

CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA DO AQUÍFERO DUNAS / BARREIRAS EM NATAL, RN

Antonio Marozzi Righetto⁽¹⁾, Ana Miriam Câmara Vilela⁽²⁾, Raul Omar de Oliveira Dantas⁽³⁾

Resumo – A importância do aquífero Dunas / Barreiras para a cidade de Natal e a precariedade de informações hidrogeológicas voltadas à modelagem hidrodinâmica do aquífero motivaram o presente trabalho. Consiste no levantamento de superfícies potenciométricas na área de exploração e na caracterização das formações geológicas que formam o aquífero em Natal, RN. O trabalho apresenta esses resultados como base de dados para a modelagem hidrodinâmica do aquífero.

Abstract – The importance of Dunas / Barreiras aquifer for Natal city, RN, Brazil water supplying and precarious information about hydrogeological parameters for hydrodynamics modeling have motivated this work. This paper presents aquifer potenciométric surfaces in three periods of a year and also the geological formation characterization of Dunas / Barreiras aquifer for modeling purposes..

Palavras-Chave – Aquífero Dunas / Barreiras; Caracterização hidrogeológica.

INTRODUÇÃO

Setenta por cento da água de abastecimento de água da cidade de Natal é proveniente do aquífero Dunas/ Barreiras que totaliza vazão explorada em torno de 3,0 m³/s. É uma situação de super-exploração, já que a capacidade do aquífero dentro do perímetro urbano da cidade é muito inferior.

Avaliação do balanço hídrico realizado por Righetto & Rocha (2005) fornecem os seguintes volumes anuais: Volume precipitado de 140x10⁶ m³; Volume de recarga de 56 x 10⁶ m³; Volume percolado para os rios e mar de 41 x 10⁶ m³; Volume de água servida que retorna ao aquífero de 47 x 10⁶ m³ e Volume explorado de 62 x 10⁶ m³.

Por esses valores verifica-se que a exploração de água do aquífero está sendo realizada de forma insustentada tanto no aspecto quantitativo quando de degradação da qualidade das águas, uma vez que o retorno da água servida é realizado através da disposição do esgoto domiciliar por fossas e sumidouros. Em decorrência os índices de nitrato encontrados na água são alarmantes e crescentes, Righetto (2004).

A zona sul da cidade de Natal tem sua área de recarga delimitada pelos rios Potengi e Pitimbu, a costa oceânica e formação calcífera na fronteira de profundidade, na base. A crescente exploração do aquífero dentro de perímetro urbano e a disposição do esgoto por fossas e sumidouros, de um lado trouxe baixos investimentos em infra-estrutura de saneamento e por outro, em problema de difícil solução em curto prazo.

Duas ações precisam ser desencadeadas com urgência e em grande magnitude. Uma é o esgotamento sanitário, de forma a permitir que o aquífero possa se recuperar com relação à qualidade da água seja pelas recargas naturais seja por processos de remediações. A outra, é a de se

¹ Professor Adjunto da UFRN; Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária – righetto@ct.ufm.br

² Mestranda do PPGES da UFRN.

³ Graduando em Engenharia Civil da UFRN.

buscar outras fontes de captação de água para o abastecimento de água da cidade, considerando-se as disponibilidades hídricas superficiais e subterrâneas da região. Se de um lado os problemas associados ao aquífero são graves, por outro lado os estudos e pesquisas são muito acanhados e, em consequência, os dados são esparsos e de pouca confiabilidade.

Entende-se que são necessários estudos para a avaliação e prognósticos da hidrodinâmica do aquífero, na busca de avaliações confiáveis da disponibilidade hídrica do aquífero, em função dos atuais níveis de exploração, recarga e contaminação. E principalmente, de simulações que possam orientar as ações para a recuperação sustentada do aquífero.

Este trabalho faz parte de um projeto de avaliação da hidrodinâmica do aquífero Dunas / Barreiras em Natal e do processo e quantificação da contaminação por nitrato, através de estudos experimentais em área piloto e estudos de modelagem numérica.

O presente trabalho apresenta os resultados de estudos em campo para o levantamento das superfícies potenciométricas em três períodos de um ano hidrológico e a caracterização das formações sedimentares que constituem o aquífero Dunas / Barreiras em Natal, RN.

ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende a Zona Sul de Natal/RN e é delimitada pelos Rios Potengi e Pitimbú e pelo Mar. Tem área de 90 km². Para a caracterização espacial e modelagem, ela foi dividida horizontalmente em 85 colunas e 70 linhas formando uma malha de 200m x 200m.

O contorno relativo ao mar foi considerado com carga hidráulica constante igual a 0 (zero) as do rios Potengi com níveis médios constantes; as células do grade que se encontram fora da área de estudo foram consideradas como inativas para efeito de modelagem.

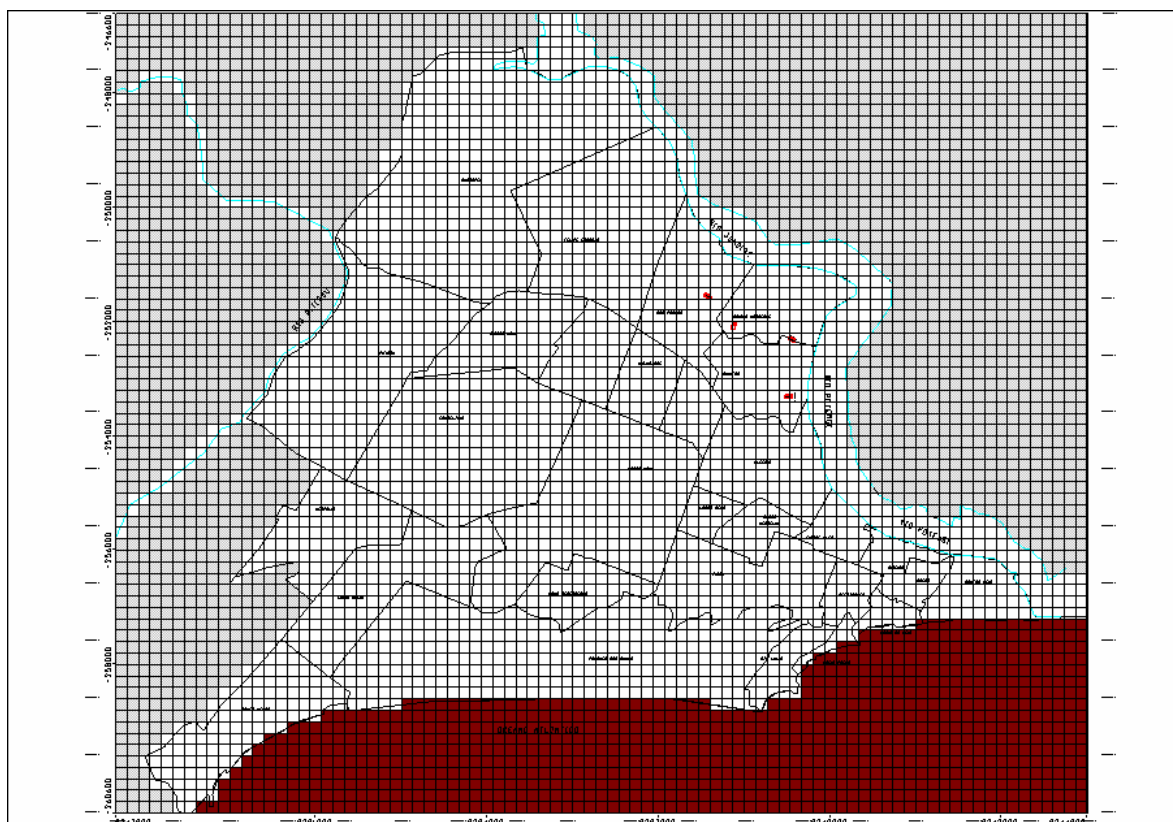
Nesta área, da ordem de 150 poços tubulares são utilizados para a exploração de águas subterrâneas. O esgotamento sanitário da área é atualmente por fossas e sumidouros, agregando-se assim, no processo de recarga, a infiltração da água de chuva e as águas domiciliares servidas.

As sub-regiões estão sendo utilizadas para se fixar o percentual de ocupação da área para efeito de avaliação da recarga natural e recarga induzida pelas águas servidas.

¹ Professor Adjunto da UFRN; Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária – righetto@ct.ufm.br

² Mestranda do PPgES da UFRN.

³ Graduando em Engenharia Civil da UFRN.



Legenda:

Celulas inativas

Carga Constante

Rios

CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA

Por meio de mapa plani-altimétrico digitalizado, com curvas de nível de metro em metro, foi construído a base de dados topográficos para efeito de se determinar a distribuição da superfície potenciométrica do aquífero a partir de leituras de profundidades dos níveis de água em relação à superfície do terreno. A Figura 2 ilustra graficamente a topografia da área urbana em estudo, revelando as regiões dunares mais elevadas (amarelo e vermelho).

¹ Professor Adjunto da UFRN; Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária – righetto@ct.ufm.br

² Mestranda do PPGES da UFRN.

³ Graduando em Engenharia Civil da UFRN.

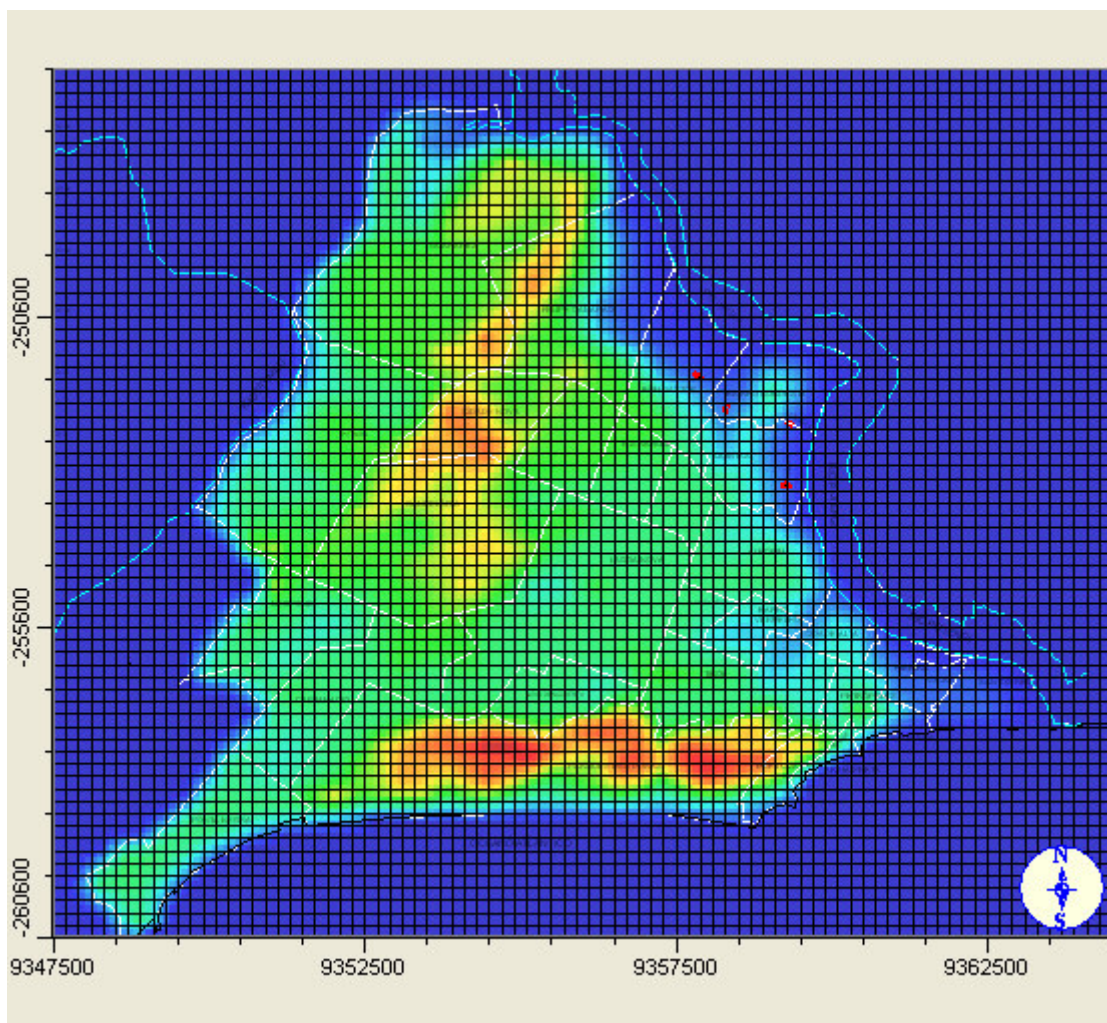


Figura 2 – Elevações da superfície urbana da zona sul de Natal, RN.

As elevações da superfície foram retiradas de um mapa cedido pela Companhia de águas do Estado (CAERN), com curvas de nível de metro em metro. Construiu-se uma tabela relacionando as coordenadas (X e Y) com as respectivas elevações (Z). Esta tabela foi importada para o VisualMODFLOW que gerou, através de interpolações, a topografia da área de estudo.

As formações geológicas constituintes de um aquífero, em geral, têm conformações bastante complexas e de difícil apresentação como dados de entrada de um modelo hidrodinâmico tridimensional como o MODFLOW, cujas camadas geológicas devem ser apresentadas graficamente de forma contínua através da indicação do topo de cada camada ao longo de todo o domínio definido por uma malha quadrangular horizontal.

No estudo da modelagem hidrodinâmica do aquífero Dunas / Barreiras em Natal, RN, as formações sedimentares são bastante heterogêneas com intercalações descontínuas de difícil caracterização e apresentação tridimensional. Essa situação levou a se criar um método próprio não encontrado na literatura, que consiste basicamente nos seguintes procedimentos:

- A partir dos perfis geológicos levantados através das perfurações de centenas de poços, foram identificadas as formações geológicas, constituídas por arenitos de granulometrias variadas, com a presença em percentuais variados de areia fina, média e grossa, cascalho, argila.

¹ Professor Adjunto da UFRN; Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária – righetto@ct.ufm.br

² Mestranda do PPgES da UFRN.

³ Graduando em Engenharia Civil da UFRN.

- Com a identificação das formações sedimentares presentes e da predominância das seqüências dessas formações na constituição dos perfis geológicos, foram definidas seqüências de sobreposições de camadas obedecendo a um ordenamento com possíveis repetições de camadas nessa seqüência.
- Ao identificar a seqüência de camadas reais em um determinado local, toma-se a espessura de cada camada na seqüência, com possíveis camadas de espessura nula, pelo fato de algumas formações não aparecerem ao longo do perfil na seqüência considerada.

Um exemplo serve para facilitar o entendimento do método utilizado. Suponha a existência de 4 possíveis formações sedimentares que formam os perfis geológicos de um aquífero. Vamos chamá-los de Arenito 1, Arenito 2, Arenito 3 e Argila. E para facilitar a compreensão, vamos considerar os perfis geológicos ao longo de um transecto. A tabela 1 fornece para este exemplo os valores das cotas de topo dos perfis geológicos encontrados em 5 perfurações existentes ao longo desse transecto.

Tabela 1 – Perfis geológicos em quatro locais ao longo de um transecto (exemplo).

Local x (m)	0	1000	2000	3000	4000
Arenito 1	5,12	7,43	3,78	6,91	5,93
Arenito 2	7,56	7,43	3,78	6,91	5,93
Arenito 3	7,56	7,43	3,78	6,91	5,93
Argila	7,56	7,43	5,62	7,14	5,93
Arenito 1	9,01	9,01	5,62	7,14	5,93
Arenito 2	9,12	10,73	8,43	8,43	7,12
Arenito 3	10,78	12,54	9,56	8,43	7,12
Argila	10,78	12,54	9,56	8,43	7,12
Arenito 1	12,5	13,67	14,67	10,34	9,56
Arenito 2	12,5	13,67	14,67	10,34	9,56
Arenito 3	15,4	16,74	16,12	14,65	12,85
Argila	15,4	16,74	16,12	14,65	12,85

A Figura 1 mostra os perfis geológicos, identificando as camadas de formações presentes ao longo do transecto. Importante constatar que algumas camadas da seqüência não aparecem e isso é automaticamente considerado, atribuindo-se espessuras nulas para essas camadas.

¹ Professor Adjunto da UFRN; Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária – righetto@ct.ufm.br

² Mestranda do PPgES da UFRN.

³ Graduando em Engenharia Civil da UFRN.

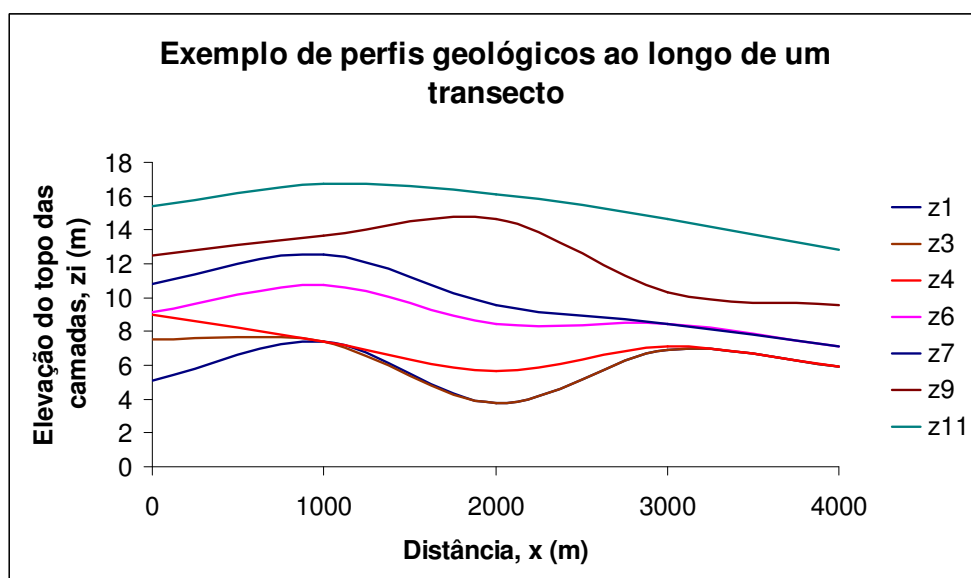


Figura 2 – Exemplo ilustrativo do levantamento de perfis de camadas geológicas.

Os Perfis Geológicos

As figuras apresentadas, a seguir, mostram as camadas hidrogeológicas levantadas através das perfurações de poços para bombeamento e o tratamento dos dados a partir de uma seqüência padrão de camadas estabelecidas a partir das informações existentes. Deve-se ressaltar a inexistência de critérios para as definições dos arenitos encontrados. A caracterização dos perfis geológicos realizada por ocasião da construção de cada poço segue uma nomenclatura que impede um procedimento científico de avaliação e quantificação das características hidrogeológicas. É preciso por em prática uma regulamentação obrigatória para a caracterização hidrogeológica por ocasião da realização de perfurações.

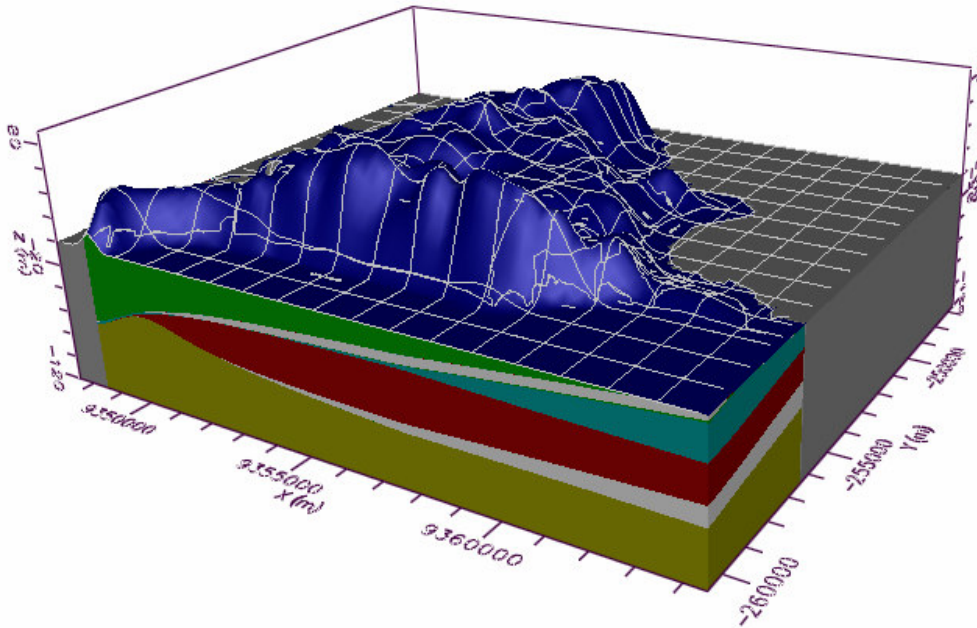
A Figura 3 apresenta em visualização tridimensional da área estudada. Evidentemente a escala vertical está exagerada para efeito de permitir melhor visualização. Esta imagem em três dimensões mostra a topografia da área e as camadas hidrogeológicas do aquífero que foram obtidas através das interpolações dos dados obtidos dos perfis litológicos da perfuração dos poços da cidade.

As Figuras de 4 a 8 fornecem as camadas hidrogeológicas em vários transectos da área estudada, mostrando a obtenção adequadas das heterogeneidades encontradas a partir dos perfis levantados dos locais em que foram construídos poços tubulares.

¹ Professor Adjunto da UFRN; Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária – righetto@ct.ufm.br

² Mestranda do PPgES da UFRN.

³ Graduando em Engenharia Civil da UFRN.

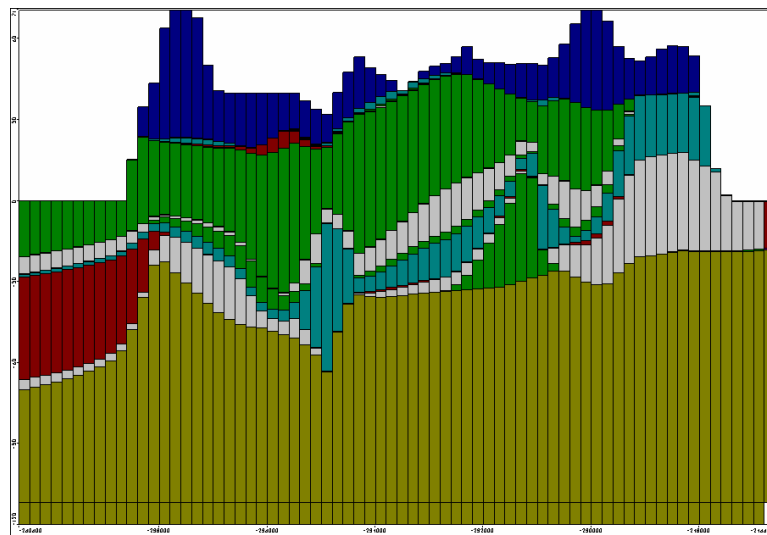


Obs.: Escala vertical 30x maior que a horizontal

Legenda:



Figura 3 – Representação tridimensional das camadas hidrogeológicas do aquífero Duanas / Barreiras na zona sul de Natal, RN.



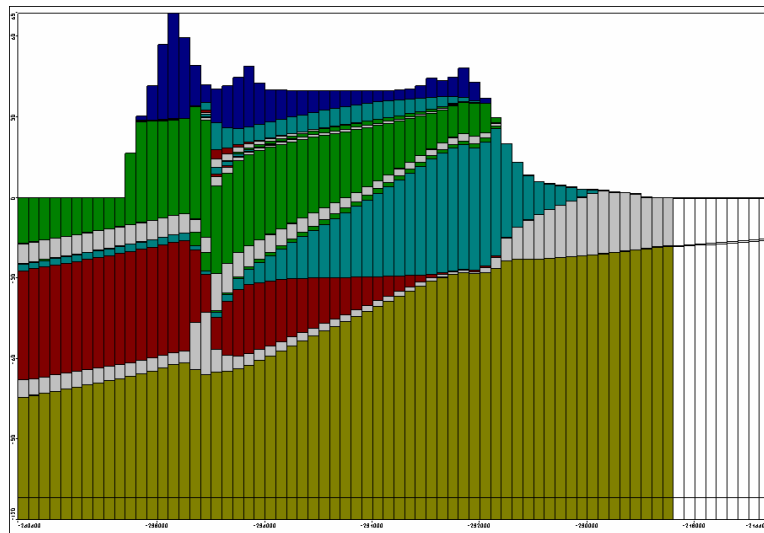
Obs.: Escala vertical 30x maior que a horizontal

Figura 4 – Camadas geológicas ao longo do transecto – coluna 39.

¹ Professor Adjunto da UFRN; Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária – righetto@ct.ufm.br

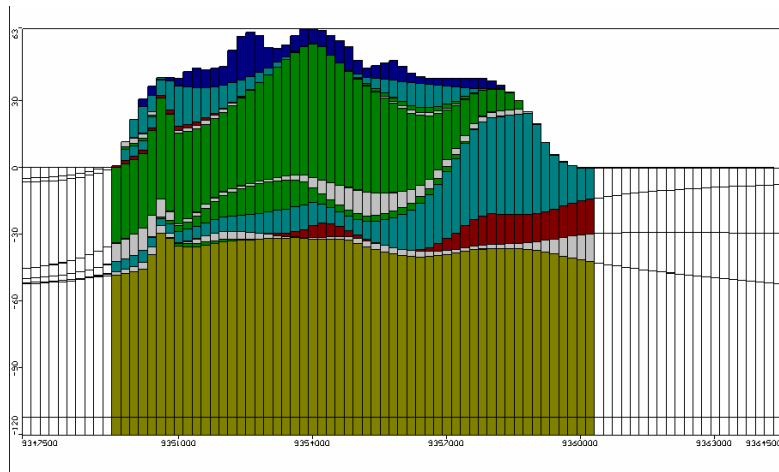
² Mestranda do PPgES da UFRN.

³ Graduando em Engenharia Civil da UFRN.



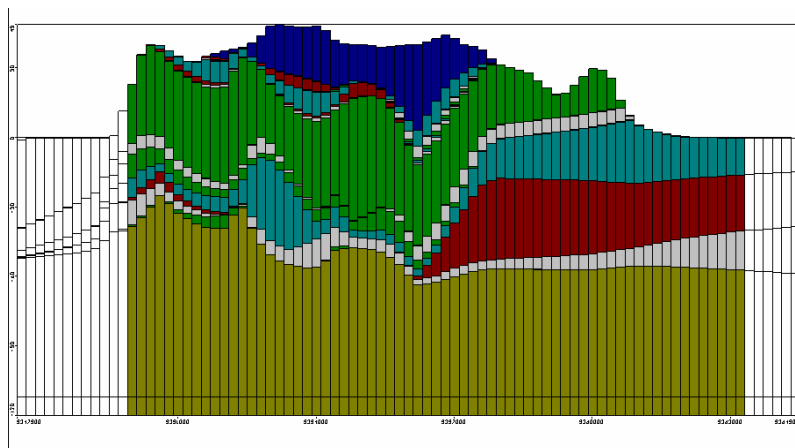
Obs.: Escala vertical 30x maior que a horizontal

Figura 5 – Camadas geológicas ao longo do transecto – coluna 49



Obs.: Escala vertical 30x maior que a horizontal.

Figura 6 – Camadas geológicas ao longo do transecto – linha 36.



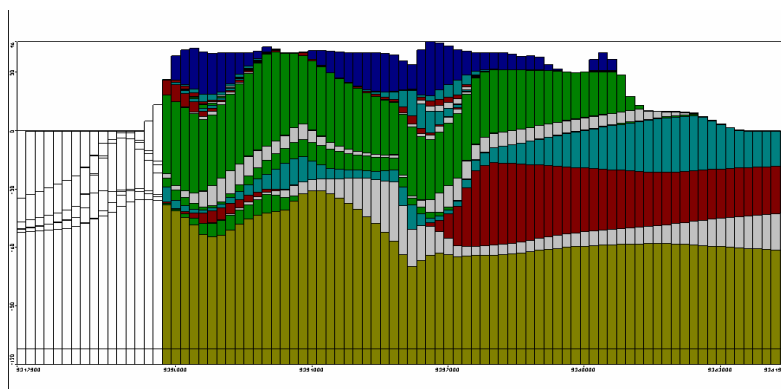
Obs.: Escala vertical 30x maior que a horizontal.

Figura 7 – Camadas geológicas ao longo do transecto – linha 47.

¹ Professor Adjunto da UFRN; Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária – righetto@ct.ufm.br

² Mestranda do PPgES da UFRN.

³ Graduando em Engenharia Civil da UFRN.



Obs.: Escala vertical 30x maior que a horizontal.

Figura 8 – Camadas geológicas ao longo do transecto – linha 51.

SUPERFÍCIES POTENCIOMÉTRICAS

Foram realizadas durante um período de seis meses o levantamento dos níveis em poços tubulares operados pela Companhia de Água e Esgoto do Rio Grande do Norte (CAERN) por meio de um trabalho conjunto de técnicos da UFRN e da CAERN. Os poços em funcionamento eram desativados temporariamente e após um dia de paralisação, realizadas as leituras dos níveis de água potenciométricos. Essa operação envolvia parada de operação o que exigia urgência na realização das leituras e retorno de funcionamento das bombas. Foi uma tarefa difícil, de baixo rendimento em termos de quantidade de medidas, porém, extremamente importantes em face da reduzida quantidade de informação disponível, encontrada em Melo (1995).

Com os dados levantados, e informações sobre possíveis interferências de outros poços em operação, foram realizadas correções dos níveis observados, considerando-se a distância dos poços e os níveis medidos e topográficos. Finalmente os dados foram digitados no software SURFER para a geração das isolinhas.

Foi possível realizar o levantamento de três superfícies potenciométricas. A primeira referente ao período de 27/09/04 a 05/10/04. A segunda no período de 13/12/04 a 25/01/04. E a terceira no período de 18/04/05 a 10/05/05. As Figuras 9 a 13 apresentam as superfícies potenciométricas observadas.

¹ Professor Adjunto da UFRN; Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária – righetto@ct.ufm.br

² Mestranda do PPgES da UFRN.

³ Graduando em Engenharia Civil da UFRN.

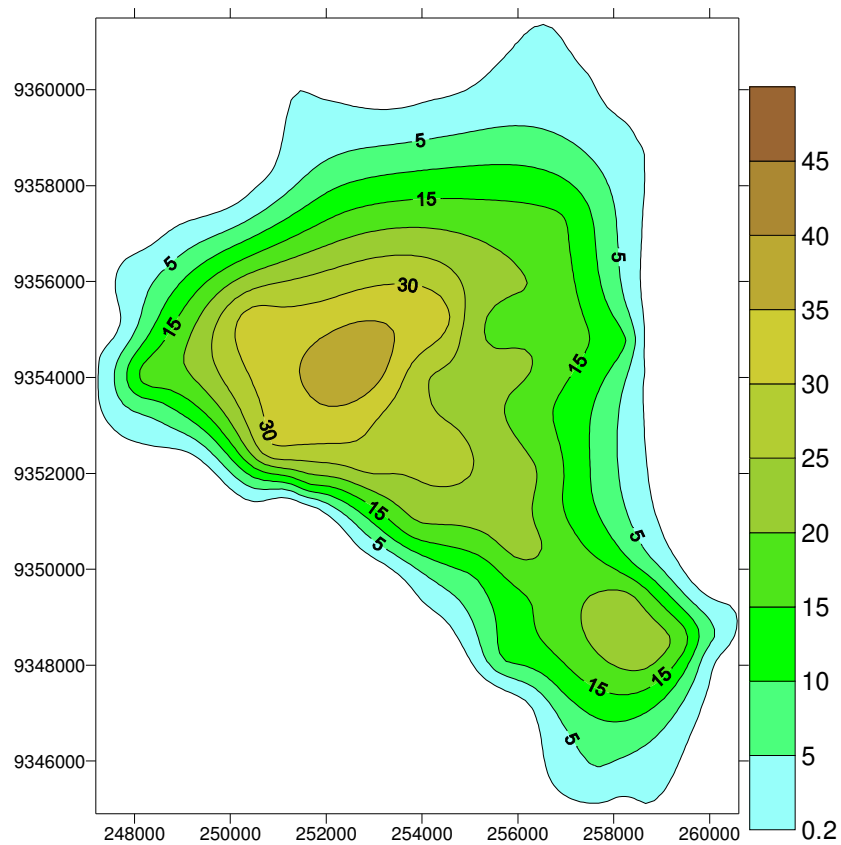


Figura 9 - Superfície Potenciométrica da Cidade de Natal-RN, 1ª Coleta de Dados - período de 27/09/04 a 05/10/04

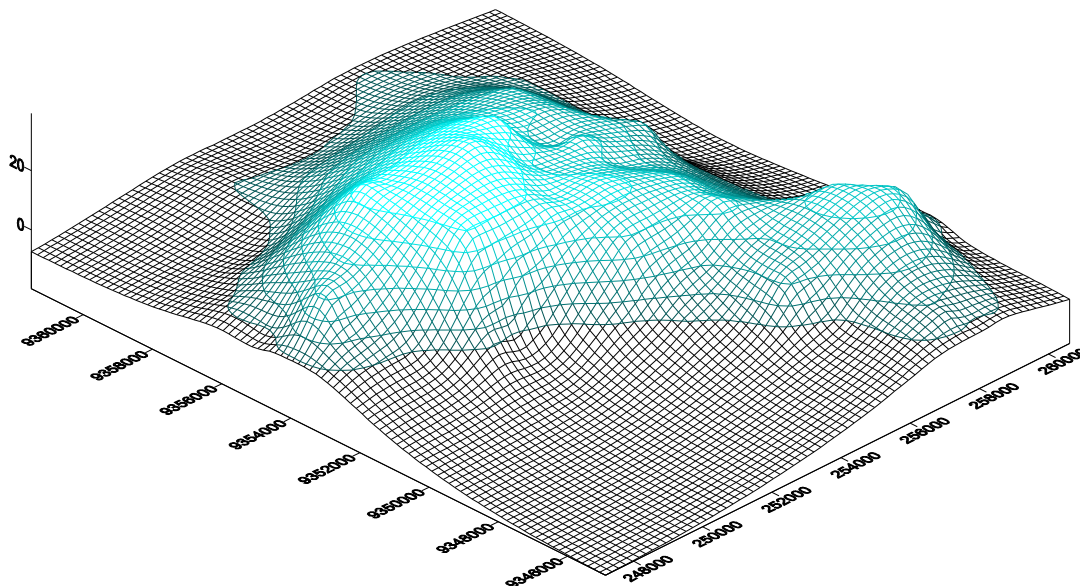


Figura 10 - Superfície Potenciométrica da Cidade de Natal-RN, 1ª Coleta de Dados período de 27/09/04 a 05/10/04

¹ Professor Adjunto da UFRN; Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária – righetto@ct.ufm.br

² Mestranda do PPgES da UFRN.

³ Graduando em Engenharia Civil da UFRN.

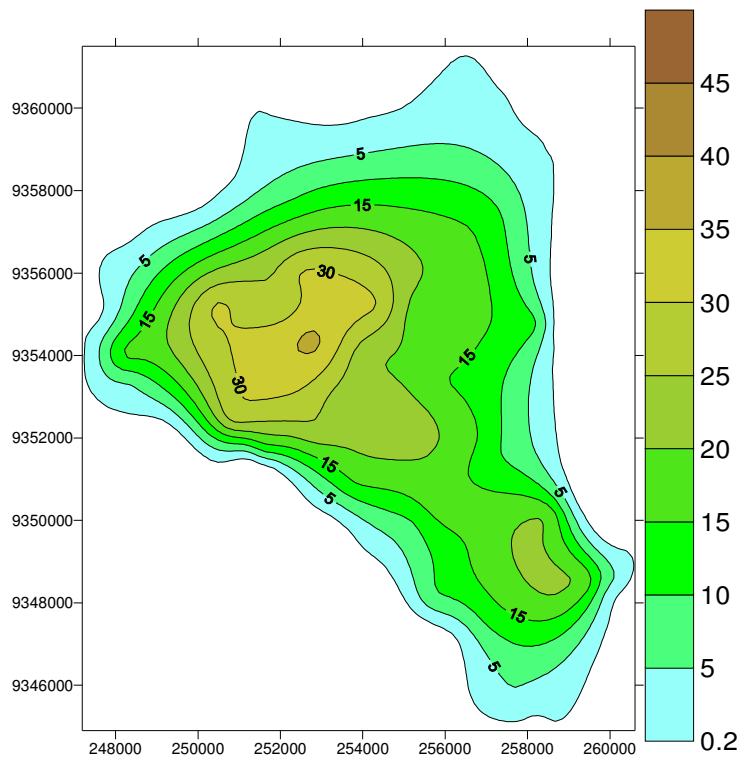


Figura 11 - Superfície Potenciométrica da Cidade de Natal-RN, 2ª Coleta de Dados período de 13/12/04 a 25/01/04.

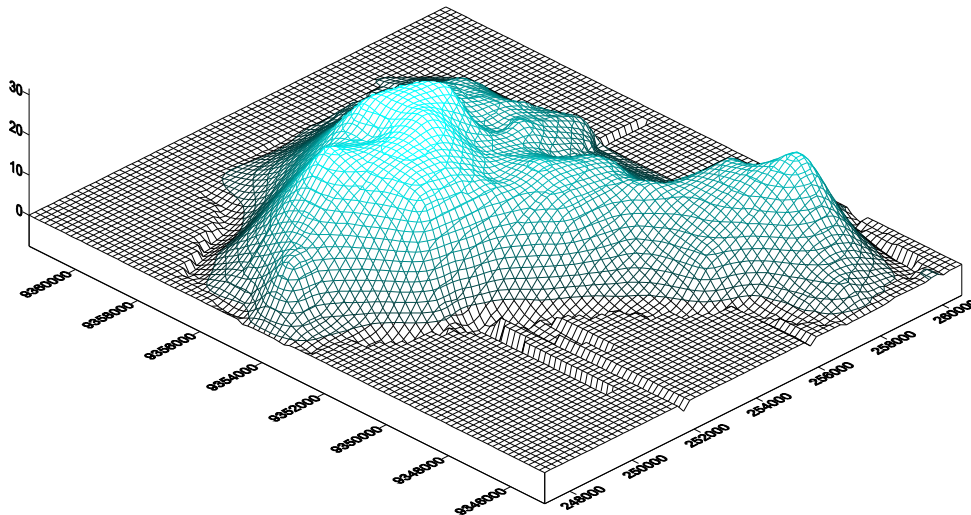


Figura 12 - Superfície Potenciométrica da Cidade de Natal-RN, 1ª Coleta de Dados período de 13/12/04 a 25/01/04.

¹ Professor Adjunto da UFRN; Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária – righetto@ct.ufm.br

² Mestranda do PPgES da UFRN.

³ Graduando em Engenharia Civil da UFRN.

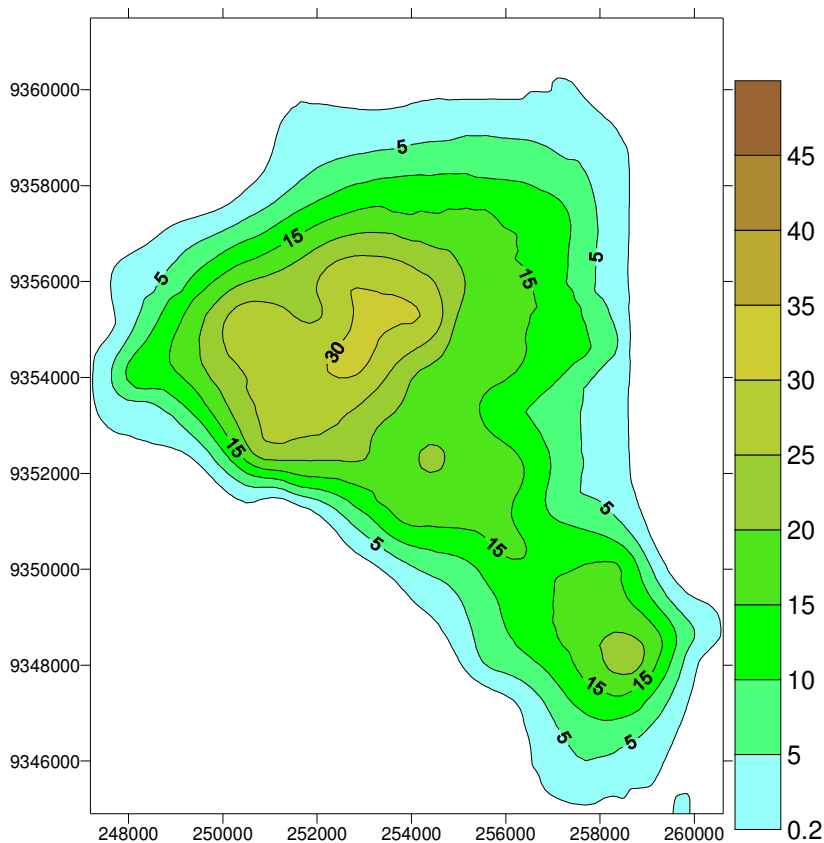


Figura 13 - Superfície Potenciométrica da Cidade de Natal-RN, 3ª Coleta Dados Período de 18/04/05 a 10/05/05

Com as superfícies potenciométricas levantadas será possível calibrar o modelo hidrodinâmico MODFLOW e assim, possibilitar as simulações da exploração das águas subterrâneas, avaliação da recarga e limites de exploração, assim como, avaliar o grau de comprometimento da contaminação por nitrato e simulações de possíveis remediações através da injeção de água potável no aquífero em regiões mais comprometidas com os índices de nitrato.

CONCLUSÕES

Os levantamentos de informações realizados para a caracterização hidrogeológica do aquífero Dunas / Barreiras na cidade de Natal mostraram que as informações são insuficientes para a devida caracterização de um aquífero de abastecimento de água de uma cidade que é capital de estado e com enormes problemas de infra-estrutura hídrica e de esgotamento sanitário e, conseqüentemente, ambiental.

Os levantamentos em campo permitiram obterem-se três superfícies potenciométricas que serão de importante valia para a calibração do modelo hidrodinâmico que está sendo realizado com o software VISUALMODFLOW.

A caracterização espacial das formações sedimentares que compõem o aquífero Dunas / Barreiras em Natal foi realizada com sucesso através de um procedimento original de utilizar-se de uma seqüência padrão de formações e ajuste das espessuras em função da presença (espessura maior do que zero) ou inexistência (espessura nula). Infelizmente, o VISUALMODFLOW não tem a versatilidade de considerar espessura nula para uma determinada camada, o que nos obrigou a

¹ Professor Adjunto da UFRN; Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária – righetto@ct.ufm.br

² Mestranda do PPgES da UFRN.

³ Graduando em Engenharia Civil da UFRN.

utilizar uma espessura de 2 cm a fim de poder utilizar-se dos interpoladores de camadas existentes neste Software.

Em continuação ao projeto de pesquisa, está se iniciando o processo de calibração do modelo e, em seguida, simulações hidrodinâmicas a fim de se avaliar o comportamento do aquífero em situações diferentes das que atualmente existem com as explorações intensivas de poços de bombeamento e recarga das águas servidas por fossas e sumidouros.

RECONHECIMENTO – Este trabalho foi realizado dentro do Projeto de Pesquisa *Estudo da Hidrodinâmica e da Contaminação por Nitrato do Aquífero de Abastecimento de Água da Cidade de Natal*, patrocinado pelo Projeto PRONEX com recursos federais através do CNPq e estaduais através da FAPERN.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MELO, J. G. 1995. *Avaliação dos Riscos de Contaminação e Proteção das Águas Subterrâneas de Natal / RN.* UFRN / CAERN: 232p.

RIGHETTO, A. M. 2004. Recarga, Contaminação e Exploração do Aquífero da Cidade de Natal, RN In: XXI Congresso Latinoamericano de Hidráulica, 2004, São Pedro, SP, Brasil, *Anais do XXI Congresso Latinoamericano de Hidráulica*. Campinas, SP, UNICAMP SP, 2004. v.1. p.1 – 10

RIGHETTO A. M., ROCHA M. 2005. Exploração Sustentada do Aquífero Dunas / Barreiras na Cidade de Natal, RN, *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, Vol. 10, No. 2: pp 27-38.

¹ Professor Adjunto da UFRN; Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária – righetto@ct.ufm.br

² Mestranda do PPgES da UFRN.

³ Graduando em Engenharia Civil da UFRN.