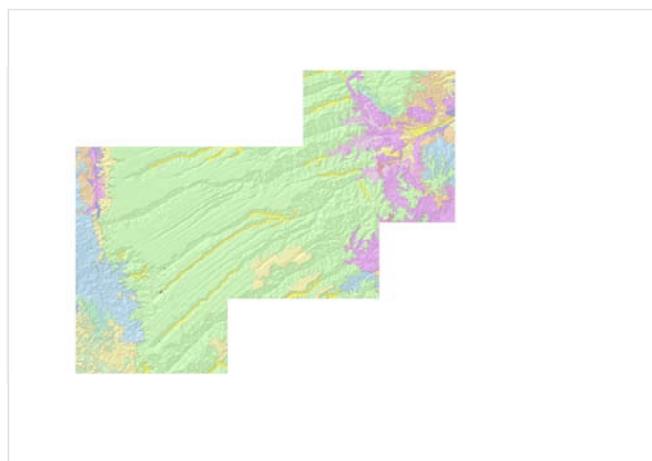




Rede Cooperativa de Pesquisa

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



“HIDROGEOLOGIA DA BACIA SEDIMENTAR DO URUCUIA: BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS ARROJADO E FORMOSO”

Meta E

Suporte ao Planejamento e a 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
URUCUIA: BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS
ARROJADO E FORMOSO”***

Meta E

**Suporte ao Planejamento e a Gestão das Águas
Subterrâneas**

Execução:

Serviço Geológico do Brasil - CPRM

Universidade Federal da Bahia - UFBA

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 Urucuia

Hidrogeologia da Bacia Sedimentar do Urucuia: Bacias Hidrográficas dos Rios Arrojado e Formoso

Meta A – Relatório Diagnóstico do Estado da Arte

MSc José Cláudio Viégas Campos- CPRM

MSc Leanize Teixeira Oliveira - CPRM

Meta B – Caracterização Geológica e Geométrica dos Aquíferos

Item 1 – Revisão Geológica

Dr. Ricardo Cunha Lopes – CPRM

Item 2 – Levantamento Geofísico por Gravimetria

Dr. Olivar Antonio Lima de Lima – UFBA

Mestrando Emerson Sidnei Mota dos Santos – UFBA

Luiz Medeiros dos Santos – Técnico em Geofísica

José Medeiros dos Santos – Técnico em Geofísica
José Mota da Paz – Técnico de Campo

Meta C – Caracterização Hidrogeológica dos Aquíferos

Item 1 – Definição da Rede de Monitoramento

Dra. Joana Angélica Guimarães da Luz - UFBA
MSc José Cláudio Viégas Campos- CPRM
MSc Leanize Teixeira Oliveira – CPRM
Dr. Luiz Rogério Bastos Leal – UFBA
Dr. Olivar Antonio Lima de Lima – UFBA

Item 2 – Instalação dos Equipamentos

MSc José Cláudio Viégas Campos - CPRM
MSc Leanize Teixeira Oliveira – CPRM
Aloisio da Silva Pires – Iniciação Científica – UFBA
Soriano Cardoso dos Santos - CPRM

Item 3 – Teste de Aquífero

MSc José Cláudio Viégas Campos- CPRM
Dr. João Manoel Filho - Consultor
Natanael da Silva Barbosa – Iniciação Científica – UFBA
Natali da Silva Barbosa – Iniciação Científica - UFBA

Itens 4 – Elaboração de Mapas Potenciométricos

Dra. Joana Angélica Guimarães da Luz – UFBA
Dr. Harald Klammler – UFBA
Aloisio da Silva Pires – Iniciação Científica - UFBA
MSc José Cláudio Viégas Campos- CPRM
MSc Leanize Teixeira Oliveira - CPRM

Itens 5 – Balanço Hídrico

Dr. Lafayette Dantas da Luz – UFBA
MSc José Cláudio Viégas Campos – CPRM

Itens 6 – Elaboração de Modelos de Fluxo

Dra. Joana Angélica Guimarães da Luz – UFBA
Dr. Olivar Antônio Lima de Lima – UFBA
Dr. Lafayette Dantas da Luz – UFBA
MSc José Cláudio Viégas Campos - CPRM

Item 7 – Avaliação dos Recursos de Água Subterrânea da Bacia

Dra. Joana Angélica Guimarães da Luz – UFBA
Dr. Olivar Antônio Lima de Lima – UFBA
MSc José Cláudio Viégas Campos – CPRM
MSc Leanize Teixeira Oliveira - CPRM

Meta D – Caracterização Hidroquímica e de Vulnerabilidade

Item 1 – Estudos Hidroquímicos e Isotópicos

Dra. Joana Angélica Guimarães da Luz - UFBA

MSc Leanize Teixeira Oliveira – CPRM

Dr. Luiz Rogério Bastos Leal - UFBA

Natali da Silva Barbosa – Iniciação Científica - UFBA

Item 2 – Estudos de Vulnerabilidade e Riscos de Contaminação

Dra. Joana Angélica Guimarães da Luz - UFBA

MSc Leanize Teixeira Oliveira - CPRM

Meta E – Suporte ao Planejamento e a Gestão das Águas Subterrâneas

Dra. Joana Angélica Guimarães da Luz – UFBA

Dr. Luiz Rogério Bastos Leal – UFBA

Dr. Olivar Antônio Lima de Lima – UFBA

Dr. Lafayette Dantas da Luz – UFBA

MSc José Cláudio Viégas Campos – CPRM

MSc Leanize Teixeira Oliveira - CPRM

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

Coordenação: Francisco Edson Mendonça Gomes – CPRM

Eriveldo da Silva Mendonça - CPRM

Érika Gomes Brito - CPRM

Antônio Celso Rodrigues de Melo - CPRM

Vicente Calixto Duarte Neto - CPRM

SUMÁRIO DA META E
SUBSÍDIOS À GESTÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DAS BACIAS DOS
RIOS FORMOSO E ARROJADO

1. Introdução.....	1
2. Zoneamento Explotável.....	2
3. Obras Hídricas Subterrâneas Recomendadas.....	5
4. Monitoramento dos Aquíferos	5
5. Ações a serem implementadas nas Bacias dos Rios Formoso e Arrojado	6
6. Conclusões e Recomendações.....	7
6.1. Detalhamento do mapeamento Geológico e Hidrogeológico	7
6.2. Validação e Adensamento de modelos por meio de sondagens diretas e indiretas.....	7
6.3. Aumento da Coleta de Dados (Monitoramento).....	8
6.4. Capacitação técnico-científica de equipes na área de hidrogeologia	6
6.5. Padronização metodologias de Balanço Hídrico	6
6.6. Avaliação dos impactos da superexploração de aquíferos nos recursos superficiais.....	9
6.7. Subsídios à gestão de recursos hídricos	9
6.8. Cultura e política de águas	10

META E - SUBSÍDIOS À GESTÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DAS BACIAS DOS RIOS FORMOSO E ARROJADO

Autores: Dra. Joana Angélica Guimarães da Luz – UFBA; Dr. Luiz Rogério Bastos Leal – UFBA; Dr. Olivar Antônio Lima de Lima – UFBA; Dr. Lafayette Dantas da Luz – UFBA; MSc José Cláudio Viégas Campos – CPRM; MSc Leanize Teixeira Oliveira - CPRM

1. Introdução

A Política Nacional de Recursos Hídricos foi instituída pela Lei nº 9.433, de 08/01/1997, com os objetivos de assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões adequados aos respectivos usos; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável; e a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos.

O regime de outorga de direito de uso de recursos hídricos, que é um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à mesma. A outorga confere ao usuário o direito de uso de uma determinada vazão ou volume de água, de uma determinada fonte, para um certo uso, por um período definido, em condições inalienáveis. A implantação e a operacionalização do regime de outorga de direito de uso de recursos hídricos respaldam-se em uma base legal, uma base institucional e uma base técnica.

A base legal compreende os instrumentos legais e normativos indispensáveis para assegurar a transparência do processo e a articulação entre os diferentes atores envolvidos no gerenciamento de recursos hídricos.

A base institucional é constituída basicamente pelos Conselhos de Recursos Hídricos, os órgãos gestores de recursos hídricos, os Comitês de Bacia Hidrográfica e as Agências de Água, além de outras entidades intervenientes.

A base técnica compreende: (i) informações quanto às disponibilidades hídricas do corpo hídrico, em termos de quantidade e qualidade; (ii) cadastro de usuários; (iii) informações hidrometeorológicas para avaliar as necessidades de demandas dos usuários de irrigação, principalmente; (iv) critérios técnicos para análise das demandas dos pedidos; (v) modelos de análise dos impactos do uso no corpo hídrico, os chamados modelos de suporte de decisão.

É necessária uma forte articulação entre os processos de outorga de direito de uso e o licenciamento ambiental, já que entre as diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos está a necessidade da gestão sistemática dos recursos hídricos, sem dissociação dos aspectos de quantidade e qualidade, e a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental.

Para se estabelecer políticas de gestão dos recursos hídricos subterrâneos é necessário um conhecimento sobre o aquífero, no que tange às questões de quantidade e qualidade, além da dinâmica de fluxo e questões relacionados aos diversos usos desses recursos.

Para se estabelecer algumas diretrizes que dêem subsídios às ações de gestão dos recursos subterrâneos do aquífero Urucuia, na área das bacias dos rios Formoso e Arrojado, torna-se necessário algumas considerações acerca dos principais problemas que envolvem a situação atual desses recursos no que diz respeito aos usos e problemas ambientais associados.

As sub-bacias dos rios Arrojado e Formoso ocupam uma área de cerca de 20.000 km², no extremo ocidental do estado da Bahia. Esta área, que faz parte do chamado Chapadão Urucuia, está passando por um acelerado desenvolvimento de agricultura irrigada com uso intensivo, mas não dimensionado, de suas reservas de água subterrânea.

Nas últimas décadas tem se desenvolvido, em todo chapadão, um processo acelerado de agricultura mecanizada, substituindo o cerrado nativo, através de irrigação permanente e de grande desperdício de água, principalmente em culturas de soja, café, arroz e algodão. Desta forma, um grande número de poços já foi perfurado no aquífero Urucuia, tanto para abastecimento humano, quanto para extensivas irrigações sem, contudo, ter sido avaliada sua hidrogeologia com propriedade. Como essas reservas hídricas não estão ainda devidamente avaliadas e dimensionadas, há sérios riscos de se estar promovendo uma super-exploração de um dos mais importantes sistemas aquíferos do estado.

2. Explotável

Os estudos realizados nas bacias dos rios Formoso e Arrojado indicam haver uma forte ligação entre os recursos hídricos de superfície e subterrâneos. No período seco que vai de março a outubro, os rios recebem água do aquífero, mantendo-os perenes, entretanto alguns rios da região já estão com suas vazões bastante afetadas pelo grande volume de água retirado do aquífero para irrigação.

Na atual fase dos estudos desenvolvidos na bacia observou-se que ocorrem retiradas de água para irrigação em áreas próximas às calhas dos rios. Decorrentes dessa prática dois problemas podem ser originados, o primeiro relacionado às variações de níveis estáticos nessas áreas, que sofrem uma grande influência do processo de evapotranspiração, tornando-se sensíveis às variações sazonais. Associado a isso a retirada de água para irrigação faz com que haja uma redução ainda

maior desses níveis, impactando as vazões de base que contribuem para a perenização dos rios das bacias.

Além dos problemas descritos acima há também a retirada das matas ciliares e compactação do solo para práticas agrícolas, fazendo com que haja uma diminuição do processo de infiltração, reduzindo a recarga para o aquífero. Nesse sentido o zoneamento explorável deve observar essas áreas, buscando definir instalação de poços para retirada de água em áreas mais distantes das margens dos rios.

3. Obras Hídricas Subterrâneas Recomendadas

No aquífero Urucuia, na área estudada, não há necessidade de obras hídricas subterrâneas, uma vez que o aquífero ainda encontra-se preservado, tanto do ponto de vista de quantidade quanto de qualidade. Embora exista uma vulnerabilidade potencial, as reservas hídricas são significativas e a qualidade das águas apresenta-se muito boa. Existe sim a necessidade de um maior conhecimento das condições hidrodinâmicas do aquífero no sentido de sua preservação, uma vez que há uma forte pressão sobre o mesmo por parte da utilização para irrigação.

4. Monitoramento dos Aquíferos

O monitoramento e controle da qualidade da água é ferramenta indispensável no planejamento do desenvolvimento socioeconômico do Estado, bem como para o estabelecimento e implantação de uma política de recursos hídricos que permita a proteção e conservação do meio ambiente, e o uso racional e seguro da água.

Os estudos de monitoramento de níveis estáticos e de qualidade das águas, realizados nesta etapa dos estudos indicaram não haver grandes variações no tempo, tanto para superfície potenciométrica quanto para os parâmetros de qualidade das águas, cujos resultados foram discutidos nos capítulos 3 e 4 respectivamente. Embora o período de monitoramento realizado tenha sido curto, cerca de 18 meses, algumas análises podem ser feitas com base nos resultados obtidos, as quais devem servir como indicativo para os órgãos gestores.

Por se tratar de um aquífero bastante homogêneo não há necessidade de uma rede de amostragem muito densa, embora haja a necessidade de se aumentar a quantidade de poços de monitoramento para alcançar áreas ainda não avaliadas.

Do ponto de vista de qualidade das águas, há algumas áreas onde os parâmetros químicos apresentam concentrações mais elevadas, embora dentro dos padrões estabelecidos pelos órgãos gestores. Há necessidade de um maior detalhamento nessas áreas.

5. Ações a serem implementadas nas Bacias dos Rios Formoso e Arrojado

A oferta de água subterrânea se mostra mais promissora no aquífero da bacia sedimentar do Urucuia, na área estudada, entretanto algumas ações tornam-se necessária para que o aquífero não venha a ser comprometido pela crescente demanda. Nesse sentido limitações de exploração devem ser impostas, devido à estreita dependência das vazões de base dos rios da região com o aquífero. A seguir são listadas as principais das ações a serem consideradas pelos órgãos gestores.

- Apoio às Organizações de Usuários
- Monitoramento e Controle da Qualidade da Água
- Monitoramento Hidrometeorológico
- Implantação do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos
- Pesquisa e Difusão de Tecnologia de Uso Racional de Água no Semi-Árido
- Pesquisa e Difusão de Tecnologia de Uso Racional de Água Subterrânea
- Zoneamento Ecológico e Econômico
- Manejo Adequado do Solo e da Água em Microbacias Hidrográficas
- Recuperação de Áreas Degradadas
- Recuperação de Nascentes e Matas Ciliares
- Preservação de Mananciais
- Aproveitamento Racional de Águas Subterrâneas
- Recuperação e Manutenção de Poços
- Apoio à Construção de Infra-estrutura Hídrica nas Pequenas e Médias Comunidades Rurais
- Racionalização do Uso da Água na Irrigação
- Educação Ambiental para o Uso Racional e Proteção dos Recursos Hídricos

6. Conclusões e Recomendações

Os resultados alcançados com os estudos realizados até agora validam os esforços empregados para a sua execução. Foi obtido um entendimento geral do comportamento hidrogeológico atual do aquífero estudado e a distribuição qualitativa de suas águas. Aspectos geológicos e informações geofísicas puderam ser confrontados e conflitos surgiram, indicando a complexidade tectônica existente em muitas áreas, reforçando assim a necessidade de estudos mais detalhados capazes de elucidarem as dualidades. Ganhos ocorreram, pois indiscutivelmente melhorou o nível de conhecimento e reconhecimento em todos os aspectos, inclusive das limitações naturais imposta pelos sistemas aquíferos.

Apesar desses avanços no conhecimento do aquífero, é importante a continuidade dos estudos para um maior detalhamento e conhecimento do aquífero. Assim algumas recomendações para estudos futuros são destacadas a seguir.

6.1 - Detalhamento do mapeamento Geológico e Hidrogeológico

- Considera-se que a geologia de superfície realizada através de mapeamento de maior detalhe possibilite o controle da cota do contato Posse / Serra das Araras, e maior conhecimento da facilogia da Fm. Serra das Araras. Além disso, outros procedimentos podem ser utilizados contribuindo para mapear a permeabilidade das formações.

6.2 -Validação e Adensamento de modelos por meio de sondagens diretas e indiretas

- A escassez de informações provenientes dos poços, a indefinição quanto a espessura total do sistema aquífero, e a necessidade de confirmação dos modelos geoeletricos gerados com os estudos geofísicos, tornam de fundamental importância a realização de no mínimo um furo de sondagem de modo a definir com maior precisão na avaliação das reservas hídricas
- A partir do levantamento regional realizado no projeto atual, é imprescindível a realização de levantamentos geofísicos de maior detalhe na área de estudo, visando compreender as anomalias observadas e investigar possíveis lineamentos estruturais.

Além disso, sugere-se a ampliação da área de estudo para levantamento geofísico regional.

6.3 - Aumento da Coleta de Dados (Monitoramento)

- Coleta e análise de água da chuva (físico-química e isotópica) para se obter uma caracterização da qualidade da água de recarga, com isso espera-se obter um modelo de circulação e interação das águas superficiais e subterrâneas, além de servir para fazer balanço de massa para se caracterizar a recarga.
- Manter o monitoramento da qualidade das águas por mais dois anos, para se ter uma idéia sobre a variabilidade sazonal, uma vez que pela profundidade do nível d'água muitas das contribuições para o aquífero só poderão ser observadas após um período relativamente longo de tempo.
- Devido às características de ocupação da área, francamente agrícola, há a necessidade de avaliação das cargas de agrotóxicos e de fertilizantes introduzidas no ambiente, dessa forma gerar cenários para gerenciar melhor a introdução desses compostos
- Monitoramento da água da chuva para se estabelecer a Linha Meteorica Local, possibilitando com isso uma avaliação sobre as características de recarga do aquífero.

6.4 - Capacitação técnico-científica de equipes na área de hidrogeologia

- Inserção de alunos de pós-graduação, bolsistas de iniciação científica e treinamento de pessoal técnico de órgãos gestores

6.5 - Padronização metodologias de Balanço Hídrico

- Instalação de estações meteorológicas para obtenção de dados necessários à estimativa de evapotranspiração e outras variáveis importantes para uma estimativa de recarga.
- Utilização de traçadores químicos, como o balanço de cloretos para estimativa de recarga.

6.6 - Avaliação dos impactos da superexploração de aquíferos nos recursos superficiais.

- Considerando que os rios Grande e Corrente que drenam o aquífero Urucuaia são responsáveis por cerca de 40% da vazão de permanência no tempo (Q_{90}) do Rio São Francisco, na estação Barra, torna-se necessário que seja feita uma avaliação detalhada acerca dos impactos do uso das águas do aquífero na irrigação.
- Instalação de piezômetros com datalogger para medição constante dos níveis, em alguns transectos dos rios, objetivando uma melhor caracterização da flutuação de níveis d'água e vazões dos rios, com isso espera-se obter um modelo de circulação e interação das águas superficiais e subterrâneas
- Ampliar os pontos de monitoramento nos rios, observando-se as relações água subterrânea-água de superfície. Através dessa observação espera-se avaliar a vulnerabilidade potencial do aquífero.

6.8 - Subsídios à gestão de recursos hídricos

- Mapeamento de Uso e Ocupação do Solo Aplicação de uma metodologia mais adequada para análise de risco e Vulnerabilidade à contaminação dos aquíferos em regiões semi-áridas
- Utilizando-se imagens de satélite e fotografias aéreas, seriam produzidos cenários do desmatamento do cerrado e da dinâmica das nascentes, ao longo dos últimos anos para subsidiar no estudo da evolução da dinâmica dos recursos hídricos superficiais. Estes cenários passados e atuais podem auxiliar na modelagem de cenários futuros e possibilitar maiores subsídios para gerenciamento da bacia
- Ampliar a rede de monitoramento alcançando área onde não existem poços cadastrados, em especial nas áreas onde as atividades antrópicas são restritas, com isso poderia se avaliar se existe impacto das atividades agrícolas sobre a qualidade das águas, comparando-se áreas cultivadas com aquelas, onde esta atividade é bastante incipiente.

6.7 - Cultura e política de águas

- Intervenção no processo social, via contato direto com a população local
- Ações de educação ambiental e preservação de recursos
- Proposição de Políticas Públicas de Uso da Água considerando o impacto da ação antrópica e visando a qualidade de vida das populações locais.