

O AQUÍFERO GUARANI NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS

Guarani Aquifer in context of the global climate change

Marco Antonio Ferreira GOMES

Faculdade de Jaguariúna
Embrapa Meio Ambiente

Resumo: Este trabalho descreve o aquífero Guarani, suas características e importância, tratando de sua correlação com as mudanças climáticas globais e apresentando propostas para sua preservação e utilização sustentável.

Palavras-chave: aquífero, mudança climática global, ambiente.

Abstract: This paper describes the Guarani aquifer, its characteristics and importance, dealing with its correlation with global climate change and proposals for its conservation and sustainable use.

Keywords: aquifer, global climatic change, environment.

INTRODUÇÃO

As alterações ambientais, sobretudo aquelas relacionadas às mudanças do clima no Planeta, têm adquirido relevância nos últimos anos, uma vez que afetam sensivelmente e, de forma negativa, a vida de todos os seres vivos.

Em relação aos recursos hídricos, as adversidades climáticas interferem também de forma dramática, pois alteram o ciclo hidrológico e, por consequência, todo o regime pluviométrico de determinada região. Essas alterações terminam por modificar todo o processo de recarga dos mananciais, sejam eles superficiais ou subterrâneos.

Conhecer as possibilidades futuras de alteração desses processos de recarga, por meio de cenários, auxilia na adoção de medidas preventivas em relação a situações críticas ou de calamidade para as gerações vindouras, quanto à disponibilidade de água.

Nesse cenário, o Aquífero Guarani, considerado o mais importante e estratégico da América do Sul e um dos maiores do mundo, merece atenção particular, uma vez que sua reserva potencial é capaz de atender a demanda

anual de 2,5 vezes a atual população brasileira, considerando o valor de 180 milhões de pessoas. Isto significa uma capacidade de atendimento anual de 450 milhões de pessoas para um regime pluviométrico médio de 1.500 mm/ano. Caso esse regime se altere para menos ou se torne imprevisível, a capacidade de fornecimento de água também sofrerá alterações significativas, comprometendo sua exploração e afetando, sensivelmente, a disponibilidade de água, principalmente subterrânea, para as futuras gerações do cone sul.

CARACTERÍSTICAS GERAIS E IMPORTÂNCIA DO AQÜÍFERO GUARANI

Área total: aproximadamente 1.195.000 Km², envolvendo os estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais e partes da Argentina, Paraguai e Uruguai que, juntos, integram a Bacia do Prata.

Origem: arenitos de granulação fina a média, bem arredondados, formados por ação eólica e fluvial a partir do Período Triássico médio (245 m.a), com a Formação Pirambóia, até o Jurássico inferior (144 m.a), com a Formação Botucatu, pertencentes à Bacia Sedimentar do Paraná.

Área de afloramento/recarga direta: aproximadamente 104.143 km² em território brasileiro, 46. 211 Km² no Paraguai e 3.197 Km² no Uruguai. Total = 153.551 Km².

Reserva potencial: 37.000 Km³;

Potencial de recarga: 160 Km³/ano;

Potencial Explotável: 40 Km³/ano (equivalente a 25% do potencial de recarga), considerando o valor médio de 1.500 mm chuva/ano (Borgehetti et al, 2004; Gomes et al, 2008).

CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA (CENÁRIO ATUAL)

Observa-se uma demanda crescente pelo consumo de água subterrânea a partir de poços tubulares profundos nas porções confinadas do Aquífero

Guarani, com uma população potencialmente consumidora de mais de 20 milhões de pessoas, somente em território brasileiro.

Observa-se também forte expansão da fronteira agrícola sobre as áreas de recarga direta ou áreas de afloramento. Essas áreas são caracterizadas como “áreas frágeis”, uma vez que o uso e a ocupação indiscriminada podem comprometer a recarga do aquífero por meio da água das chuvas. Alia-se a isso o fato de que os solos apresentam características que favorecem não só o desencadeamento de processos erosivos, mas também a lixiviação de agroquímicos e outros produtos potencialmente poluentes.

Os solos típicos das áreas de recarga direta são: a) solos arenosos: Neossolo Quartzarênico (Typic Quartzipsamment) e Latossolos de textura média (Quartzipsammentic Haplorthox) a) alta vulnerabilidade natural à contaminação por agrotóxicos (fontes difusas); b) alta suscetibilidade à erosão (solos muito arenosos com relevo que varia de suave ondulado a ondulado), de acordo com Gomes et al (2002).

O cenário exposto, aliado a possíveis mudanças no clima, remete à possibilidade de degradação das áreas de recarga, comprometendo o aquífero no longo prazo (Gomes et al., 2002).

TENDÊNCIAS DE CHUVA E TEMPERATURA DURANTE O SÉCULO XXI (BACIA DO PRATA)

Estudos de projeção de chuvas para a Bacia do Prata foram realizados com a utilização de vários modelos, entre os quais os modelos HadCM3 (inglês) e GFDL (americano) que apresentaram para o cenário B2 (melhor situação) uma tendência positiva da chuva, chegando a $0,5\text{mm}\cdot\text{dia}^{-1}$. Já para o cenário A2 (pior situação), o modelo HadCM3 apresenta anomalias negativas de chuva em torno de $-0,5\text{mm}\cdot\text{dia}^{-1}$ (Marengo, 2006).

Já os modelos CSIRO (australiano) e CCSR/NEIS (japonês) apresentam para ambos os cenários, anomalias que variam de: $+0,5\text{mm}\cdot\text{dia}^{-1}$ até $-0,5\text{mm}\cdot\text{dia}^{-1}$.

Na média dos cinco modelos, para chuva, o pior cenário (A2) indica aumento de até $+0,2 \text{ mm.dia}^{-1}$ e no melhor cenário (B2) um aumento de $+0,3 \text{ mm.dia}^{-1}$, de acordo com as proposições do Painel Intergovernamental e Mudanças Climáticas (IPCC), segundo Marengo (2006) e conforme esquema da Figura 1.

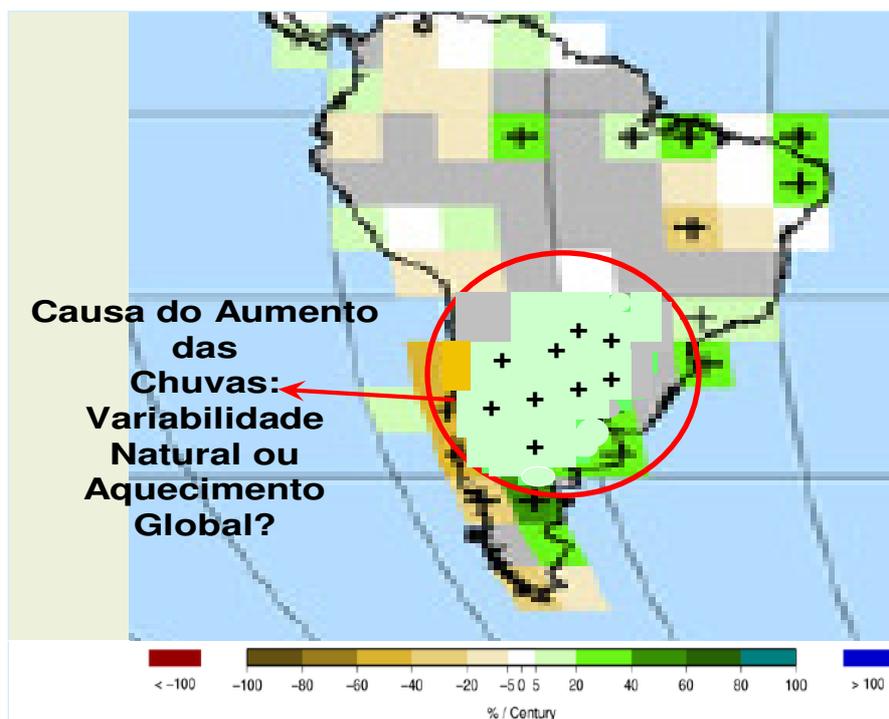


Figura 1. Tendência de aumento de chuvas para a Bacia do Prata de acordo com os cinco modelos do IPCC (período 2020 – 2050 -2100) (Média de $+0,2 \text{ mm.dia}^{-1}$ no pior cenário (A2) e de $+0,3 \text{ mm.dia}^{-1}$ no melhor cenário (B2).

No caso da temperatura, todos os modelos indicaram para o cenário A2, aumentos de até 5°C e no cenário B2, aumentos de até 3°C .

Particularmente, os modelos HadCM3 e CCSR/NIES apresentaram anomalias positivas de até 5°C em 2100, considerando o cenário A2, o mais pessimista, e de até 4°C para o cenário B2, o mais otimista (Marengo, 2006). A figura 2, a seguir, mostra a média dos valores de temperatura para a Bacia do Prata, considerando os cinco modelos e os períodos de 2020, 2050 e 2100.

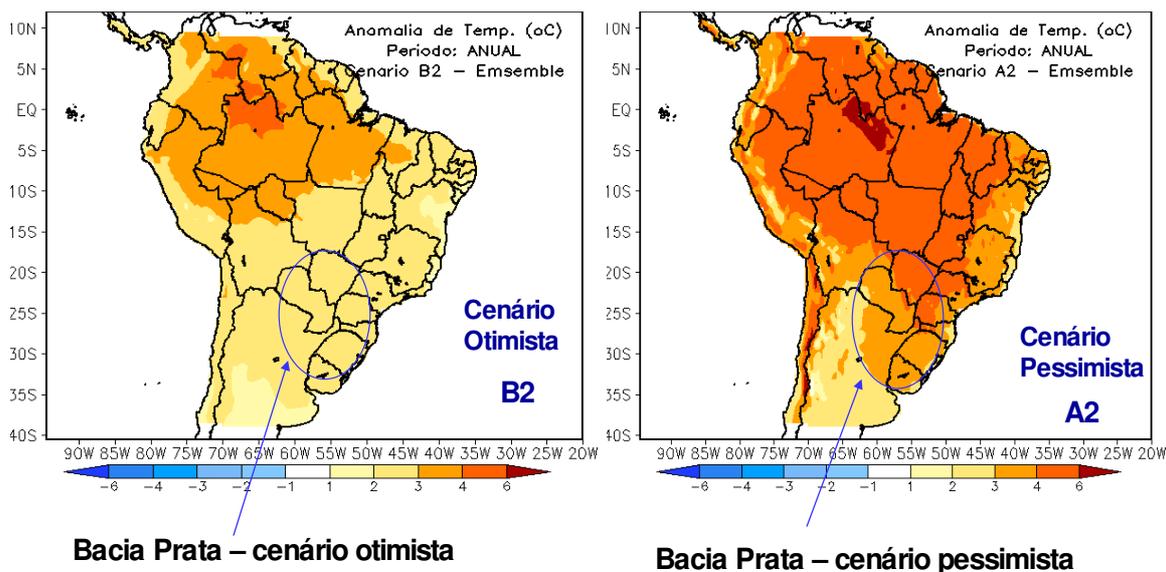


Figura 2. Valores médios dos 5 modelos do IPCC indicam aumento de até 3°C (Cenário otimista – B2) e de até 6°C (Cenário pessimista – A2) até 2100.

ANÁLISE COMPARATIVA DE ANOMALIAS DE TEMPERATURA E DE CHUVA PARA A BACIA DO PRATA

A Bacia do Prata representa uma das regiões de maior importância econômica da América do Sul.

A variabilidade e mudanças de clima nesta região podem chegar a afetar seriamente a sociedade, com diminuição da disponibilidade de água para, consumo humano, agricultura, e geração de energia => aumento de epidemias como dengue e malária e outros ligados à escassez e comprometimento da qualidade da água;

Há uma tendência de que os eventos (chuva e temperatura) tenham oscilações concentradas em determinado período do ano, favorecendo os desastres naturais, como as enchentes.

O padrão de anomalias de chuva e de temperatura para a Bacia do Prata é caracterizado por um aumento de temperatura que varia cerca de (média dos cinco modelos e cenários A2 e B2) de 1,2 °C em 2020, 2,2°C em 2050 e 3,5°C em 2080.

A diferença de temperatura mais importante entre os cenários A2 e B2 ocorre em 2080, onde a média dos modelos para B2 é 2,7°C e para A2 é de 4°C.

Em relação às anomalias de chuva, para os dois cenários, todos os modelos indicam variações de 0,2 a 0,3mm.dia-1 nos anos 2020, 2050 e 2080 (Marengo, 2006).

POSSÍVEIS IMPACTOS NEGATIVOS CAUSADOS PELAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA BACIA DO PRATA (AQUÍFERO GUARANI)

Mesmo com a tendência do aumento de chuva no futuro, as elevadas temperaturas poderiam, de alguma forma, limitar a disponibilidade de água para consumo, agricultura e geração de energia devido a um acréscimo na evaporação e na evapotranspiração (Marengo, 2006).

O balanço hídrico seria assim afetado, comprometendo não só a vazão dos cursos d'água como também o recarregamento de aquíferos, a exemplo do Guarani cujo suprimento é feito exclusivamente pela água das chuvas.

Redução da biodiversidade por meio da extinção de várias espécies vegetais menos tolerantes ao calor;

Redução da cobertura vegetal, com maior exposição do solo;

Redução da estabilidade dos agregados do solo devido à diminuição do teor de matéria orgânica e de outros agentes de agregação do solo, tornando seus agregados menos estáveis.

Redução da taxa de infiltração de água no solo devido as seguintes causas básicas:

- a) menor volume de água disponível;
- b) maior taxa de evaporação; e
- c) redução da permeabilidade do solo devido à maior instabilidade de seus agregados.

- d) Redução do volume de água dos rios, como consequência natural do menor volume disponibilizado pelas chuvas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando-se a importância do aquífero Guarani e os impactos negativos causados pelas mudanças climáticas, cabem as propostas de ação seguintes para mitigação destas mudanças.

Elaboração de um Mapa Nacional Integrado de Vulnerabilidade às mudanças climáticas, integrando vários setores: saúde, agricultura, zona costeira, ecossistemas e biodiversidade, energia, etc, visando a identificação de populações, áreas e regiões de maior risco a curto, médio e longo prazo.

Estímulo à pesquisa científica integrada, reunindo as áreas de climatologia, agricultura, saúde, economia, demografia, etc., visando a construção de cenários brasileiros de impactos das mudanças climáticas para as próximas décadas.

Maior divulgação do tema mudança climática junto à sociedade brasileira em geral e, em especial, nas instituições de pesquisa, nos setores público federal e estadual e em universidades.

Ações dos governos federal e estadual para debater o aquecimento global e suas consequências; necessidade de criação da Rede Brasileira de Pesquisas em Mudanças climáticas (Ministério da Ciência e Tecnologia).

Exigir a manutenção das Áreas de Preservação Permanente (APP's) e ampliação das Áreas de Proteção Ambiental (APA's) que, por consequência, contribuem para o suprimento de água dos rios e demais cursos d'água (efeito esponja), principalmente nos períodos de estiagem, e pela presença de um micro-clima mais ameno junto às nascentes e ao longo de todo o percurso até a foz ou desembocadura.

A presença de APP's e APA's favorecem vários componentes ambientais, tais como a manutenção da biodiversidade, além de contribuir para

a proteção da encostas, taludes e barrancos junto aos cursos d'água, evitando o desencadeamento de processos erosivos e o conseqüente assoreamento, principalmente, durante os períodos de chuvas intensas e concentradas, conforme a previsão dos cinco modelos apresentados neste trabalho.

A rotação de culturas e os sistemas integrados de produção agrícola, respeitando a aptidão agrícola do solo, contribuem para a manutenção das suas propriedades físicas, químicas e biológicas, como também a sua conservação (controle da erosão) e da água (favorecimento à infiltração) no meio agrícola.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGHETTI, Nádia Rita Boscardin; BORGHETTI, José Roberto; ROSA FILHO, Ernani Francisco da. **Aquífero Guarani: a verdadeira integração do Mercosul.** Curitiba, 2004. 214p.

GOMES, Marco Antonio Ferreira. O Aquífero Guarani. In: GOMES, Marco Antonio Ferreira. **Uso agrícola das áreas de afloramento do Aquífero Guarani no Brasil: implicações para a água subterrânea e proposta de gestão com enfoque agroambiental.** 1ª ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 35 -44.

GOMES, Marco Antonio Ferreira.; FILIZOLA, Heloisa Ferreira.; SPADOTTO, Cláudio Aparecido; PEREIRA, Anderson Soares. **Caracterização das áreas de afloramento do Aquífero Guarani no Brasil – base para uma proposta de gestão sustentável.** Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna/SP, junho/2006. p.1-10. (Série Documentos nº 52).

GOMES, Marco Antonio Ferreira; SPADOTTO, Cláudio Aparecido; PESSOA, Maria Conceição Peres Young. Avaliação da vulnerabilidade natural do solo em áreas agrícolas: subsídio à avaliação do risco de contaminação do lençol freático por agroquímicos. **Pesticidas: Rev. Ecotoxicol. e Meio Ambiente., v. 12.** p. 169-179. 2002.

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.** Brasília: MMA, 2006. 212p. (Série Biodiversidade, v. 26).