

O AQÜÍFERO GUARANI NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS

Marco Antonio Ferreira Gomes

Pesquisador Embrapa Meio Ambiente

gomes@cnpma.embrapa.br

1. Introdução

As alterações ambientais, sobretudo aquelas relacionadas às alterações 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 interferir em 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.

2. Características gerais e importância do Aquífero 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 durante os Períodos Triássico médio - Jurássico (200-135 m.a) - Formação Botucatu (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 (25% do potencial de recarga), considerando média de 1.500 mm chuva/ano.

3. Caracterização do Problema (cenário atual)

Observa-se forte expansão da fronteira agrícola sobre “áreas frágeis” (áreas de recarga aquíferos – exemplo do Guarani).

Áreas de recarga apresentam: a) solos arenosos: Neossolo Quartzarênico (Typic Quartzipsamment) e Latossolos de textura média (Quartzipsammentic Hplorthox) a) alta vulnerabilidade natural à contaminação por agrotóxicos (fontes difusas); b) alta susceptibilidade à erosão (solos muito arenosos com relevo que varia de suave ondulado a ondulado). Este cenário remete à possibilidade de degradação das áreas de recarga, comprometendo o aquífero no longo prazo (Gomes et al., 2002)

4. Ações da Embrapa Meio Ambiente – áreas de afloramento do Aquífero Guarani.

Caracterização da geologia, solos, relevo, clima, uso agrícola, aptidão agrícola, análise de risco potencial de contaminação da água subterrânea e proposta de ordenamento agroambiental para a microbacia do córrego Espraiado, região de Ribeirão Preto/SP (1994 – 2006);

Levantamento geral dos solos, clima, uso agrícola e análise de risco potencial de contaminação da água subterrânea, por agrotóxicos, a partir das áreas de afloramento do aquífero Guarani em todo o Brasil (2001 – 2004)- Caracterização dos Domínios Pedomorfoagroclimáticos, de acordo com Gomes et al., (2006).

Avaliação do risco potencial de contaminação da água subterrânea, por agrotóxicos, em função da cultura para toda a porção de recarga direta do Aquífero Guarani no Brasil (2002);

Caracterização da geologia, solos, relevo, clima, uso agrícola, aptidão agrícola, análise de risco potencial de contaminação da água subterrânea e proposta de ordenamento agroambiental/manejo agroecológico para a região das nascentes do rio Araguaia, GO/MT (2004 – 2007).

Proposta de *ordenamento agroambiental* para duas áreas de recarga do aquífero Guarani em território brasileiro (Ribeirão

Preto/SP e Nascentes do Rio Araguaia –interface Bacia do Paraná/Prata e Amazônica), como meio de contribuição à melhoria das condições ambientais (*melhoria da taxa de infiltração de água no solo, redução do uso de agrotóxicos, observância à cobertura vegetal natural – obediência ao Código Florestal e melhoria das condições climáticas locais*). Período: 2006-2007.

5. As mudanças climáticas globais e a sustentabilidade do Aquífero Guarani – cenários para os anos 2020, 2050 e 2100.

5.1 O ciclo sazonal de chuvas no século XXI na Bacia do Prata (5 modelos do IPCC)

O Modelo HadCM3 (inglês) sugere para os dois cenários (pior e melhor – A2 e B2) um aumento de chuva de até 1mm.dia⁻¹ (estação chuvosa) e redução de até 0,5mm.dia⁻¹ (estação seca) para o período 2050 - 2100;

Os modelos CCCMA (canadense) GFDL (americano) consideram para o mesmo período, uma redução de 1mm.dia⁻¹ nos dois cenários.

Os modelos CSIRO (australiano) e CCSR/NEIS (japonês) simulam para o período 2050 – 2100 uma redução de chuvas de até 2mm.dia⁻¹ durante o ano. Consideram ainda uma

estação seca mais longa, com o adiamento do início da estação chuvosa em até dois meses. (ex. chuvas teriam início em dezembro do ano anterior e acabariam em março do ano seguinte).

5.2. Cenários de clima futuro para o Brasil até finais do Século XXI

a) Amazônia

Cenário Pessimista A2: 4-8 °C mais quente, 15-20% redução de chuva.

Cenário Otimista B2: 3-5 °C mais quente, 5-15 % redução de chuva.

b) Centro - Oeste

Cenário Pessimista A2: 3-6 °C mais quente, aumento das chuvas na forma de chuvas intensas e irregulares.

Cenário Otimista B2: 2-4 °C mais quente, aumento das chuvas na forma de chuvas intensas e irregulares.

c) Nordeste

Cenário Pessimista A2: 2-4 °C mais quente, 15-20% redução de chuva.

Cenário Otimista B2: 1-3 °C mais quente, 10-15 % redução de chuva

d) Sudeste

Cenário Pessimista A2: 3-6 °C mais quente, aumento da chuvas na forma de chuvas intensas e irregulares

Cenário Otimista B2: 2-3 °C mais quente, aumento da chuvas na forma de chuvas intensas e irregulares

e) Sul

Cenário Pessimista A2: 2-4 °C mais quente, 5-10% aumento das chuvas na forma de chuvas intensas e irregulares

Cenário Otimista B2: 1-3 °C mais quente, 0-5 % aumento das chuvas na forma de chuvas intensas e irregulares

6. Tendências de chuva e temperatura durante o século XXI (Bacia do Prata)

Os modelos HadCM3 e GFDL apresentam para o cenário B2 (melhor situação) uma tendência positiva da chuva, chegando a $0,5\text{mm.dia}^{-1}$. Já para o cenário A2 (pior situação), o modelo HadCM3 apresenta anomalias negativas de chuva em torno de $-0,5\text{mm.dia}^{-1}$;

Os modelos CSIRO e CCSR/NEIS apresentam para ambos os cenários anomalias que variam de $+0,5\text{mm.dia}^{-1}$ a $-0,5\text{mm.dia}^{-1}$;

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/NEIS apresentam anomalias positivas de até 5°C em 2100 para o cenário A2 e de até 4°C para o cenário B2.

7. Análise comparativa de anomalias de temperatura e 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 com concentrações 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.

8. Possíveis impactos negativos causados pelas mudanças climáticas na Bacia do Prata (Aqüífero 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 a três 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;

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

9. Propostas de ação para enfrentar as mudanças climáticas:

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 (já em andamento): Congresso Nacional cria comissão para debater aquecimento global; Rede Brasileira de Pesquisas em Mudanças climáticas (MCT).

Manutenção das áreas de APP que, por consequência, contribuem para o suprimento de água dos rios (efeito esponja), principalmente nos períodos de estiagem, e pela presença de um micro-clima mais ameno junto às nascentes e ao longo dos cursos d'água;

A presença de APP favorece vários componentes ambientais, tais como a manutenção da biodiversidade;

As APP atuam na proteção da encostas, taludes e barrancos junto aos cursos d'água, evitando o desencadeamento de processos erosivos e o consequente assoreamento,

principalmente, durante os períodos de chuvas intensas e concentradas, conforme a previsão dos modelos;

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.

10. Referências Bibliográficas

GOMES, M.A.F.; FILIZOLA, H.F.; SPADOTTO, C.A.; PEREIRA, A.S. **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, M.A.F.; SPADOTTO, C.A.; PESSOA, M.C.P.Y. 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).