

Correlação entre Precipitação e Piezometria em Aquíferos Freáticos: Implicações para o Planejamento dos Recursos Hídricos da Bacia do Rio Jardim – DF

Enéas Oliveira Lousada e José Eloi Guimarães Campos

Universidade de Brasília - Instituto de Geociências - Brasília – DF

eloi@unb.br

Recebido: 10/05/05 – revisado: 07/04/06 – aceito: 16/05/06

RESUMO

Este trabalho reúne informações sobre as oscilações dos níveis piezométricos na bacia hidrográfica do rio Jardim - Distrito Federal. Pesquisas desenvolvidas com relação aos aquíferos do Distrito Federal, têm sido direcionadas para a descrição dos parâmetros físicos e condições de funcionamento de cada meio aquífero. Na evolução do conhecimento sobre as formas de circulação hídrica subterrânea, propõe-se a avaliação piezométrica nos diversos ambientes intergranulares, associada às condições climáticas, para inferir sobre a sustentabilidade do manancial em cada meio aquífero.

O objetivo deste artigo é avaliar o comportamento das superfícies piezométricas nos aquíferos freáticos como resposta às variações da precipitação, resultando numa abordagem sobre as implicações diretas na gestão dos recursos hídricos. O conhecimento das condições de ocorrência e circulação da água subterrânea auxilia na otimização do uso das reservas hídricas disponíveis e na proteção das áreas de recarga.

Para a avaliação sobre a piezometria na área, adquiriu-se informações sobre as oscilações dos níveis freáticos ao longo do ano hidrológico, concluindo sobre as variações observadas em diferentes meios resultantes da interação entre geologia, solo, distribuição das chuvas e geomorfologia. As abordagens foram direcionadas para verificações quanto aos tempos de resposta de cada tipo de solo em função da precipitação, bem como intensidade e amplitude de oscilação dos níveis freáticos.

Para um melhor entendimento sobre a dinâmica dos níveis freáticos nos diversos ambientes, realizou-se análise associando a variação da altura pluviométrica às classes de solos presentes na bacia, os quais foram organizados nos seguintes grupos: latossolos argilosos e muito argilosos, cambissolos, gleissolos e neossolos quartzarênicos.

Palavras-chave: Precipitação; Piezometria; Aquíferos freáticos.

INTRODUÇÃO

Diversas pesquisas para investigar os aquíferos do Distrito Federal, têm sido desenvolvidas, com objetivo de caracterizar os aspectos hidrodinâmicos, os modelos conceituais e proposições para a gestão das águas subterrâneas (Campos & Freitas-Silva 1998, Lousada 1999, Joko 2002, Campos & Tröger 2000, Souza 2001, Cadamuro *et al.* 2002, Campos 2004). Observações *in situ* em diversos pontos de interesse hidrogeológico (poços tubulares profundos, poços rasos, nascentes) do Distrito Federal têm fornecido subsídio para um bom entendimento sobre os diferentes domínios aquíferos. Alguns modelos de circulação hídrica foram elaborados para a região do Distrito Federal e comprovados por estudos hidrogeológicos e métodos analíticos diversos. Na evolução do conhecimento sobre as formas de circulação hídrica subterrânea, propõe-se a avaliação

piezométrica nos diversos ambientes intergranulares, associada às condições climáticas, para inferir sobre a sustentabilidade do manancial em cada meio aquífero.

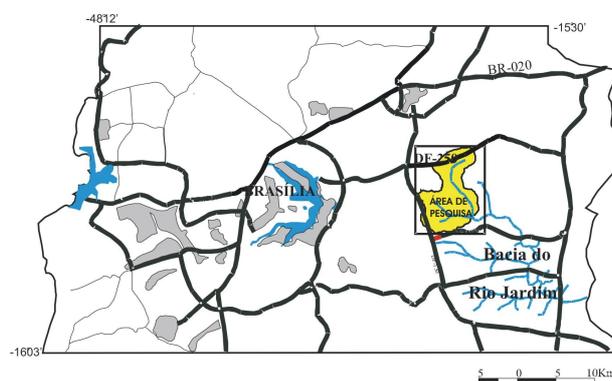


Figura 1 - Situação da Bacia do rio Jardim no Distrito Federal.

A área avaliada foi a bacia do alto rio Jardim, situada na porção leste do Distrito Federal, com uma área de 10.121 hectares que abrange toda a região a montante da confluência do córrego Estanislau com o rio Jardim (figuras 1 e 2).

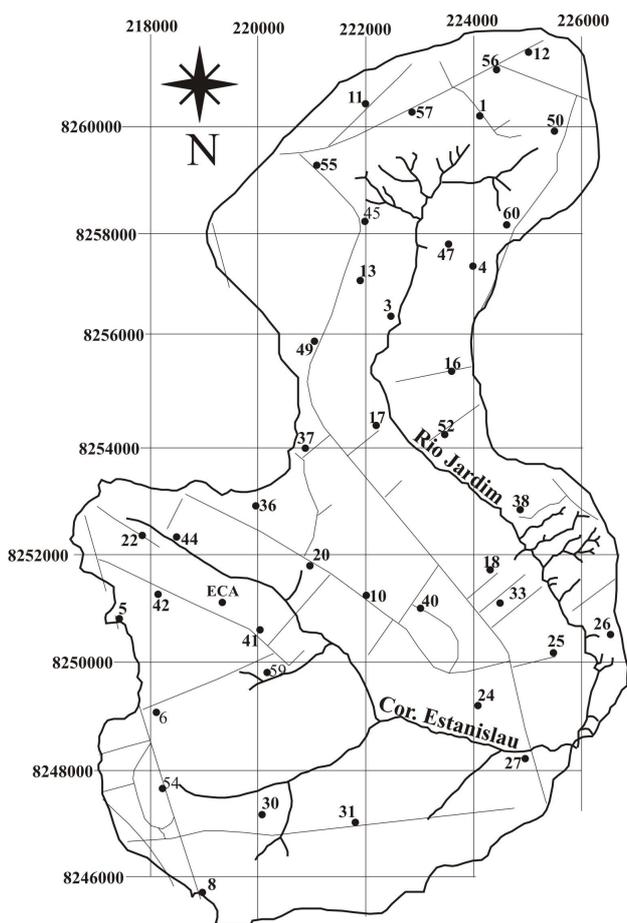


Figura 2 - Bacia do rio Jardim, situado no extremo leste do Distrito Federal, com a localização dos pontos de observação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a investigação sobre a movimentação da superfície piezométrica, foram instalados 46 piezômetros posicionados em situações distintas, que interceptaram diferentes associações de tipos litológicos, pedológicos e geomorfológicos. As medidas de nível foram realizadas com periodicidade de 15 dias. O processo foi manual com o auxílio de medidores de níveis elétricos com sensor sonoro com fita graduada a cada meio metro.

Os dados consolidados de altura pluviométrica foram obtidos de estações situadas no interior e nas adjacências da bacia em estudo. Para a avaliação regional do clima foram utilizados os dados da estação automática da Embrapa – CPAC (Centro de Pesquisas Agropecuárias do Cerrado).

O mapa de solo da bacia do rio Jardim utilizado como base para o trabalho foi confeccionado por Reatto *et al.* 2000. Nesse trabalho já foi utilizada a nova classificação brasileira de solos, segundo os critérios de Embrapa 1999.

Durante a construção dos piezômetros foram coletadas amostras a cada metro para realização de análises pedológicas visando caracterizar os aspectos químicos e texturais. A estrutura dos solos e a textura das camadas são atributos que condicionam o comportamento dos níveis freáticos nos diferentes meios, e a análise dos materiais representou subsídio para a discriminação dos solos. A avaliação piezométrica foi feita individualizada para os latossolos argilosos, latossolos muito argilosos, cambissolos, gleissolos e neossolos quartzarênicos, que são as classes de solos presentes na bacia.

Ensaio de infiltração *in situ* mostraram que a estruturação dos solos representa um dos condicionantes mais importantes para o controle da condutividade hidráulica vertical da zona não saturada do aquífero.

DESCRIÇÃO DOS AQUIFEROS FREÁTICOS NA BACIA DO RIO JARDIM

Na região do Distrito Federal as águas subterrâneas ocupam dois meios distintos representados por diferentes materiais com porosidade do tipo intergranular e do tipo planar secundária.

O primeiro grupo denominado de aquíferos freáticos é representado no Distrito Federal pelos materiais que acumulam água em meio intergranular compostos pelo manto de alteração das rochas, pelo material aluvial, e, principalmente pelos solos, que são reguladores da recarga para os aquíferos fraturados e para cursos d'água superficiais.

A seguir são descritos os principais atributos das classes de solos presentes na bacia.

Latossolos são solos altamente intemperizados, resultantes da remoção de sílica e de bases trocáveis ao longo do perfil de alteração. Grande parte dos minerais presentes nestes solos é secundária (óxidos e hidróxidos) e constitui a fração argila. Possuem cores variando do bruno-avermelhado no

horizonte A a vermelho no horizonte B. Estes solos são associados à áreas de relevo plano ou suave ondulado (declividades inferiores a 8%), são profundos ou muito profundos, forte a acentuadamente drenados. As estruturas presentes são maciças ou em blocos pouco desenvolvidos subangulares ou do tipo granular pequena. São solos de textura argilosa a muito argilosa, com teor de argila variando entre 38% a 75%, fortemente ácidos, acentuadamente drenados a bem drenados, com alta condutividade hidráulica (ordem de grandeza de 10^{-5} m/s a 10^{-6} m/s).

Em latossolos, mesmo a estrutura grumosa pequena resulta em um significativo acréscimo no potencial de fluxo de água na zona vadosa do aquífero. Além da estruturação, a atividade orgânica (raízes, térmitas, formigas, etc) e as anisotropias herdadas do material rochoso também apresentam importante controle na distribuição do fluxo da água subterrânea.

Cambissolos apresentam horizonte subsuperficial submetido a restrita alteração física e química, porém suficiente para desenvolvimento de cor e estrutura. Geralmente, apresentam minerais primários facilmente intemperizáveis, teores mais elevados de silte, indicando baixo grau de alteração. Ocupam regiões de relevo suave ondulado a ondulado (> 10% de declive). Morfologicamente, são solos de cor bruno-avermelhado-escuro, bruno-forte a cinzento muito escuro no horizonte A, e bruno-avermelhado-escuro a bruno-forte no horizonte B. A estrutura é bastante variável predominando blocos subangulares. Fisicamente, são de textura variada e os teores de argila oscilam de 46% a 63%. São solos moderadamente drenados.

A condutividade hidráulica desses solos varia com o aumento da profundidade do perfil e apresenta valor da ordem de 10^{-5} m/s entre 20 cm e 40 cm que passa a valores da ordem de 10^{-8} m/s a cerca de 200 cm.

Os gleissolos são solos hidromórficos caracterizados por ocuparem, geralmente, as áreas de depressões da paisagem com níveis d'água muito rasos até permanentemente saturados. Apresentam drenagem imperfeita, mal drenado ou muito mal drenado, ocorrendo, com frequência, espessa camada escura de matéria orgânica pouco decomposta sobre uma camada acinzentada (gleizada) resultante do ambiente redutor. Esses solos se formaram de sedimentos aluviais, com presença de lençol freático próximo à superfície na maior parte do ano, caracterizando um ambiente de acúmulo de matéria orgânica e redutor. Os perfis são do tipo horizonte A com predominância de cores pretas sobre, horizon-

te B glei, e C com tendência de apresentar cores cinza claras a escuras. Fisicamente, apresentam textura bastante variável ao longo do perfil. Quando argilosos ou muito argilosos sua consistência é plástica e pegajosa.

Os neossolos quartzarênicos são solos geralmente pouco profundos (na região com máximo de 150 cm), apresentando textura arenosa ou franco-arenosa, constituídos, essencialmente, de quartzo, com máximo de 15% de argila e seqüência de horizontes do tipo A-C ou A-R. Na bacia do rio Jardim, esses solos são relacionados ao manto de alteração de quartzitos, sobre relevo plano próximo às bordas de chapadas. Morfologicamente, são camadas de areia não consolidada cuja estrutura é fraca, pouco coerente, com grãos simples. Fisicamente, são muito porosos, e excessivamente drenados.

A condutividade hidráulica é elevada e tende a se manter em todo o perfil com valores entre 10^{-4} m/s e 10^{-5} m/s.

AVALIAÇÃO DOS DADOS

Clima

O Distrito Federal possui clima sazonal, com período seco entre maio e setembro alternado a período de elevada média pluviométrica entre outubro e abril. A época seca é intensa chegando a completa ausência de chuvas entre junho e agosto, sendo caracterizada ainda pela baixa nebulosidade, alta evaporação e umidades relativas do ar muito baixas, podendo ser inferiores a 15%. No período chuvoso, o trimestre de janeiro a março concentra maior parte da precipitação anual (47%).

O Distrito Federal está inserido no Domínio Morfoclimático do Cerrado (Ab'Saber 1964), onde áreas planas são recobertas por cerrado e por matas galerias, em áreas onde predominam climas tropicais úmidos com duas estações bem definidas. A precipitação média anual é da ordem de 1.500 mm com distribuição espacial irregular.

Estimativas de Coimbra (1987) mostram que, em média, cerca de 12% da precipitação total infiltra na zona vadosa e efetivamente alcança a zona saturada do aquífero. A evapotranspiração real fica em torno de 900 mm anuais, com déficit hídrico nos meses de maio a setembro e superávit de outubro a abril.

O clima na bacia do rio Jardim, segundo classificação de Köppen, é do tipo AW (Embrapa 1978). No mês mais frio a temperatura é superior a 18°C, apresentando verão chuvoso e inverno seco,

com precipitação inferior a 60 mm no mês mais seco. Os dados fornecidos pela Embrapa CPAC indicam entre novembro e março precipitações de 150 a 300 mm (figura 3) e temperaturas entre 18°C e 30°C (figura 4).

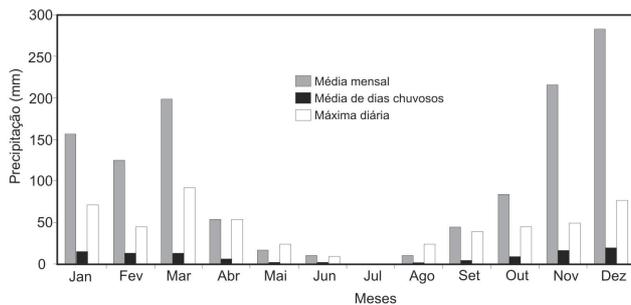


Figura 3 - Variação da temperatura registrada na bacia do rio Jardim de 1997 a 2001 (Embrapa CPAC).

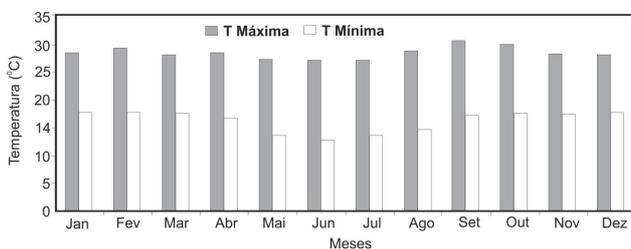


Figura 4 - Média pluviométrica 1997 a 2001 na bacia do rio Jardim (Embrapa - CPCA).

Os dados provenientes das estações pluviométricas de Barreiro DF-15 e Papuda permitiram uma avaliação por ano hidrológico (agosto a julho) na bacia do rio Jardim, resultando nos totais mensais e médias anuais para o período de 1979/80 a 1995/96. Em análise da série obteve-se o valor de 1.409 mm para a precipitação média anual na bacia, sendo o período de 95/96 o de menor precipitação com total de 1.040 mm. As menores médias mensais são referentes ao trimestre de junho a agosto e as mais elevadas verificadas de novembro a janeiro (Dolabella 1996).

Para avaliar de forma detalhada o clima da bacia do alto rio Jardim, analisou-se dados de precipitação adquiridos em três estações situadas na área. A estação Cooperbras fica situada no extremo norte da bacia do rio Jardim, contendo dados de 1984 a 2003; as outras séries são originadas de medidas em

pluviômetros de observação particulares em propriedades rurais, os quais auxiliam no manejo das culturas. A estação da Chácara 71 está situada no centro leste da bacia do alto Jardim com dados adquiridos desde 1999 e, a estação da chácara 76/77 localiza-se a sudeste da mesma bacia onde se obteve medidas desde 1994 até 2004.

Com base nos dados obtidos avaliou-se que os totais de precipitação oscilam ao longo dos anos, porém há uma tendência ao decréscimo da precipitação pluvial para o período avaliado. Os valores obtidos para as diferentes estações são concordantes, indicando o ano de 1996 como o de mais baixa pluviosidade (média de 1.050 mm). Em 1997 ocorreu uma retomada das chuvas que alcançaram média de cerca de 1.500 mm, tornando a decrescer nos anos subsequentes até o ano de 2003 (figura 5).

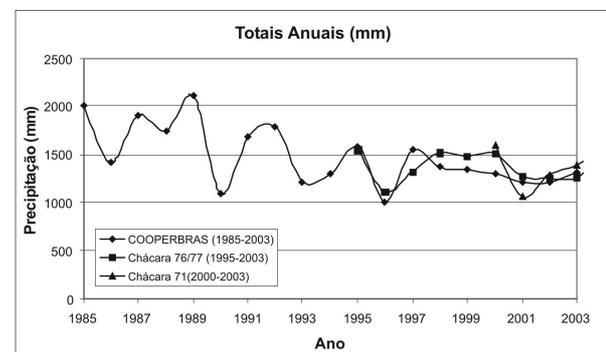


Figura 5 - Totais anuais de precipitação (mm) na bacia do alto Jardim. Dados provenientes das estações Cooperbrás, chácaras 71 e 76/77.

A partir do ano de 2004 houve uma significativa retomada das chuvas que foram anômalas na região do Distrito Federal e na bacia do rio Jardim. O pluviômetro instalado na Chácara 71 registrou o acumulado de 1.052 mm nos três primeiros meses do ano o que foi responsável pela elevação atípica dos níveis d'água subterrânea em todo o período de registros em cisternas e piezômetros.

O caráter sazonal do clima atuante na área é corroborado pela avaliação das médias mensais nas diferentes estações, independentemente de se dispor de séries curtas (chácara) ou longas (Cooperbras). Observou-se que os dados são concordantes e mostram com precisão os períodos secos (precipitações mensais de 0 a 70 mm), de abril a setembro; e chuvosos, de outubro a março (precipitações mensais de 100 a 300 mm) (figura 6).

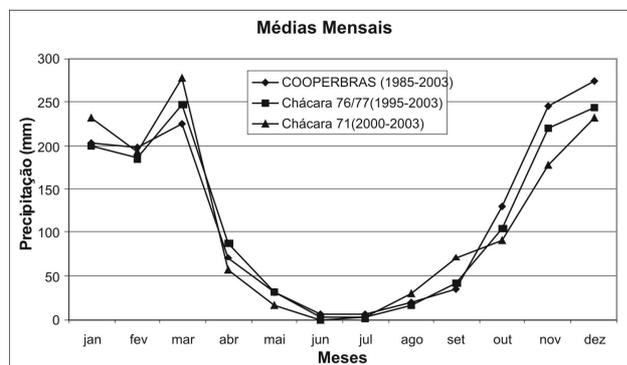


Figura 6 - Precipitações médias mensais (mm) na bacia do alto Jardim. Dados provenientes das estações Cooperbras, chácaras 71 e 76/77.

INTEGRAÇÃO E DISCUSSÃO

Latossolos Argilosos

Para avaliação desse grupo foram analisados dados de doze piezômetros instalados na bacia do rio Jardim. O padrão de oscilação do nível freático é relativamente uniforme. Em pontos restritos os contrastes entre os níveis máximos e mínimos são maiores, condicionados pela estruturação do solo. No período de baixa precipitação pluvial os níveis freáticos na bacia podem variar entre 6 m e 18 m. Durante a época chuvosa os níveis ascendem oscilando entre 1,5 m e 11,5 m. Para a série temporal analisada, o período de elevadas precipitações inicia-se em novembro, no entanto apenas em meados de dezembro, verificou-se o início da recuperação dos níveis freáticos. Em alguns pontos esse efeito pode acontecer posteriormente, com retardo de até 3 meses. Esses solos respondem lentamente aos eventos de precipitação, onde se verifica retardo de 1 a 3 meses após o início do período chuvoso, tempo decorrido para saturação dos solos e elevação dos níveis freáticos na ordem de 5 m em média. Um fator característico desse ambiente é a rápida ascensão das superfícies piezométricas no período de máximo superávit hídrico (segunda quinzena de janeiro ao início de fevereiro). Os patamares mais rasos ocorrem durante as chuvas, normalmente coincidentes com o período de precipitação máxima. As chuvas cessam em abril, a partir de então os níveis tendem a rebaixar, no entanto a maioria atinge profundidades equivalentes à mesma época para o ano anterior. A figura 7 apresenta o padrão das variações dos níveis nesse grupo de solos. A grande similaridade entre os vários poços de observação

reflete as características inerentes desses solos como as principais controladoras dessa dinâmica, sendo sua espessura o principal atributo que explica o retardo entre o início do período chuvoso e o início da subida dos níveis freáticos.

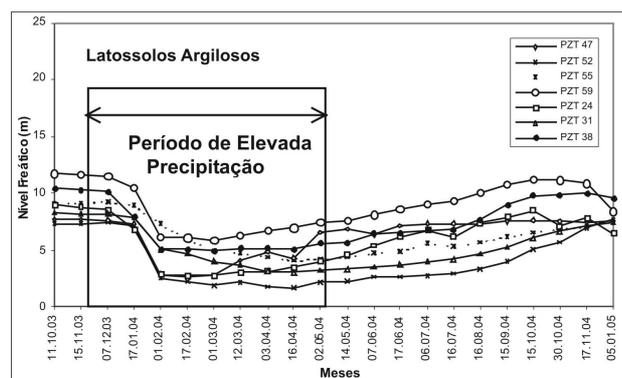


Figura 7 - Variação dos níveis freáticos no grupo dos Latossolos Argilosos na bacia do alto Jardim. A demarcação retangular refere-se ao período de maior precipitação média na bacia.

Latossolos Muito Argilosos

Para avaliação desse conjunto de solos foram utilizadas informações de quinze piezômetros. A oscilação dos níveis freáticos nos diferentes pontos segue padrão uniforme, verificando-se maior amplitude em pontos isolados. Em épocas de recessão das chuvas os níveis freáticos podem variar entre 4 m e 23 m. Durante as chuvas os níveis ascendem oscilando entre 1 m e 13 m. Essa variação depende das condições pedológicas e geomorfológicas da bacia. O período chuvoso inicia em novembro. Em meados de dezembro registrou-se o início da ascensão dos níveis na maioria dos piezômetros. Em pontos isolados esse retardo pode chegar a 4 meses. Esses solos respondem lentamente aos efeitos da precipitação, em função de sua grande espessura e restrita porosidade eficaz. Nesse sentido, as águas que chegam à superfície descem na forma de plumas de umidade e apenas elevam os níveis da água subterrânea após todo o consumo por evapotranspiração (pelas plantas) e após as perdas por fluxo interno (devido às heterogeneidades dos horizontes). A elevação média dos níveis freáticos é da ordem de 6,5 metros. Quando a altura das chuvas acumuladas imprime condições de superávit na bacia, esses solos ainda respondem com baixa eficiência, em função de sua textura muito fina. Os níveis mais rasos ocorrem ao

final do período chuvoso e alguns pontos acontecem no período de seca (Jul a Set/04). Esse efeito ocorre principalmente em poços posicionados nos limites divisores da bacia em chapadas elevadas com solos espessos e muito argilosos, onde é necessário tempo maior para saturação e identificação da elevação dos níveis freáticos. As chuvas cessam em abril e, a partir de então, se inicia o rebaixamento dos níveis (figura 8).

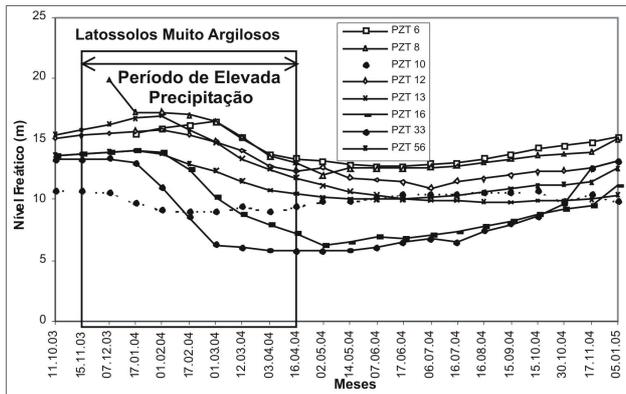


Figura 8 - Variação dos níveis freáticos no grupo dos Latossolos Muito Argilosos na bacia do alto Jardim. A demarcação retangular refere-se ao período de maior precipitação média na bacia.

A diferença significativa observada entre os dois grupos de latossolos é atribuída ao fato de os latossolos muito argilosos tenderem a apresentar estruturação grumosa pequena pouco freqüente em profundidades maiores que dois metros. É comum observar perfis onde praticamente não há estruturação visível, sendo o solo representado por uma típica massa latossólica.

Cambissolos

Nos domínios dessa classe estão instalados dez poços de observação, os quais compõem a fonte de dados para a avaliação da variação da piezometria. O padrão de oscilação dos níveis freáticos verificados nas curvas resultantes apresenta-se uniforme para todos os pontos medidos. Durante o período de baixa precipitação os níveis variam entre 5 m e 11 m. No período chuvoso há elevação dos níveis que alcançam cargas hidráulicas entre 1 m e 4 m. Em novembro inicia-se o período de maior pluviosidade, porém apenas ao final de dezembro verifica-se o início da ascensão dos níveis d'água na

maioria dos piezômetros. Os níveis mais rasos ocorrem no período das chuvas e coincidem com os meses de máxima precipitação. Esses solos respondem lentamente aos primeiros eventos de precipitação, verificando-se retardo de 30 a 75 dias. Assim como nos latossolos argilosos, a ascensão dos níveis freáticos em condições de superávit hídrico é rápida. As chuvas cessam em abril, a partir de então os níveis tendem a rebaixar. As curvas que mostram a variação dos níveis freáticos (figura 9) apresentam padrão semelhante entre si, o que mostra que as características dos solos e o padrão de fluxo subterrâneo são os controles diretos dessa dinâmica.

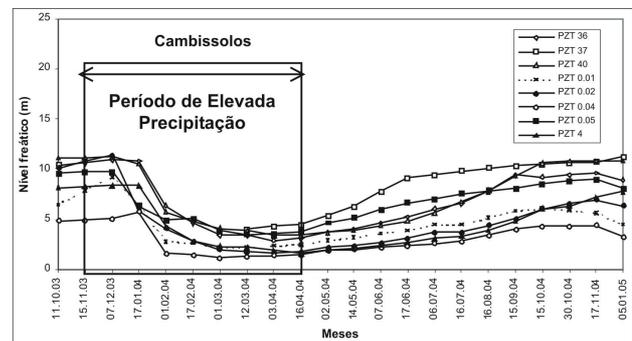


Figura 9 - Variação dos níveis freáticos no grupo dos Cambissolos na bacia do alto Jardim. A demarcação retangular refere-se ao período de maior precipitação média.

Gleissolos

Para avaliação desse grupo foram analisados dados de seis piezômetros. As oscilações dos níveis freáticos muito uniformes e são as menores variações em comparação com os demais tipos de solos. Em épocas de recessão das chuvas os níveis freáticos variam, ao longo da bacia, entre 1,3 m e 3,6 m. Durante as chuvas os níveis ascendem oscilando entre 0 e 1. A resposta sobre os efeitos da precipitação nesse ambiente é rápida e os níveis iniciam sua subida assim que as chuvas são regularizadas. Os níveis mais rasos são observados entre os meses de fevereiro e março. Nessa situação a movimentação da superfície freática é diretamente proporcional à variação da precipitação. Os níveis mais rasos se estendem por um período extenso (Fev/04 a Jul/04), quando começam a rebaixar lentamente até ocorrer novos eventos de precipitação. A figura 10 representa o gráfico que ilustra a variação dos níveis freáticos nos piezômetros construídos nesse domínio, apresentando curvas com padrão semelhante entre si.

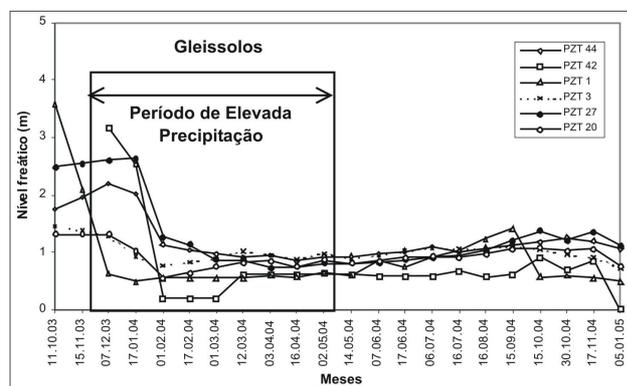


Figura 10 - Variação dos níveis freáticos no grupo dos Gleissolos na bacia do alto Jardim. A demarcação retangular refere-se ao período de maior precipitação média na bacia.

Neossolos Quartzarênicos

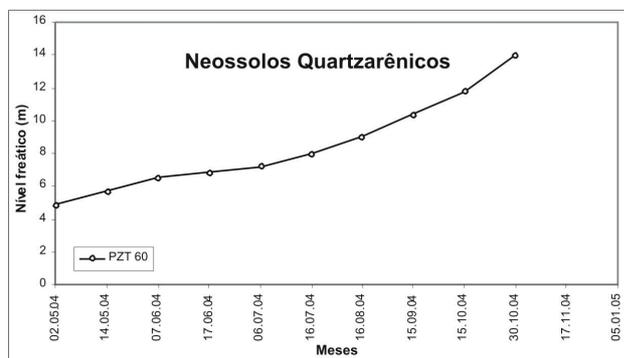


Figura 11 - Variação do nível freático nos Neossolos Quartzarênicos da bacia do alto Jardim.

Apenas um piezômetro foi instalado nesse ambiente. Esses solos respondem rapidamente aos efeitos da precipitação. Em épocas de baixas médias pluviométricas tendem a secar, ascendendo rapidamente para níveis em média de 5 metros. Nesse ambiente o nível freático oscila entre o meio fraturado (rocha sã) e o meio poroso (solo e produto de alteração da rocha). Esses solos são originários da desagregação do substrato rochoso, essencialmente quartzítico, compondo materiais de elevada condutividade hidráulica. As condições geológicas e estruturais da rocha permitem o desenvolvimento de um padrão de fraturamento denso, resultando no desenvolvimento de planos abertos e com elevado grau

de interconexão. Este piezômetro está instalado em região de divisor de bacias entre alto e médio Jardim. A curva que mostra a variação do nível freático nesse piezômetro é apresentada na figura 11.

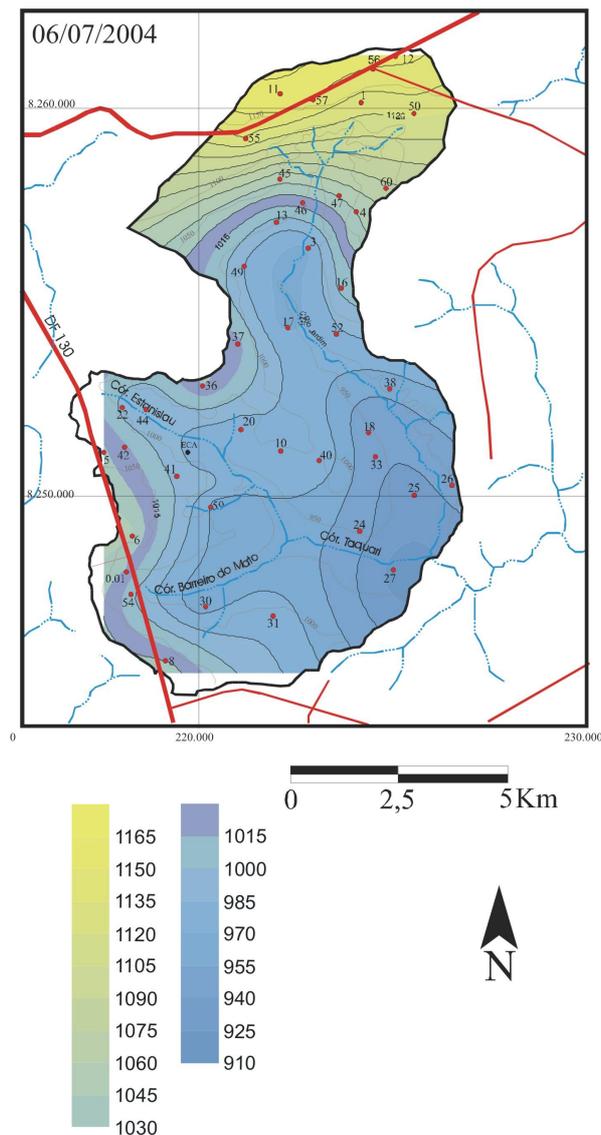


Figura 12 - Mapa piezométrico da bacia do rio Jardim (interpolação a partir de 50 pontos de observação).

Apesar do diferente comportamento com relação às taxas de subida e descida do nível freático nos diferentes solos, as direções do fluxo subterrânea regional na bacia não são modificadas. Nesse sentido, observa-se que o desenho geral das linhas de fluxo é mantido nos períodos secos e chuvosos de anos menos ou mais chuvosos. Esse comportamento

é exemplificado pela figura 12 que mostra o mapa de isopiezas para o período seco do ano de 2004.

CONCLUSÕES

Nos latossolos argilosos os níveis piezométricos variam intensamente ao longo do ano, condicionados a sua posição geomorfológica e a sua estruturação. Apresentam condições de regularizações das vazões relativamente eficientes, considerando-se que a movimentação dos níveis freáticos acontece de forma regular, retornando aos patamares equivalentes às épocas anteriores.

Essa característica indica que a água subterrânea infiltrada nesse tipo de solo efetivamente abastece os aquíferos fraturados e as drenagens superficiais através do fluxo de base, sendo restrita a porção perdida por fluxo interno e evapotranspiração.

Verificou-se, na maioria dos pontos avaliados, retardo de um mês para saturação dos solos e elevação dos níveis freáticos na ordem de 5 m em média. A rápida ascensão das superfícies piezométricas em condições de superávit hídrico confirma a boa condutividade hidráulica do aquífero intergranular. Os níveis mais rasos coincidem com o ápice do período chuvoso, e com o advento da seca, esses patamares rebaixam e atingem profundidades equivalentes à mesma época do ano anterior, mesmo considerando que no ano de 2004 o total pluviométrico foi sensivelmente superior que no ano anterior. Esse fato também corrobora a eficiência hidráulica nesse meio, considerando-se que a altura pluvial média foi similar durante os anos de 2001 a 2003. Esses solos compõem um ambiente estável e regulam a transmissão das águas de precipitação para o meio fraturado e para as drenagens superficiais. Em contrapartida, pode-se considerar esse ambiente como extremamente sensível aos efeitos de poluição, uma vez que apresenta sistema com ampla conexão hidráulica entre águas de precipitação, águas de infiltração, águas de zona de saturação do aquífero e águas de drenagens superficiais.

Nos latossolos muito argilosos, a dinâmica quanto ao comportamento das superfícies piezométricas é lenta, corroborada pela textura muito fina observada nesses solos e pela relativa ausência de estruturação. A amplitude de oscilação dos níveis é equivalente à dos latossolos argilosos, no entanto verificou-se divergência quanto aos tempos de resposta aos efeitos da precipitação. Para os latossolos muito argilosos, identificou-se retardo de um a qua-

tro meses em relação ao início do período chuvoso (Nov/03) para elevação dos níveis piezométricos na ordem de 6,5 m em média. Em condições de superávit hídrico na bacia, esses solos ainda respondem lentamente, apresentando seus níveis mais rasos ao final do período chuvoso ou mesmo no período da seca (Jul a Set/04), o que é explicado por sua característica textural extremamente fina. Ao final do período de principal das chuvas (Abr/04) os níveis voltam a rebaixar, no entanto a maioria não atinge profundidades equivalentes à mesma época do ano anterior, ao contrário dos latossolos argilosos. Os latossolos muito argilosos compõem aquífero intergranular de baixa condutividade hidráulica. Essa característica imprime a esses solos condições restritivas como reguladores da descarga para as fraturas subjacentes. Nesse caso a água incidente nesses solos tende a alimentar as nascentes por fluxo de base ou sofre maiores perdas por evapotranspiração em épocas de níveis elevados.

Para toda a população de piezômetros avaliada, os cambissolos apresentaram padrões mais uniformes para as curvas representativas das oscilações dos níveis freáticos. Nesses solos as superfícies piezométricas movimentam-se intensamente em função da variação da altura pluvial acumulada. Esses solos respondem lentamente aos primeiros eventos de precipitação, verificando-se retardo de um a pouco mais de dois meses, tempo decorrido para sua saturação e elevação dos níveis freáticos na ordem de 8 m em média. A situação geomorfológica, espessura e textura dos cambissolos atuam para a rápida subida dos níveis freáticos em condições de superávit hídrico. A ascensão do nível d'água mais rápida, quando comparada aos latossolos é decorrente da menor porosidade eficaz média desses solos. Após esse período, os níveis tendem a rebaixar e a maioria alcança profundidades equivalentes à mesma época do ano anterior. Nesse ambiente a recarga direta local é mínima, sendo que a maior contribuição é proveniente das chapadas adjacentes em situações topográficas mais elevadas, onde a infiltração ocorre com mais eficiência e segue por fluxo lateral para abastecimento dos aquíferos intergranulares no domínio dos cambissolos. Nesses solos estão presentes importantes nascentes que se agregam para formar os principais tributários superficiais da bacia do rio Jardim.

Os gleissolos são os que respondem mais rapidamente aos efeitos da precipitação e registram as menores oscilações com níveis posicionados sempre em patamares próximos a superfície. São reguladores diretos das vazões dos córregos, uma vez que compõem áreas de exutórios dos aquíferos rasos.

Normalmente os níveis freáticos não retornam aos patamares referentes à mesma época verificados no ano anterior, porém o comportamento da variação das chuvas pode interferir nessa dinâmica. São solos extremamente sensíveis às interferências antrópicas por apresentarem níveis freáticos muito rasos a aflorantes em épocas de elevadas médias pluviométricas.

Os neossolos quartzarênicos respondem rapidamente aos efeitos da precipitação. Tendem a secar em épocas de recessão de chuvas e ascendem rapidamente no período chuvoso do ano para níveis próximo à superfície. Nesse ambiente o nível freático oscila do meio fraturado, compondo a superfície representada pelo topo das fraturas saturadas, para o poroso (solo e produto de alteração da rocha). Esse meio aquífero é caracterizado por dinâmica hídrica rápida, em decorrência da alta condutividade hidráulica dos solos e das características da rocha subjacente, de composição essencialmente quartzítica que desenvolve padrão de fraturamento favorável à circulação das águas provenientes do meio poroso. A avaliação desse aquífero resulta em um meio importante quanto às condições hídricas, apresentam textura arenosa, elevada condutividade hidráulica e são bons reguladores das recargas para os aquíferos subjacentes.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A.N. 1964. As altas superfícies de aplainamento do Brasil sudeste. *Rev. Fac. Campineiras*, 1(4):60-67.
- CADAMURO, A.L. CAMPOS, J.E.G. & TRÖGER, U. 2002. Artificial recharge in fractured rocks – an example from the Federal District of Brazil for the sustainability of the system. In: Dillon, P, Management of Aquifer Recharge for Sustainability, Proc. Of 4th International Symposium on Aquifer Recharge, Balkema, p. 523-526.
- CAMPOS, J.E.G. 2004. Hidrogeologia do Distrito Federal: subsídios para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos. *RBG* (1):41-48.
- CAMPOS, J.E.G. & FREITAS-SILVA, F.H. 1998. Hidrogeologia do Distrito Federal. In: Inventário Hidrogeológico e dos Recursos Hídricos Superficiais do Distrito Federal. Brasília. IEMA - SEMATEC - UnB. Parte IV. 85p.
- CAMPOS, J.E.G. & TRÖGER, U. 2000. Groundwater Occurrence in Hard Rocks in the Federal District of Brasília: A Sustainable Supply? In: Sililo, Groundwater: Past Achievements and Future Challenges, Proc. of XXX I.A.H. Congress. Cape Town, South Africa, Balkema, p. 109-113.
- COIMBRA, A.R.S.R. 1987. Balanço hídrico preliminar do Distrito Federal. In: Inventário hidrogeológico do Distrito Federal. (GDF/CAESB) Brasília DF. P. 50-78.
- DOLABELLA, R.H.C. 1996. Caracterização Agroambiental e Avaliação da Demanda e da Disponibilidade dos Recursos Hídricos para a Agricultura Irrigada na Bacia Hidrográfica do Rio Jardim – DF. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Agrônômica. 105p.
- EMBRAPA. 1999. Sistema Brasileiro de classificação de solos. EMBRAPA-EPI. Serviço de Produção de Informação. Brasília, 412p.
- EMBRAPA. 1978. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Distrito Federal. Escala 1:100.000. Rio de Janeiro. EMBRAPA. SNLCS. Boletim Técnico. 455p.
- JOKO, C.T. 2002. Hidrogeologia a Região de São Sebastião – DF: Implicações para a Gestão do Sistema de Abastecimento de Água. Universidade de Brasília/Instituto de Geociências. 158p. (Dissertação de Mestrado).
- LOUSADA, E.O. 1999. Estudos Geológicos e Geofísicos Aplicados a Locação de Poços Tubulares Profundos em Aquíferos Fraturados na Região do Distrito Federal. Universidade de Brasília. Instituto de Geociências. Dissertação de Mestrado, 107p.
- REATTO, A. CORREIA, J.R. SPERA, S.T. CHAGAS, C.S. MARTINS, E.S. ANDAHUR, J.P. GODOY, M.J.S. ASSAD, M.L.C.L. 2000. Levantamento semidetalhado dos solos da Bacia do Rio Jardim-DF, escala 1:50.000. Boletim de pesquisa-EMBRAPA Cerrados, (18) 66p.
- SOUZA, M.T. 2001. Fundamentos para Gestão dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Distrito Federal. Brasília. Universidade de Brasília/Instituto de Geociências. 94p. (Dissertação de Mestrado).

Correlation Between Precipitation and Piezometry in Shallow Aquifers: Implications For Water Resources Planning in the Jardim River Basin, Federal District, Brazil

ABSTRACT

This paper presents information on groundwater levels and groundwater movement in the Jardim river basin - Federal District - Brazil. Research on aquifers in this region is descriptive and involves determining hydraulic parameters and flow patterns in each aquifer system. To improve knowledge on water transfer from the atmosphere to subsurface and streams, the evaluation of water levels in

the shallow aquifers is proposed, associated with climatic conditions to infer resource sustainability in each system. The main goal of this paper is to study the piezometric surface oscillation in different porous aquifer systems and the response to amount of rainfall, with implications for water resources management and planning. The occurrence and circulation conditions of groundwater help optimize the available resource and recharge area protection. The evaluation of water level monitoring in the area was based on the measures of a hydrologic year. The results and conclusions show the behavior of the potentiometric surface in the different groundwater environments controlled by geology, soil type and geomorphology. The evaluation was performed to verify the response time to water table elevation for each soil type related to rain effect, as well as intensity and range of water level oscillations. Analyses to improve understanding of the dynamics of shallow water levels in several types of aquifer were based on the association of amount of rain and soil types observed in the area, including: Latosol, Clay Latosol, Cambisol, Gleysoil and Sandy Neosol.

Key-words: precipitation; piezometry; phreatic aquifers