológico e os processos a eles relacionados (infiltração, escoamento, erosão, assoreamento, inundação, contaminação etc.), somos capazes de avaliar o equilíbrio do sistema [hídrico].

A bacia hidrográfica foi eleita como unidade territorial de gestão, com a criação, em 1978, do Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH), que tinha a incumbência de efetuar a classificação dos cursos d'água da União, bem como de realizar o estudo integrado e o acompanhamento da utilização dos recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios federais, conforme Portaria Interministerial Nº 90, dos Ministérios das Minas e Energia e Interior, de 29/03/1978 (MACHADO, 2012, p.25).

Já a Fisiografia Fluvial, ou Vale Fluvial, considera os tipos distintos de leitos. Segundo Cunha (2011), o leito fluvial corresponde ao espaço ocupado pelo escoamento das águas e pode assumir a seguinte classificação: leito menor, leito de vazante, leito maior e leito maior excepcional (Figura 2).

- Leito menor: corresponde à parte do canal ocupada pelas águas cuja frequência impede o crescimento da vegetação. Este leito possui margens bem-definidas.

- Leito de vazante: equivale à parte do canal ocupada durante o escoamento das águas de vazante. Suas águas divagam dentro do leito menor seguindo o talvegue, linha de máxima profundidade ao longo do leito e que é melhor identificada na seção transversal do canal.
- Leito maior: também denominado Leito Maior Periódico ou Sazonal, é ocupado pelas águas do rio regularmente e, pelo menos uma vez ao ano, durante as cheias. Dependendo do tempo ocorrido entre as subidas das águas, é possível haver a fixação e o crescimento da vegetação herbácea.
- Leito maior excepcional: é ocupado durante as grandes cheias, no decorrer das enchentes. A frequência do escoamento das águas neste tipo de leito obedece a intervalos irregulares, que podem se estender a algumas dezenas de anos.

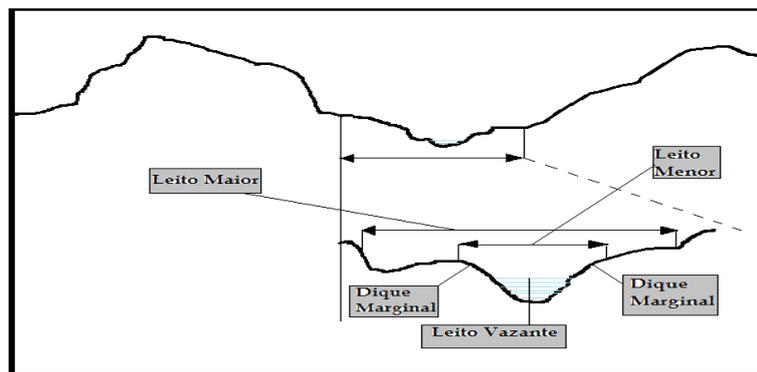


Figura 2- Tipos distintos de leito. Fonte: Adaptado de Christofolletti (2002)

### Enchentes, Inundações e Alagamentos

A “inundação representa o transbordamento das águas de um curso d’água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea”. As enchentes ou cheias são definidas pela elevação do nível d’água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem extravasar (MIN. CIDADES/IPT, 2007, p.42), como demonstrado pela Figura 3.



Figura 3- Diferença entre enchente, inundação e situação normal do canal. Fonte: TOMINAGA *et al.* (2009, p. 41)

As inundações e as enchentes são eventos naturais que ocorrem com periodicidade nos cursos de água, devido às chuvas fortes e rápidas ou às chuvas de longa duração (AMARAL & RIBEIRO, 2012 apud PEDRO & NUNES, 2012, p.84). Enchentes, inundações e alagamentos podem provocar uma série de impactos no ambiente urbano, principalmente pela forma de ocupação do relevo, que impermeabiliza e retifica as vertentes, bem como os fundos de vale (TUCCI, 1993, p.23). Segundo Pedro & Nunes (2012, p.82), os eventos naturais são acelerados e intensificados pela intervenção antrópica, seja devido à impermeabilização da superfície e à ocupação da planície de inundação, o que aumenta o escoamento superficial e acelera o processo de enchente e inundação, ou devido à ineficiência da drenagem urbana, o que pode resultar em alagamentos. Inundações e enchentes são problemas geoambientais, derivados de fenômenos ou perigos naturais de caráter hidrometeorológico ou hidrológico, ou seja, aqueles de natureza atmosférica, hidrológica ou oceanográfica (ISDR, 2002 apud SOUZA, 2004, p.232). Souza (2004, p.232) conceitua enchente como um evento causado pelo transbordamento de canais fluviais, estuarinos, lagunares ou de marés sobre terrenos naturais da planície costeira (fluxos de alta velocidade – zona de passagem da onda cheia), onde não existem ou são raros os usos e as ocupações antrópicas. Para o Ministério das Cidades (2007, p.88), as principais causas das inundações se devem ao regime torrencial dos cursos de água junto às cabeceiras, pontos de estrangulamento e ângulos de confluência alterados pela ocupação inadequada.

Quanto à inundação, ela é causada por transbordamento de canais fluviais, estuarinos, lagunares ou de maré sobre terrenos com ocupação antrópica (fluxos de alta velocidade – zona de passagem da onda cheia) (ISDR, 2002 apud SOUZA, 2004, p.232). Ela representa o transbordamento das águas atingindo a planície de inundação. Tucci (1993, p.15) aponta ainda que as enchentes em áreas urbanas são consequência de dois processos, que ocorrem isoladamente ou de forma integrada: o primeiro, enchentes em áreas ribeirinhas, aquelas que atingem a população de baixa renda que ocupa os leitos de rios por falta de planejamento do uso da Terra, e enchentes devido à urbanização, que são provocadas pelo próprio processo de urbanização, como a impermeabilização do solo.

Souza (2004) define alagamento como aquele que “ocorre em áreas distantes dos canais, em terrenos com ocupação antrópica e baixo coeficiente de escoamento superficial (fluxo de baixa velocidade)” (ISDR, 2002 apud SOUZA, 2004, p.232). Os alagamentos provocados essencialmente pela sociedade, juntamente com as inundações, são um dos processos que mais têm provocado impactos no ambiente urbano (TEODORO & NUNES, 2010 apud PEDRO & NUNES, 2012, p.86).

Já Pedro e Nunes (2012, p.87) afirmam que alagamentos e enchentes são processos desencadeados pelas formas de apropriação e ocupação do relevo e da maneira como o espaço urbano é produzido. Por fim, a partir deste conceito, Costa (org.) (2000, p.146) enfatiza que é necessário reavaliar práticas e conceitos até então adotados, de forma que novas medidas venham a compor o elenco de ações para a amenização das enchentes e seus prejuízos.

### **Área de Preservação Permanente (APP)**

Com o objetivo geral de proteger tanto o ambiente quanto os recursos naturais existentes em propriedades urbanas e/ou rurais, a legislação brasileira instituiu diversos espaços especialmente protegidos, com características bastante específicas. Foi o caso das chamadas Áreas de Preservação Permanente (APPs), instituídas pelo Código Florestal Brasileiro (CFB), Lei Federal Nº 4.771, de 15/09/1965, com a função de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, de proteger o solo e de assegurar o bem-estar das populações humanas (texto incluído pelo artigo 1º, § 2º, II, da Medida Provisória Nº 2.166-67, de 24/08/2001).

Durante o longo tempo que precedeu a reformulação do CFB, as APPs tornaram-se o centro de um acalorado debate, que colocou em lados opostos ruralistas e ambientalistas. Como citado por Machado (2012, p.102), muitos consideram o antigo CFB rígido e limitante às atividades agrícolas, especialmente por acreditarem ser muito extensa a área de proteção destinada às margens dos cursos d'água, às nascentes e aos locais de acentuada declividade. Por isso, o discurso era de que o antigo código inviabilizava o uso agrícola das terras para os pequenos proprietários, embora quem mais tenha se dedicado às suas alterações tenham sido os grandes latifundiários.

Alguns entendiam que sua flexibilização era necessária, especialmente para favorecer a ocupação de áreas com declividades médias elevadas e onde as APPs se tornavam muito restritivas. Mas foi exatamente para disciplinar e limitar a ocupação dessas áreas que elas foram instituídas. Sua função, dentre outras, é resguardar não somente os recursos naturais, mas a própria sociedade, na medida em que tenta impedi-la de habitar locais de grande vulnerabilidade.

De acordo com o artigo 3º, inciso II, da Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que estabeleceu o novo CFB (que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa), as Áreas de Preservação Permanente são definidas como aquelas “(...) cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica,

a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”. Na Figura 4 estão ilustradas as principais modalidades de Áreas de Preservação Permanente, conforme disposto pela Lei 12.651/2012, que substituiu o antigo CFB (Lei Federal nº 4.771/1965).

Dentre as alterações instituídas pela nova legislação destacam-se as mudanças relacionadas às APPs que protegem as matas ciliares e aquelas localizadas no terço final das elevações. Para a delimitação das APPs de matas ciliares, de acordo com a Lei 12.651/2012, a referência passou a ser o leito regular do rio, enquanto na lei revogada, 4.771/1965, a referência para a delimitação era o seu nível mais alto de inundação. As APPs de topo de morros passaram a ser delimitadas pela cota do ponto de sela, como disposto no Artigo 4º, inciso IX do novo código. Nos termos do Novo CFB, as Áreas de Preservação Permanente são definidas no seu artigo 4º, como apresentado a seguir.

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
- e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

- a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
- b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento, observado o disposto nos §§ 1º e 2º;

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros; (Inciso com redação dada pela Medida Provisória nº 571, de 25/5/2012)

V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45º, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;

VI - as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

VII - os manguezais, em toda a sua extensão;

VIII - as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

IX - no topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25º, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;

X - as áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;

XI - em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do limite do espaço brejoso e encharcado. (Inciso com redação dada pela Medida Provisória nº 571, de 25/5/2012) § 1º Não se aplica o previsto no inciso III nos casos em que os reservatórios artificiais de água não decorram de barramento ou represamento de cursos d'água.



Figura 4 - Demonstração de APPs com base no CFB, Lei 12651/2012. Legenda: Categorias de APP: mata ciliar, nascentes, topos de morros. Fonte: Adaptado pelos autores.

Skorupa (2003, p.32) define a importância da preservação destas áreas para os aspectos físicos e para a preservação da vegetação nativa, pontuando os principais benefícios e explicando a finalidade de se manter tais áreas:

(...) Em encostas acentuadas, a vegetação promovendo a estabilidade do solo pelo emaranhado de raízes das plantas, evitando sua perda por erosão e protegendo as partes mais baixas do terreno, como as estradas e os cursos d'água; - Na área agrícola, evitando ou estabilizando os processos erosivos; ventos nas áreas de cultivo; - Nas áreas de nascentes, a vegetação atuando como um amortecedor das chuvas, evitando o seu impacto direto sobre o solo e a sua paulatina compactação. Permite, pois, juntamente com toda a massa de raízes das plantas, que o solo permaneça poroso e capaz de absorver a água das chuvas, alimentando os lençóis freáticos; por sua vez, evita que o escoamento superficial excessivo de água carregue partículas de solo e resíduos tóxicos provenientes das atividades agrícolas para o leito dos cursos d'água, poluindo-os e assoreando-os; - Nas margens de cursos d'água ou reservatórios, garantindo a estabilização de suas margens evitando que o seu solo seja levado diretamente para o leito dos cursos; atuando como um filtro ou como um sistema tampão (...).

Como citado por Gualtieri (2012, p.24), todos os benefícios advindos da adoção de boas práticas associadas à manutenção da vegetação nessas áreas tem grande importância

social. Os impactos no ambiente urbano, diminuindo a vegetação das APPs, afetam toda a sociedade. Sua preservação é equivalente aos bons índices de qualidade ambiental e sua ocupação desnecessária é reflexo da má organização que a sociedade gerou, através da evolução social e de apreensão dos recursos terrestres ao longo de sua existência.

### **Seca, Aridez e Escassez de água**

Sem dúvida que, para a discussão da temática, os termos Seca e Escassez de água têm de ser esclarecidos. Para Mendes (2008, p.3), o conceito de seca distingue-se do conceito de escassez e de aridez. Alguns autores, como Cunha (2008, p.6), definem seca como uma anomalia temporária das disponibilidades hídricas e deve ser apresentada de forma distinta de aridez e de escassez de água temporária.

Segundo Mendes (2008, p.3), seca é um fenômeno natural de origem climatológica e meteorológica, devido essencialmente a um déficit nas condições de precipitação. Um fenômeno de natureza climatológica e meteorológica, sendo, portanto, uma característica recorrente do clima e não um acontecimento raro, identificado como natural, podendo assumir consequências devido a condições de precipitação numa dada área, durante certo período de tempo:

Entendida como uma condição física transitória caracterizada pela escassez de água, associada a períodos extremos de reduzida precipitação mais ou menos longos, com repercussões negativas significativas nos ecossistemas e nas atividades socioeconômicas, sendo difícil determinar com exatidão sua duração. (CUNHA, 2008, p.25).

E a aridez é uma condição climática permanente típica de regiões de fraca pluviosidade, enquanto que a seca é uma ocorrência esporádica (de curta ou longa duração) de défices de precipitação. É característica de zonas de reduzida pluviosidade, sendo esta restrição hidrológica uma característica permanente típica da região em causa (MENDES, 2008, p.3; CUNHA, 2008, p.25).

Já a escassez de água temporária deve-se ao fato de os recursos hídricos não serem suficientes. Embora se refira a uma situação temporária ou mesmo permanente de insuficiência de recursos hídricos disponíveis para satisfazer as necessidades existentes numa dada região, distingue-se da seca pelo fato de o déficit hídrico ser originado pelo crescimento das necessidades de água resultante da atividade humana e não propriamente pela diminuição da disponibilidade de água (MENDES, 2008, p.3).

Esta última é entendida como um excesso da “demanda” face às disponibilidades naturais existentes, refletindo uma avaliação de longo prazo. Para Vivas e Maia (2010, p.30), são apontados três componentes essenciais da escassez: (i) as necessidades existentes, (ii) a fração de água que pode ser mobilizada e (iii) as escalas temporal e espacial consideradas (VIVAS e MAIA, 2008; 2008<sup>a</sup>,p.32).

Vivas e Maia (2010; 2008<sup>a</sup>, p.32), sobre a relação seca e escassez de água e os conflitos existentes entre a sociedade, os setores econômicos e as alterações e impactos, afirmam:

Uma situação de seca pode, então, potencializar e/ou agravar situações de desequilíbrio entre as disponibilidades naturais e as necessidades para as principais utilizações (escassez), numa qualquer região hidrográfica. A potencial diminuição das disponibilidades naturais e intensificação de conflitos entre diferentes setores utilizadores, bem como a potencial maior frequência na ocorrência de situações de seca de maior severidade, resultado de alterações no ciclo hidrológico provocadas pelas AC, poderão conduzir a impactos exacerbados e bastante significativos.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Correlação das atividades na bacia que têm reflexo no volume de água no leito do rio**

Utiliza-se inventários da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) (<<http://www.aneel.gov.br>>) dos reservatórios e empreendimentos presentes na Bacia do Paraíba do Sul. Consideram-se as transposições das águas para abastecimento e obras de contenção relacionadas à diminuição da vazão/volume de água da jusante.

### **Discussão sobre inundações, seca e escassez na BHRPS**

Para a discussão a sobre inundações, seca e escassez na BHRPS referências e trabalhos realizados (CORRÊA, 2014; 2012), como o Plano de Recursos Hídricos da BHRPS (CEIVAP, 2012), levantamentos e discussão sobre a problemática da escassez são utilizados e, também, referências do Instituto do Estado do Ambiente – INEA (<<http://www.inea.rj.com.br>>) e outras fontes atuais que discutem a temática escassez e abastecimento como a relação entre vazão e precipitação em uma bacia hidrográfica no sul do país (ADAM e COLLISCHONN, 2013). É utilizado, ainda, um importante trabalho realizado por Marengo e Alves (2005) sobre tendências hidrológicas na BHRP.

## **Discussão da alteração do leito regular de faixas marginais de curso d'água como reflexo no referencial de determinação de APP/ FMP**

Para tanto, torna-se indispensável à definição de APP no artigo 4º, inciso I, alíneas a - e, da Lei 12651/2012 (CFB) que se refere à definição das APPs/ FMP que têm como referência a borda da calha do leito de vazante.

### **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os resultados apresentados e discutidos a seguir são dados adquiridos por meio de levantamentos bibliográficos disponíveis sobre a BHRPS e trabalhos de campo no trecho fluminense (alto-médio curso, médio curso e baixo curso). Considerando a escala de trabalho, ou seja, a grande extensão da bacia hidrográfica, os dados referem-se a ela como um todo, sendo alguns dados generalizados, considerando as fontes de pesquisa disponíveis e trabalhos de campo como publicações anteriores para o estado do Rio de Janeiro (CORRÊA, 2012; 2014).

#### **Atividades na bacia hidrográfica que refletem no baixo volume e vazão no leito do rio**

Conforme o CEIVAP (2015), a BHRPS possui importância estratégica para a população fluminense, podendo ser avaliada pelo fato de o Paraíba do Sul ser a única fonte de abastecimento de água para mais de 12 milhões de pessoas, incluindo 85% dos habitantes da região metropolitana, localizada fora da bacia hidrográfica, seja por meio de captação direta para as localidades ribeirinhas, seja por meio do rio Guandu, que recebe o desvio das águas do rio Paraíba para aproveitamento hidrelétrico (CEIVAP, op. cit.).

O CEIVAP (op. cit.) afirma que, na condição de usuário de jusante, o estado do Rio de Janeiro se vê sob o impacto dos usos conflitantes do rio Paraíba do Sul: de um lado, a água destinada ao abastecimento público e o alto crescimento da demanda de energia elétrica; do outro, o destino final de esgotos, de efluentes industriais, agricultura, erosão, assoreamento, desmatamento das margens, entre outros. Apesar de sua vital importância para o Rio de Janeiro, o Paraíba do Sul é um rio de jurisdição federal, pois se estende por três estados da Federação. Nessa condição, desde a década de 1980, a gestão ambiental do rio Paraíba do Sul é feita pelo Comitê Executivo de Estudos Integrados da BHRPS – CEIVAP (Decreto nº 87.561/1982), tendo sido revitalizada, posteriormente, com a aprovação da Lei nº 9433/1997, da Política Nacional de Recursos Hídricos (AGEVAP, 2013, p.3).

De acordo com dados do CEIVAP (op. cit.), a considerável expansão demográfica e o intenso e diversificado desenvolvimento industrial ocorridos nas últimas décadas na região sudeste refletem-se na qualidade das águas do rio Paraíba do Sul, podendo-se citar como fontes poluidoras mais significativas as de origem industrial, doméstica e da agropecuária, além daquela decorrente de acidentes em sua bacia.

Segundo dados do AGEVAP (2013, p.23), o trecho fluminense da bacia é predominantemente de uso urbano e industrial, sendo a mais crítica a região localizada entre os municípios de Resende, Barra Mansa e Volta Redonda e onde se encontram as indústrias siderúrgicas, químicas e alimentícias, entre as quais se destaca a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), da qual se originava a maior parte da carga poluente lançada nesse trecho. Entretanto, considerando-se que as ações de controle da poluição industrial aplicadas vêm sendo bastante efetivas, observa-se uma diminuição expressiva dos níveis de poluição por lançamentos industriais (CEVAP, op. cit.).

Segundo o CEIVAP (op. cit.), a ocorrência de desmatamentos nas margens da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul encontra-se bastante alterada devido às diversas formas de uso da Terra (Figura 5), que resultaram em processos de erosão e assoreamento do rio.



Figura 5 – Uso da Terra na BHRPS. Legenda - A- Uso urbano de alta densidade na bacia hidrográfica, as margens do rio principal, em Resende –RJ (out./ 2014); B- em Três Rios – RJ (out./ 2014) e, C - em Campos dos Goytacazes – RJ (Abr./2015). Fonte: Os autores.

Além das alterações acima colocadas relacionadas ao uso da Terra, observam-se, a partir do Quadro 1, os 17 empreendimentos de geração de energia hidrelétrica no rio Paraíba do Sul (somente os empreendimentos ao longo do rio principal) e as Pequenas Centrais Hidrelétricas – PCHs, que são possíveis com os projetos brasileiros no setor elétrico (ANEEL, 2015) de eficiência energética nos anos 2000 e com a Lei 9394/1997 (BRASIL, 1997).

Quadro 1 - Empreendimentos de Geração de Energia Hidrelétrica (PCHs) no rio Paraíba do Sul (rio principal), Concessionária Furnas.

Estação	Nome da Estação	Nome do rio	Chuva (mm)	Cota (m)	Vazão (m <sup>3</sup> /s)	Volume Útil (%)	Usina
58095000	UHE Santa Branca – Montante	Paraíba do Sul	---	611,82	---	29,99	Santa Branca
58096000	UHE Santa Branca – Jusante	Paraíba do Sul	---	575,86	39,50	---	Santa Branca
58105300	Guararema	Paraíba do Sul	---	565,09	58,40	---	Santa Branca
58158100	Tremembé	Paraíba do Sul	16,40	4,56	---	---	Funil
58218200	Cachoeira Paulista	Paraíba do Sul	2,30	1,09	---	---	Funil
58235100	Queluz	Paraíba do Sul	3,80	1,63	---	---	Funil
58240080	UHE Funil	Paraíba do Sul	---	455,19	149,00	38,96	Funil
58242000	Itatiaia	Paraíba do Sul	3,10	1,80	---	---	Funil
58305000	Volta Redonda	Paraíba do Sul	---	367,61	202,00	---	Santa Cecília (Elevatória)
58318000	UEL. Santa Cecilia – Tomada D'agua	Paraíba do Sul	---	352,92	---	---	Santa Cecília (Elevatória)
58318001	UEL Santa Cecilia – Saída Do Túnel	Paraíba do Sul	---	363,70	---	---	Santa Cecília (Elevatória)
58318002	UEL Santa Cecilia Jusante	Paraíba do Sul	---	349,01	68,70	---	Santa Cecília (Elevatória)
58339001	Morsing	Paraíba do Sul	---	384,56	4,00	---	Ilha Dos Pombos

58358000	Barragem De Santana	Paraíba do Sul	---	362,71	---	---	Nilo Peçanha
58370000	Barra Do Pirai – Oficial	Paraíba do Sul	---	345,36	77,30	---	Santa Cecília (Elevatória)
58385000	Três Rios	Paraíba do Sul	---	266,58	141,00	---	Ilha Dos Pombos
58636000	Sapucaia	Paraíba do Sul	---	195,38	536,84	---	Ilha Dos Pombos
58652000	Barragem Ilha Dos Pombos	Paraíba do Sul	---	139,34	---	68,40	Ilha Dos Pombos

Fonte: Adaptado pelos autores, ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=283#Bacia5>> Acesso março/2015.

### **Inundações, Secas e Escassez na BHRPS**

As áreas inundáveis assenta-se sobre a planície de inundação, conhecida como várzea plana, adjacente ao rio Paraíba do Sul e é coberta por água nas épocas de enchente, constituindo a forma mais comum de sedimentação fluvial. A designação é apropriada porque nas enchentes toda essa área é inundada, tornando-se leito do rio, e a carga dendrítica abandonada forma os diques marginais (CORRÊA, 2014, p.40). Verifica-se que há uma elevação gradual do nível do leito do rio e da planície de inundação, principalmente depois de cheias e enchentes (COPPETEC, 2006, p.23).

Os leitos fluviais correspondem aos espaços que podem ser ocupados pelo escoamento das águas localizadas no leito maior periódico ou sazonal. A quantidade de água que chega até a bacia está relacionada ao tamanho da área ocupada, ao seu regime, à evaporação e à precipitação.

A área de estudo é propícia a inundações, caracterizada pela ocupação dos espaços geomorfologicamente favoráveis, como no leito maior de inundação do rio Paraíba do Sul, circundado por encostas (Figura 5). Pesquisas de campo realizadas por Corrêa (2012; 2014) evidenciam a recorrência de enchentes e inundações em áreas com baixas declividades, o que deixa clara a propensão à inundação. Diversas ocorrências, há décadas, são registradas pelas notícias do jornal local e citadas pela população da área em trabalhos de campo. E o relevo favorece esse tipo de ocupação: uma APP é inundável devido ao relevo e à proximidade da calha do rio.

Entretanto, o que se tem visto, segundo dados da ANELL (2015), Quadro 1, e de Marengo e Alves (2005), é a construção e usos da bacia para geração de energia como trabalhos desenvolvidos pela COPPETEC (2006) e CEIVAP (2013) (Quadro 1) e o aumento do consumo urbano, industrial e agrícola na Bacia. Ainda pode-se afirmar que não há como se imaginar alterações meteorológicas ou climáticas na Bacia. Não há a ocorrência do fenômeno da seca (MARENGO e ALVES, 2005, p.10). Não há redução de precipitação. Só há escassez de água.

A alteração superficial da bacia gera impactos significativos sobre o escoamento provocando enchentes, ou seja, alterações nas vazões mínimas e na vazão média, além das condições ambientais locais e a jusante. Admite-se que sejam inalteradas a distribuição da precipitação e o uso da Terra sejam pontuais, como colocado em campo pela Figura 1.

Em outros trabalhos disponíveis, desta vez, apontados trabalhos que consideram a relação precipitação e vazão em bacias hidrográficas brasileiras, uma publicação da Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH, 2013), “A Análise dos Impactos de Mudanças Climáticas nos Regimes de Precipitação e Vazão na Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí” (ADAM e COLLISCHONN, 2013), considera a sensibilidade de vazão a mudanças de precipitação em distintos pontos da bacia, mostram o efeito de uma mudança na precipitação amplificado na vazão. Neste trabalho avaliou-se o impacto de possíveis mudanças climáticas sobre o regime de vazão na Bacia do Rio Ibicuí no Rio Grande do Sul (ADAM e COLLISCHONN, 2013, p.76). As alterações e uso da Terra não são considerados.

As alterações sobre o uso da Terra da BHRPS como o desmatamento causado, entre outros, pelo ciclo do café do século XIX, pela expansão do uso urbano tende a aumentar a vazão média em função da diminuição da evapotranspiração e aumento das vazões máximas e diminuição das mínimas (TUCCI e MENDES, 2006, p.25). Além disso, a impermeabilização associada à urbanização altera a capacidade de infiltração (TUCCI e MENDES, op.cit.), altera o ciclo hidrológico e qualidade da água dos rios e aumentando o risco de enchentes, inundações, erosão e assoreamento dos rios (BRASIL, 2011, p.15).

### **Leito de vazante e faixas marginais de curso d'água (FMP) referencial de determinação de Área de Preservação Permanente (APP)**

Os principais usos da BHRPS, como já colocado anteriormente (CEIVAP, 2015, p.31; COOPECTEC, 2006, p.3), são os empreendimentos hidrelétricos para a geração de energia, os usos urbano e industrial (alto-médio curso). Segundo os dados apresentados de medições de vazão ( $m^3/s$ ), ANEEL (2015), como demonstrado pela Quadro1, há uma redução das vazões no

Paraíba do Sul devido o aproveitamento hidrelétrico. Marengo e Alves (2005, p.3) afirmam que a redução da vazão do rio principal é devido aos usos realizados e com conseqüente escassez de água na bacia.

Com estudos realizados acerca das tendências hidrológicas na BHRPS, Marengo e Alves (2005) realizaram levantamentos hidrológicos e meteorológicos com o auxílio dos pluviômetros e fluviômetros presentes na Bacia como um todo, em que os dados desmistificam a redução da precipitação e a quantidade de água *input*.

Com análises das sistemáticas tendências negativas detectadas nas séries históricas de vazões e cotas do rio Paraíba do Sul desde 1920, Marengo e Alves (2005, p.1) concluíram que, quanto à precipitação na bacia, não se observa tendência negativa, mas, sim, em alguns pontos, que a tendência tem sido ligeiramente positiva. Uma análise de autorregressão destas séries hidrológicas mostra uma “alta correlação entre as vazões em vários anos consecutivos, sugerindo que a regularização de uso da água para abastecimento, geração de energia e desvio de rios para usos na agricultura podem ser os responsáveis pelas quedas nas vazões, e não uma mudança climática do regime de chuva na bacia”.

Desta maneira, com a redução das vazões relacionadas à escassez de água citadas por Marengo e Alves (2005, p.3), interligadas aos usos, e não tanto à redução da precipitação, é possível inferir que, segundo estudos realizados, há uma redução na quantidade de água. Assim, há um recuo do leito regular do rio Paraíba do Sul e das FMPs, referencial de determinação de APP.

O CFB (Lei 12651/2012; BRASIL, 2012) determina que a APP/ FMP do rio Paraíba do Sul deve ser de 100 a 200 metros para ambas as margens a partir do leito de vazante.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As atividades urbanas e industriais na BHRPS têm reflexo direto no volume de água no leito do rio, não havendo, portanto, a ocorrência do fenômeno natural da seca. No estado do Rio de Janeiro, Resende, Três Rios e Campos dos Goytacazes- RJ possuem reflexo nos usos da Terra com a retirada da cobertura vegetal como visto nas fotografias de campo realizadas no trecho fluminense, as margens do rio principal. As inundações, portanto, refletem o aumento da vazão em períodos úmidos e a dificuldade de escoamento de canais transformados. E a escassez de água na BHRPS é refletida na alteração do referencial para determinação das APPs/ FMP, ou seja, o leito de vazante, gerando problemas posteriores, como licenciamentos para usos e construções irregulares em áreas urbanas que sejam a *posteriori* consolidadas, como

também, licenciamento de áreas inundáveis. Por fim, os conceitos de escassez e seca devem ser mais bem aplicados no que se refere ao contexto da BHRPS.

## **REFERÊNCIAS**

ADAM, K.N. e COLLISCHONN, W. Análise dos Impactos de Mudanças Climáticas nos Regimes de Precipitação e Vazão na Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. Volume 18 n.3 –Jul/Set 2013,69-79.

AGEVAP. Associação Pró-gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e Planos de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes: Áreas Vulneráveis e Eventos Críticos Extremos (Atividade 703). Out/2013 - rev. 1.

ANDREOLI, C. V.; DALARMI, O.; LARA, A.I.; ANDREOLI, F.N. Limites ao Desenvolvimento da Região Metropolitana de Curitiba, Impostos pela Escassez de Água. 9º SILUBESA - Simpósio Brasileiro de Engenharia Sanitária E Ambiental. Anais... Porto Seguro, abr. p. 185-195, 2000.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o Novo Código Florestal. Câmara dos Deputados, Brasília, DF. 2012.

BRASIL. Lei 9433, de 8 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, DF.1997.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Mudanças de Uso da Terra em Bacias Hidrográficas. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, 2011.

CEIVAP: Comitê de Integração das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. Disponível em < <http://www.ceivap.org.br>>. Acesso em 08 fev. 2015.

COPPETEC. Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul. Rio de Janeiro: Diagnóstico dos Recursos Hídricos. Fundação COPPETEC (Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente), COPPE/UFRJ. 2006. 201p.

CORRÊA, C. de A. Enchentes, Inundações e Memória Coletiva às Margens do Rio Paraíba do Sul: O Caso De Barão de Angra e Werneck Marine. Juiz de Fora: Instituto de Ciências Humanas - UFJF, 2012. 76p (Monografia de Bacharelado em Geografia).

CORRÊA, C. de A. Riscos de Ocupação de Área de Preservação Permanente (APP) Hídrica: Aplicação na Comunidade da "Favelinha"- Paraíba Do Sul e Três Rios, RJ. Juiz de Fora: Faculdade de Engenharia - UFJF, 2014. 118p (Especialização em Análise Ambiental).

CUNHA, R. L. A. Referência para Avaliação dos Impactos das Secas. Universidade do Porto (Mestrado em Engenharia Civil – Especialização em Hidráulica) Portugal: 2008. 163p.

CUNHA, S.B. da; GUERRA, A.T. (orgs.); A Questão Ambiental: Diferentes Abordagens. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil: 2010. 250p.

EPE. EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA/SONDOTÉCNICA. Avaliação ambiental integrada dos aproveitamentos hidroelétricos da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul. 2007. (disponível em [www.epe.gov.br](http://www.epe.gov.br) – acesso em abril/2013).

FELICIO, B. da C. Evolução Temporal da Legislação ambiental e Urbanística das Áreas de Preservação Permanente – APPs. São Paulo: UFSCAR, 2007.

MARENGO, J. A.; ALVES, L.M. Tendências Hidrológicas da Bacia do Rio Paraíba do Sul. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.20, n.2, 215-226, 2005.

MENDES, J. M. M. Linhas para a Elaboração de um Plano de Minimização dos Riscos de Seca em Zonas com Escassez de Recursos Hídricos: O Caso da Margem Esquerda do Guadiana (Dissertação Mestrado em Engenharia Civil - Especialização em Hidráulica) Universidade do Porto, Portugal: 2008.

TUCCI, C. E; MENDES, C. A. M. Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica. Ministério do Meio Ambiente- MMA, Brasília, 2006.

VIVAS, E.; MAIA, R. A gestão de escassez e secas enquadrando as alterações climáticas. Recursos Hídricos e Ambiente, Porto, Portugal, 2010, FEUP, ISBN 989-978-9557-2-3.

VIVAS, E.; MAIA, R.. Avaliação de Situações de Seca e Escassez de Água em Portugal Continental. Utilização de Indicadores, publicação referente ao 9º Congresso da Água com o tema “Água: desafios de hoje, exigências de amanhã”. Portugal 2008, APRH, ISBN 978-97299991-5-4.

VIVAS, E.; MAIA, R.. Vantagens na aplicação de modelos de apoio à decisão na gestão e prevenção de situações de seca, publicação no âmbito das IIIas Jornadas de Hidráulica, Recursos Hídricos e Ambiente, Porto, Portugal: 2008a FEUP, ISBN 989-978-9557-2-3.