

ANÁLISE DAS FLUTUAÇÕES DOS NÍVEIS ESTÁTICOS DE POÇOS TUBULARES ASSOCIADOS AS RECARGAS E DESCARGAS DE AQUÍFEROS DA RPGA RIACHO DO TARÁ

Caio Soares Pedra da Rocha⁽¹⁾

Engenheiro Ambiental. e-mail: caio.spr@gmail.com

Claudia Ferreira da Cruz⁽²⁾

Bióloga, Ma. e Dra. em Geologia. e-mail: cfcruz@gmail.com

RESUMO

O presente artigo teve como objetivo principal estabelecer nexos causais entre os maiores percentuais de rebaixamento comparados aos de elevação, entre as flutuações dos níveis estáticos dos poços tubulares de aquíferos localizados na Região de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA) do Riacho do Tará ao longo dos anos, associando a possível diminuição das recargas naturais e/ou aumento das descargas artificiais, levando em conta a influência da precipitação na contribuição dessas recargas e a captação de água por poços tubulares, atribuída às descargas artificiais. Para desenvolvimento do estudo foram feitas leituras dos níveis de poços utilizados para fins de abastecimento público, comparando-os em uma escala temporal variada. As informações quali-quantitativas que subsidiaram a caracterização da área estudada, bem como as interpretações e discussões do trabalho, foram disponibilizadas por órgãos de referência no tema. O presente estudo não encontrou relação direta dos maiores percentuais de rebaixamento dos níveis estáticos com a diminuição da recarga ao longo dos anos, nem com a potencialização das descargas artificiais na região, no entanto o relacionamento dos dados permitiu contribuir com o estudo hidrogeológico dos sistemas aquíferos da área de estudo, fomentando iniciativas que deem subsídios a uma utilização mais sustentável dos recursos hídricos subterrâneos disponíveis.

PALAVRAS-CHAVE: Níveis Estáticos, Recarga Natural, Descarga Artificial.

INTRODUÇÃO

As condições naturais características do Brasil beneficiaram a sua representatividade na potencialidade hídrica quando comparada a outros países da América Latina (REBOUÇAS, 2001). No entanto, a mesma característica que o coloca em posição confortável, fomenta a falsa ideia do poder de um recurso inesgotável, implicando no uso ineficiente deste recurso. Ainda segundo Rebouças (2001), para um uso cada vez mais eficiente deste bem ambiental é necessária uma adequada gestão dos recursos hídricos disponíveis.

A definição e análise de áreas de escassez hídrica constituem elemento básico para a definição de estratégias relativas à gestão integrada dos recursos hídricos, partindo do princípio de que o uso sustentável destes em termos quali-quantitativos é resultante do uso que se faz dos demais recursos naturais de uma unidade territorial de planejamento e gestão dos recursos hídricos (MIRANDA, 2010).

Em meio a atual crise hídrica, decorrente da diminuição dos níveis de alguns dos principais corpos hídricos superficiais do país, o avanço no conhecimento acerca da dinâmica hidrogeológica dos sistemas aquíferos brasileiros torna-se cada vez mais necessário. De acordo com Cleary (1989) a crescente necessidade de fontes de abastecimentos alternativos aos mananciais superficiais aliada às características ideais de armazenamento de aquíferos, são fatores que agregam ainda mais importância aos compartimentos ambientais subterrâneos.

Em paralelo ao acréscimo na demanda da captação destas águas, o desenvolvimento tecnológico na produtividade de poços promoveu um aumento significativo na oferta das águas subterrâneas (ALBUQUERQUE et al., 2013). Este quadro supõe uma maior perspectiva de crescimento do volume de água a ser retirado dos mananciais subterrâneos, o que certamente impactará no equilíbrio da dinâmica destes corpos hídricos.

O ponto chave para o equilíbrio na dinâmica hídrica destes compartimentos ambientais está na renovação das águas que são retiradas, quando estas se fazem em proporções abaixo do explorado, o resultado é a exploração de parte das reservas permanentes (ALBUQUERQUE et al., 2013). Portanto, as superexplorações de aquíferos podem trazer sérios

riscos às funções que os mesmos desempenham, indo muito além do impacto às necessidades e atividades exercidas pelo homem, como também no tocante a sua importância aos ecossistemas em que estão inseridos.

Segundo Rebouças A.C.; Braga (1999), dados do censo IBGE mostraram que em períodos de estiagem as taxas de contribuição das águas subterrâneas chegam a equivaler 60% das vazões afluentes de 90% dos rios, lagos e lagoas de todo território brasileiro, mostrando que os componentes do sistema hidrológico, águas subterrâneas e superficiais, não atuam de forma isoladas. O uso ou contribuição de um recurso tem, normalmente, efeito sobre o outro (MARTELLI, 2012).

Em linhas gerais, os efeitos de qualquer interferência nestes sistemas aquíferos tendem a se tornar potenciais indicadores da situação real dos seus ecossistemas. Um dos mais importantes indicadores de possíveis mudanças neste recurso são os níveis de água, as suas medidas em poços de observação são a principal fonte da informação sobre como os agentes hidrogeológicos interferem nas taxas de recarga, armazenamento e descarga de um aquífero (MARTELLI, 2012).

O componente de maior importância na dinâmica hidrológica, a precipitação, atua como principal influente nas taxas de descargas e recargas dos corpos hídricos, variando em função do tempo e no espaço. A escala temporal é uma condição decisiva na interpretação da recarga da água subterrânea, a exemplo das situações de sazonalidades entre períodos chuvosos (Recarga Sazonal) e secos. Já as distribuições espaciais das zonas de recarga são determinadas pelas características geomorfológicas do solo (MARTELLI, 2012).

OBJETIVO GERAL

Estabelecer nexo causal entre os percentuais de rebaixamento comparados aos de elevação, entre as flutuações dos níveis estáticos dos poços tubulares de aquíferos localizados na Região de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA) do Riacho do Tará.

OBJETIVO ESPECÍFICO

Associar possível interferência das recargas naturais e/ou das descargas artificiais entre os percentuais de flutuação.

METODOLOGIA

Através de relatórios de Testes de Bombeamentos, realizados e disponibilizados no ano de 2015 pelo Programa Água Doce-BA sob gestão da Secretaria de Meio Ambiente do Estado da Bahia (SEMA-BA), foram levantadas as georreferências de 164 poços (até data da elaboração do artigo) distribuídos pelo semiárido baiano, bem como a especificação dos seus níveis estáticos e as datas que foram realizadas as suas medições. Para a realização da análise comparativa, também foram levantados dados históricos junto a Companhia de Engenharia Hídrica e de Saneamento da Bahia (CERB), correspondendo a um total de 975 poços. As especificações das datas que foram realizadas as medições pela companhia estão distribuídas temporalmente, ao longo dos anos. A CERB realiza testes de bombeamento em todas as perfurações de poços tubulares tendo esta como a principal atividade desenvolvida desde sua criação em 1971.

Na apuração dos dados foi realizada a triagem de quais os poços obtinham coordenadas equivalentes entre a SEMA-BA e a CERB, evitando desta forma que a análise comparativa fosse realizada com informações referentes a poços distintos. Foi aplicado uma margem de tolerância de 5" entre as coordenadas equivalentes, em função do não conhecimento da precisão dos Global Positioning System (GPS) que foram utilizados nos registros mais antigos sugerindo que as coordenadas que excedem esta tolerância têm uma maior probabilidade de estarem associadas a poços vizinhos e, portanto, a uma superfície aquífera distinta. Após a realização da triagem, foram contabilizados 50 poços com coordenadas equivalentes.

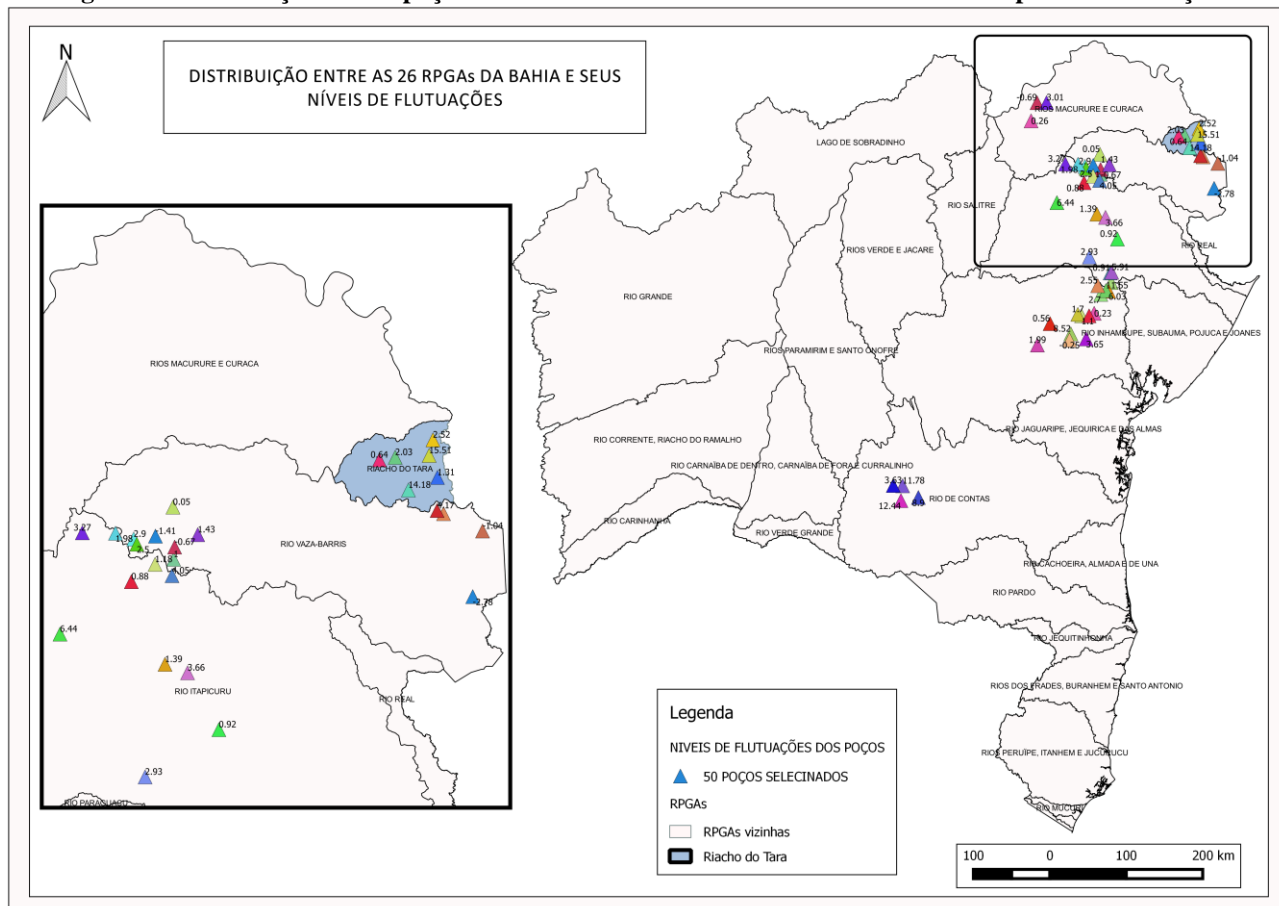
Para a análise comparativa foi criado um banco de armazenamento de dados no software Microsoft Excel contendo registros da flutuação dos níveis estáticos (em metros) de cada poço. Também foram especificados os intervalos (em anos) para cada análise comparativa, com os registros históricos disponibilizados pela CERB datados há uma escala máxima de 34 anos.

No preenchimento do banco de dados foram geradas informações estatísticas indicando os percentuais de rebaixamento/elevação dos níveis estáticos e apontando quais estariam sendo comparados em períodos do ano similares/distintos. Foi estabelecido como períodos similares um intervalo de 45 dias entre o dia e o mês da data de cada análise, as datas que excederam este intervalo foram consideradas períodos distintos.

Teve-se um entendimento de que a análise dos agentes de recarga e descarga que contribuem para as flutuações dos níveis de aquíferos, deveriam ser realizados em unidades de gestão, com o objetivo de agregar ao estudo as características e particularidades específicas de uma sub-bacia, levando-se em conta que a ampla extensão territorial do estado da Bahia e as suas adversidades poderiam comprometer a confiabilidade dos resultados do trabalho.

Para definição da área de estudo e análise de quais seriam as informações necessárias para subsidiar as discussões do estudo foram feitas sobreposições dos shapes das 26 RPGA do estado da Bahia com os 50 poços no software Quantum GIS, evidenciando em qual das sub-bacias os poços com as informações das flutuações dos níveis estáticos estariam mais representativos. Também foi levado em conta as variações mais significativas na flutuação dos níveis destes 50 poços analisados. A existência de estações pluviométricas e poços tubulares especializados no território da sub-bacia foi outro fator determinante na escolha da RPGA do Riacho do Tará como região a ser estudada (Figura 1).

Figura 1 - Distribuição dos 50 poços entre as 26 RPGA do estado da Bahia e suas respectivas flutuações.



Para caracterização da área, além das RPGA do Estado da Bahia, foram obtidos os shapes dos principais corpos hídricos superficiais, dos limites municipais, dos biomas, do clima, da vegetação, bem como o uso e ocupação do solo, todas elas disponibilizadas pela SEMA. Também foram disponibilizados pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), os shapes dos principais domínios hidrogeológicos com suas geodiversidades, obtidos no banco de dados do Geobank.

Para interpretação da potencial influência da recarga foram analisados os índices de precipitação através de estações meteorológicas da região, pelo banco de dados pluviométricos do Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA), como também de informações levantadas pelo portal Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA). Antes da confirmação de quais estações seriam utilizadas para associar os índices de precipitação foram conferidas se as coordenadas de cada estação estariam circunscritas na sub-bacia escolhida como área de estudo.

Em função das estações pluviométricas da RPGA escolhida registrarem índices pluviométricos em escalas temporais distintas foram elaborados gráficos representativos de cada estação, associando o acumulado dos índices pluviométricos anuais (em milímetros) no tempo, e suas respectivas linhas de tendências, configurando potenciais aumento ou diminuição na quantidade de água precipitada local. Também foram analisadas as médias mensais de cada estação pluviométrica, com o objetivo de identificar a similaridade entre os registros, dos períodos mais secos do ano na região.

Para associação de possíveis influências das descargas artificiais na flutuação dos níveis freáticos foram disponibilizados pelo Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) da CPRM, os shapes de poços tubulares especializados nos municípios do território da área de estudo, bem como dados quantitativos das disponibilidades e demandas hídricas, úteis como indicadores das situações reais e potenciais dos aquíferos subterrâneos da região. Levantamento que foi realizado por Miranda (2010), com intermédio do Instituto Interamericano de

Cooperação para a Agricultura (IICA) através da publicação do produto final do balanço hídrico para a revisão do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH).

Através das informações contidas no PERH foram filtrados dados que seriam pertinentes a um maior detalhamento nas interpretações referentes as descargas artificiais da RPGA. Dentre os dados, foram analisados: Índice de Disponibilidade Subterrânea (IPS), Índice de Disponibilidade Subterrânea (IDS), Índice de Ativação da Água Subterrânea (IAS), Índice de Utilização das Disponibilidades (IUD), Índice de Disponibilidade Subterrânea (ID), Índice de Variabilidade do Curso D'água (IV).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os 50 poços estão distribuídos entre as RPGA Rio Macureré e Curaçá (3), Rio Vaza-Barris (11), Rio Itapicuru (13), Riacho do Tara (6), Rio Paraguaçu (13), Rio de Contas (4). Dentre eles, 34% foram comparados em datas de períodos similares do ano e 66% em períodos distintos. Nas duas situações os percentuais de rebaixamento dos níveis estáticos foram superiores aos percentuais de elevação. Nas análises em datas similares, 82,3% dos níveis rebaixaram, enquanto 17,6% elevaram. Já nas comparações em períodos do ano não similares, somente 9% dos poços elevaram seus níveis, enquanto que 91% dos níveis rebaixaram. Os índices de elevação dos níveis variaram em até 2,78 m, já os de rebaixamento alcançaram valores de até 15,51 m.

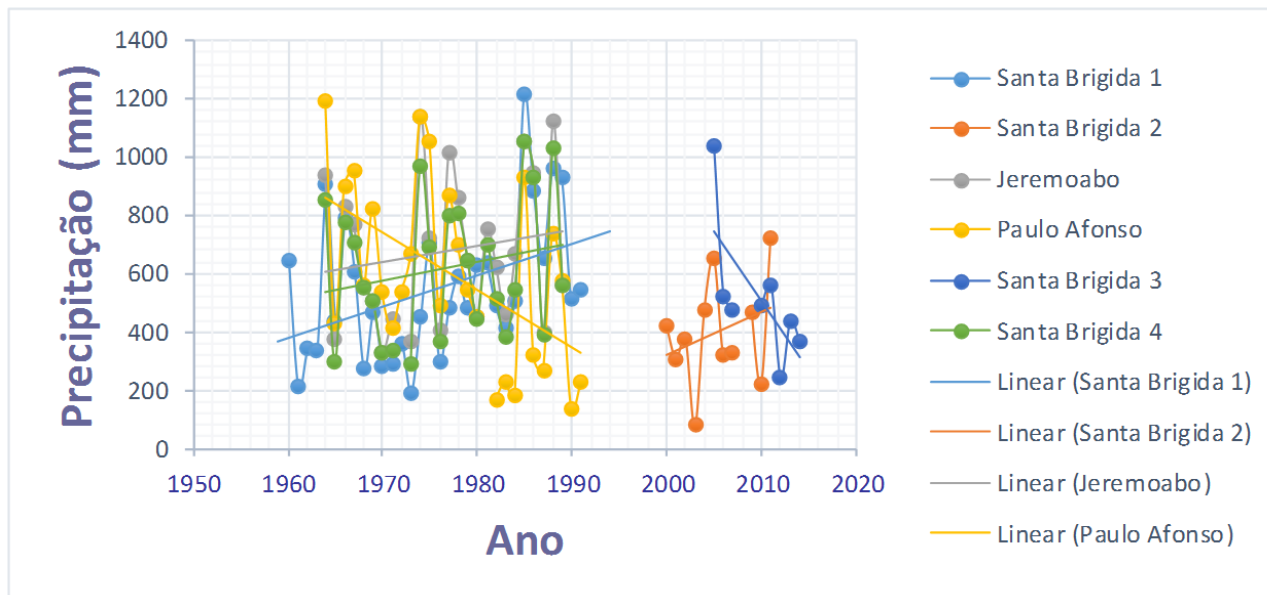
Os dados estatísticos gerados com as informações de flutuação dos 50 poços, levam a crer que há uma predominância no território da Bahia, dos rebaixamentos dos níveis freáticos em relação as elevações. Considerando que independente do fator de sazonalidade anual, os percentuais de rebaixamento permaneceram muito superiores aos níveis de elevação.

Dentre os critérios que foram determinantes na definição da RPGA do Riacho do Tará como área de estudo: a boa distribuição dos seis poços circunscritos no seu território de 16.128 km², todos eles apontando rebaixamento dos níveis ao longo dos anos; dois dos maiores índices de flutuação estão dentro desta sub-bacia; a existência de seis estações pluviométricas no entorno, quatro delas circunscritas na RPGA e duas próximas aos limites com as RPGA vizinhas, Rio Vaza-Barris e Macureré e Curaçá; existência de poços tubulares na região, contabilizando ao todo 123 poços registrados, segundo a CPRM.

Foram levantados registros pluviométricos das seis estações meteorológicas, as quatro especializadas dentro dos limites da RPGA do Riacho do Tará, foram nomeadas Santa Brígida I, Santa Brígida II, Santa Brígida III e Jeremoabo, e as duas estações que fazem fronteira com a RPGA em estudo, foram nomeadas Santa Brígida IV e Paulo Afonso (Tabela 1) (Figura 2).

Tabela 1 - Relação dos registros das estações pluviométricas da RPGA do Riacho do Tará

Estação pluviométrica	Escala anual dos registros pluviométricos	Períodos secos (meses)	Pluviosidade média mensal mínima	Pluviosidade total	Tendência
Santa Brígida I	1960-1991	Set-Nov	10,67 mm (Out)	Mínimo = 193 mm Máxima = 1218 mm	Aumento
Jeremoabo	1964-1971 1973-1989	Set-Nov	14,83 mm (Out)	Mínimo = 330 mm Máxima = 1137 mm	Aumento
Paulo Afonso	1964-1980 1982-1991	Ago-Nov	12,56 mm (Out)	Mínimo = 170 mm Máxima = 1195 mm	Diminuição
Santa Brígida IV	1964-1971 1973-1989	Set-Nov	12,49 mm (Out)	Mínimo = 291,7 mm Máxima = 1052,7 mm	Aumento
Santa Brígida II	2000-2007 2009-2011	Set-Dez	6,92 mm (Nov)	Mínimo = 78 mm Máxima = 720 mm	Aumento
Santa Brígida III	2005-2007 2010-2014	Set-Nov	7,89 mm (Nov)	Mínimo = 242,4 mm Máxima = 557,4 mm	Diminuição

Figura 2 - Análise comparativa das linhas de tendência dos índices de precipitação por estação pluviométrica


Nos registros entre 1960-1991, não houve relação entre as quatro estações pluviométricas, uma vez que três apontaram um aumento na quantidade de água precipitada e uma indicou diminuição. Entre 2000-2014 também não houve relação nos índices de precipitação ao longo dos anos, entre as duas estações relacionadas, uma indicou aumento e outra diminuição.

Considerando a recarga direta, não foi detectado a influência de uma possível diminuição da contribuição das precipitações nas recargas naturais que evidenciem os altos índices de rebaixamento, mesmo em uma época (2000-2014) em que as influências das alterações climáticas nos ciclos hidrológicos estejam mais evidentes.

A predominância da hidrogeologia característica sedimentar pode ter sido um fator de contribuição no rebaixamento mais significativo dos níveis estáticos na região de estudo, uma vez que a alta porosidade destas regiões influencia em uma maior dinamicidade hídrica entre os aquíferos adjacentes, e em consequência aumentando a velocidade e intensidade da flutuação dos níveis freáticos.

A partir da espacialização dos poços tubulares nos territórios da RPGA do Riacho do Tará através dos shapes disponibilizados, obteve-se um total de 123 poços potenciais contribuintes das descargas artificiais subterrâneas, perfazendo uma média de 1 poço por cada 15 km².

No presente estudo não foi possível associar a evolução ao longo dos anos do quantitativo de poços, que possam estar interferindo nas descargas artificiais em função da não obtenção de registros históricos com informações que contribuíssem para tal discussão. No entanto, foram considerados os dados atuais dos indicadores das demandas e disponibilidades do balanço hídrico do PERH, como elementos que dão subsídios a interpretação das influências antrópicas na captação de poços tubulares na região de estudo.

IUD - O baixo índice de aproveitamento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos na região levam a crer que fontes superficiais alternativas de abastecimento são utilizadas diminuindo a necessidade de utilização dos mananciais subterrâneos;

IPS - A baixa disponibilidade da água subterrânea per capita, em quantidade que não comprometam os mananciais subterrâneos torna essa região sensível a um aumento nas explorações de poços tubulares;

IDS - A média disponibilidade efetiva de água subterrânea per capita supõe que a região se encontra em uma fase intermediária de desenvolvimento fazendo-se necessário ações estratégicas para a utilização cada vez mais sustentável dos mananciais subterrâneos;

IAS - Sugere que a região ainda tem tolerância ao aumento de poços tubulares para uma maior exploração das águas subterrâneas, devido ao baixo índice de água aproveitada em relação ao potencial existente utilizável;

ID - O elevado déficit hídrico superficial disponível per capita mostra que a capacidade hídrica superficial é limitada, sugerindo que o desenvolvimento desta comunidade direciona um maior consumo dos mananciais subterrâneos;

IV - O alto risco de estiagens sugere que a captação de água subterrânea seja uma fonte de abastecimento indispensável principalmente nos períodos mais secos.

De acordo com os estudos realizados pelo IICA, os indicadores que relacionam as disponibilidades e demandas da região do Riacho do Tará apontam condições sustentáveis de exploração dos mananciais subterrâneos até os dias atuais, sugerindo que as descargas artificiais através de poços tubulares não estejam influenciando significativamente no rebaixamento dos níveis freáticos dos aquíferos desta região. No entanto, um possível aumento da demanda nesta região pode implicar no acréscimo desordenado da quantidade atual de poços perfurados atingindo a sobrecarga dos mananciais subterrâneos.

CONCLUSÃO

O presente estudo não encontrou correlação direta dos maiores percentuais de rebaixamento dos níveis estáticos com a diminuição da recarga ao longo dos anos, através da precipitação, nem com a potencialização das descargas artificiais na região. O principal indício desta movimentação freática pode estar associado ao material geológico da região característicos de aquíferos granulares, onde a dinamicidade hídrica é mais significativa.

As análises dos níveis freáticos dos poços do presente estudo dependeram da realização de testes de bombeamentos, que são relativamente caros e só são realizados quando existe alguma necessidade, quase sempre por parte do setor privado. Para um aprimoramento do estudo sugere-se que sejam locados poços estrategicamente distribuídos por toda a bacia com a finalidade de registrar diariamente os níveis estáticos desses poços.

É recomendado a instalação de mais estações pluviométricas melhor distribuídas por todo o território da sub bacia e que permitam uma análise mais precisa das condições meteorológicas de toda a RPGA. As limitações quantitativas das estações, bem como a escala temporal variada entre os registros pluviométricos, podem ter sido fatores que camuflaram uma maior confiabilidade dos resultados.

As sazonalidades anuais entre os períodos mais secos e mais chuvosos, identificadas pelas médias mensais, não foram tão úteis ao presente estudo devido ao objetivo principal de identificar as variações no decorrer dos anos, no entanto a semelhança das estações entre os períodos com maior escassez hídrica sugere que sejam realizados estudos mais atuais que deem uma maior confiabilidade na definição de uma regularidade nos índices de precipitação da RPGA do Riacho do Tará. A carência de caracterização geral desta área em referenciais bibliográficos certamente está associada ao fato da sub-bacia ter sido recém-criada pela resolução nº 43 do Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

No presente estudo não foram relacionadas as influências de recarga indireta e localizada dos corpos hídricos superficiais locais nos aquíferos pela ausência de um monitoramento contínuo dos níveis destes corpos hídricos superficiais. Faz-se necessário também em futuros estudos a análise conjunta do comportamento dos corpos hídricos superficiais da região, já que as recargas e descargas dos mananciais subterrâneos estão diretamente relacionadas.

Com todos os aprimoramentos necessários, o presente estudo deve ser replicado nas demais RPGA, a fim de identificar se os objetivos serão atingidos em situações adversas, uma vez que cada sub-bacia tem suas particularidades.

REFERÊNCIAS

- REBOUÇAS, Aldo da C. Água e desenvolvimento rural. Estudos Avançados, SciELO Brasil, v. 15, n. 43, p. 327–344, 2001.
- MIRANDA, Nilton Santana; Jose Miranda; Rosa. Balanço hídrico para a revisão do plano estadual de recursos hídricos. p. 1–286, 2010.
- CLEARY, Robert William. Águas subterrâneas. In: Engenharia hidrológica. [S.l.]: ABRH, 1989. p. 293–403.
- ALBUQUERQUE, Cleber Gomes, et al. Recarga de aquífero em aluvião no semiárido: estudo de caso em Pesqueira-PE. Universidade Federal de Pernambuco, 2013.
- REBOUÇAS A.C.; BRAGA, B.: Tundisi J. G. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. São Paulo-SP: Escrituras Ed., 1999.
- MARTELLI, Guilherme Viana. Monitoramento da flutuação dos níveis de água em aquíferos freáticos para avaliação do potencial de recarga em área de afloramento do sistema aquífero guarani em Cacequi-RS. 2012.