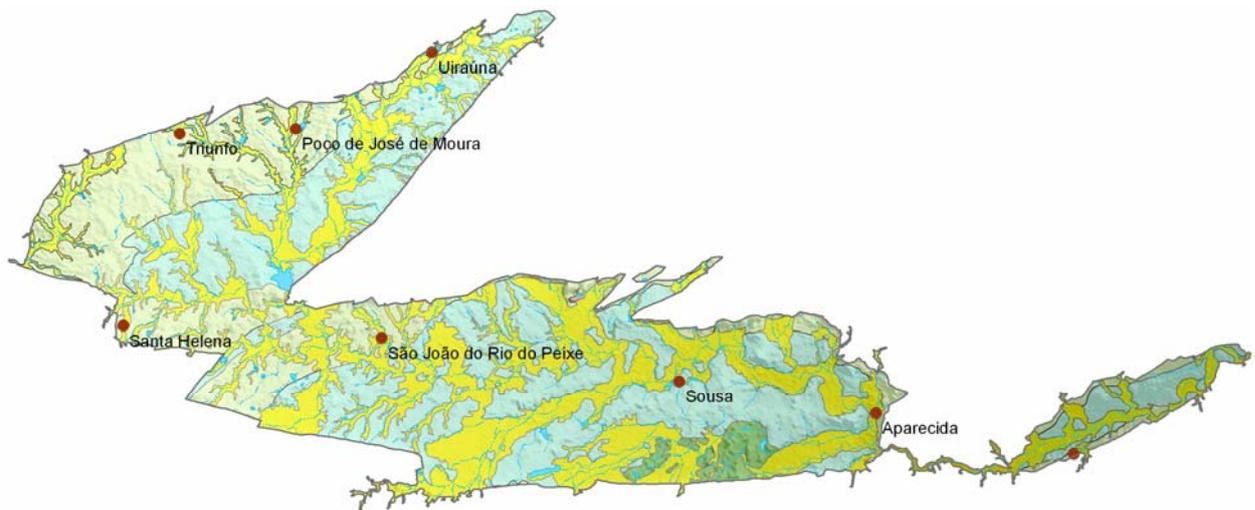




**Rede Cooperativa de Pesquisa**

## **COMPORTAMENTO DAS BACIAS SEDIMENTARES DA REGIÃO SEMI-ÁRIDA DO NORDESTE BRASILEIRO**



### ***“HIDROGEOLOGIA DA BACIA SEDIMENTAR DO RIO DO PEIXE”***

**Meta E**

**Subsídios à Gestão das Águas Subterrâneas**

Outubro/2007

**Ministério de  
Minas e Energia**

**Ministério da  
Ciência e Tecnologia**



**Rede Cooperativa de Pesquisa**

**COMPORTAMENTO DAS BACIAS SEDIMENTARES DA REGIÃO  
SEMI-ÁRIDA DO NORDESTE BRASILEIRO**

***“HIDROGEOLOGIA DA BACIA SEDIMENTAR DO  
RIO DO PEIXE”***

**Meta E**

**Subsídios à Gestão das Águas Subterrâneas**

Execução:

**Serviço Geológico do Brasil - CPRM**

**Universidade Federal de Campina Grande - UFCG**

Outubro / 2007

## REDE COOPERATIVA DE PESQUISA

### *COMPORTAMENTO DAS BACIAS SEDIMENTARES DA REGIÃO SEMI-ÁRIDA DO NORDESTE BRASILEIRO*

#### **Coordenação**

Período 2004/2005 – Dr. *Waldir Duarte Costa*

Período 2006/2007 – MSc *Fernando A. C. Feitosa*

#### **Instituições Participantes**

##### **Serviço Geológico do Brasil – CPRM**

Coordenação: MSc *Fernando Antonio Carneiro Feitosa*

MSc *Jaime Quintas dos Santos Colares*

##### **Universidade Federal da Bahia – UFBA**

Coordenadora: Dra. Joana Angélica Guimarães da Luz

##### **Universidade Federal de Campina Grande – UFCG**

Coordenador: Dr. Vajapeyam Srirangachar Srinivasan

##### **Universidade Federal do Ceará – UFC**

Coordenadora: Dra. Maria Marlúcia Freitas Santiago

##### **Universidade Federal de Pernambuco – UFPE**

Coordenador: Dr. José Geilson Alves Demetrio

##### **Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN**

Coordenador: Dr. José Geraldo de Melo

---

#### **Bacia Sedimentar do Rio do Peixe**

##### *Hidrogeologia da Bacia Sedimentar do Rio do Peixe*

##### **Meta A – Relatório Diagnóstico do Estado da Arte**

Esp. Manoel Julio da Trindade Gomes Galvão – CPRM

Dr. Vajapeyam Srirangachar Srinivasan – UFCG

MSc José do Patrocínio Tomaz Albuquerque – UFCG

MSc Janiro Costa Rego – UFCG

Dr. Hans Dieter Max Schuster – UFCG

Dra. Beatriz Susana Ovruski de Ceballos – UFCG

Dr. Carlos de Oliveira Galvão - UFCG

Dra. Márcia Maria Rios Ribeiro - UFCG

José Rosenilton de Araújo Maracajá - UFCG

## **Meta B – Caracterização Geológica e Geométrica dos Aquíferos**

### **Item 1 – Revisão Geológica**

Esp. Dunaldson E. G. Alcoforado da Rocha – CPRM

MSc Cristiano de Andrade Amaral– CPRM

### **Item 2 – Levantamento Geofísico por Eletrorresistividade**

MSc Edilton Carneiro Feitosa - Consultor

## **Meta C – Caracterização Hidrogeológica dos Aquíferos**

### **Item 1 – Definição da Rede de Poços para Monitoramento**

Dr. Vajapeyam Srirangachar Srinivasan – UFCG

Esp. Manoel Julio da Trindade Gomes Galvão – CPRM

MSc José do Patrocínio Tomaz Albuquerque – UFCG

MSc Janiro Costa Rego – UFCG

Dr. Hans Dieter Max Schuster – UFCG

Dra. Beatriz Susana Ovruski de Ceballos – UFCG

MSc José Rosenilton de Araújo Maracajá - UFCG

### **Item 2 – Instalação de Equipamentos**

Esp. Manoel Julio da Trindade Gomes Galvão – CPRM

MSc José do Patrocínio Tomaz Albuquerque – UFCG

MSc Janiro Costa Rego – UFCG

Dr. Hans Dieter Max Schuster – UFCG

MSc José Rosenilton de Araújo Maracajá - UFCG

Ismael José Pereira – Técnico em Laboratório

### **Item 3 – Testes de Aquífero**

Esp. Manoel Julio da Trindade Gomes Galvão - CPRM

MSc Waldir Duarte Costa Filho – CPRM

Armando Arruda Câmara Filho - CPRM

### **Item 4 – Elaboração de Mapas Potenciométricos**

MSc José do Patrocínio Tomaz Albuquerque – UFCG

MSc Janiro Costa Rego – UFCG

Dr. Hans Dieter Max Schuster – UFCG

MSc José Rosenilton de Araújo Maracajá - UFCG

Julio Cesar Sebastiani Kunzler – Mestrando / CT-Hidro/CNPq

Kiosthenes Moreira Pinheiro – Inic. Científica / PIBIC / CNPq

Israel José Pereira – Técnico em Laboratório

Esp. Manoel Julio da Trindade Gomes Galvão – CPRM

### **Item 5 – Balanço Hídrico**

Dr. Hans Dieter Max Schuster – UFCG

Dr. Vajapeyam Srirangachar Srinivasan – UFCG

MSc José do Patrocínio Tomaz Albuquerque – UFCG

MSc Janiro Costa Rego – UFCG

Dr. Carlos de Oliveira Galvão - UFCG

MSc José Rosenilton de Araújo Maracajá - UFCG

Julio Cesar Sebastiani Kunzler – Mestrando / CT-Hidro/CNPq

Gracieli Louise Monteiro Brito – Mestrando / CT-Hidro/CNPq

#### **Item 6 – Elaboração de Modelos de Fluxo**

Dr. Hans Dieter Max Schuster – UFCG

Dr. Vajapeyam Srirangachar Srinivasan – UFCG

MSc José do Patrocínio Tomaz Albuquerque – UFCG

MSc Janiro Costa Rego – UFCG

MSc José Rosenilton de Araújo Maracajá - UFCG

Julio Cesar Sebastiani Kunzler – Mestrando / CT-Hidro/CNPq

Gracieli Louise Monteiro Brito – Mestrando / CT-Hidro/CNPq

Kiosthenes Moreira Pinheiro – Inic. Científica / PIBIC/CNPq

#### **Item 7 – Avaliação dos Recursos de Água Subterrânea da Bacia**

MSc José do Patrocínio Tomaz Albuquerque – UFCG

Dr. Vajapeyam Srirangachar Srinivasan – UFCG

MSc Janiro Costa Rego – UFCG

Dr. Hans Dieter Max Schuster – UFCG

MSc José Rosenilton de Araújo Maracajá - UFCG

Julio Cesar Sebastiani Kunzler – Mestrando / CT-Hidro/CNPq

Gracieli Louise Monteiro Brito – Mestrando / CT-Hidro/CNPq

#### **Meta D – Caracterização Hidroquímica e de Vulnerabilidade**

##### **Item 1 – Estudos Hidroquímicos e Isotópicos**

Dra. Beatriz Susana Ovruski de Ceballos – UFCG

MSc José do Patrocínio Tomaz Albuquerque – UFCG

MSc José Rosenilton de Araújo Maracajá - UFCG

Julio Cesar Sebastiani Kunzler – Mestrando / CT-Hidro/CNPq

Gracieli Louise Monteiro Brito – Mestrando / CT-Hidro/CNPq

Kiosthenes Moreira Pinheiro – Inic. Científica / PIBIC/CNPq

Esp. Manoel Julio da Trindade Gomes Galvão – CPRM

*Renato de Oliveira Fernandes - Inic. Científica/ PIBIC/CNPq*

Ismael José Pereira – Técnico em Laboratório

##### **Item 2 – Estudos de Vulnerabilidade e Riscos de Contaminação**

Dra. Beatriz Susana Ovruski de Ceballos – UFCG

MSc José do Patrocínio Tomaz Albuquerque – UFCG

MSc José Rosenilton de Araújo Maracajá - UFCG

Kiosthenes Moreira Pinheiro – Inic. Científica / PIBIC/CNPq

Esp.. Manoel Julio da Trindade Gomes Galvão – CPRM

Ismael José Pereira – Técnico em Laboratório

#### **Meta E – Subsídios à Gestão das Águas Subterrâneas da Bacia**

MSc José do Patrocínio Tomaz Albuquerque – UFCG

Dr. Vajapeyam Srirangachar Srinivasan – UFCG

MSc Janiro Costa Rego – UFCG

Dr. Hans Dieter Max Schuster – UFCG

Dra. Beatriz Susana Ovruski de Ceballos – UFCG

Dr. Carlos de Oliveira Galvão - UFCG

Dra. Márcia Maria Rios Ribeiro - UFCG

MSc José Rosenilton de Araújo Maracajá - UFCG

Esp. Manoel Julio da Trindade Gomes Galvão – CPRM

**Meta F – Estruturação e Alimentação da Base de Dados em SIG**

Coordenação executiva: Francisco Edson Mendonça Gomes – CPRM

Colaboração:

Esp. Manoel Júlio da Trindade Gomes Galvão

Eriveldo da Silva Mendonça - Desenvolvimento do aplicativo multimídia - CPRM

Érika Gomes Brito - CPRM

---

## SUMÁRIO DA META E

### SUBSÍDIOS À GESTÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA BACIA

META E - SUBSÍDIOS À GESTÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA BACIA	01	
1. Introdução	01	
2. Subsídios à gestão das águas subterrâneas		01
2.1 - Zoneamento Explotável	01	
2.2 – Obras hídricas recomendadas e outras considerações	04	

### LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1.1 - Mapa de rebaixamento para o primeiro cenário (Q=250 m <sup>3</sup> /dia no regime estacionário)	01
Figura 2.1.2 - Mapa de rebaixamento para o segundo cenário (Q = 250 m <sup>3</sup> /dia no regime transitório)	02
Figura 2.1.3 - Mapa de rebaixamento para o terceiro cenário (Q = 500 m <sup>3</sup> /dia no regime estacionário)	03
Figura 2.1.4 - Mapa de rebaixamento para o quarto cenário (Q = 500 m <sup>3</sup> /dia no regime transitório)	03

## **1. INTRODUÇÃO**

MSc José do Patrocínio Tomaz Albuquerque – UFCG; Dr. Vajapeyam Srirangachar Srinivasan – UFCG; MSc Janiro Costa Rego – UFCG; Dr. Hans Dieter Max Schuster – UFCG; Dra. Beatriz Susana Ovruski de Ceballos – UFCG; Dr. Carlos de Oliveira Galvão – UFCG; Dra. Márcia Maria Rios Ribeiro – UFCG; MSc José Rosenilton de Araújo Maracajá – UFCG; Esp. Manoel Julio da Trindade Gomes Galvão – CPRM

Este relatório tem por finalidade apresentar as atividades desenvolvidas e os produtos gerados a partir dos estudos realizados na Bacia do Rio do Peixe, localizada nos estados da Paraíba e em parte do Ceará. Este documento representa uma das metas propostas para o projeto e visa o mesmo fornecer subsídios à gestão integrada dos recursos hídricos da bacia, além de recomendar obras hídricas que podem ser implantadas, visando a melhoria do abastecimento e oferta d'água na região.

Trata-se, como já citado anteriormente, de um dos temas abordados no âmbito das atividades previstas pelo Convênio N<sup>o</sup> 01.04.0623.00 - “Comportamento Hidrogeológico da Bacia Sedimentar do Rio do Peixe” - celebrado entre a FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos e o Serviço Geológico do Brasil – CPRM que contou também com a participação efetiva da UFCG – Universidade Federal de Campina Grande no desenvolvimento dos trabalhos de campo e escritório.

## **2. - SUBSÍDIOS À GESTÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**

### **2.1 – Zoneamento Explotável**

A aplicação do modelo consistiu em se fazer a verificação do volume anual da recarga para a Bacia Sedimentar do Rio do Peixe, sendo esta igual à chamada reserva renovável e disponível para gestão hídrica da bacia. O modelo permite também verificar o comportamento do sistema frente a explorações significativas deste.

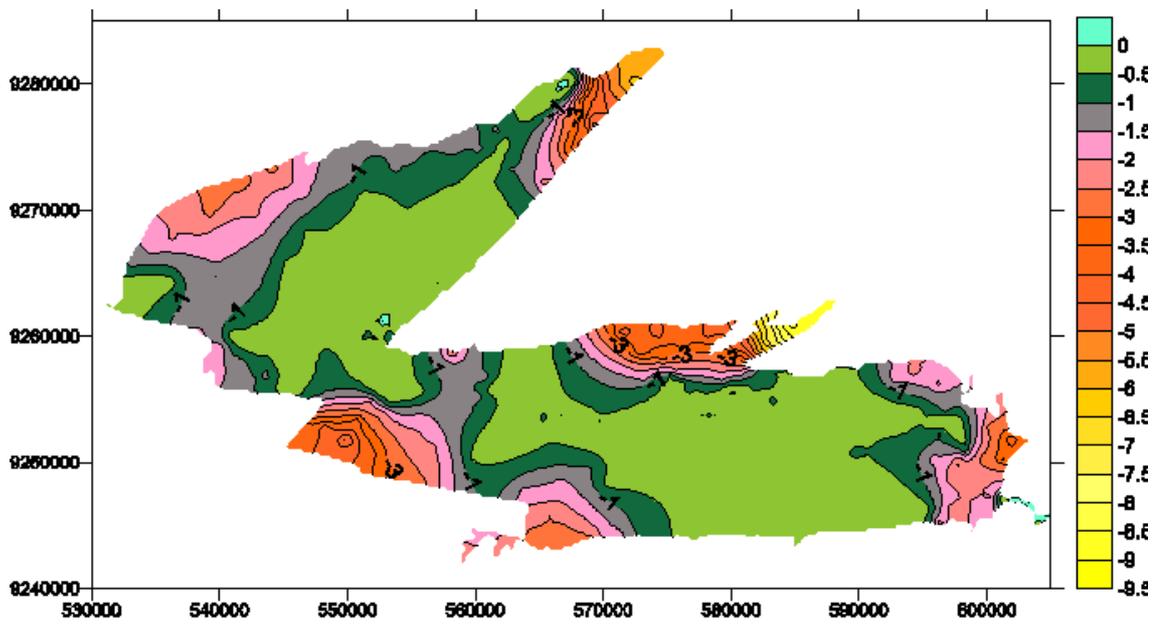
Para avaliar o comportamento do aquífero diante de um possível aumento das retiradas de água, foram realizadas simulações do sistema considerando retiradas anuais do sistema.

Quatro cenários de retiradas foram simulados pelo modelo, sendo o primeiro (em regime estacionário) e o segundo (em regime transitório), ambos com 180 dias de duração e vazão de bombeamento de 250 m<sup>3</sup>/dia/poço. Considerando os 194 poços existentes, isto equivale a um volume total de 8.730.000 m<sup>3</sup>. O terceiro e o quarto cenários foram respectivamente idênticos, com exceção da vazão, que foi de 500 m<sup>3</sup>/dia/poço, resultando num volume bombeado total de 17.460.000 m<sup>3</sup>.

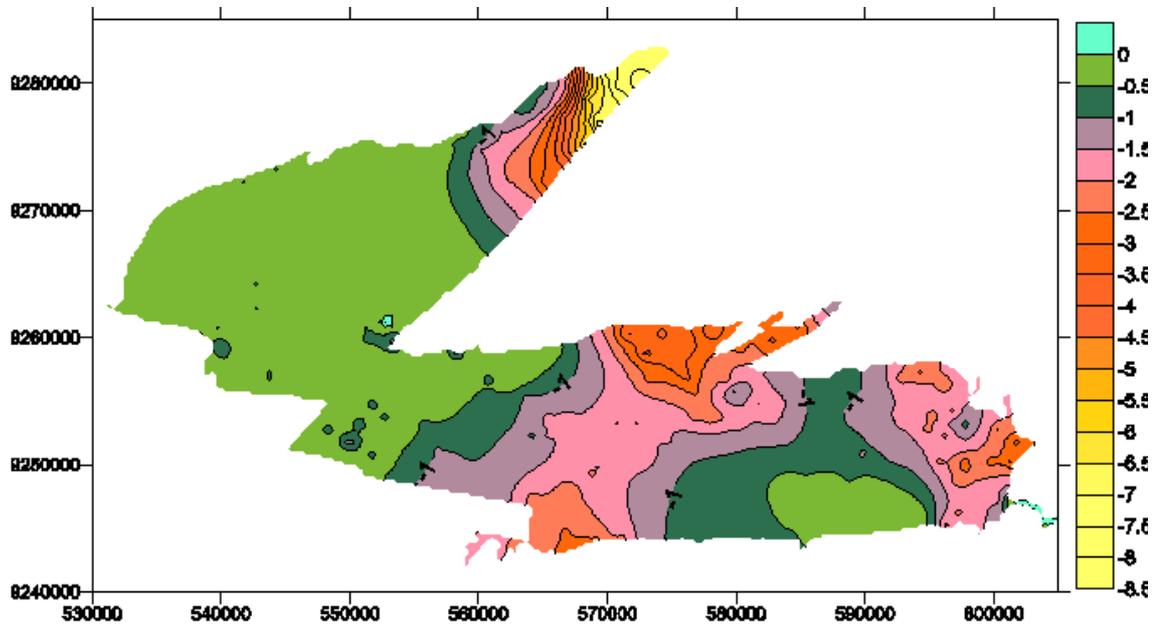
A Figura 2.1.1 mostra o rebaixamento dos níveis potenciométricos para o primeiro cenário (regime estacionário, com poços bombeando 250 m<sup>3</sup>/dia). Observam-se rebaixamentos da ordem de 1 a 2 metros, com maiores variações nas bordas da bacia, chegando a rebaixar cerca de 5 metros em alguns locais desta.

A Figura 2.1.2 mostra o rebaixamento dos níveis potenciométricos para o segundo cenário (regime transitório, com poços bombeando 250 m<sup>3</sup>/dia).

Esta simulação apresenta valores de rebaixamento de nível pequenos, da ordem de 0 a 1 metro em quase toda a bacia, atingindo um máximo de cerca de 4 metros num local isolado, próximo a Uiraúna.



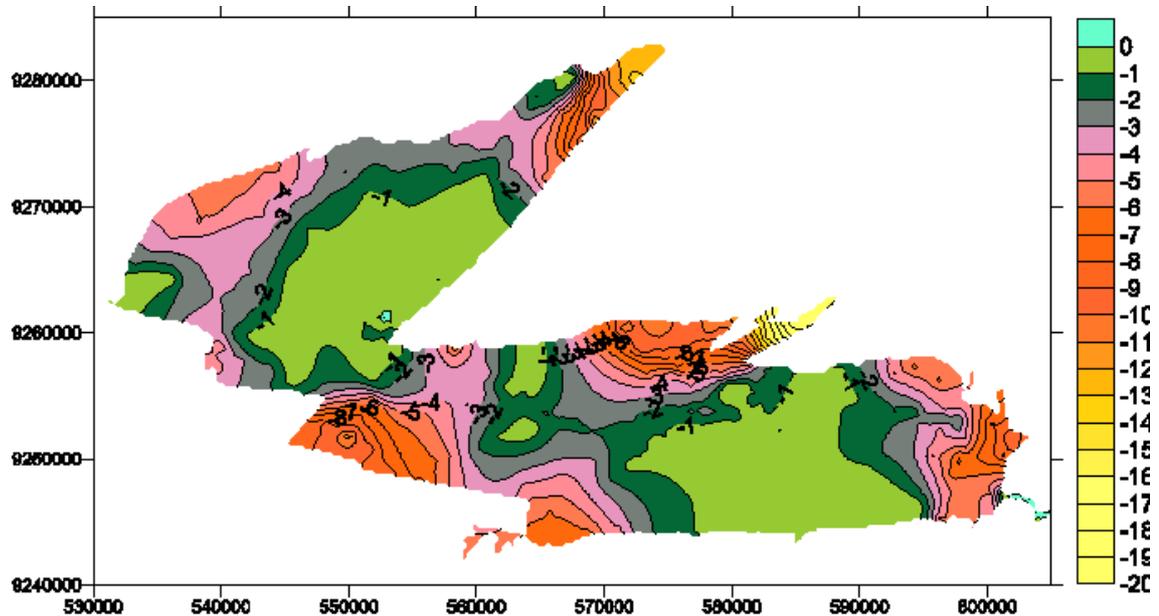
**Figura 2.1.1 - Mapa de rebaixamento para o primeiro cenário ( $Q=250 \text{ m}^3/\text{dia}$ ) no regime estacionário).**



**Figura 2.1.2 - Mapa de rebaixamento para o segundo cenário ( $Q = 250 \text{ m}^3/\text{dia}$ ) no regime transitório).**

A Figura 2.1.3 mostra o rebaixamento dos níveis potenciométricos para o terceiro cenário (regime estacionário, com poços bombeando 500 m<sup>3</sup>/dia).

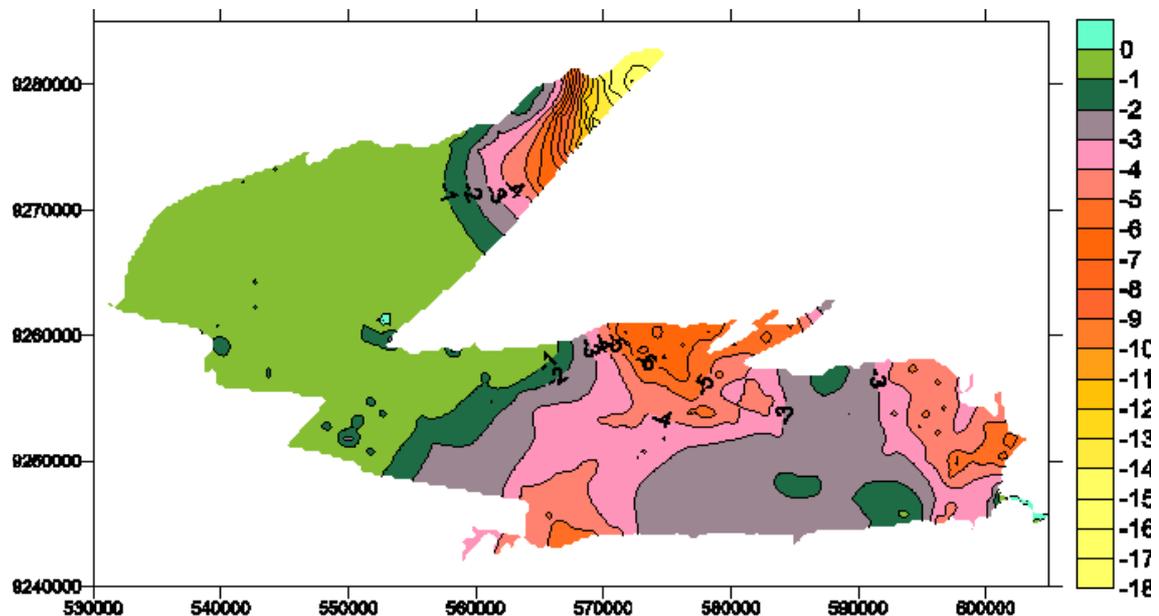
Neste caso o rebaixamento aumenta bastante nas bordas da bacia, onde os níveis rebaixam em até 13 metros. No interior da bacia, no entanto, os níveis potenciométricos não se mostram muito diferentes daqueles encontrados para o primeiro cenário.



**Figura 2.1.3 - Mapa de rebaixamento para o terceiro cenário (Q = 500 m<sup>3</sup>/dia) no regime estacionário.**

A Figura 2.1.4 mostra o rebaixamento dos níveis potenciométricos para o quarto cenário (regime transitório, com poços bombeando 500 m<sup>3</sup>/dia).

Neste caso o rebaixamento se mostrou também pequeno, apresentando, em geral, valores menores que 1 metro na sub-bacia de Brejo das Freiras e entre 0 e 6 metros na sub-bacia de Sousa. A maior variação, no entanto, foi registrada próxima a cidade de Uiraúna, atingindo cerca de 15 metros neste local.



**Figura 2.1.4 - Mapa de rebaixamento para o quarto cenário (Q = 500 m<sup>3</sup>/dia) no regime transitório**

Em linhas gerais a simulação mostra que o aquífero não apresenta rebaixamentos significativos, decorrentes das retiradas simuladas, como pode ser visto nas Figuras 2.1.1 a 2.1.4, atingindo os maiores valores nas bordas da bacia, principalmente na extremidade superior da sub-bacia de Brejo das Freiras, próximo ao município de Uiraúna.

Desta forma, pode-se concluir que não há fortes restrições para exploração racional de água subterrânea em qualquer uma das sub-bacias.

## **2.2 – Obras Hídricas recomendadas e outras considerações (Conclusões).**

Evidentemente, as obras hídricas recomendadas devem ser projetadas em função das condições de jazimento e de circulação das águas subterrâneas nas diversas unidades aquíferas da bacia: Antenor Navarro, Sousa, Rio Piranhas e Aluvial.

Para o aquífero Aluvial, ocorrente, de uma maneira geral, em condições rasas de jazimento e circulação, pequenas espessuras saturadas e, conseqüentemente, baixas transmissibilidades, são recomendados poços escavados, de grande diâmetro (2 ou mais metros, a depender de profundidades e vazões demandadas) e, em alguns casos de demandas maiores, a construção de barragens subterrâneas. Nestes casos estudos prévios para conhecimento de litologias e de espessuras serão necessários à definição dos locais destes represamentos do fluxo sub-superficial. Em áreas deste aquífero em que o pacote aluvial seja francamente arenoso e espessura saturada relativamente grande (6 metros ou mais), pode-se optar por perfurações de poços de pequeno diâmetro (10 polegadas ou mais) como forma de obtenção de vazões, relativamente, elevadas. Uma outra obra recomendada para aquíferos aluviais é a construção de poço tipo coletor com drenos radiais, ou do poço Bico-de Pato, de alvenaria seca de tijolos com forma e dimensões especiais.

Em relação aos demais aquíferos, a captação somente pode ser efetivada através da perfuração de poços tubulares, de pequeno diâmetro, profundos. Isto exige a elaboração prévia de projetos de poços que contemplem as condições de jazimento e circulação desses aquíferos, de um lado, e os aspectos socioeconômicos de outro, entre eles a vazão requerida. De uma maneira geral, com respeito à profundidade de captação e diâmetro, pelo nível de conhecimento atual das condições de circulação e fluxo, recomendam-se, orientativamente, as seguintes condições de perfuração de poços:

. Para o Antenor Navarro, na área de recarga na sub-bacia de Triunfo-Brejo das Freiras, poços com profundidades de até 250 metros, quando se espera que tenham atingido o embasamento cristalino impermeável;

. Para o Antenor Navarro, na área sob carga de pressão, exercida pelo pacote de sedimentos sobreposto (formações Sousa, Rio Piranha e Aluvial), poços entre 250 e, pelo menos, 1.000 metros de profundidade, de modo a captar toda espessura aquífera, atingindo-se o embasamento cristalino impermeável;

. Para os níveis aquíferos intercalados no aquífero Sousa, a julgar pelas perfurações já encetadas, a profundidade dos poços deve situar-se em torno dos 50 a 60 metros, podendo, eventualmente, na dependência do conhecimento hidro-lito-estratigráfico (existência de duas ou mais lentes areníticas saturadas), as perfurações atingirem os 100m ou mais;

. Para o aquífero Rio Piranhas, recomendam-se poços com 100m de profundidade;

Em todos os casos, estes poços devem ser filtrados em toda sua extensão produtora, com diâmetros não inferiores a 6 polegadas.

Evidentemente, no momento, todas estas recomendações são genéricas. A sua execução dependerá das vazões demandadas e da possibilidade de serem atendidas com estas obras, em número em que a relação custo-benefício seja aceitavelmente positiva. Isto exige um conhecimento das condições de oferta, ainda, não disponível, de vez que os poços até hoje perfurados na bacia não preenchem os requisitos definidos pelas condições de jazimento e de circulação dos aquíferos da bacia. Talvez, a exceção ocorra com as captações das unidades aquíferas contidas na formação Sousa.

Em relação aos tipos de demandas (abastecimento humano urbano, abastecimento humano rural, industrial, irrigação e pecuária), faltam dados sobre as reais produtividades de poços dos aquíferos Aluviais, Rio Piranhas e, principalmente, Antenor Navarro. No estágio atual de conhecimento, todos os poços construídos nestes diversos aquíferos apresentam baixas vazões, em razão de suas características construtivas não contemplarem as esperadas condições de jazimento e de circulação destes aquíferos. Como sempre, as lentes aquíferas da Formação Sousa talvez sejam as que apresentem as menores produtividades obtidas nos poços já perfurados, de vez que as suas condições litológicas, dimensionais e hidrodinâmicas são sofríveis, não se devendo esperar grandes vazões em seus poços. Assim sendo, e tendo em vista os aspectos qualitativos de suas águas, as águas subterrâneas destes poços somente seriam compatíveis com pequenas demandas, físico-quimicamente pouco exigentes, como soem ser as demandas da pecuária.

Mas, existe na área da Bacia Sedimentar do Rio do Peixe, inserida na região semi-árida do Nordeste, extensivamente ocupada por uma agricultura de subsistência, dita de sequeiro, uma demanda que não é considerada nos planos de recursos hídricos regionais e estaduais formulados: a demanda dessa atividade agrícola quando ocorrem as secas. Em tais planos, considerou-se como regular o período chuvoso do semi-árido, o que de fato acontece, muito freqüentemente, nas regiões de climas úmidos, sub-úmidos ou temperados do Brasil e do mundo.

Entretanto, no semi-árido paraibano, as irregularidades pluviais são freqüentes, ocorrendo os denominados veranicos mesmo em anos de chuvas médias ou superiores, o que acarreta em danos às colheitas, quaisquer que sejam elas, de subsistência ou não. Isto ocorre, obviamente, porque a demanda hídrica provocada pelo veranico não é atendida. Para evitar tais prejuízos, seria preciso dotar estas áreas de produção agrícola de sistemas de irrigação, os mais simples e eficientes possíveis, de modo que boa parte da produção não sofresse os efeitos danosos dos veranicos e pudesse ser colhida.

As águas subterrâneas, por suas característica de ocorrência permitem atender estas demandas de forma adequada, tanto em termos de quantidade, quanto de qualidade. Seria a irrigação chamada de salvação, a ser empreendida durante a estação chuvosa onde todos plantem e poucos colhem quando ocorrem secas e veranicos. Na Bacia Sedimentar do Rio do Peixe, até os poços captando as unidades aquíferas Sousa se prestam ao atendimento destas demandas, normalmente pequenas. Para os grandes projetos de irrigação instalados ou em vias de instalação o suprimento hídrico já está assegurado pelos reservatórios superficiais de Engenheiro Ávidos, São Gonçalo, Lagoa do Arroz, etc. e pelo Canal da Redenção que

viabiliza a transposição das águas da bacia do rio Piencó (Açude Coremas-Mãe d'Água) para o projeto denominado Várzeas de Sousa.