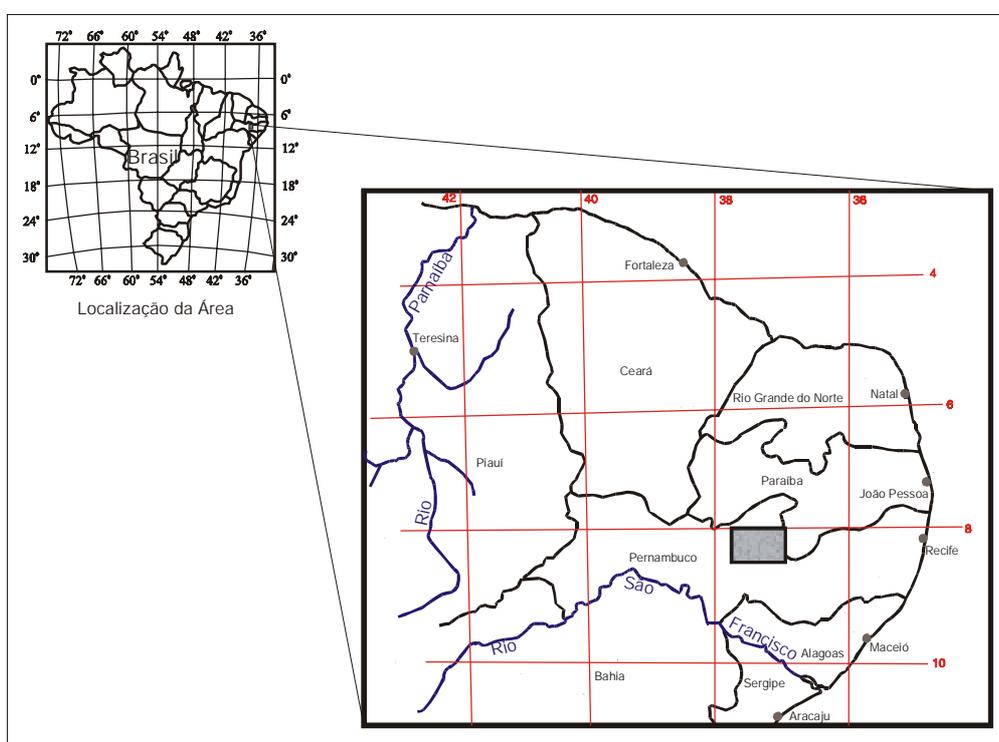


**PROJETO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA  
PARA A REGIÃO NORDESTE  
PROJETO CENTRO DE PESQUISA  
DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS**



**PROPOSTA PARA UM PROGRAMA DE  
COOPERAÇÃO TÉCNICA CANADÁ - BRASIL**



**DESENVOLVIMENTO DE NOVOS MÉTODOS DE PESQUISA,  
CAPTAÇÃO, MANEJO E GESTÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA  
NO SEMI-ÁRIDO CRISTALINO DA BACIA HIDROGRÁFICA  
DO RIO MOXOTÓ PARA O ABASTECIMENTO DE  
PEQUENAS COMUNIDADES RURAIS E URBANAS**

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL  
MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

PROGRAMA DE COOPERAÇÃO TÉCNICA CANADÁ - BRASIL

PROGRAMA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA O NORDESTE DO BRASIL  
SUB-PROGRAMA AQUÍFEROS FISSURAIS

DESENVOLVIMENTO DE NOVOS MÉTODOS DE PESQUISA, CAPTAÇÃO,  
MANEJO E GESTÃO DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NO SEMI-ÁRIDO  
CRISTALINO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MOXOTÓ PARA O  
ABASTECIMENTO DE PEQUENAS COMUNIDADES RURAIS E URBANAS

*Sebastião Milton Pinheiro da Silva*  
*José Carlos da Silva*  
*Manoel Júlio da Trindade Gomes Galvão*

Recife  
julho/1999

---

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

*Rodolpho Tourinho Neto*  
Ministro de Estado

*Otto Bittencourt Netto*  
Secretário de Minas e Metalurgia



*Carlos Oití Berbert*

Presidente

*Antonio Juarez Milmann Martins*

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

*José de Sampaio Portela Nunes*

Diretor de Administração e Finanças

*Augusto Wagner Padilha Martins*

Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

*Frederico Cláudio Peixinho*

Chefe do Departamento de Hidrologia

*Humberto José T. R. de Albuquerque*

Chefe da Divisão de Hidrogeologia e Exploração

*Marcelo Soares Bezerra*

Superintendente Regional do Recife

---

---

## COMITÊ DE DIREÇÃO DO PROJETO

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

*Carlos Oiti Berbert*

Diretor Presidente

GEOLOGICAL SURVEY OF CANADÁ - GSC

*J. Murray Duke*

Director General

PROGRAMA COMUNIDADE SOLIDÁRIA

*Milton Seligman*

Secretário-Executivo

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - SUDENE

*Aloísio de Guimarães Sotero*

Superintendente

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS – ABAS

*Itabaraci Nazareno Cavalcante*

Presidente

## PARTICIPANTES

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM

Superintendência Regional do Recife

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE

Centro de Tecnologia e Geociências

Laboratório de Hidrogeologia

FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO - FUNDAJ

Instituto de Tropicologia

COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE - CPRH

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE - FNS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE

Centro de Ciências Sociais Aplicadas

Departamento de Serviço Social

VISÃO MUNDIAL (WORLDVISION)

EMPRESA DE ABASTECIMENTO E EXTENSÃO RURAL DE PERNAMBUCO – EBAPE

ABC GROUNDWATER

---

## **AGRADECIMENTOS**

A Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, Serviço Geológico do Brasil, através da Superintendência Regional do Recife, agradece a todos os participantes do Projeto Moxotó, dirigentes e técnicos, que sensibilizados não mediram esforços para reunirem-se nesta proposição de projeto.

Em especial, ao engenheiro agrônomo João Suassuna da Fundação Joaquim Nabuco de Estudos Sociais - FUNDAJ, à engenheira civil Crivalda Padilha Vilar da Empresa de Abastecimento e Extensão Rural de Pernambuco - EBAPE, à geóloga Helena Magalhães Porto Lira da Fundação Nacional de Saúde - FNS, aos professores João Manoel Filho e José Geilson Alves Demétrio do Laboratório de Hidrogeologia da UFPE, à Professora Rosa Maria Cortês de Lima do Departamento de Serviço Social da UFPE, à geóloga Hortência Maria Barbosa de Assis da Companhia Pernambucana do Meio Ambiente - CPRH, ao geólogo Waldir Duarte Costa da ABC Groundwater e ao engenheiro agrônomo João Helder Diniz da Visão Mundial, pelo encaminhamento das propostas setoriais.

Ao Dr. Yvon Maurice pela oportunidade e apoio. Aos colegas Enjôlras de A Medeiros Lima e Edgardo Lellis Sarno pelas críticas e sugestões e Cláudio Scheid pela revisão final e edição.

*Uma seca como esta  
No Sertão não é comum  
Se a cabra tem três cabritos  
Dois dos três dorme em jejum  
Porque o leite do peito  
Só dá pra sustentar um*

Moacir Laurentino

*O Sertão só tem agora  
Rio seco e Terra quente  
De Sede já morreu bicho  
De fome já morreu gente  
Deus porque não sente Fome  
Pensa que a gente não sente*

Louro Branco

## APRESENTAÇÃO

A presente proposta de projeto representa o esforço da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, Serviço Geológico do Brasil, através da Superintendência Regional do Recife, com outros órgãos da administração federal, estadual e municipal, além de Organizações Não Governamentais, para avaliar e desenvolver novas metodologias de exploração hidrogeológica no semi-árido cristalino da Bacia Hidrográfica do Alto Curso do Rio Moxotó, que possibilitem o aumento da oferta de águas subterrâneas às pequenas e médias comunidades rurais e urbanas.

Consiste de uma síntese das propostas setoriais até então enviadas à CPRM pelos integrantes do projeto em Pernambuco. Ao final do documento foram anexadas as propostas originais, com o intuito de esclarecer e subsidiar a elaboração da proposta final que será apresentada à Canadian International Development Agency – CIDA, pelo Serviço Geológico Canadense - GSC, através do Dr. Yvon Maurice, coordenador canadense do Projeto de Cooperação Técnica Canadá-Brasil.

Com a execução do projeto serão oferecidos treinamentos para a transferência de tecnologias aos técnicos brasileiros e às comunidades da região no tocante à exploração, captação, manejo e preservação de recursos hídricos, visando a capacitação de recursos humanos para disseminação e continuidade das ações do projeto na busca do desenvolvimento sustentável e do bem estar social na região.

Prevê-se para o corrente ano a realização de uma série de reuniões com os participantes do convênio, para balizar temas e atividades, detalhar o cronograma de execução do projeto e distribuir responsabilidades para evitar a duplicidade de esforços.

## PRESENTATION

The present project proposal represents the effort of the Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, Geological Survey of Brasil - GSB, through the Superintendência Regional do Recife, with other organizations of the federal, state and municipal administration, besides Non Government Organizations, to evaluate and develop new methodologies of hydrogeological exploration in the semi-arid crystalline rocks of the Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó, Pernambuco State, Northeastern Brazil. The project purpose is to improve the underground water's offer to small and medium rural and urban communities.

It consists of a synthesis of the material presented to CPRM by the members of the project in Pernambuco State. At the end of the document the original proposals are enclosed, to assist the elaboration of the final version that will be presented to the Canadian International Development Agency - CIDA, by the the Geological Survey of Canada - GSC, through Dr. Yvon Maurice, canadian coordinator of the Technical Cooperation Canada-Brazil Program.

With the execution of the project, training programs will be offered to transfer technologies to the brazilian technicians and the communities of the area, concerning exploration, handling and preservation of water resources for knowledge dissemination and continuity of the project actions, searching for sustainable development in the area.

It is foreseen for this year the accomplishment of a series of meetings with the participants of the program, to develop and adjust themes and activities, to detail the execution of the project, and to distribute responsibilities to avoid the duplicity of efforts.

## SUMÁRIO

### 1 - O PROBLEMA DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NO CRISTALINO SEMI-ÁRIDO DO NORDESTE

### 2 - ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS E A ESTRATÉGIA DE COMPROMETIMENTO SOCIAL DO PROJETO

2.1 - Aspectos sócio-econômicos

2.2 - Estratégia de comprometimento social do projeto

### 3 - LOCALIZAÇÃO, JUSTIFICATIVA E FISIOGRAFIA DA ÁREA PILOTO

3.1 - Localização

3.2 - Aspectos fisiográficos

### 4 - OBJETIVOS DO PROJETO

### 5 - ESBOÇO DO PROGRAMA E TECNOLOGIAS ENVOLVIDAS - METODOLOGIAS

5.1 - Visão geral do problema e montagem da base de dados

5.2 - Geofísica aérea

5.3 - Sensoriamento remoto

5.4 - Integração de dados/SIG

5.5 - Mapeamento de detalhe

5.6 - Geofísica terrestre

5.7 - Estudos hidrológicos

5.8 - Hidrogeologia de rochas fraturadas

5.8.1 - Monitorização de poços

5.8.2 - Testes de produção

5.8.3 - Fraturamento de rochas

5.9 - Modelagem de aquíferos

5.10 - Infra-estrutura hídrica

5.11 - Técnicas especiais

5.12 - Análises físico-químicas, bacteriológicas e isotópicas

5.13 - Estudos de natureza sócio-econômica e ambiental

5.14 - Extensão Rural

5.15 - Acompanhamento e avaliação do projeto

5.16 - Treinamentos setoriais das comunidades locais

5.17 - Divulgação e participação em treinamentos, *workshops*, congressos

### 6 - METAS E RESULTADOS ESPERADOS

### 7 - RECURSOS FINANCEIROS

### 8 - DURAÇÃO, EQUIPES E CARACTERIZAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA DISPONÍVEL

8.1 - Duração

8.2 - Equipes e infra-estrutura disponível

### 9 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PROJETO

**ANEXO 1** - Tabelas 1, 1(a), 2, 3, 4 e 5

**ANEXO 2** - Propostas Setoriais

## 1 - O PROBLEMA DA ÁGUA SUBTERRÂNEA NO SEMI-ÁRIDO CRISTALINO DO NORDESTE

A região semi-árida do Nordeste do Brasil tem como principal característica a baixa oferta de recursos hídricos, agravada nos longos períodos de estiagem. Dois fatores são predominantes nessa caracterização. O primeiro está relacionado com a má distribuição das chuvas, concentradas em apenas quatro meses do ano, e o segundo, com o tipo de rochas (cristalinas) dominantes. As rochas cristalinas (plutônicas, metamórficas e vulcânicas), que compõem a maior extensão territorial na área apresentam baixa vocação hidrogeológica, sendo a água armazenada exclusivamente em zonas fraturadas, fendilhadas. Os atuais índices de insucesso dos poços perfurados nesses terrenos estão em torno de 25% a 30% de poços secos ou com vazão inferior a 500 l/h. As vazões dos poços bem sucedidos estão, geralmente, na faixa de 1.000 l/h a 2.000 l/h, porém há casos de poços produzindo vazões superiores a 10.000 l/h.

Além das baixas vazões normalmente apresentadas pelos poços que captam a água no semi-árido cristalino, cerca de 80% deles apresentam águas com altos índices de salinidade (> 1.000 mg/l) e que, por questões de contaminação e falta de tratamento e conservação, são impróprias para o consumo humano. O uso de dessalinizadores, ainda que de forma incipiente, vêm permitindo o aproveitamento da água para o abastecimento humano, sendo que o fator inibidor de uma utilização mais extensiva está no seu alto custo de aquisição, instalação e manutenção. Falta também esclarecimento sobre formas de uso e proteção destes equipamentos e a responsabilidade da comunidade usuária de valorizar e proteger o que existe em funcionamento. Com relação à qualidade da água, ainda há muito o que fazer quanto ao tratamento, armazenamento, preservação e proteção dos mananciais, o que requer esclarecimentos e orientação das populações rurais e urbanas da Bacia do Rio Moxotó.

Outros fatores, em maior ou menor grau, também contribuem para a baixa oferta de água no semi-árido nordestino. Sabe-se, por exemplo, que desde a fase pioneira de atuação da SUDENE não mais se pesquisou a utilização de novas tecnologias voltadas para a exploração da água subterrânea na região. As pesquisas existentes foram executadas isoladamente por um ou outro órgão e, no geral, dissociadas das questões relativas ao meio ambiente, a educação e a saúde, notadamente daquela parcela menos favorecida da população que reside nas zonas rurais, distante das facilidades encontradas nos centros urbanos maiores. O fato é que há mais de duas décadas não há investimentos em Hidrogeologia no Nordeste.

Assim, a intermitência de ações políticas e de aportes financeiros buscando minimizar o problema mediante projetos de pesquisa e de exploração hidrogeológica deixou uma lacuna de conhecimentos e um quadro de dificuldades que só serão superados com a utilização de práticas mais modernas de pesquisa e novos métodos de exploração e preservação dos mananciais subterrâneos. Tecnologias, das mais sofisticadas (*high tech*) até as de mais baixo custo, métodos e modelos testados em países da África e do Oriente Médio de cenário semelhante ao semi-árido nordestino, podem aqui ser aplicados com a perspectiva de resultados promissores.

Com esta perspectiva, a **Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM, Serviço Geológico do Brasil**, através da Superintendência Regional do Recife, mediante convênios com outros órgãos e instituições federais, estaduais, municipais e Organizações Não Governamentais se une na execução do projeto – **Desenvolvimento de Novos Métodos de Pesquisa, Captação, Manejo e Gestão de Águas Subterrâneas no semi-árido Cristalino da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó para o Abastecimento de Pequenas Comunidades Rurais e Urbanas** - visando o aprimoramento da exploração e uso da água subterrânea nesta porção do semi-árido pernambucano. Através dos convênios, haverá a transferência de tecnologias e a capacitação da população para dar continuidade às ações no sentido de minimizar o quadro de escassez de recursos hídricos na região.

## 2 - ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS E A ESTRATÉGIA DE COMPROMETIMENTO SOCIAL DO PROJETO

### 2.1 - Aspectos sócio-econômicos

A área do Projeto Moxotó cobre uma superfície de 4.500km<sup>2</sup> e engloba 06 (seis) municípios da região, que juntos somam uma população residente de 199.789 habitantes. Destes, 85.338 habitantes (42,71%) são moradores da zona rural (Tabela 1 - ANEXO 1). Alguns desses municípios não tem seu território totalmente inserido na área do projeto. Entretanto, parcela da sua população estará envolvida com a transferência de conhecimentos e os repassará a outras localidades no município. Na Tabela 2 (ANEXO 1) são mostrados os números de povoados e distritos que poderão ser alcançados pelos resultados do trabalho. São 39 comunidades que, de uma forma ou de outra, participarão e se beneficiarão do Projeto Moxotó.

Nas Tabelas 1, 1a, 3 e 4 (ANEXO 1) são apresentados alguns dados sócio-econômicos relativos a renda familiar mensal, índices de pobreza, número de famílias indigentes, índice de mortalidade infantil e educação nos municípios na área do projeto.

Os dados contidos na Tabela 3, referentes à renda familiar mensal são alarmantes. Observa-se que cerca de 79,20% dos chefes de família em Buíque não recebem mais que 01 salário mínimo R\$ 130,00 (Cento e trinta reais) por mês. Apenas 30,60% das famílias em Ibimirim percebem entre 01 e 03 salários mínimos mensais, e somente 16,74% dos chefes de família de Arcoverde ganham mais que 03 salários mínimos por mês. Na maioria dos municípios, a renda familiar mensal acima de três salários mínimos não alcança 10% dos chefes de família da região. Ou seja, a renda dos chefes de família situa-se entre U\$ 76 (Setenta e seis dólares) e U\$ 229 (Duzentos e vinte e nove dólares) mensais; não mais que U\$ 2,748.00 (dois mil setecentos e quarenta e oito dólares) anuais. Além de serem rendimentos muito baixos, os índices GINI (quanto menor o índice maior a concentração de renda) apontam para uma forte concentração desta renda, pois variam entre 0,457 e 0,600 nos (06) seis municípios (Tabela 1a).

Os índices de pobreza mostrados na Tabela 1(a), para a década de 1980, revelam que cerca de 70% da população é pobre. Na mesma tabela observa-se que o índice de pobreza no Município de Ibimirim é de 0,473, o menor em relação aos demais municípios. Isto pode, em parte, ser explicado pelo fato daquele município estar próximo da Bacia Sedimentar do Jatobá e ter garantida a oferta de água de beber a população e também aos programas municipais de agricultura irrigada. Certamente, isto contribui para que a agricultura seja o pilar da sua economia, garantindo uma fonte de renda eficaz à população local.

Os índices relativos ao número de famílias indigentes também são alarmantes (Tabela 1a). Estão variando entre 39,4% (5.373 famílias) em Arcoverde e 54,2% (2.305 famílias) em Tupanatinga. Considerando que a população de Tupanatinga é de 19.197 habitantes, e supondo uma média de 5 pessoas por família, chega-se ao número absurdo de 11.522 indigentes no município. São números recentes (1991) e lamentáveis pois, provavelmente, houve um agravamento da situação nos últimos anos advindo da retração das atividades no setor da agropecuária nordestina, preponderante na região (Tabela 3).

Outro dado relevante diz respeito à diminuição da população, no período de 1980-1991, no Município de Sertânia (Tabela 1). Embora o percentual de 0,4% (quatro décimos) seja pequeno, ele é significativo, pois reflete um fato comum nas regiões pobres do Nordeste. Geralmente tal fenômeno acentua-se durante os períodos de longa estiagem, quando aumentam as correntes de migração para centros mais desenvolvidos e crescem os números da mortalidade infantil e adulta.

O elevado índice de mortalidade infantil no semi-árido nordestino decorre, essencialmente, da subnutrição crônica, consumo de água não potável, escassez de assistência médica e hospitalar e de medicamentos. É um quadro sombrio agravado pela falta de planejamento familiar em virtude do analfabetismo (Tabela 4) e da falta de campanhas de esclarecimento sobre como limitar a prole. Desta forma, tem aumentado significativamente, a cada ano, a população que vive abaixo da linha de pobreza. No que tange aos índices de mortalidade infantil (Tabela 1a), a falta de dados em todos os municípios impede uma análise comparativa da situação. Contudo, um índice de mortalidade infantil

de cerca de 15% em Arcoverde, o município economicamente mais importante da região, é muito alto e preocupante

A precária situação sócio-econômica da região não é um fato isolado; há situações piores, num mundo agravado por guerras civis, conflitos tribais, raciais, etc. Entretanto, surge aqui uma oportunidade concreta de se desenvolver algo de novo para o Nordeste em termos de águas subterrâneas no semi-árido cristalino. Uma revitalização de idéias e métodos pode ocorrer com o uso, por exemplo, de tecnologias canadenses aplicadas em regiões climáticas semelhantes.

Embora haja no Brasil tecnologias de uso corrente e um contingente de excelentes profissionais em Hidrogeologia, alguns avanços tecnológicos nunca foram testados e muito do que se faz noutras regiões do país (Sul, Norte e Sudeste), em termos de exploração hidrogeológica, não se aplica a esta região semi-árida. Este trabalho com a união de todos e objetivos definidos pode ser o primeiro passo para minimizar muitos dos problemas de escassez de água nesta região.

## 2.2 - Estratégia de comprometimento social do projeto

A escassez de águas subterrâneas de boa qualidade e quantidade razoável não tem motivado o próprio governo a investir em obras de captação e distribuição de água no semi-árido cristalino. É claro que o interesse do Projeto Moxotó também não se restringe às questões do aumento da oferta de água à população. Nas condições atuais, não se justifica fornecer a água sem conscientizar a população da imperiosa necessidade de utilizar novos conhecimentos e recursos para manter a auto-suficiência no uso e preservação das águas subterrâneas em cada bacia, sub-bacia, cacimão ou poço perfurado.

Portanto, e com especial interesse, procurar-se-á fortalecer o desdobramento das ações do projeto junto a população, através de reuniões, treinamentos em captação e execução de obras necessárias ao aumento da oferta de água, manejo, uso e preservação do mananciais, disposição de rejeitos domésticos e gestão de dessalinizadores.

Resumidamente, a estratégia de comprometimento social do Projeto Moxotó prevê e agrega à parte técnica uma agenda de participação da população mediante o contato com os técnicos durante os trabalhos de campo, a realização de simpósios, feiras, *workshops*, a capacitação de novos agentes comunitários, confecção de cartilhas educativas, divulgação na Internet e publicações diversas.

A promoção de eventos culturais nas escolas, incluindo premiações, com o envolvimento dos jovens em geral, servirá para fomentar uma nova consciência sócio-cultural e tecnológica relacionada com as águas subterrâneas, para com isto trilhar novos caminhos de desenvolvimento econômico com qualidade de vida e bem estar humano na região.

A execução do convênio entre a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM e o Geological Survey of Canada - GSC, com o apoio da Canadian International Development Agency - CIDA e da Agência Brasileira de Cooperação - ABC e a participação da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE (Serviço Social e Laboratório de Hidrogeologia); da Fundação Joaquim Nabuco - FUNDAJ, da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, do Programa Comunidade Solidária, da Fundação Nacional de Saúde - FNS, da ONG Visão Mundial (WorldVision), da Companhia Pernambucana do Meio Ambiente - CPRH, da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas - ABAS; da ONG ABC Groundwater, das prefeituras da região, de agentes comunitários e das associações locais será decisiva na educação e formação de uma consciência política comprometida com soluções para os problemas da seca.

Num segundo momento, outros participantes como a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, a Secretaria de Recursos Hídricos - SRH, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA e a Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE deverão incorporar suas propostas ao Projeto Moxotó. Fica em aberto o engajamento de novos participantes que venham expressar interesse em participar no projeto.

### 3 - IDENTIFICAÇÃO, JUSTIFICATIVA E FIOGRAFIA DA ÁREA PILOTO

#### 3.1 - Localização

Compreende a região do alto curso da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó, estando limitada pelas coordenadas  $07^{\circ} 50' 00''$  e  $08^{\circ} 30' 00''$  de latitude sul e  $37^{\circ} 00' 00''$  e  $37^{\circ} 50' 00''$  de longitude oeste Greenwich. Esta Microregião do Moxotó está inserida na Mesoregião do Sertão Pernambucano. Todo o limite setentrional da área do projeto corresponde ao limite natural da bacia hidrográfica, ou seja, os contrafortes das serras que dividem as Bacias dos Rios Paraíba (PB), ao norte, Pajeú, a oeste, e Ipanema, a leste. Na porção sul, tomou-se como limite o paralelo de  $08^{\circ}$ , face a existência do limite natural da Bacia Sedimentar do Jatobá e do Açude de Poço da Cruz (Figura 1). Na Tabela 5 são mostradas algumas características dos 06 (seis) municípios abrangidos pelo projeto.

O acesso a área, a partir da cidade do Recife, se faz por rodovia asfaltada (BR-232), percorrendo-se 250 Km até a cidade de Arcoverde, situada no limite sudeste. Todas as sedes municipais são interligadas por estradas asfaltadas de boa qualidade. Arcoverde é o principal centro comercial da região e dispõe de aeroporto comercial com pista asfaltada. Há uma boa infra-estrutura na cidade que conta com hotéis, bancos, sistema de telefonia, correios, clínicas e hospitais.

Propõe-se a utilização do termo **Bacia Escola do Rio Moxotó** para designar a área objeto dos estudos. Nesta área estão as nascentes dos rios formadores da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó e, portanto, ela assume papel relevante, pois pode servir como modelo na operacionalização do Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH), do Conselho de Usuários (CONSU) conforme preconiza o Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco.

A escolha da área baseou-se na existência de pesquisas anteriores da CPRM que dispõe de dados e informações sobre geologia básica, cadastramento de pontos d'água, monitoramento da qualidade da água, base de dados digitais, pesquisas em aluviões para suprimento de água, além dos dados sócio-econômicos que indicam ser uma área carente.

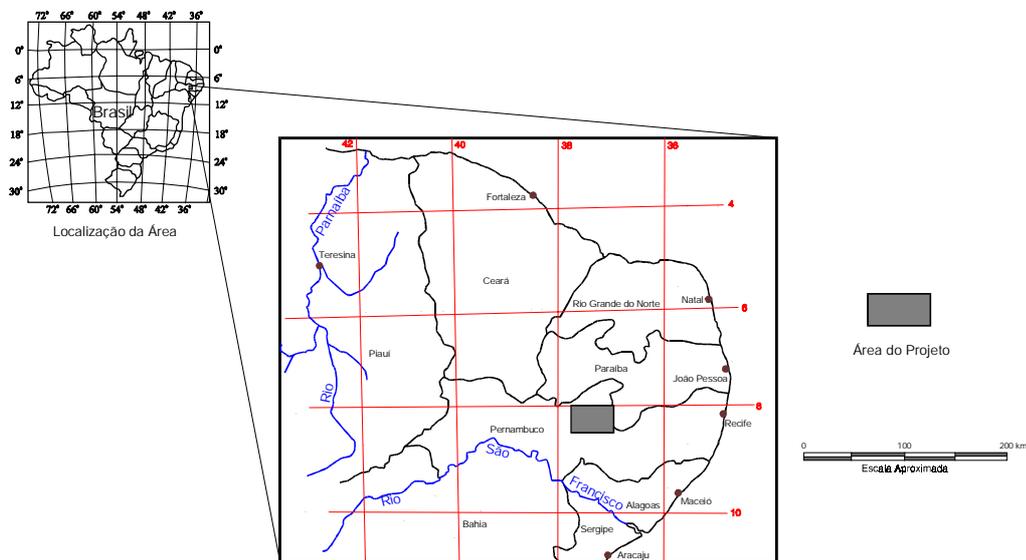


Figura 1 - Localização da área do Projeto Moxotó

É a área do semi-árido mais próxima da capital do Estado, sendo considerada a porta de entrada para o Sertão Pernambucano. A área foi mantida como objeto de trabalho, após uma reavaliação conjunta com a equipe de pesquisadores da UFPE e demais participantes do programa.

### 3.2 - Aspectos fisiográficos

É uma região semi-árida, quente, seca, com baixos níveis de precipitação pluviométrica (média de 600 mm/ano nos últimos 50 anos) e má distribuição espacial e temporal das chuvas (fevereiro-março-abril)., Temperatura média anual em torno dos 27°C, taxas de evapotranspiração elevadas, solos pouco espessos e vegetação do tipo caatinga hiperxerófila, escassa e mal distribuída.

O relevo é plano a suave-ondulado na porção central e acidentado (forte-ondulado) ao norte e nordeste da área. As litologias predominantes são ortognaisses e migmatitos do Complexo Floresta (paleoproterozóico), ortognaisses do evento Cariris Velhos (meso-neoproterozóico) e supracrustais mesoproterozóicas dos Complexos Sertânia e Lagoa das Contendas. Completando o quadro litoestratigráfico, figuram as coberturas sedimentares paleozóicas e cenozóicas representadas, respectivamente, pelos arenitos da Formação Tacaratu e aluviões recentes.

## 4 - OBJETIVOS DO PROJETO

O Projeto Moxotó compreende ações no campo técnico e, principalmente, no campo social. É inegável a necessidade de se incrementar o nível de oferta de água na região. Entretanto, repassar conhecimentos e treinar a população nas questões da captação, do manejo, do uso e preservação das águas é ação prioritária para o projeto.

A seguir, estão relacionados os objetivos gerais do projeto, reunidos a partir das propostas setoriais:

- Melhorar os índices de insucesso nas locações de poços em terrenos de rochas cristalinas do semi-árido nordestino, com a introdução de novos métodos de investigação e seleção de áreas alvo para perfuração e captação de águas subterrâneas a partir do uso de tecnologias de sensoriamento remoto, de sistemas de informações geográficas, de métodos aerogeofísicos e estudos de campo;
- Avançar nos métodos de avaliação dos parâmetros hidráulicos associados com o fluxo em fraturas. Serão necessários variados tipos de testes e de modelamento dos dados, para entendimento da hidráulica das fraturas previamente selecionadas;
- Monitorar a qualidade físico-química da água em poços existentes no cristalino do semi-árido, para verificar a evolução da salinidade e avaliar as condições de renovação da água, com a exploração. Será necessária a execução de análises físico-químicas, de medições de condutividade no campo, instalação de equipamentos de medição de níveis estático e dinâmico em poços;
- Executar, prioritariamente, ações de infra-estrutura hídrica (perfuração e recuperação de poços tubulares, construção de poços amazonas, barragens subterrâneas e de superfície) para avaliar e testar os métodos empregados e os resultados alcançados e, sobretudo, para abastecimento d'água e para a pequena irrigação. Capacitar agricultores, procurando conscientizá-los para a sua convivência com o semi-árido, através de tecnologias de processo, a exemplo da conservação de plantas forrageiras, manejo da água e do solo, etc;
- Avaliar a situação ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó, bem como os problemas ambientais associados aos municípios integrantes dessa região, procurando identificar as possíveis causas e sugerir medidas técnicas apropriadas que venham auxiliar nas soluções propostas para a área de estudos e subsidiar a *Agenda 21*;
- Sistematizar o conhecimento local a respeito dos recursos disponíveis e criar condições para a participação, na implementação de projetos alternativa ao uso, beneficiando , presença e gestão da água.

- Formar recursos humanos, através da implantação de um curso de pós-graduação, a nível de doutorado, na Universidade Federal de Pernambuco nas áreas de Hidrogeologia e estudos sociais;
- Implantar técnicas e capacitar recursos humanos no uso de tecnologias de baixo custo para o abastecimento e gerenciamento de recursos hídricos;
- Treinar e mostrar a necessidade de que as comunidades venham a ser as gestoras das águas de superfície e sub-superfície nesta região, através da criação de comitês, associações e/ou conselhos que avaliem e decidam, junto à população as questões ligadas aos recursos hídricos;
- Repassar o conhecimento acumulado através da divulgação dos dados em simpósios, *workshops*, cursos, publicações e participações na mídia escrita e televisiva, etc;
- Desenvolver pesquisas para uma melhor compreensão dos processos de salinização, sobre os quais ainda reinam controvérsias;
- Promover o monitoramento e o acompanhamento técnico das atividades do projeto, visando garantir uma execução bem sucedida;
- Avaliar o andamento do projeto e seus impactos sócio-econômicos ambientais, por meio de instrumento técnicos de acompanhamento e sistematização, como forma de aprimorar as pesquisas, provendo informações acuradas e confiáveis para todos os parceiros envolvidos.

## 5 - ESBOÇO DO PROGRAMA E TECNOLOGIAS ENVOLVIDAS - METODOLOGIAS

A proposta de trabalho envolve a atuação de diversos especialistas em Geologia, Hidrogeologia, perfuração de poços, Engenharia, Serviço Social, Agronomia, entre outros. De imediato, foi identificado como fundamental para o projeto o intercâmbio nas áreas de sensoriamento remoto/SIG (multiespectral/microondas; modelagem e integração de dados), aerogeofísica e geofísica terrestre (métodos aeroeletromagnéticos, eletroresistividade, VLF aplicados à Hidrogeologia); conversão e modelagem de dados; hidroquímica, e de técnica especiais em Hidrogeologia. A capacitação de recursos humanos na exploração, manejo e conservação de recursos hídricos a partir de tecnologias de baixo custo, exigirá treinamento da população. Em linhas gerais, o fluxograma de atividades compreende os itens abaixo relacionados:

### 5.1 - Visão geral do problema e montagem da base de dados

Um diagnóstico sobre disponibilidade, demanda, captação, armazenamento, qualidade, além das questões sócio-culturais e econômicas da região no tocante às questões da água subterrânea deverá ser executado por especialistas canadenses e brasileiros. Estima-se em 04 meses o prazo para execução deste diagnóstico.

A partir da coleta de dados e informações existentes e das novas informações que serão obtidas pelos participantes do projeto será montada uma base de dados que estará disponível para todos os participantes e para a sociedade em geral. Parte desses dados já estão armazenados em meios magnéticos, tais como as bases planialtimétricas, rede viária e ferroviária, infra-estrutura, rede de drenagem, zonas urbanas, curvas de nível e pontos cotados e o mapa geológico da área de estudos.

Outros mapas se encontram em fase de elaboração e/ou compilação, tais como o de condicionantes morfoestruturais, de estruturas geológicas (arcabouço), de índices de aridez, de precipitação, de fraturamento (zonas de juntas, falhas), de lâminas de água, de manchas aluvionares, etc.

Foi prevista a realização de (02) duas etapas de campo para verificação *in loco* dos problemas existentes e para contatos com as comunidades e prefeituras da região, num total de 10 dias de campo. Foi orçada a realização de um *workshop* e a divulgação dos resultados desta etapa do trabalho conforme mostrado na planilha de custos. O custo de execução desta atividade é de R\$ 18.000,00 (dezoito mil reais) - Planilha 1.

## 5.2 - Geofísica aérea

Aerolevantamentos aplicados a estudos hidrogeológicos serão realizados utilizando métodos eletromagnéticos, num total de 2.500 km<sup>2</sup>, na porção central da área de estudos. O custo do aerolevantamento está estimado em R\$ 250.000,00 (duzentos e cinquenta mil reais), dos quais caberá à CPRM a parcela de R\$ 100.000,00 (cem mil reais). O detalhamento destes trabalhos ficará a cargo da equipe de canadenses e brasileiros que definirão e caracterizarão melhor esta atividade. Há necessidade de treinamento de pessoal da CPRM e demais participantes interessados na aplicação da tecnologia.

Os trabalhos de campo e diversos, foram orçados em R\$ 40.000,00 (quarenta mil reais). O total desta fase é de R\$ 140.000,00 (cento e quarenta mil reais) – Planilha 1.

### PLANILHA 1 – ESTIMATIVA DE CUSTOS DO PROJETO MOXOTÓ (R\$)

Atividade	Executores	Duração (meses)	Etapas Campo (nº dias)	Viagens p/ Canadá	Workshop	Custeio Mat. + Serv. + Diárias
5.1 - Visão geral do problema	CIDA/CPRM/UFPE	4	20	-	01	18.000
5.2 - Geofísica aérea	CPRM/CIDA	6	40	-	01	140.000
5.3 - Sensoriamento remoto	CPRM/CIDA	6	30	02	-	60.000
	CPRM/CIDA/UFPE	6	60	-	01	
5.4 - Integração de dados/SIG	CPRM/UFPE/CIDA/Outros	24	-	-	02	45.000
5.5 - Mapeamento de detalhe	CPRM/UFPE	10	120	-	-	28.000
5.6 - Geofísica terrestre	CPRM/UFPE/CIDA/Outros	10	120	-	01	75.000
5.7 - Estudos hidrológicos	CPRM/SRH/CIDA/Outros	18	40	01	01	60.000
5.8 - Hidrogeologia de rochas fraturadas Monitorização Testes de produção Fraturamento de rochas	CIDA/CPRM/UFPE/ EBAPE/CPRH/FNS/ SRH	24	60 180 60 20	03	01	140.000
5.9 - Modelagem de aquíferos	CIDA/CPRM/UFPE/ CPRH/SRH	12	20	01	-	25.000

Atividade	Executores	Duração (meses)	Etapas Campo (nº dias)	Viagens p/ Canadá	Workshop	Custeio Mat. + Serv. + Diárias
5.10 - Infra-estrutura Hídrica	CPRM/EBAPE/FNS	36	-	-	01	1.400.000
5.11 - Técnicas especiais: Recarga artificial Perf. c/mart. d'água Tratamento d'água Dessalinização de solos Tratamento de rejeito de dessalinizadores	CPRM/CPRH/EBAPE / FUNDAJ/FNS/SRH/ ONG'S/EMBRAPA/ ABAS-PE/EMP. DE PERFURAÇÃO	24	120	02	02	80.000
5.12 - Análises físico-químicas, bacteriológicas e isotópicas; Salinização de aquíferos	FUN- DAJ/CPRM/CIDA/ FNS/CPRH/EBAPE	24	90	01	01	45.000
5.13 - Estudos de natureza sócio-econômica e ambiental	CPRM/FUNDAJ/UFPE CPRH/FNS/ONG'S	24	80	01	01	48.000
5.14 - Extensão rural	CPRM/EBAPE/ EMBRAPA	36	120	-	01	90.000
5.15 - Acompanhamento e avaliação do projeto	VISÃO MUNDIAL	36	30	-	-	18.900
5.16 - Treinamentos setoriais das comunidades locais	FUN- DAJ/UFPE/EBAPE CPRH/SRH/FNS/ ONG'S	30	120	02	-	80.000
5.17 - Divulgação e participação em treinamentos, <i>workshop</i> , congressos ...	TODOS	36	30	-	-	150.000,00

### 5.3 - Sensoriamento remoto

Dados e produtos de satélite Landsat, Radarsat e fotografias aéreas para análise visual-digital para elaboração e/ou detalhamento das cartas de litologias, fraturamento, cobertura vegetal, solos, lâminas de água (período seco e chuvoso) e aluviões serão utilizados pelo projeto. Serão executadas correções básicas e realces utilizando os *softwares* ENVI 3.1 e EASE/PACE da PCI. Estão previstas 03 (três) fases de campo de 10 (dez) dias cada, para avaliar os resultados obtidos com estas atividades.

A fotointerpretação dos produtos de sensoriamento remoto enfocará as litologias, estruturas geológicas (arcabouço), traços de zonas de juntas, fraturas e falhas, condicionantes hidrogeológicas e os lineamentos estruturais. Procurar-se-á os sistemas ou redes de fraturas associados a dobramentos, a falhas crustais (normais, reversas ou direcionais), fraturas em resposta a tensões remotas, juntas de contração, fraturas relacionadas a estruturas intrusivas e extrusivas, visando caracterizar a evolução geológica e o entendimento da origem do fenômeno de fraturamento e sua relação com os eventos de deformação atuantes em escala regional.

Nesta fase de reconhecimento regional prevê-se a coleta de dados litológicos e estruturais e checagem dos dados existentes, estimando-se para isto 03 (três) fases de campo de 20 (vinte) dias cada, num total de 60 (oitenta) dias de campo. Há necessidade de treinamento e consultoria nos trabalhos de geologia estrutural/geotectônica, além da interpretação de produtos de radar, tendo sido orçadas duas viagens de treinamento ao Canadá e realização de *workshop* no Brasil.

O valor total desta fase é de R\$ 60.000,00 (sessenta mil reais) - Planilha 1.

#### 5.4 – Integração de dados/SIG

A integração/modelagem dos dados em um sistema de informações geográficas servirá para definição dos alvos mais favoráveis à pesquisa hidrogeológica de detalhe para utilização de métodos de geofísica terrestre, mapeamento de detalhe e perfuração de poços. Para execução desta fase do trabalho há necessidade de treinamento no tratamento e análise de dados, modelagem e integração dos dados em sistemas de informações geográficas.

Esta fase ocorrerá, principalmente, durante a fase intermediária de execução do projeto (24 meses). Também planeja-se a realização de 02 (dois) *workshops*. O valor total desta etapa é de R\$ 45.000,00 (quarenta e cinco mil reais) - Planilha 1.

#### 5.5 - Mapeamento de detalhe

Estes estudos serão necessários para uma caracterização geológico-estrutural dos alvos selecionados, com o objetivo de entender os condicionantes locais que podem influenciar na circulação e acumulação das águas subterrâneas, bem como para auxiliar na interpretação dos dados de geofísica aérea e terrestre e subsidiar a locação dos poços testes a serem perfurados.

Estima-se que serão gastos 20 (vinte dias) de campo para cada alvo investigado (06 no total), utilizando 2 geólogos (CPRM e UFPE) e um técnico estagiário (360 diárias de campo no total) para estes estudos de detalhe. O prazo total de execução dos trabalhos é de 10 meses e o custo de execução é de R\$ 28.000,00 (vinte e oito mil reais). Será necessária a abertura de poços e trincheiras de pesquisa para estudos de detalhes.

#### 5.6 - Geofísica terrestre

Os trabalhos de geofísica terrestre compreenderão o emprego de VLF, eletroresistividade, perfis de temperatura e GPR, em áreas pilotos previamente definidas a partir dos resultados da integração de dados da fase anterior e dos indicadores sócio-econômicos analisados. Pelo menos 06 áreas deverão ser objeto de estudos de detalhe. As demais deverão ser indicadas para as comunidades, prefeituras, governo federal e estadual para as providências cabíveis. O prazo de execução destes trabalhos foi estimado em 10 meses, incluindo a fase de relatório e treinamento das equipes. A utilização das técnicas de *Ground Penetrating Radar* – GPR passa necessariamente pela execução de treinamento de técnicos do projeto. O custo estimado para a realização destes trabalhos é de R\$ 75.000,00 (setenta e cinco mil reais) - Planilha 1.

#### 5.7 – Estudos hidrológicos

Serão realizados visando a caracterização do potencial hídrico da bacia, definindo a capacidade hídrica para a formação de barragens superficiais, reservas aluvionares e recarga de aquíferos. Os trabalhos serão desenvolvidos a partir da série histórica de dados sobre temperatura, precipitação, escoamento e outras observações que se façam necessárias para a definição da tipologia climática, das condições de aridez, precipitação, escoamento, evapotranspiração e infiltração. Serão também avaliados os períodos de seca e cheias, evidenciando, na série hídrica o regime de descarga, confrontando a oferta hídrica atual com a demanda calculada para o abastecimento público dos núcleos habitacionais.

Foi orçado um *workshop* e treinamento de pessoal. O custo total desta etapa é de R\$60.000,00 (sessenta mil reais) - Planilha 1 e o prazo de execução é de 18 meses.

## 5.8 - Hidrogeologia de rochas fraturadas

Esta fase compreende a monitorização de poços, teste de produção e o fraturamento de rochas.

### 5.8.1 – Monitorização de poços

A monitorização de poços artesianos ocorrerá com medições periódicas em campo e coleta de dados. A execução destes trabalhos envolverá técnicos da CPRM, da UFPE e demais participantes envolvidos

### 5.8.2 – Testes de produção

Os teste de produção dos poços serão conduzidos para auxiliar no entendimento da dinâmica dos aquíferos no cristalino. A CPRM, a EBAPE e a UFPE estarão envolvidas com estes testes realizados em pontos d'água previamente selecionados pelo projeto.

### 5.8.3 – Fraturamento de rochas

O fraturamento de rochas objetiva a abertura de pequenas fraturas que possibilitem o aumento de produção dos poços e a criação de zonas de recarga. Serão pesquisados dois métodos: a tecnologia canadense do hidrofraturamento e o fraturamento por explosivos. Destaca-se a necessidade de transferência de tecnologia canadense no hidrofraturamento e de treinamento de técnicos brasileiros.

O prazo de execução é de 24 meses e o custo desta fase está estimado em R\$60.000,00 (sessenta mil reais) - Planilha 1.

## 5.9 – Modelagem de aquíferos

Serão desenvolvidos modelos na tentativa de auxiliar na sistematização das informações de campo para a simulação do fluxo da águas subterrâneas nos meios poroso e fraturado. No caso específico para fluxos no próprio poço bombeado ou formação rochosa heterogênea, utilizar-se-á o modelo fractal proposto pelo Prof. João Manoel Filho. No meio poroso, pretende-se empregar modelagem numérica. Será necessário o treinamento de técnicos brasileiros.

O prazo de duração é de 12 meses e o custo total estimado é de R\$25.000,00 (vinte e cinco mil reais) - Planilha 1.

## 5.10 - Infra-estrutura hídrica

Os trabalhos de infra-estrutura hídrica compreendem uma série de obras que serão executadas para atender às demandas do Projeto Moxotó, indicadas a partir dos trabalhos técnicos de avaliação geológico-hidrogeológica e social na região. Estes trabalhos estarão a cargo da EBAPE, da UFPE, da CPRM, da FNS e demais participantes.

As obras serão de perfuração e recuperação de poços, instalação de dessalinizadores, implantação de abastecimento de água, construção de barragens subterrâneas e de cisternas e implantação de sistemas de irrigação. Os trabalhos de perfuração de poços estarão condicionados aos resultados apontados pelo projeto na determinação de locais para fins de monitoramento ou abastecimento humano e animal ou pequena agricultura irrigada. O custo estimado da execução destes estudos é de cerca R\$ 1.400.000,00 (um milhão e quatrocentos mil reais) - Planilha 1. A duração prevista é de 36 meses.

#### 5.11 - Técnicas especiais

Sugere-se a transferência tecnológica nas seguintes áreas:

- Recarga artificial (estudos de base, implantação do sistema e manejo);
- Perfuração com martelo de d'água (apresentação e demonstração de tecnologia, principalmente para empresas de perfuração atuantes na região nordeste);
- Tratamento d'água (identificação dos problemas e transferência tecnológica para o tratamento de água de consumo humano e reuso);
- Dessalinização de solos (transferência tecnológica);
- Tratamento de rejeito de dessalinizadores (transferência tecnológica para deposição e uso de rejeito de dessalinizadores).

O custo para execução destas atividades é da ordem de R\$ 80.000,00 (oitenta mil reais) - Planilha 1. O prazo de duração é de 24 meses.

#### 5.12 - Análises físico-químicas, bacteriológicas e isotópicas

Foi prevista a execução de análises físico-químicas, bacteriológicas e de isótopos em locais previamente selecionados. Serão enfatizados os estudos hidrogeoquímicos referente às questões de salinização das águas subterrâneas. Estarão envolvidos todos os participantes do projeto e o custo estimado desta etapa é de R\$ 45.000,00 (quarenta e cinco mil reais) – Planilha 1.

#### 5.13 – Estudos de natureza sócio-econômica e ambiental

Os estudos estarão a cargo da FUNDAJ, CPRH, Serviço Social, FNS e EBAPE, visando caracterizar e dimensionar as populações direta ou indiretamente envolvidas na implementação e operação do programa de cooperação técnica Canadá-Brasil e a capacitação de recursos humanos, mediante a proposição de cursos de educação ambiental dirigidos a técnicos e às comunidades locais. O início dos trabalhos terá como base o material preexistente para analisar variáveis ligadas a:

- Dinâmica populacional na área de influência do projeto;
- Uso e ocupação do solo;
- Estrutura produtiva e de serviços;
- Pessoas ocupadas por ramo de atividade;
- Renda per capita e renda média do chefe da família;
- Nível de vida na área de influência do projeto (condições dos domicílios; níveis de instrução; acesso a serviços básicos de educação, saúde, transporte, saneamento, fornecimento de água e energia; esperança de vida);
- Organização comunitária.

Uma segunda etapa do trabalho corresponderá à observação *in loco* para construir-se o conhecimento sistematizado, visando:

- Tornar mais eficiente a gestão do projeto que, por sua própria natureza, implica uma efetiva participação dos agentes sociais envolvidos, aumentando as chances de sucesso;

- Melhorar a percepção acerca das necessidades dos grupos atingidos direta ou indiretamente, tornando mais visíveis as questões sociais;
- Reduzir a incidência de impactos negativos sobre grupos vulneráveis;
- Estimular a participação de todos os interessados, tendo em vista a importância estratégica do comprometimento das comunidades locais com o funcionamento do projeto;
- Permitir uma melhor visualização dos interesses explícitos e dos ocultos, identificando beneficiários e prejudicados.

O meio físico será objeto de *Estudos Diagnósticos* que englobam a identificação das áreas de recarga dos aquíferos subterrâneos da Bacia do Alto Moxotó, visando estabelecer ações preservacionistas destas unidades ambientais e a identificação das fragilidades potenciais do solo, no sentido de identificar e quantificar os impactos decorrentes do processo de salinização do solo, qualificação do solo salinizado, propostas de recuperação do solo salinizado e de disposição adequada dos resíduos dos dessalinizadores.

A realização de *Cursos de Educação Ambiental* difundirá o conhecimento técnico relacionado com o modelo, de captação e gestão do uso das águas, a ser implantado (transferência de tecnologia) e contribuir para a formação de uma consciência crítica no tocante ao uso responsável dos recursos naturais, construindo-se, assim, uma cidadania ativa, participativa, no sentido de que as comunidades devem se comprometer com o sucesso do projeto.

Intensificar e reforçar o *Controle e Monitoramento Ambiental* com destaque para as atividades:

- Elaboração de diagnóstico institucional dos municípios, especialmente para as instituições que atuam na questão ambiental, visando identificar as necessidades, potencialidades e disponibilidade municipal no processo de descentralização do órgão ambiental das ações potencialmente degradadoras;
- Elaboração de cadastro de usuários dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos;
- Intensificação das atividades de licenciamento e fiscalização das atividades potencialmente poluidoras, principalmente àquelas que coloquem em risco a qualidade das águas subterrâneas;
- Qualificação das águas subterrâneas abrangendo análise de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos;
- Concepção, elaboração e implantação de monitoramento com vistas a aferir a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos, através da utilização de indicadores de qualidade adequados aos aquíferos da Bacia do Alto Moxotó;
- Desenvolvimento de modelo matemático de qualidade da água subterrânea para implantação na Bacia do Alto Moxotó, incluindo seleção do modelo apropriado a região, elaboração de banco de dados, entre outros;
- Aplicação de métodos de educação ambiental que promovam a participação da sociedade nas ações relacionadas com a gestão ambiental, com ênfase nos recursos hídricos;
- Formação de agentes multiplicadores na sociedade local, para atuação na área educativa e de fiscalização ambiental.

Estas atividades serão conduzidas de forma integrada e até o início dos trabalhos serão realizadas reuniões com todos os participantes para uniformização e distribuição das atividades. Estima-se em 24 meses o prazo para execução dos trabalhos e os recursos necessários, incluindo *workshops*, treinamentos e cerca de 80 dias de campo por instituição envolvida são da ordem de R\$ 48.000,00 (quarenta e oito mil reais).

#### 5.14 - Extensão Rural

Os trabalhos de assistência técnica e extensão rural foram propostos pela EBAPE que espera atender, nos três anos do projeto, cerca de 750 agricultores rurais ao custo total de R\$ 75.000,00 (setenta e cinco mil reais).

#### 5.15 - Acompanhamento e avaliação do projeto

Foi proposto o acompanhamento técnico das atividades do projeto, visando garantir o controle de qualidade e uma execução bem-sucedida e o provimento de todos os parceiros envolvidos com informações acuradas e confiáveis relacionadas com gastos x orçamento, atividades executadas, lisura administrativo-financeira e resultados alcançados. Rotinas de avaliação serão utilizadas como forma de proporcionar e repassar as informações às entidades envolvidas, obtendo-se como produtos finais:

Avaliação do Impacto: Trata-se da análise dos efeitos dos programas desenvolvidos nos indicadores sócio-econômico-ambientais das comunidades envolvidas

Avaliação Financeira: Análise dos gastos efetuados frente ao orçamento, público alvo, finalidade, etc... É realizada tendo por base os relatórios de acompanhamento financeiros.

Análises Custo X Benefício e Custo X Efetividade: Realizadas com base nos documentos de acompanhamento demonstram a relação entre o investimento, os resultados, os impactos e os produtos entregues aos beneficiários.

Os trabalhos estarão a cargo da organização não governamental Visão Mundial (WORLDVISION) que executará o acompanhamento e compromete-se a investir no projeto os valores abaixo, que serão fornecidos em espécie (tempo técnico e infra-estrutura).

Foi calculado em R\$ 18.900,00 (dezoito mil reais) o valor desta etapa do trabalho - Planilha 1.

#### 5.16 - Treinamentos setoriais das comunidades locais

São treinamentos destinados a repassar conhecimento e resultados das atividades do projeto. Compreende uma série de atividades junto as comunidades locais, associações e escolas na tentativa de consolidar uma nova cultura relacionada com as questões dos recursos hídricos na região. O valor desta etapa está orçado em R\$ 80.000,00 (oitenta mil reais) - Planilha 1. Os trabalhos se desenvolverão durante 30 meses com cerca de 120 dias de atividades de campo.

#### 5.17 - Divulgação e participação em treinamentos, *workshops*, congressos

Participação em congressos (Rio e Fortaleza), simpósios, *workshops*, reuniões técnicas além da divulgação com publicações técnicas, *folders*, CD-ROM, na mídia escrita e televisiva, na INTERNET e com os relatórios parciais e o relatório final do projeto.

O valor total desta etapa está orçado R\$ 150.000,00 (cento e cinquenta mil reais) - Planilha 1.

## 6 - METAS E RESULTADOS ESPERADOS

Vários produtos e resultados serão alcançados com a execução das atividades propostas. Contudo, o resultado mais importante virá com as ações sociais conjuntas, pois, pela primeira vez, realiza-se um trabalho dessa natureza, reunindo técnicos ligados a Geologia-Hidrogeologia, Saúde, Educação, Ação Social, Meio Ambiente, Organizações Não Governamentais, entidades e a sociedade civil organizada.

Poder treinar, esclarecer e mesmo reeducar parcela significativa da população local para disseminar uma nova cultura em torno da questão das águas subterrâneas no semi-árido cristalino seria tarefa impossível de realizar sem a união e a participação de todos no Projeto Moxotó.

Para aproveitar esta oportunidade ímpar, além de pesquisar, identificar, compreender e propor soluções, a meta principal será envolver a população na busca das soluções necessárias ao desenvolvimento auto-sustentável da região.

Muitos dados e informações geradas pelo projeto estarão à disposição das comunidades, dos administradores e tomadores de decisão, em diversos níveis da administração pública e privada. Podem-se citar: bases planialtimétricas e temáticas sobre os pontos d'água, lâminas d'água em períodos distintos (seco e chuvoso), litologia, qualidade da água, manchas aluvionares, pontos barráveis, cobertura vegetal, densidade de fraturas, modelo digital de terreno, cartas de declividade, mapas hidroquímicos e hidrolitológicos, entre outros, armazenados em meio digital.

## 7 - RECURSOS FINANCEIROS

As dificuldades financeiras pelas quais passam os organismos do setor público brasileiro são por demais conhecidas. Os cortes nos gastos públicos, como parte da política de adequação e ajuste do déficit público, tem levado à drástica redução de recursos das instituições federais, estaduais e municipais destinados à execução de projetos de pesquisa em várias regiões do país.

Muitas instituições sofreram sérios cortes de recursos financeiros, outras sequer conseguiram executar parcelas cabíveis dos seus orçamentos e é possível que novos cortes devam ocorrer no próximo ano. Com isto, alguns participantes poderão não atender integralmente à proposta formulada ou mesmo terão que ausentar-se definitivamente do projeto, comprometendo seriamente a sua execução. Para evitar essas situações, uma solução alternativa seria a captação de recursos externos mediante financiamentos junto ao BNB, Banco Mundial, BIRD ou SUDENE para contornar o problema e garantir a execução do projeto, na sua totalidade.

Em meados de 1998 houve entendimentos entre a CPRM/SUREG-RE e a UFPE no sentido de que o LABHID apresentasse a proposta de parte do Projeto Moxotó (convênio CPRM/UFPE) ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), visando a obtenção de financiamento dos trabalhos. Até o momento não houve resposta do CNPq, face a suspensão, pelo governo federal, das rodadas de negociação do PADCT. De qualquer modo, estes valores de financiamento e participação foram indicados do QUADRO 1.

Com relação aos valores apresentados (custeio e pessoal) é necessário esclarecer que há necessidade de um detalhamento, pois alguns valores foram apenas estimados, notadamente em relação a pessoal (UFPE) e outros não indicados (NI). Faltam os valores da EBAPE, LABHID/UFPE, FUNDAJ, Serviço Social e a definição de outros participantes prefeituras, ABAS-PE, SRH, EMBRAPA (a definir).

O QUADRO 1, apresentado a seguir, é um resumo dos valores indicados e/ou estimados para cada etapa do trabalho. Mais uma vez é importante frisar que um detalhamento das atividades, do cronograma de execução e do orçamento se faz necessário após a aprovação da proposta para otimizar a utilização de pessoal e recursos no projeto.

**QUADRO 1 - RECURSOS FINANCEIROS (em R\$)**

INSTITUIÇÃO	VALORES (R\$)			
	CUSTEIO	PESSOAL	EQUIPAMENTO/ MATERIAL PERMANENTE	SUB-TOTAL
<b>CPRM</b>	813.500 (*)	1.600.000	65.000	2.478.500
<b>UFPE/LABHID</b>	(CNPq)	260.000	91.000	351.000
<b>CNPq</b>	185.563	-----	-----	185.563
<b>CPRH</b>	80.000	2.000.000	100.000	2.180.000
<b>EBAPE</b>	1.435.500	NI	NI	1.435.500
<b>FUNDAJ</b>	NI	NI	NI	NI
<b>FNS</b>	274.000	NI	NI	274.000
<b>VISÃO MUNDIAL</b>	18.900	NI	NI	18.900
<b>SERVIÇO SOCIAL</b>	NI	NI	NI	NI
<b>EMBRAPA</b>	A definir	A definir	A definir	A definir
<b>SRH</b>	A definir	A definir	A definir	A definir
<b>TOTAL GERAL</b>	2.707.463	3.860.000	256.000	6.823.463

(\*) Valor a ser revisado em função da confirmação de custos de outras instituições.  
NI - Não Indicado

**8 - DURAÇÃO, EQUIPES E CARACTERIZAÇÃO DA INFRA-ESTRUTURA DISPONÍVEL****8.1 - Duração**

O prazo de duração do projeto é de 03 (três) anos. O início das atividades está previsto para o mês de abril do ano 2000.

**8.2 – Equipes e infra-estrutura disponível**

CPRM - Superintendência Regional do Recife  
<http://www.cprm.gov.br>

Sebastião Milton Pinheiro da Silva  
Edgardo Lellis Sarno  
Manoel Júlio da Trindade Gomes Galvão  
Franklin de Moraes  
Waldir Duarte Costa Filho  
José Carlos da Silva  
Enjôlras de A Medeiros Lima  
Roberto Gusmão de Oliveira  
03 técnicos de nível médio  
02 motoristas

geólogo - M.Sc  
geólogo  
geólogo  
hidrogeólogo  
hidrogeólogo – M.Sc.  
engenheiro de minas  
geólogo-geoquímico  
geofísico - M.Sc

Em Recife, a CPRM dispõe de infra-estrutura de microinformática, em rede, com microcomputadores para uso na digitalização de mapas (*softwares* Maxicad e Gsmapi), para tratamento de imagens de sensoriamento remoto e integração de dados/GIS (ENVI 3.1, EASE/PACE da PCI);

SPRING 3.1; Spans Explorer), para tratamento de dados geofísicos (Geosoft Oásis), laboratório, biblioteca, viaturas e com pessoal treinado e trabalhando em projetos de águas subterrâneas no cristallino semi-árido pernambucano.

Universidade Federal de Pernambuco – UFPE

<http://www.ufpe.br>

João Manoel Filho	hidrogeólogo, Dr.
José G. Alves Demétrio	hidrogeólogo, Dr.
Edilton Carneiro Feitosa	geofísico, Dr.
Sérgio Pacheco	geólogo, Dr.
Paulo Pedrosa	operador
02 estagiários	estudantes da graduação

O Laboratório de Hidrogeologia (LABHID), que é uma unidade interdepartamental do Centro de Tecnologia e Geociências (CTG) da UFPE, sediado no Departamento de Engenharia de Minas (DEMINAS), disponibilizará para o projeto a seguinte infra-estrutura localizada no próprio laboratório. A infra-estrutura do LABHID é composta por: 3 microcomputadores, 1 *notebook*, 3 impressoras jato de tinta coloridas, 1 *scanner* de alta resolução, 1 mesa digitalizadora A0, 1 resistivímetro, 1 VLF, 2 GPS, 1 condutivímetro portátil, 6 medidores de nível d'água de poços tubulares, 1 veículo para trabalhos de campo e 30 sondas de temperatura. O valor destes equipamentos à disposição do projeto é de R\$ 91.000,00 (noventa e um mil reais)

Criado em 1986 por um grupo de professores de Hidrogeologia do DEMINAS, o laboratório foi montado com o objetivo de consolidar o grupo de pesquisa hidrogeológica e de catalisar o processo de geração de projetos de pesquisa e obtenção de recursos. O LABHID abriga um grupo de professores, na sua maioria com doutorado em Hidrogeologia, com larga experiência em estudos hidrogeológicos regionais, locação e projeto de poços, Execução e interpretação de testes de aquífero e produção, contaminação de aquíferos e elaboração de modelos numéricos e analíticos de fluxo subterrâneo. Os professores do LABHID são responsáveis pela Área de Concentração Hidrogeologia do Curso de Mestrado em Geociências da UFPE, bem como, ministram as disciplinas de Hidrogeologia nos cursos de graduação em Geologia e Engenharia de Minas.

Fundação Joaquim Nabuco – FUNDAJ

<http://www.fundaj.gov.br>

João Suassuna	Pesquisador Titular e M.Sc. em Botânica pela UFRPE
Maria Lia C. C. de Araújo	Pesquisadora Titular e M.Sc em Sociologia pela UFPE
Renato Santos Duarte	Pesquisador Titular da FJN e Doutor em Economia
Edneida Cavalcanti	Pesquisadora da FJN e M.Sc. em Geografia pela UFPE

Companhia Pernambucana do Meio Ambiente – CPRH

<http://www.fisepe.pe.gov.br/cprh/>

Aldir Pitt da Mesquita Pimentel	Engº civil/sanitarista	Dir. de Rec. Híd. e Florestais
Alíria Maria Carneiro da Cunha	Química industrial	Ger. de Controle Industrial
Angela Teresa de Oliveira Pontes	Engº química	Gerente de Licenciamento
Berenice Vilanova de <sup>a</sup> Lima	Engº química	Diret. de Planej. e Integração
Cândida Portela F. da Costa	Engº química	Gerente de Laboratório
Clemildo Torres de Oliveira	MSC Engº sanitaria	Un. de Res. Sólidos e Esgotos
Denise Jorge Cavalcanti	Engº civil	Unid. de Águas Subterrâneas
Elisabete Carneiro B. Braga	MSC Agrônoma	Ger. de Educação Ambiental
Joana Teresa Aureliano	Engº civil	Ger. de Recursos Hídricos
Hortência Maria B. de Assis	MSC Geóloga	Ger. de Planej. e Articulação
Veronilton Pereira de Farias	Geólogo	Gerente de Recursos Hídricos

Organização Não Governamental Visão Mundial (WorldVision)

<http://www.worldvision.com>

Eduardo A. Nunes - Cientista Social, Especializado em Avaliação de Políticas Públicas pela Universidade de Yale (EUA). Doutor em Ciências Políticas . Consultor em Avaliação de Projetos do Banco Mundial e UNDP , na Ásia, América Latina e África.

César Calônio - Psicólogo Educacional. Especializado em Associativismo pela UFRPE/SHERBROOKE. Mestre em Comunicações, pela UFRPE. Experiência em Planejamento e Avaliação de Projetos Sociais

João Helder Diniz - Engenheiro Agrônomo. Especializado em Agricultura Tropical, pela ABEAS. Mestre em Administração de Empresas, pela UFPE. Experiência de 10 anos em implantação e avaliação de Projetos de Desenvolvimento Rural no semi-árido.

José Elísio Gomes: Engenheiro Agrônomo. Especializado em Agricultura do Semi-Árido, pela ABEAS. Experiência de 10 anos em capacitação de grupos em técnicas de manejo ambiental equilibrado e recursos hídricos.

Empresa de Abastecimento e Extensão Rural de Pernambuco – EBAPE

<http://www.fisepe.pe.gov.br/emater>

José de Assis Ferreira	hidrogeólogo M.Sc
Inaldo Moraes Revoredo	hidrogeólogo
Francisco de Assis Ferreira	hidrogeólogo
Gelson Victor	Técnico em Geologia
Amarílio da Silva Cabral	Técnico em Edificações
Fredovindo Pereira	Engenheiro Agrônomo
Antônio Lucena Dias	Engenheiro Agrônomo
Celso Almir de Melo Cruz	Engenheiro Agrônomo M. Sc
Hildeberto Rodrigues	Engenheiro Agrônomo
Maria Auxiliadora S. Luna	Engenheira Civil
Crivalda Padilha Vilar	Engenheira Civil
Vital Goiana Leal	Médico Veterinário
Jones César da Silva	Técnico em Agropecuária
José Antônio Carvalho	Técnico em Agropecuária
Maria da Conceição	Extensionista Social
Edward Florentino de Lira	Técnico em Agropecuária
José Alencar	Técnico em Agropecuária
Maria Edilza Félix Correia	Extensionista Social
Paulo César da Silva	Técnico em Agropecuária

Universidade Federal de Pernambuco

Centro de Ciências Sociais Aplicadas - Departamento de Serviço Social

<http://www.ufpe.br>

Rosa Maria Cortês de Lima  
Professora do Deptº de Serviço Social  
Mestra em Serviço Social/UFPE

Helena Lúcia Augusto Chaves  
Professora do Deptº de Serviço Social  
Mestra em Serviço Social/UFPE

Ana Cristina Brito Arcoverde  
Professora do Deptº de Serviço Social  
Doutora em Sociologia/ Paris III

01 discente do Curso de Doutorado em Serviço Social  
 01 discente do Curso de Mestrado em Serviço Social  
 Estudantes do 6º período a 8º período do curso

Fundação Nacional de Saúde – FNS  
<http://www.fns.gov.br>

Serviço de Saneamento:

Engenheiros Sanitaristas	02
Geóloga	01
Inspetor de Saneamento	01
Auxiliares de Saneamento	02
Técnico em Cartografia	01

Serviço de Planejamento:

Psicóloga (responsável pela área de educação em saúde)	01
Agentes de saúde	02

Serviço de Operações:

Médico Sanitarista	01
Agentes de Saúde	03

Equipe de Treinamento:

Pedagoga	01
Agentes de Saúde	02

ONG ABC Groundwater  
<http://www.abc-gw.org.br>

Waldir Duarte Costa  
 Geólogo, com mestrado e doutorado em Hidrogeologia, especialista em águas subterrâneas em rochas fraturadas; experiência de mais de 35 anos.

Nelson Ellert  
 Geólogo com doutorado em geofísica e experiência em Hidrogeologia de meios não saturados e contaminação; experiência de mais de 35 anos.

Waldir Duarte Costa Filho  
 Geólogo com mestrado em Hidrogeologia, especialista em Hidrogeologia regional; experiência de mais de 10 anos.

Almir José Costa Santos  
 Geólogo, especialista em geotecnia; experiência de mais de 15 anos

Almany Costa Santos  
 Geólogo com mestrado em Hidrogeologia e doutorado em fase de conclusão. Especialista em hidroquímica; experiência de mais de 15 anos.

Luciano Batista Costa  
 Engenheiro civil, com experiência em barragens subterrâneas; experiência de 3 anos.

Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral  
 Engenheiro civil com doutorado em hidrologia, especialista em modelos matemáticos de fluxo; experiência de mais de 20 anos.

José de Assis Ferreira

Geólogo com mestrado em Hidrogeologia e experiência em perfuração de poços; experiência de mais de 20 anos.

René Lima de Castelo Branco

Geólogo com mestrado em Hidrogeologia e especialista em geofísica para locação de poços em rochas fraturadas; experiência de mais de 20 anos.

Carlos Roberto C. de Albuquerque

Sociólogo com experiência de mais de 25 anos.

## **9 - CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO DO PROJETO**

O início do Projeto Moxotó está previsto para o mês de abril de 2000 e o término para abril de 2003. Embora o prazo total do projeto seja de 3 (três anos) é importante destacar que ao longo da sua execução muitos resultados serão obtidos no tocante ao conhecimento sócio-econômico da região e do potencial em recursos naturais, notadamente, águas e solos, de modo que muitos dados e informações estarão disponíveis para a sociedade civil organizada e para os gestores e administradores públicos e da iniciativa privada.



**ANEXO - 1**

**TABELAS 1, 1(a), 2, 3, 4 e 5**

## PROJETO MOXOTÓ

TABELA 1 - CARACTERIZAÇÃO DEMOGRÁFICA : Características da População

LOCALIZAÇÃO		INDICADORES DEMOGRÁFICOS								
		POPULAÇÃO RESIDENTE*			DENSIDADE DEMOGRÁFICA	DENSIDADE DEMOGRÁFICA	GRAU DE URBANIZAÇÃO	GRAU DE URBANIZAÇÃO	TAXA DE CRESCIMENTO	
CODIGO (IBGE)	MUNICÍPIO	TOTAL	URBANA	RURAL	1970-1980	1980-1991	1980	1991	1970-1980	1980-1996
0120	ARCOVERDE	58.722	52.873	5.849	124,04	146,55	85,99	88,69	1,63	-
0280	BUÍQUE	38.480	11.748	26.732	28,43	29,81	18,01	25,88	0,85	-
0510	CUSTÓDIA	27.911	14.918	12.993	18,07	19,43	30,37	44,45	2,62	-
0660	IBIMIRIM	25.745	14.227	11.518	9,11	14,78	40,88	48,27	3,12	-
1080	SERTÂNIA	29.734	15.556	14.178	13,76	13,36	41,98	49,28	0,35	-
1410	TUPANATINGA	19.197	5.129	14.068	21,44	22,01	14,37	19,68	1,26	-
TOTAL		199.789	114.451	85.338	-	-	-	-	-	-

FONTE: IBGE (1996)

TABELA 1(a) – INDICADORES DEMOGRÁFICOS – SOCIAIS

MUNICIPIOS	ÍNDICE DE GINI*		ÍNDICE DE POBREZA**		MORTALIDADE INFANTIL 1993	IDH	FAMILIAS INDIGENTES-1991	
	1980	1991	1980	1996			-	-
ARCOVERDE	0,571	0,600	0,666	-	15,53	-	5373	39,4
BUÍQUE	0,531	0,515	0,816	-	-	-	4536	53,3
CUSTÓDIA	0,462	0,556	0,726	-	8,43	-	3189	48,3
IBIMIRIM	0,527	0,507	0,473	-	-	-	2877	48,26
SERTÂNIA	0,512	0,504	0,713	-	-	-	3308	44,7
TUPANATINGA	0,426	0,457	0,798	-	0%	-	2.305	54,2%

\*GINI = CONCENTRAÇÃO DE RENDA  $\approx 1 \Rightarrow$  MAIOR DISTRIBUIÇÃO.\*\*ÍNDICE DE POBREZA (P) > P  $\Rightarrow$  MAIOR POBREZA / MISÉRIA IDH – ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO

## PROJETO MOXOTÓ

TABELA 2 - CARACTERIZAÇÃO TERRITORIAL: Principais Distritos/Povoados

TUPANATINGA	ARCOVERDE	SERTÂNIA	BUIQUE	CUSTÓDIA	IBIMIRIM
CABO DO CAMPO 492	ALDEIA VELHA	ALGODÕES	CARNEIRO* 5304	MARAVILHA 4365	MOXOTÓ* 3453
BOQUEIRÃO	IPOJUCA	ALBUQUERQUE NÉ* 3135	CATIMBAU 2565	QUITIMBU* 4105	JERITACÓ 297
MATA VERDE 442	CARAÍBAS 477	HENRIQUE DIAS* 1273	GUANAMBI	CAIÇARA	POÇO DA CRUZ 857
		RIO DA BARRA* 5660	TANQUE 196	SAMAMBAIA 372	AGROVILA 5
		ALGODOES	ALDEIA CAPINAWA 354	INGÁ	AGROVILA4
		VARZEA VELHA	RIACHÃO		AGROVILA3
		PERNAMBUCQUINHO	AMARO		AGROVILA 8
		MODERNA 250	FAZ. PORTO SEGURO		CAMPO
		CAROALINA			LAGOA DE AREIA
		CRUZEIRO DO NORDESTE 639			POÇO DO BOI PUIU

\* FONTE: IBGE –  
1991

## PROJETO MOXOTÓ

TABELA 3 - CARACTERÍSTICAS DO TERRITÓRIO -- RENDA

MUNICÍPIOS	CHEFES FAMÍLIAS (Total)	COM ATÉ 01 SALÁRIO MÍNIMO	% Total	DE 01 A 03 SALÁRIO MÍNIMO	% Total	COM MAIS DE 03 SALÁRIO MÍNIMO	% TOTAL	ATIVIDADE ECONÔMICA PREDOMINANTE	POTENCIAL DESENVOLVIMENTO ECONOMIA
ARCOVERDE	12737	6924	54,36	3681	28,90	2132	16,74	COMÉRCIOS E SERVIÇOS	PRODUTOS ALIMENTÍCIOS
BUÍQUE	7821	6195	79,20	1324	16,92	302	3,88	AGROPECUÁRIA	PECUÁRIA GRANDE PORTE - PEQUENA MINERAÇÃO
CUSTÓDIA	6516	4462	68,47	1585	24,32	469	7,21	AGROPECUÁRIA	AGRICULTURA CAPRINOCULTURA
IBIMIRIM	5577	3475	62,30	1707	30,60	395	7,10	AGRICULTURA	AGRICULTURA ARTESANATO
SERTÂNIA	7167	5054	70,51	1690	23,58	423	5,91	AGRICULTURA	CAPRINOCULTURA
TUPANATINGA	3922	2990	76,23	859	21,90	73	1,87	AGROPECUÁRIA	AGROPECUÁRIA

FONTE: IBGE – 1999

## PROJETO MOXOTÓ

TABELA 4 -CARACTERÍSTICA TERRITORIAL : EDUCAÇÃO (Taxas de analfabetismo, Anos de Estudos e Agentes Comunitários)

MUNICÍPIOS	TAXA DE ANALFABETO COM MAIS DE 11 A 14 ANOS (%)	TAXA DE ANALFABETO COM MAIS DE 15 ANOS (%)	CHEFES DE FAMÍLIA SEM INSTRUÇÃO	CHEFES DE FAMÍLIA DE 01 A 03 ANOS DE ESTUDOS	CHEFES DE FAMÍLIA DE 04 A 07 ANOS DE ESTUDOS	CHEFES DE FAMÍLIA DE 08 A 10 ANOS DE ESTUDOS	CHEFES DE FAMÍLIA DE 11 A 14 ANOS DE ESTUDOS	CHEFES DE FAMÍLIA MAIS DE 15 ANOS DE ESTUDOS	AGENTES COMUNITÁRIOS (Total)	AGENTES COMUNITÁRIOS RURAIS	% Total	AGENTES COMUNITÁRIOS RURAIS	% TOTAL
ARCOVERDE	22,8	32,1	4837	2279	3058	897	1042	624	44	30	68,18	14	31,82
BUÍQUE	64,2	63,4	5479	1357	754	103	105	23	-	-	-	-	-
CUSTÓDIA	38,4	47,2	3801	1163	1120	169	202	61	64	12	18,75	52	81,25
IBIMIRIM	56,1	56	3598	958	699	147	133	42	-	-	-	-	-
SERTÂNIA	34,1	44,7	4088	1698	1310	270	283	118	-	-	-	-	-
TUPANATINGA	68,9	67,7	2927	644	258	47	36	10	30	6	-	24	-

FONTE: SECTMA – SECRETARIA DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E MEIO AMBIENTE – 1996  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO DO ESTADO DE PERNAMBUCO –1996

## PROJETO MOXOTÓ

TABELA 5 - CARACTERIZAÇÃO GERAL DOS MUNICÍPIOS : Posição, Extensão e Limites.

LOCALIZAÇÃO								LIMITES MUNICIPAIS			
CODIGO (IBGE)	MUNICÍPIO	MESORREGIÃO	MICRORREGIÃO	ÁREA (km <sup>2</sup> )/% ESTADO	LATITUDE	LONGITUDE	ALT. (m)	NORTE	SUL	ESTE	OESTE
0120	ARCOVERDE	SERTÃO PERNAMBUCANO	SERTÃO DO MOXOTÓ (MR 179)	380,6/ 0,31	8°25'53"	37°03'30"	664	ESTADO DA PARAIBA	BUIQUE PEDRA	PESQUEIRA	SERTANIA
0280	BUIQUE	AGRESTE PERNAMBUCANO	VALE DO IPANEMA (MR 182)	179/1,40	8°37'30"	37°09'15"	798	ARCOVERDE SERTANIA	AGUAS BELAS	PEDRA	TUPANATINGA ITAIBA
0510	CUSTÓDIA	SERTÃO PERNAMBUCANO	SERTÃO DO MOXOTÓ (MR 179)	1484,6/1,29	8°05'15"	37°38'30"	542	IGUARACI CARNAIBA	IBIMIRIM FLORESTA	SERTANIA	BETANIA FLORES
0660	IBIMIRIM	SERTÃO PERNAMBUCANO	SERTÃO DO MOXOTÓ (MR 179)	1901,5/1,8	8°32'15"	37°41'30"	401	CUSTODIA SERTANIA	INAJA MANARI	TUPANATINGA	FLORESTA
1580	TUPANATINGA	AGRESTE PERNAMBUCANO	VALE DO IPANEMA (MR 182)	752/0,77	8°45'15"	37°19'30"	558	SERTANIA	ITAIBA	BUIQUE	IBIMIRIM
1410	SERTÂNIA	SERTÃO PERNAMBUCANO	SERTÃO DO MOXOTÓ (MR 179)	2359,4/2,68	8°04'30"	37°16'00"	558	IGUARACI PARAIBA	IBIMIRIM TUPANATINGA BUIQUE ARCOVERDE	PARAIBA	CUSTODIA

FONTE: ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE PERNAMBUCO –1992

**ANEXO - 2**

**PROPOSTAS SETORIAIS**

**FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO DE ESTUDOS SOCIAIS – FUNDAJ**

**COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE – CPRH**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE/LABHID**

**VISÃO MUNDIAL**

**EMPRESA DE ABASTECIMENTO E EXTENSÃO RURAL DE PERNAMBUCO – EBAPE**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO – UFPE/SERVIÇO SOCIAL**

**FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE – FNS**

**ABC GROUNDWATER**

**COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM**

## FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO - FUNDAJ

A participação da Fundação Joaquim Nabuco - FNJ no projeto de DESENVOLVIMENTO DE NOVOS MÉTODOS DE PESQUISA, CAPTAÇÃO, MANEJO E GESTÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO CRISTALINO SEMI-ÁRIDO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MOXOTÓ PARA ABASTECIMENTO DE PEQUENAS COMUNIDADES RURAIS E URBANAS se dará através da abordagem sócio-econômica.

### A INSTITUIÇÃO

A Fundação Joaquim Nabuco é uma instituição federal que tem missões e objetivos bem definidos.

Como missão básica, ela produz, acumula e difunde conhecimentos; resgata e preserva a memória; promove atividades científicas e culturais, visando à compreensão e ao desenvolvimento da sociedade brasileira, prioritariamente a do Norte e do Nordeste do país.

Como objetivos permanentes ela contribui para o aprofundamento, a compreensão das realidades regionais e tropicais, funcionando como centro de referência no campo das ciências sociais e da cultura. Além de preservar valores e bens culturais representativos da memória regional e nacional e de tornar acessível à comunidade o acervo histórico, científico e cultural da Instituição, a Fundação Joaquim Nabuco estimula e difunde a produção científica e cultural das regiões, subsidia a formulação e a execução de políticas públicas, avaliando-lhes os resultados, bem como promove a formação e o aperfeiçoamento de pessoal.

Trabalho a ser desenvolvido: (1) estudos e pesquisas com o objetivo de caracterizar e dimensionar as populações direta ou indiretamente envolvidas na implementação e operação do programa de cooperação técnica Brasil-Canadá; (b) capacitação de recursos humanos, mediante a proposição de cursos de educação ambiental dirigidos a técnicos e às comunidades locais.

### PLANO DE TRABALHO

#### *Quanto ao desenvolvimento de estudos e pesquisas*

Historicamente, as precárias condições de vida das populações moradoras das áreas sertanejas do Nordeste têm sido atribuídas às restrições vinculadas à qualidade dos solos e, sobretudo, à recorrência de secas na região. Sob tal perspectiva, os problemas sociais – sensivelmente agravados no decorrer dos longos períodos de estiagem – parecem resultar exclusivamente de condicionantes físicos, conclusão certamente apressada e superficial, diante da pluralidade de fatores intervenientes na definição do quadro de pobreza identificado em vastas porções do semi-árido nordestino. Mostra-se, portanto, necessário expandir as reflexões sobre aqueles espaços, buscando explicação para as dificuldades ali detectadas não apenas no binômio água-solo, mas também nas modalidades de ocupação e uso desses recursos, enfoque que remete a questões mais complexas, como a organização social e política das comunidades locais.

Nesse sentido, a execução de um programa de aprimoramento da exploração e uso das águas subterrâneas na região, implica a necessidade de um adequado conhecimento da realidade social e econômica, de modo a permitir a correta avaliação dos benefícios resultantes da intervenção planejada, bem como da possível distribuição social das vantagens e responsabilidades. Cabe ressaltar que sob termos genéricos como "população beneficiada", "comunidades locais", dentre outros, revela-se uma realidade extremamente diversificada, permeada por interesses igualmente heterogêneos e, eventualmente, antagônicos, fato que corrobora a importância da abordagem das repercussões sociais das ações propostas.

Tendo-se como referência a área demarcada para os estudos hidrogeológicos, destinados à caracterização e identificação dos locais e metodologia de captação de águas subterrâneas, bem como a complexidade do objeto de estudo focalizado – conjunto de atores sociais que compõem um cenário marcado pela heterogeneidade – serão adotadas técnicas de pesquisa capazes de

captar essa dinâmica natural da realidade. Nesse sentido, buscar-se-á, através da consulta aos dados secundários disponíveis, caracterizar e delimitar estatisticamente a população afetada, a partir da sistematização de informações compiladas por instituições como: IBGE (Censos Demográficos, Censos Agropecuários, PNADs); SUDENE; CONDEPE, dentre outras. Com base nesse material, será possível analisar variáveis como:

- Dinâmica populacional na área de influência do projeto
- Uso e ocupação do solo
- Estrutura produtiva e de serviços
- Pessoas ocupadas por ramo de atividade
- Renda per capita e renda média do chefe da família
- Nível de vida na área de influência do projeto (condições dos domicílios; níveis de instrução; acesso a serviços básicos de educação, saúde, transporte, saneamento, fornecimento de água e energia; esperança de vida)
- Organização comunitária

A análise do conjunto de informações contidas nas estatísticas oficiais permitirão traçar um perfil dos que serão direta ou indiretamente afetados pelas ações planejadas, base essencial para a definição dos espaços e temáticas que deverão ser objeto de análise mais aprofundada. Assim procedendo, objetiva-se conciliar a necessidade de informações atualizadas com o tempo de realização do projeto como um todo. Ao conhecimento advindo dos dados secundários, agrega-se, ainda, a consulta à bibliografia relacionada com desenvolvimento rural e semi-árido nordestino, particularmente os estudos e documentos oficiais sobre a área da bacia hidrográfica do Moxotó e sobre os municípios incluídos no projeto proposto.

Uma segunda etapa do trabalho corresponderá à realização de visitas às áreas de influência do projeto, para observação *in locu* das condições de existência da população residente, realizando-se, paralelamente, algumas entrevistas, no intuito de identificar os diferentes grupos (beneficiados ou, porventura, prejudicados) atuantes nas várias etapas de implantação e operação do projeto, bem como a natureza do seu envolvimento, os papéis desempenhados e seus interesses específicos, construindo-se um conhecimento sistematizado que contribuirá para:

- Tornar mais eficiente a gestão do projeto que, por sua própria natureza, implica uma efetiva participação dos agentes sociais envolvidos, aumentando as chances de sucesso
- Melhorar a percepção acerca das necessidades dos grupos atingidos direta ou indiretamente, tornando mais visíveis as questões sociais
- Reduzir a incidência de impactos negativos sobre grupos vulneráveis
- Estimular a participação de todos os interessados, tendo em vista a importância estratégica do comprometimento das comunidades locais com o funcionamento do projeto
- Permitir uma melhor visualização dos interesses explícitos e dos ocultos, identificando beneficiários e prejudicados

Numa etapa subsequente e com base nos resultados até então alcançados, deverão ser aplicados questionários junto a representantes das comunidades ou grupos que atuam de maneira coletiva e organizada (sindicatos, associações, cooperativas, ONGs, etc.), com o objetivo de detalhar e dimensionar quantitativamente expectativas, demandas e interesses manifestos. O produto desse trabalho constituir-se-á em subsídio de real importância à elaboração de um programa de educação ambiental e de formação de agentes disseminadores de uma nova consciência, acerca do uso e da gestão desse escasso e fundamental meio de produção que é a água.

#### *Quanto à realização de cursos de educação ambiental*

Com base no material compilado nas etapas atinentes ao diagnóstico - perfil geral das populações moradoras das áreas de influência direta e indireta - e à análise mais detalhada acerca das repercussões sócio-econômicas do projeto, serão apresentadas propostas de cursos de educação ambiental, com os seguintes objetivos:

Difundir o conhecimento técnico relacionado com o modelo, de captação e gestão do uso das águas, a ser implantado (transferência de tecnologia);

Contribuir para a formação de uma consciência crítica no tocante ao uso responsável dos recursos naturais, construindo-se, assim, uma cidadania ativa, participativa, no sentido de que as comunidades devem se comprometer com o sucesso do projeto.

## COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE - CPRH

### ESTUDO E CONTROLE AMBIENTAL DA BACIA DO ALTO CURSO DO MOXOTÓ, COMO SUBSÍDIO A AGENDA 21

#### APRESENTAÇÃO

O órgão estadual que executará o projeto é a Companhia Pernambucana do Meio Ambiente – CPRH, criada pela Lei Estadual 7267/76, modificada pela Lei 11.516/97, e vinculada, a partir de junho de 1993, à Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente – SECTMA. A CPRH tem como objetivo maior executar a Política Estadual do Meio Ambiente, controlando as atividades potencialmente poluidoras, orientando o uso adequado dos recursos naturais e contribuindo para a proteção dos seus ecossistemas, além de controlar a poluição e as atividades potencialmente degradadoras, administrar os recursos hídricos e conservar a biodiversidade.

A sustentabilidade do Projeto, ora apresentado, passa pela obtenção do apoio das comunidades locais e dos dirigentes municipais, que deverão incorporar os resultados do Estudo e Controle Ambiental da Bacia do Moxotó, condição indispensável para estabelecimento dos mecanismos de gestão ambiental com ênfase nos recursos hídricos.

#### CARACTERIZAÇÃO E JUSTIFICATIVA

O baixo índice pluviométrico da Região a caracteriza como de estação úmida curta e estação seca longa, o que provoca grandes perdas dos recursos hídricos superficiais, por intensa evaporação, levando a população a utilizar os recursos hídricos subterrâneos, especialmente em áreas aluvionares. Desta forma, a água subterrânea apresenta-se como um ativo econômico, social e ambiental.

Durante os constantes períodos de seca, as comunidades da Região do Moxotó fazem captação de água nos terrenos aluvionares, de maneira rudimentar e artesanal, através de poços escavados e cacimbas sem nenhuma proteção sanitária e cuidados construtivos. Esse uso desordenado da água subterrânea sujeita essas reservas a contaminações oriundas, principalmente, da ausência de cuidados mínimos de saneamento básico e de informação ambiental da população.

A CPRH atua, quase que predominantemente, na Região Metropolitana do Recife – RMR, a qual apresenta ampla diversidade populacional e de atividades econômicas, porém compreende menos de 5% da área total do Estado. A atual política do Governo Estadual identifica como prioridade a necessidade de ampliar a sua atuação no sentido de contemplar os demais municípios, tão ou mais carentes do que os da RMR. A isto, temos chamado de *Interiorização da Gestão Ambiental*, que se apresenta necessária à elaboração da *Agenda 21 Local*.

No intuito de implementar esta *Interiorização*, identifica-se a necessidade de desenvolver o diagnóstico ambiental e a identificação do potencial das micro regiões inclusas na Bacia do Moxotó, no sentido de se conhecer mais intimamente a realidade ambiental, com vistas a crescer às preocupações com o crescimento econômico aquelas que considere a capacidade de suporte do meio ambiente e as aspirações de qualidade de vida da população.

A atuação da *CPRH ITINERANTE* visa auxiliar no controle e planejamento dos serviços básicos que afetam o cotidiano da comunidade residente, promovendo não simplesmente o fortalecimento do órgão ambiental mas visando especialmente a apoiar a implementação de um sistema gestor que congregue órgãos integrantes, comunidade e órgão ambiental.

A demanda da atuação da CPRH nessa área se concretiza pela situação de precariedade resultante do uso e ocupação dos solos urbano e rural, sem planejamento e adequação às características climáticas e ambientais e da falta de atendimento mais íntimo pelo poder público às necessidades da população dessa região. O que se tem constatado é a degradação da qualidade ambiental com seus reflexos na qualidade de vida, o que evidencia o lapso de reação entre percepção

dos problemas e a busca de soluções. Os constantes problemas de escassez de água mostram que ainda é longo o caminho entre a intenção e a realização, o que tem propiciado na Região:

Longos períodos de falta de água. A CPRH se propõe a identificar e monitorar a qualidade dos recursos hídricos disponíveis e a minimizar os conflitos de uso. O binômio alta demanda/ poucos recursos (quando existentes) associado a sua má distribuição, vem acentuando a migração, problemas sociais, doenças de veiculação hídrica e aumento do índice de pobreza da Região;

Falta de política de fiscalização das questões ambientais e até de conhecimento das atividades deste órgão vem repercutindo negativamente sobre o meio ambiente, que exhibe hoje as marcas dessas ações inadequadas sobre os recursos naturais.

No caso específico da escassez de água, esse estado em que se encontra a Bacia do Alto Moxotó não afeta apenas a saúde pública como também a economia local através de maior incidência de doenças, redução da produtividade, redução da vida média, entre outros.

A *Agenda 21*, considerado um dos mais relevantes resultados da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, realizada no Rio de Janeiro em 1992, estabelece estratégias e metas para consolidar compromissos e responsabilidades na direção do desenvolvimento sustentável.

Considerando a importância de contribuir para a implantação da *Agenda 21 Local*, o Governo do Estado tem atuado no sentido de consolidar ações que venham a contribuir na construção de um modelo de desenvolvimento que compatibilize a preservação dos recursos naturais com o bem estar socio-econômico da população.

O projeto em questão visa a subsidiar a implantação da *Agenda 21 Local*, importante acervo dos planejamentos de curto e longo alcance, dos usos dos recursos ambientais, indispensáveis para o alcance do *Desenvolvimento Sustentável* que tem entre suas premissas básicas: - a satisfação das necessidades humanas; - a solidariedade com as gerações futuras; - a importância da ciência e da tecnologia; - a descentralização das atividades econômicas e a democracia participativa. As informações coletadas visam ainda a fomentar o estabelecimento do comitê de bacias.

A consciência crítica que permita o entendimento e intervenção dos diversos setores da sociedade, encorajando o surgimento deste novo modelo, deve ser estruturada considerando a ação educativa como um instrumento de fundamental importância para a garantia do retorno dos investimentos, na melhoria das condições ambientais e conseqüentemente da vida das populações da Região

## METAS E OBJETIVOS

O objetivo da presente proposta é avaliar o estado ambiental da Bacia do Alto Moxotó, bem como os problemas ambientais associados aos municípios integrantes dessa região, procurando identificar as possíveis causas e sugerir medidas técnicas apropriadas, que venham a auxiliar nas soluções da área em estudo e subsidiar a *Agenda 21*. E principalmente, servir como cooperação técnica-científica à CPRH naquelas áreas em que esta não possui know-how, resultando em apropriação de moderna tecnologia na área ambiental.

### Objetivos Específicos

Elaborar *Estudos Ambientais* que englobem principalmente:

Identificação das áreas de recarga dos aquíferos subterrâneos da Bacia do Alto Moxotó, com vistas ao estabelecimento de ações preservacionistas destas unidades ambientais ;

Identificação das fragilidades potenciais do solo, no sentido de identificar e quantificar os impactos decorrentes do processo de salinização do solo, qualificação do solo salinizado, propostas de recuperação do solo salinizado e de disposição adequada dos resíduos dos dessalinizadores.

Intensificar e reforçar o *Controle e Monitoramento Ambiental* com destaque para as atividades:  
Elaboração de diagnóstico institucional dos municípios, especialmente para as instituições que atuam na questão ambiental, visando identificar as necessidades, potencialidades e disponibilidade municipal no processo de descentralização do órgão ambiental das ações potencialmente degradadoras;  
Elaboração de cadastro de usuários dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos;  
Intensificação das atividades de licenciamento e fiscalização das atividades potencialmente poluidoras, principalmente àquelas que coloquem em risco a qualidade das águas subterrâneas;  
Qualificação das águas subterrâneas abrangendo análise de parâmetros físico-químicos e bacteriológicos;  
Concepção, elaboração e implantação de monitoramento com vistas a aferir a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos, através da utilização de indicadores de qualidade adequados aos aquíferos da Bacia do Alto Moxotó;  
Desenvolvimento de modelo matemático de qualidade da água subterrânea para implantação na Bacia do Alto Moxotó, incluindo seleção do modelo apropriado a região, elaboração de banco de dados, entre outros ;  
Aplicação de métodos de educação ambiental que promovam a participação da sociedade nas ações relacionadas com a gestão ambiental, com ênfase nos recursos hídricos;  
Formação de agentes multiplicadores na sociedade local, para atuação na área educativa e de fiscalização ambiental.

As informações levantadas propiciarão a definição do melhor uso e gestão dos recursos hídricos disponíveis, determinação do uso mais adequado do solo, minimizando impactos decorrentes da falta de saneamento básico, captação inadequada de água e ações sociais impróprias, por falta de conhecimento na educação ambiental.

## TECNOLOGIAS ENVOLVIDAS

Nesse item foram descritas técnicas que poderão ser utilizadas no projeto ora proposto. Durante o desenvolvimento do projeto a CPRH espera contar com a transferência de tecnologia, principalmente as listadas a seguir:

- Técnicas de gestão participativa;
- Técnicas de recuperação do solo salinizado;
- Técnicas de monitoramento adequado ao recurso subterrâneo;
- Modelo matemático (numérico) aplicável a qualificação da água subterrânea;
- Técnicas de planejamento para implementação da política de descentralização das atividades do órgão ambiental, visando o repasse e a absorção pelos municípios;
- Técnicas apropriadas de monitoramento das águas subterrâneas;
- Técnicas de tratamento de água;
- Métodos e técnicas em educação ambiental.

## RESULTADOS ESPERADOS

Ao longo do desenvolvimento do projeto, os diversos resultados descritos a seguir, apresentarão seus primeiros resultados. Ao final do projeto esperamos o alcance dos resultados listados abaixo:

- de técnicas de Gestão Participativa e Planejamento da Gestão Ambiental;
- Implementar o desenvolvimento sustentável através da adequação da Agenda 21 em seus diversos fóruns populares;
- Conhecimento técnico na recuperação do solo salinizado, na gestão e controle ambiental e modelagem matemática para qualificação da água subterrânea e tratamento de água;
- Tratamento estatístico dos dados coletados e elaboração de banco de dados integrado aos demais órgãos envolvidos;

- Integração da sociedade local ao processo de gestão ambiental;
- Absorção pela sociedade de métodos e tecnologia que contribuam para a minimização dos problemas sócio-econômicos vinculados as questões ambientais.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a efetivação do projeto ora proposto a CPRH espera ampliar sua atuação social e desafogar as atividades do órgão ambiental que poderá atuar em demandas mais urgentes, bem como dar a partida para que a região desenvolva uma política com vistas ao desenvolvimento sustentável da Bacia do Moxotó.

Atuar em parceria para o desenvolvimento de alternativas que visem o aproveitamento racional dos recursos hídricos considerando as questões ambientais, que nesta Região representa a minimização da pobreza, será um dos resultados esperados pela CPRH com a implementação desse projeto.

A consciência de que enfrentaremos dificuldades do tipo: - falta de infra-estrutura nos municípios para absorção das atividades repassadas; - conflitos de uso dos recursos hídricos; e, - identificação das medidas mitigadoras mais adequadas, é uma realidade que a CPRH se propõe a enfrentar na busca de ganhos maiores como: - maior eficácia da atuação do órgão ambiental e Gerenciamento das bacias hidrográficas.

## A VISÃO MUNDIAL

### Histórico

O trabalho da Visão Mundial começou quando o jornalista Bob Pierce então correspondente de guerra nos Estados Unidos na Coreia sensibilizou-se com o sofrimento das vítimas da guerra., em 1950.

No Brasil desde 1975, com sede em Belo Horizonte já atendeu a 523 diferentes projetos (em convênio com instituições locais) abrangendo cerca de 2.400 mil pessoas assistidas.

A Visão Mundial está presente em 105 países (World Vision International) , onde desenvolve ações de desenvolvimento de comunidades e de socorro em situações emergenciais em favor de mais 30 milhões de pessoas.

### Resumo Financeiro

Resultado do Exercício Encerrado em 30 de Setembro de 1997

<b>Receitas</b>	
Receitas Recebidas do Exterior	7.866.109,14
Receitas Locais	730.084,57
Receitas Financeiras	12.485,17
Outras Receitas	19.641,39
<b>Total de Receitas</b>	<b>8.628.320,27</b>
<b>Despesas</b>	
Subsídios Enviados a Outras Entidades	5.797.163,11
Despesas de Pessoal	1.328.101,72
Despesas com Levantamento de Fundos	418.829,77
Benefícios a Funcionários	210.066,95
Outras Despesas	768.494,09
<b>Total de Despesas</b>	<b>8.522.655,64</b>
<b>Saldo</b>	<b>105.664,63</b>

### Proposta

Avaliar o andamento dos programas desenvolvidos e seus impactos sócio-econômico-ambientais, por meio de instrumentos técnicos de acompanhamento e sistematização.

### Definição do Processo de Avaliação e Monitoramento a ser desencadeado:

É o processo de julgamento dos resultados conseguidos em função dos objetivos que se perseguem, ou seja, uma confrontação entre o que se procura fazer (objetivo) e o que se fez (realizações). Ela não deverá ser algo exterior na experiência formativa, mas, pelo contrário, sua importância radica em que permite determinar até que ponto está sendo eficaz a implantação das tecnologias propostas..

### Experiência da Proponente

A Visão Mundial possui experiência de aproximadamente 50 anos na implantação e avaliação de projetos sociais, em mais de 100 países. Tendo já trabalhado em gerenciamento e avaliação de projetos para, entre outros, organismos multilaterais (Banco Mundial, Banco Inter-Americano de Desenvolvimento), agências da ONU (PNUD, OMS, FAO, ACNUR) e agências bilaterais ( CIDA, UK-ODA, USAID, AUSAID).

No Brasil há quase 25 anos, a Visão Mundial já implantou e/ou gerenciou projetos urbanos e rurais no Nordeste que impactaram cerca de 1.500.000 de pessoas. Sua experiência em avaliação e monitoramento de projetos, abrange as áreas de : educação, saúde, desenvolvimento econômico, economia solidária, meio ambiente, agroecologia e uso de tecnologias alternativas de convivência com a seca.

## AVALIAÇÃO E CONTROLE DE QUALIDADE

A Visão Mundial proverá., ao longo do projeto, um monitoramento e acompanhamento técnico às atividades desenvolvidas, visando:

Garantir a execução bem-sucedida do projeto e  
 Prover informações acuradas e confiáveis para todos os parceiros envolvidos sobre:  
 Gastos x Orçamento  
 Atividades Executadas  
 Lisura administrativo-financeira  
 Resultados Alcançados

Através dos Instrumentos (vide quadro):

ROTINAS DE AVALIAÇÃO E INFORMAÇÃO FORNECIDAS PELA VISÃO MUNDIAL		
Tipo	Conteúdo	Propósito
Relatórios (Acompanhamento e Final)	Verifica as atividades gastos realizados frente ao planejamento/ orçamento e os resultados obtidos no período	Informar aos parceiros envolvidos no projeto
Posição Financeira	Demonstrativo de gastos e outras movimentações bancárias	Acompanhar a execução das atividades
Auditoria Financeira	Exame e análise das contas referentes a todas as atividades	Fornecer informações apuradas sobre os gastos do programa
Avaliação Final	Demonstrativo analítico do programa, suas atividades, sucessos – insucessos, seu movimento financeiro e prosseguimentos	Registrar documentalmente os impactos dos programas desenvolvidos Subsidiar formulação de políticas futuras para a área
Análises Antes X Depois	Elaboração de análises Custo X Benefício e Custo X Efetividade	Demonstrar relação investimento x produtos

Os Instrumentos acima proporcionaram os seguintes produtos finais:

Avaliação do Impacto: Trata-se da análise dos efeitos dos programas desenvolvidos nos indicadores sócio-econômico-ambientais das comunidades envolvidas

Avaliação Financeira: Análise dos gastos efetuados frente ao orçamento, público alvo, finalidade, etc... É realizada tendo por base os relatórios de acompanhamento financeiros.

Análises Custo X Benefício e Custo X Efetividade: Realizadas com base nos documentos de acompanhamento demonstram a relação entre o investimento , os resultados , os impactos e os produtos entregues aos beneficiários.

#### Responsáveis e Competências

Eduardo A. Nunes - Cientista Social, Especializado em Avaliação de Políticas Públicas pela Universidade de Yale (EUA). Doutor em Ciências Políticas . Consultor em Avaliação de Projetos do Banco Mundial e UNDP , na Ásia, América Latina e África.

César Calônio - Psicólogo Educacional. Especializado em Associativismo pela UFRPE/SHERBROOKE. Mestre em Comunicações, pela UFRPE. Experiência em Planejamento e Avaliação de Projetos Sociais

João Helder Diniz - Engenheiro Agrônomo. Especializado em Agricultura Tropical, pela ABEAS. Mestre em Administração de Empresas, pela UFPE. Experiência de 10 anos em implantação e avaliação de Projetos de Desenvolvimento Rural no semi-árido.

José Elísio Gomes: Engenheiro Agrônomo. Especializado em Agricultura do Semi-árido, pela ABEAS. Experiência de 10 anos em capacitação de grupos em técnicas de manejo ambiental equilibrado e recursos hídricos.

#### Impactos esperados ao fim da avaliação

Informações *real-time* sobre andamento do programa  
 Subsídios para melhor gerenciamento do programa  
 Quadro preciso do investimento  
 Informações acuradas sobre benefícios  
 Capacidade local para analisar o acompanhamento e os desdobramentos do programa  
 Sistematização da Experiência para balizar prosseguimentos e novos projetos

#### Contra-Partida

A proponente compromete-se a investir no projeto os valores apresentados no quadro abaixo, que serão fornecidos em espécie (tempo técnico e infra-estrutura).

Item	Descrição	Valor (R \$)
Projeto Técnico de Avaliação (Pesquisa)	120 horas @ 50,00	6000,00
Projeto Técnico de Avaliação (Elaboração)	80 horas @ 50,00	4000,00
Supervisão Técnica	60 horas @ 50,00	3000,00
Desenvolvimento e aplicação de Indicadores para a Avaliação	40 horas @ 50,00	2000,00
Capacitação Básica em Avaliação e acompanhamento para os técnicos envolvidos	30 horas @ 30,00	900,00
Material Didático		1500,00
infra-estrutura de Comunicações		1500,00
Total		18900,00

Endereços da Visão Mundial

Sede Nacional

Rua Tupis, 38 - 20º Andar - Centro

Belo Horizonte / MG - CEP 30.190.060

Fone : (031) 273.5944 - Fax : (031) 273.3949

Email : [vmbrasil@br.homeshopping.com.br](mailto:vmbrasil@br.homeshopping.com.br)

Escritório de Projetos

Rua Belmiro Correia, 133 - 1º e 2º Andares - Rosarinho/Recife / PE - CEP 52.041.070

Fone/fax : (081) 241.5451 - Email : [wvbrapde@nlink.com.br](mailto:wvbrapde@nlink.com.br)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
LABORATÓRIO DE HIDROGEOLOGIA -LABHID

## APRESENTAÇÃO

O LABHID - Laboratório de Hidrogeologia do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Pernambuco é uma unidade interdepartamental dedicada à pesquisa e ensino da hidrogeologia, a nível de graduação e pós-graduação.

Reunindo uma equipe de professores experientes tem realizado nos últimos anos pesquisas de água subterrânea em rochas fissuradas que resultaram em duas teses de doutorado (Manoel Filho 1996<sup>1</sup>; Demétrio, 1998<sup>2</sup>).

As estiagens prolongadas, embora sejam previsíveis e estejam intrinsecamente ligadas ao contexto climático da região Nordeste do Brasil, continuam sendo tratadas como se fossem episódios catastróficos para os quais somente se pudessem conceber soluções emergenciais. Dentre essas, o desenvolvimento de *programas de perfuração de poços em caráter de emergência*, tem sido uma constante desde os tempos do Império. Particularmente no cristalino, o resultado de tais programas deu lugar a um acervo de pontos d'água que hoje se estima em aproximadamente 100.000 poços, no chamado Polígono das Secas. O índice de aproveitamento efetivo desses poços é estimado em 50%, segundo cadastro recente (1998) da CPRM no Estado do Ceará. As razões para isso são diversas, mas sobretudo se explicam por se tratarem de obras hídricas desvinculadas de uma política permanente de aproveitamento e gestão de recursos hídricos.

A questão é complexa, porque além dos problemas de administração propriamente dita, pelas comunidades envolvidas, existem restrições de quantidade e de qualidade das águas que precisam ser superadas através de uma ação permanente, tendo o conhecimento científico como elemento básico de suporte à decisão. De fato, as *baixas vazões* (mediana de 2m<sup>3</sup>/h) e *alta salinidade* das águas dos poços (mediana de 1500 a 2000 mg/l e cerca de 40% de valores na faixa de 2000 a 6000 mg/l), são apenas dois, dos fatores limitantes dos aproveitamentos de uma forma mais extensiva.

São também obstáculos a serem afrontados, a redução dos (ainda) altos custos de instalação de dessalinizadores e a preparação das comunidades para bem operar, utilizar e preservar os equipamentos instalados, que os usuários precisam entender como do patrimônio comum. É preciso que desse projeto resultem proposições de interesse das comunidades e que possam servir de subsídio para uma política permanente de combate à falta d'água e de melhoria das condições de vida dos habitantes do semi-árido Nordestino.

É neste sentido que o LABHID pretende associar-se às demais instituições participantes do Convênio de Cooperação Técnica CANADÁ-BRASIL, no âmbito do PROJETO ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA O NORDESTE DO BRASIL. Considera que a forma mais efetiva de sua participação, será no *Desenvolvimento de Novos Métodos de Pesquisa de Água Subterrânea no Meio Fissural*, visando obter vazões mais elevadas e águas de melhor qualidade.

## TECNOLOGIAS ENVOLVIDAS

Como métodos de investigação pretende-se utilizar:

Prospecção geofísica através de perfis de eletroresistividade e de VLF.

Perfilagens térmicas de poços e perfis horizontais de temperatura do solo.

Monitorização de longa duração (pelo menos 2 anos), de vazões, níveis d'água e salinidade de poços existentes em operação, com a utilização de equipamentos eletrônicos de coleta automática dos dados.

Estudo da recarga natural através de observações de chuvas e registros de níveis d'água de poços.

<sup>1</sup> Manoel Filho, J. – Modelo de dimensão fractal para avaliação de parâmetros hidráulicos em meio fissural. Tese de doutoramento. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo, 1996.

<sup>2</sup> Demétrio, J. G. A – Perfis de Temperatura na Locação de Poços Tubulares no Cristalino do Nordeste Brasileiro. Tese de doutoramento. Instituto de Geociências. Universidade de São Paulo, 1998.

Estudo das possibilidades de recarga induzida da superfície (corpos de água superficial) para reservatórios subterrâneos previamente exauridos através de bombeamento de longa duração.  
Mapeamento estrutural (micro-tectônica), na escala 1:10000.  
Teste de produção de curta duração (máximo de 3 horas).

#### TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

Considera-se a necessidade de transferência de tecnologia do Canadá, para os métodos geofísicos de eletroresistividade e VLF. Essa transferência poderia ser concretizada na forma de palestras, seminários e na efetiva participação dos técnicos canadense nos trabalhos de campo e na interpretação dos dados, para juntos com os técnicos brasileiros trocarem experiências.

#### ÁREA DE ESTUDO

Serão detalhadas 4 sub-áreas na bacia do Rio Moxotó (alto curso), ainda a serem selecionadas em função dos estudos preliminares. Além destas 4 sub-áreas serão estudadas duas outras. Uma no município de Alagoinha, limitada pelos paralelos 8°29'49,6" e 8°32'00.5" de latitude sul e pelos meridianos 36°42'39,4" e 36°44'49,4" de longitude oeste, e a outra no município de Cachoeirinha, limitada pelos paralelos 8°25'00" e 8°30'00" de latitude sul e pelos meridianos 36°15'00" e 36°20'00" 4" de longitude oeste.

#### EQUIPE E DURAÇÃO

Membro	Atividade	Participação (meses)
João Manoel Filho	Monitorização, hidráulica do meio fissural, estudo de recarga	36
José Geilson Alves Demétrio	Monitorização, testes de produção, perfis de VLF e temperatura	36
Edilton Carneiro Feitosa	Perfis de eletroresistividade	08
Sérgio Pacheco	Mapeamento geológico/estrutural de detalhe	12
Paulo Pedrosa	Operador eletroresistividade	04
2 Estagiários (alunos de graduação)	Auxiliar nas diversas atividades	36

#### RECURSOS FINANCEIROS

##### Equipamentos LABHID

1 mesa digitalizadora	R\$	5.500,00
3 micros computadores pentium 200	R\$	6.000,00
3 impressoras jato de tinta HP	R\$	2.100,00
1 scanner HP6100C	R\$	1.500,00
1 VLF ABEM/WADI	R\$	30.000,00
1 eletroresistímetro	R\$	2.000,00
2 GPS garmin (c/ software)	R\$	2.000,00
6 Medidores de nível d'água aut. (solinst)	R\$	20.000,00
1 condutivímetro portátil Cole-parmer	R\$	2.000,00
1 notebook pentium 130 texas instrument	R\$	5.000,00
1 veículo topic	R\$	12.000,00
30 sondas de temperatura	R\$	3.000,00
		-----
Sub-total A		91.100,00

Verbas oriundas de Convênios a serem firmados. Os custos aqui apresentados são para a realização dos trabalhos nas seis áreas supra citadas.

Perfis de eletro-resistividades

Despesas Diretas

50 diárias x 1 Geólogo x R\$ 50,00		R\$	2.500,00
120 diárias x 1 Operador x R\$ 50,00	R\$		6.000,00
120 diárias x 10 Braçais x R\$ 10,00		R\$	12.000,00
120 diárias x 1 kombi c/ combustível x R\$ 100,00		R\$	12.000,00
			-----
Sub-total		R\$	32.500,00

Pró-labore

Operador eletroresistividade 3 meses x R\$ 1.500,00		R\$	4.500,00
INSS (15%)		R\$	675,00
			-----
Sub-total		R\$	5.175,00
Sub-total B	R\$		37.675,00

Perfis de VLF ( nas 6 áreas)

40 diárias x 1 Geólogo x R\$ 50,00		R\$	2.000,00
40 diárias x 1 Estagiário x R\$ 50,00		R\$	2.000,00
Combustível		R\$	500,00
			-----
Sub-total C	R\$		4.500,00

Perfis de Temperatura

40 diárias x 1 Geólogo x R\$ 50,00		R\$	2.000,00
40 diárias x 1 Estagiário x R\$ 50,00		R\$	2.000,00
40 diárias x 1 Braçal x R\$ 10,00	R\$		400,00
Combustível		R\$	500,00
			-----
Sub-total D	R\$		4.900,00

Mapeamento de detalhe

120 diárias x 1 Geólogo x R\$ 50,00		R\$	6.000,00
120 diárias x 1 Estagiário x R\$ 50,00	R\$		6.000,00
Combustível		R\$	800,00
			-----
Sub-total E	R\$		12.500,00

Teste de Produção ( 30 testes)

40 diárias x 1 Geólogo x R\$ 50,00		R\$	2.000,00
40 diárias x 1 Estagiário x R\$ 50,00		R\$	2.000,00
Combustível		R\$	500,00
			-----
Sub-total F		R\$	4.500,00

Monitorização

1 viagem de campo a cada 4 meses durante 5 dias, para medição e coletas de dados.

45 diárias (5 dias x 9 meses) x 1 Geólogo x R\$ 50,00	R\$	2.250,00
45 diárias (5 dias x 9 meses) x 1 Estagiário x R\$ 50,00	R\$	2.250,00
Combustível		R\$ 700,00
		-----
Sub-total G	R\$	5.200,00

Outras despesas

Material de consumo

10 resmas de papel x R\$ 8,00	R\$	80,00
10 cd gravável x R\$ 6,00		R\$ 60,00
4 cartucho de tinta – colorido x R\$ 70,00	R\$	280,00
4 cartucho de tinta – preta x R\$ 60,00	R\$	240,00
Manutenção Veículo Labhid		R\$ 3.000,00
2 Estagiários x 36 meses x R\$ 260,00	R\$	18.720,00
INSS (Pró-labore estagiários )	R\$	2.808,00
		-----
Sub-total H	R\$	25.188,00

Total (A+B+C+D+E+F+G+H) R\$ 185.563,00

O Custo do projeto para elaboração da pesquisa hidrogeológica a ser realizada pelo Laboratório de Hidrogeologia – LABHID, corresponderá a R\$ 185.563,00 (Cento e oitenta e cinco mil e quinhentos e sessenta e três reais)

## PROGRAMA DE COOPERAÇÃO TÉCNICA CANADÁ-BRASIL

## DESENVOLVIMENTO DE NOVOS MÉTODOS DE PESQUISA, CAPTAÇÃO, MANEJO E GESTÃO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NO CRISTALINO SÉMI-ÁRIDO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MOXOTÓ PARA ABASTECIMENTO DE PEQUENAS COMUNIDADES RURAIS E URBANAS

INSTITUIÇÃO RESPONSÁVEL: EBAPE – Empresa de Abastecimento e Extensão Rural do Estado de Pernambuco

A EBAPE é uma Empresa pública, vinculada à Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária do Estado de Pernambuco. Criada em 1979, dotada de personalidade jurídica de direito privado. Sua missão é fortalecer a agropecuária e promover a melhoria da qualidade de vida das famílias rurais, prestando assistência técnica de caráter educativo e realizando obras hídricas de interesse comunitário para contribuir com o desenvolvimento sustentado do Estado de Pernambuco.

Sua atuação compreende todo o Estado, para tanto, conta com uma estrutura descentralizada através de 10 Superintendências Regionais e 58 Unidades Distritais, cobrindo os 184 municípios de Pernambuco. Utilizando uma força de trabalho formada por técnicos de nível superior – Agrônomos, Veterinários, Zootecnistas, Engenheiros Civis, Geólogos e outros, e técnicos de nível médio – ambos voltados para as áreas de Assistência Técnica, Extensão Rural e projetos de infraestrutura hídrica, como perfuração e recuperação de poços, barragens, cisternas e abastecimento d'água de pequeno porte.

Dessa forma, sente-se credenciada a contribuir para a implementação e operacionalização do Programa de Cooperação Técnica Canadá/Brasil.

Aspectos de infra-estrutura e de produção:

Os municípios objeto da pesquisa apresentam uma forte tendência à exploração de culturas de subsistência, (sequeiro) com destaque ao cultivo de milho e feijão de forma consorciada (tab.1). Quanto a exploração pecuária predomina a criação de bovinos.

A irregularidade e má distribuição de chuvas, tem contribuído para o baixo desempenho produtivo das culturas e zootécnico dos rebanhos.

A tabela 2, apresenta a infra-estrutura hídrica referente ao número de açudes públicos e poços profundos existentes, assim como, a precipitação pluviométrica acumulada nos últimos 30 anos, e um comparativo da chuva acumulada no período jan/mai/99, com a média histórica.

Estes últimos dados referentes a precipitação ocorrida no ano de 99, revelam um desvio superior a (-50%). Esse déficit hídrico, justifica a pesquisa nos municípios indicados, tornando-os em condições de melhor ofertar água destinada ao consumo humano, animal e pequenas irrigações.

Tabela 1: Explorações agropecuárias dos municípios objeto da pesquisa, segundo o IBGE/1995

MUNICÍPIO	EXPLORAÇÃO AGRÍCOLA ( ha)					EXPLORAÇÃO PECUÁRIA (cab)			
	Feijão	Milho	Mandioca	Algodão	Tomate	Bovinos	Suínos	Caprinos	Ovinos
Arcoverde	1.100	2.500	150	-	50	9.000	1.800	3.500	2.000
Buíque	8.300	10.000	3.500	100	-	13.500	4.600	4.000	3.500
Custódia	8.800	8.000	55	800	230	16.603	9.843	11.361	9.463
Ibimirim	1.000	1.000	300	100	150	3.000	2.100	7.000	1.500
Sertânia	6.100	6.000	50	1.000	10	8.500	2.900	65.000	32.000
Tupanatinga	4.250	4.250	1.000	50	-	4.000	900	2.200	2.200
TOTAL	29.550	31.750	5.055	2.050	440	54.603	22.143	93.061	50.663

**Tabela 2:** - Quantidade de açudes públicos e poços profundos, assim como, a precipitação pluviométrica média dos últimos 30 anos, nos municípios da pesquisa.

MUNICÍPIO	Açudes Públicos	Poços Profundos	Precipitação pluviométrica (mm)			
			Média Histórica anual	Jan/mai 1999 (a)	Jan/mai Med.hist (b)	Desvio % (a/b)
Arcoverde	01	64	733	190	411	-53,85
Buíque	03	61	807	Si	Si	Si
Custódia	03	91	712	137	528	-74,05
Ibimirim	03	42	547	Si	Si	Si
Sertânia	03	200	635	266	430	-38,14
Tupanatinga	-	26	861	Si	Si	Si

**Resultados esperados:**

Para a região semi-árida do Estado, a EBAPE destacou como prioridade de trabalho as ações de infra-estrutura hídrica, sobretudo aquelas que dizem respeito ao abastecimento d'água e à pequena irrigação. Por outro lado, face aos problemas ligados as estiagens prolongadas, esta Empresa pretende capacitar os agricultores, procurando conscientizá-los para a sua convivência com o semi-árido, através de tecnologias de processo, a exemplo da conservação de plantas forrageiras, manejo da água e do solo, etc.

**Metas:**

DISCRIMINAÇÃO	Unid.	Quant	Valor unit. (R\$1,00)	Valor total (R\$1,00)	Fonte de recursos
Perfuração poços (cristalino)	ud	30	7.000,00	210.000,00	SUDENE, Estado
Recuperação de poços	ud	60	2.200,00	132.000,00	SUDENE, Estado
Instalação de dessalinizador	ud	10	20.000,00	200.000,00	SUDENE, Estado
Implantação Abast. D'água	ud	10	50.000,00	500.000,00	SUDENE, Estado
Construção de barragens subterráneas	ud	30	2.000,00	60.000,00	PRORURAL, Estado
Construção de cisternas	ud	120	800,00	96.000,00	PRORURAL, Estado
Implantação de sistema de irrigação	ha	25	6.500,00	162.500,00	B.B.; B.N.B.

Com relação a parte específica de assistência técnica e extensão rural, espera-se que sejam atendidos nos três anos do projeto cerca de 750 agricultores rurais ao custo total de 75.000,00.

**Recursos humanos:**

A EBAPE coloca à disposição do Programa, os técnicos abaixo relacionados, com vistas a implementação das ações. Vale ressaltar, que os custos referentes a despesas com folha de pessoal

e custeio (diárias, combustível, materiais, etc), representa a contra-partida da Empresa para com o Programa.

José de Assis Ferreira,	hidrogeólogo M.Sc
Inaldo Moraes Revoredo,	hidrogeólogo
Francisco de Assis Ferreira,	hidrogeólogo
Gelson Victor,	Técnico em geologia
Amarílio da Silva Cabral,	Técnico em Edificações
Fredovindo Pereira,	Engenheiro Agrônomo
Antônio Lucena Dias,	Engenheiro Agrônomo
Celso Almir de Melo Cruz,	Engenheiro Agrônomo M. Sc
Hildeberto Rodrigues,	Engenheiro Agrônomo
Maria Auxiliadora Sampaio Luna,	Engenheira Civil
Crivalda Padilha Vilar,	Engenheira Civil
Vital Goiana Leal,	Médico Veterinário
Jones César da Silva,	Técnico em Agropecuária
José Antônio Carvalho,	Técnico em Agropecuária
Maria da Conceição,	Extensionista Social
Edward Florentino de Lira,	Técnico em Agropecuária
José Alencar,	Técnico em Agropecuária
Maria Edilza Félix Correia,	Extensionista Social
Paulo César da Silva,	Técnico em Agropecuária

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE SERVIÇO SOCIAL**

Conhecendo e Mobilizando  
o Social no Moxotó

**Apresentação**

A Universidade Federal de Pernambuco surgiu no final da década de 40 formada pela reunião de várias Escolas e Faculdades pioneiras na região nordeste do país; seu principal objetivo estava voltado para a qualificação de recursos humanos para a Região.

Desde a sua criação aos dias atuais a UFPE vivência um processo de construção e expansão interna, marcas do seu crescimento, e atingindo hoje 62 Departamentos, através dos quais são oferecidos 57 cursos de graduação, 58 de pós-graduação, dos quais 43 cursos mestrado e 15 de doutorado. A Universidade oferta também 43 de especialização em diferentes áreas do conhecimento.

Em sua trajetória histórica a extensão e a pesquisa foram incorporadas ao cotidiano da prática de ensino.

A qualificação acadêmica e a produtividade do seu corpo docente encontra-se em permanente processo de crescimento deixando transparecer nos cursos núcleos de excelências reconhecidos nacional e internacionalmente.

A extensão vem sendo ampliada através de prestação de serviços ganhando maior força nos últimos dez anos. A pesquisa desenvolvida para produzir conhecimento, em decorrência de diversificação de temáticas, tem abrangência local, regional, nacional e internacional, recebendo financiamento por meio de institutos nacionais tais como: FINEP, CNPq, CAPES e IPEA, fundações e programas. Outras contam com financiamento de âmbito regional BN, FACEPE, SUDENE, CHESF ou Agências internacionais como seja organização Internacionais do trabalho, as Nações Unidas e o Banco Mundial.

Localizada em uma das regiões mais pobres do país ao longo de sua existência a UFPE tem conseguido uma posição de destaque dentre as 10 melhores universidades do Brasil.

A Universidade Federal de Pernambuco tem como missão “contribuir para transformar a sociedade, produzindo conhecimento e oferecendo a todos os alunos uma educação cada vez melhor, permanentemente adapta ao saber contemporâneo e a realidade social, econômica e cultural do Nordeste do Brasil”.

O Departamento de Serviço Social integra o Centro de Ciências Sociais Aplicadas, e no momento conta com um curso de graduação em Serviço Social, criado originariamente na década de 40 e incorporado a UFPE nos anos 60; 02 curso de Especialização “Lato-Sensu - Políticas Públicas e Gestão dos Serviços Sociais” e “Intervenção Psicossocial à Família no Judiciário”, em convênio com o Tribunal de Justiça de Pernambuco. Ainda, nesse Departamento funciona 01 Curso de Mestrado com 20 anos de existência, conceito A na CAPES, tendo 93 teses defendidas. Em 1999 reestrutura-se um Curso de Doutorado aprovado pela CAPES, mantendo-se no entanto as mesmas áreas de concentração: Serviço Social, Movimentos Sociais e Direitos Sociais.

Ensino, pesquisa e extensão congregam as diferentes ações desencadeadas pelo Departamento.

No que se refere a pesquisa as linhas de estudo estão estruturadas em 04 núcleos compreendendo diferentes áreas como sejam: Avaliação do Ensino Superior; Saúde; Gênero; Meio Ambiente; Emprego e Renda; Trabalho; Desenvolvimento Rural; Seguridade Social; Questões Urbanas; Gestão, Avaliação e planejamento de políticas públicas.

A extensão se faz presente nesse órgão Departamento através de desenvolvimento de projetos nas áreas da saúde, gênero, meio ambiente, políticas agrícolas; emprego e renda e questões urbanas. As ações são articuladas com o Núcleo de Saúde Pública da UFPE, Prefeituras e ONG's.

## 1- Justificativa

A **questão social**, desafio urgente a ser enfrentado no 3º milênio, engloba aspectos variados do cotidiano da população e é um ponto fundamental a ser abordado em projeto como o que hora se apresenta para a bacia do rio Moxotó no Sertão pernambucano, em torno de um recurso natural esgotável e deficitário como a **água**. Sua raridade é um problema que se coloca na busca de fontes e formas de sua preservação.

A relevância social do Projeto é inquestionável, uma vez que está voltado, não apenas para realização de levantamentos técnicos, mas sobretudo para o uso racional e equidade dos benefícios e da preservação pela população no entorno.

Para realização de tal iniciativa, faz-se necessário o envolvimento de profissionais, técnicos, população e autoridades locais, na perspectiva de construir uma nova mentalidade sobre a questão do uso da água.

Sabe-se que a água, elemento de vital importância na equilíbrio ecológico, exerce papel fundamental na qualidade de vida do ser humano, pois interfere de várias formas no cotidiano destes, proporcionando-lhes uma vida saudável em todos os seus aspectos. Por outro lado, a falta e a má utilização deste importante elemento carrega doenças advindas de falta de higiene e saneamento básico e a conseqüente má qualidade de vida, mortalidade infantil, endemias diversas e uma gama de problemas sociais que perpassam a atuação do poder local, em articulação com o poder nacional, envolvendo os diversos atores sociais participantes desta realidade.

Neste sentido, é mister que se faça um levantamento diagnóstico da área aqui delimitada, englobando os seis municípios da região, para diante dos dados ser possível a realização de uma intervenção planejada, no sentido de oferecer a comunidade o suporte necessário ao redimensionamento da questão e reorganização social, diante da nova perspectiva de vida que se quer construir ao longo de três anos de atuação na área, em torno do eixo central que se refere aos recursos hídricos da região em foco.

Culturalmente as populações rurais do Nordeste do Brasil tem hábitos arraigados de inadequado manejo do solo e da água, em virtude do emprego de tecnologias impróprias, tanto no que se refere a produção como a preservação ambiental. Dessa forma a característica da semi-aridez da referida região não é resultante apenas de variáveis ambientais mas da ação dos homens sobre os meios da produção agrícola, que constituindo a atividade econômica de subsistência dos habitantes do Sertão nordestino, torna-se um ponto crucial da abordagem dessa proposta.

Portanto, a perspectiva social do referido Projeto inclui desde a questão da educação da população para utilização de novas tecnologias e estratégias de uso, como a preservação e gestão dos recursos hídricos, até a construção de uma maior qualidade de vida em todos os seus aspectos.

## 2- OBJETIVOS

### Geral

- Sistematizar o conhecimento local a respeito dos recursos disponíveis e criar condições para a participação, na implementação de projetos alternativa ao uso, beneficiando , presença e gestão da água.

### Específicos

- Mobilizar, desenvolver e construir mecanismos e espaços de participação;
- Fomentar um processo de consolidação das organizações sociais existentes no espaço local, ampliando os padrões de sociabilidade;
- Capacitar a população para incorporação de novas tecnologia no manejo, gerenciamento e utilização racional da água;
- Assegurar o intercâmbio técnico e de informações na região do Moxotó;
- Propiciar a divulgação dos resultados produzidos no processo de implementação do projeto

### 3- METAS

- Construção 01 diagnóstico social nos 06 municípios do Moxotó incluídos no Projeto;
- Identificação e capacitação de gestores dos recursos hídricos vinculados ao poder público local e ou organizações não governamentais, comunitárias e sindicais;
- Organização de 06 grupos de gerenciamento das águas nos municípios do Moxotó;
- Implementação de projetos e ações de suporte que visem a organização e participação da comunidade;
- Capacitação de 120 agentes multiplicadores, ao longo de três anos de duração do projeto, para atuação nos 06 municípios; desenvolvimento de ações de divulgação, mobilização, conservação, prevenção e beneficiamento da água;
- Desenvolvimento de processo permanente de avaliação e acompanhamento das ações.

### 4- PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O processo de intervenção implica no domínio do conhecimentos teóricos e de informações condizentes com a realidade local. Neste sentido mostra-se relevante a realização de uma **investigação diagnóstico** constituindo este o **Momento I** do projeto. O estudo englobará os 06 municípios e será desenvolvido a partir de definição de uma amostra. Por esse caminho buscar-se-á captar a sistemática de uso construído pela população, em relação a água e aos níveis de informações presentes na região.

A busca de conhecimentos envolverá os diferentes atores social situados no raio de abrangência do projeto, como sejam: representantes do poder público dos municípios, organizações não governamentais, sindicais, comunitárias, de interesses coletivos e a população.

O **Momento II** do trabalho se constituirá na **intervenção planejada** e será centrada nos segmentos sociais, grupos e organizações envolvidas com as questões referentes a água e, também no desencadeamento de um amplo espaço de divulgação e informação. Procurar-se-á, assim, construir e ou consolidar redes de relações sociais dirigida para (re)significação do uso racional e eqüitativo no que se refere ao acesso e beneficiamento da água pela população.

O processo a ser instalado requer uma sólida articulação entre as diversas instituições e projetos a serem implementados, no raio de abrangência da área do Moxotó.

Num **Momento III** a ser construído paralelamente ao anterior será voltado para **monitoração/acompanhamento** das ações, solidificando a capacidade de promover a correção do planejado e executado no decorrer do processo, e a **avaliação** de modo a indicar os resultados efetivamente alcançados.

### 5- TEMPO DO TRABALHO

- O Projeto está previsto para um período de 03 anos, com possibilidade de início em janeiro do ano 2000, distribuído da seguinte forma:

CRONOGRAMA	ANOS						
	2000		2001		2002		
	SEMESTRE		SEMESTRE		SEMESTRE		
PERÍODO/AÇÕES	I	II	I	II	I	II	
MOMENTO I • Investigação diagnóstica							
MOMENTO II • Investigação planejada							
MOMENTO III • Monitoração							
• Avaliação							

## 6- EQUIPE

### ➤03 Professores

- **Rosa Maria Cortês de Lima**  
Professora do Deptº de Serviço Social  
Mestra em Serviço Social/UFPE
- **Helena Lúcia Augusto Chaves**  
Professora do Deptº de Serviço Social  
Mestra em Serviço Social/UFPE
- **Ana Cristina Brito Arcoverde**  
Professora do Deptº de Serviço Social  
Doutora em Sociologia/ Paris III

### ➤02 alunos de pós-graduação

- 01 discente do Curso de Doutorado em Serviço Social
- 01 discente do Curso de Mestrado em Serviço Social

### ➤06 alunos de graduação

- Estudantes do 6º período a 8º período do curso

## 7- RESULTADOS ESPERADOS

- melhoria na qualidade de vida da população situada no raio de abrangência do projeto;
- criação de condições para preservação e uso racional da água;
- reforço ao poder local de redes de articulação dos diferentes atores locais;
- instalação de acesso coletivo a uso da água;
- ampliação do universo de informações da população local sobre os recursos disponíveis no seu meio ambiente;
- fortalecimento e incorporação de novas tecnologias;
- Apropriação pelo poder local dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos possibilitando a realização da equidade do acesso, distribuição e utilização da água.

## 8- RECURSOS FINANCEIROS

No Momento I do projeto- ao longo dos seis meses iniciais -, estima-se a necessidade de visitas aos municípios por aproximadamente 20 dias.

No momento II e III correspondente aos dois anos e seis meses seguintes do projeto, estima-se que a permanência das áreas definidas para a intervenção, monitoração e avaliação dar-se-á mensalmente.

## 9- CONSIDERAÇÕES FINAIS

A participação da população e o estabelecimento de parcerias do espaço no poder local, envolvendo os diferentes atores sociais aí existente, torna-se o maior desafio no processo de gestão, equidade na distribuição, introdução de novas tecnologias para o uso da água.

A maximização do aproveitamento da água na região Nordeste do Brasil, onde esse recurso é tão escasso, impõe o desencadear de um processo permanente e solidamente construído de preparação da população.

MINISTÉRIO DA SAÚDE  
FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE  
COORDENAÇÃO REGIONAL DE PERNAMBUCO

CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA CANADÁ – BRASIL  
**PROJETO ÚNICO – BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MOXOTÓ**  
**PARTICIPAÇÃO DA FNS / CORPE**  
**PROPOSTA PRELIMINAR**

**APRESENTAÇÃO**

A Fundação Nacional de Saúde – FNS, vinculada ao Ministério da Saúde e instituída pelo Decreto n.º 100 de 16 de abril de 1991, tem por finalidade promover e executar ações e serviços de saúde pública além de apoiar os estados e municípios na construção e consolidação do Sistema Único de Saúde – SUS. A criação da FNS deu-se a partir da junção de duas instituições de larga e reconhecida experiência no campo da saúde pública brasileira, a Fundação Serviços de Saúde Pública – FSESP e a Superintendência de Campanhas de Saúde Pública - SU-CAM.

Através de suas unidades estaduais, chamadas de Coordenações Regionais, a FNS atua especialmente nas seguintes áreas:

- Controle de doenças endêmicas
- Saneamento básico em áreas rurais
- Apoio técnico aos municípios na implementação de sistemas e serviços locais de saneamento
- Atenção à saúde dos povos indígenas
- Apoio financeiro a estados e municípios nas áreas de saúde e saneamento, objetivando a consolidação do SUS
- Educação sanitária e ambiental

A Coordenação Regional da FNS em Pernambuco – FNS/ CORPE, que tem como área de jurisdição todo o Estado, propõe sua participação no Convênio de Cooperação Canadá – Brasil, através da realização de ações de saneamento e de educação sanitária e ambiental em comunidades pertencentes a área do projeto, ou seja, a bacia hidrográfica do Rio Moxotó. Especificamente, pretende-se implantar sistemas simplificados de abastecimento d'água a partir da construção de poços tubulares locados com base no novo conhecimento hidrogeológico da área a ser obtido pelo desenvolvimento do Projeto. Objetiva-se a melhoria das condições de salubridade ambiental das comunidades atingidas e a conseqüente diminuição da incidência e prevalência de doenças de veiculação hídrica. Os sistemas a serem construídos deverão ser geridos pelas próprias comunidades às quais se destinam, sendo necessário para tanto a participação comunitária e o envolvimento de toda a população no processo de educação ambiental.

## CARACTERIZAÇÃO E JUSTIFICATIVAS

Diversos estudos no Brasil e no exterior tem comprovado a eficácia do saneamento como instrumento de promoção à saúde. É seguro afirmar que, atendendo-se as necessidades básicas de saneamento das populações, pode-se reduzir significativamente a morbidade das mesmas. Particularmente relacionadas com a falta ou inadequação do abastecimento d'água, podem ser citadas enfermidades como diarreia, dengue, cólera, malária, esquistossomose, tracoma, entre outras, causadoras de mal estar e padecimento humano e da perdas de vida, principalmente na população infantil

Dentro do seu papel institucional de fomentar o saneamento voltado para a promoção da saúde pública, a FNS implementa preferencialmente ações de saneamento em áreas rurais, vilas, povoados, assentamentos e comunidades indígenas, especialmente nas pertencentes a municípios de regiões economicamente deprimidas, onde a cobertura de serviços de saneamento é inferior a média nacional

Objetivando a implantação de sistemas de abastecimento d'água, as intervenções do Serviço de Saneamento da Coordenação Regional da FNS em Pernambuco em comunidades com as características mencionadas acima e pertencentes a municípios da região do semi-árido, tem como principal entrave, além da exiguidade dos recursos públicos, a pequena disponibilidade dos recursos hídricos da região. Essas populações estão, assim, submetidas a condições econômicas e fisiográficas desfavoráveis e interdependentes e que condicionam as suas precárias condições de saúde

Apesar de fornecer baixas vazões e águas com altos teores de salinidade o manancial subterrâneo é muitas vezes o único disponível para o abastecimento de pequenas comunidades rurais, podendo, sua captação, torná-las menos dependentes do fornecimento de água através de caminhões pipas.

A partir da difusão da tecnologia de dessalinização de água por osmose reversa, ocorreu uma sensível redução nos custos de instalação e manutenção de dessalinizadores, tornando viável o aproveitamento das águas salobras proveniente dos poços perfurados no cristalino na região semi-árida para o abastecimento público. Os percentuais de recuperação das estações dessalinizadoras existentes no mercado nacional são da ordem 50%, percentuais mais elevados, da ordem de 70%, podem ser solicitados com aumento considerável de custos, na dependência do grau de salinidade das águas. Tais fatos implicam na necessidade de maiores vazões nos poços tubulares destinados ao suprimento de água para dessalinização.

Em vista do exposto torna-se evidente a necessidade de introdução de novas técnicas na pesquisa de água subterrânea em aquíferos fraturados na região semi-árida com as que

são propostas no presente convênio, objetivando a locação de poços tubulares com melhores vazões e menores teores salinos.

Uma melhor compreensão dos fatores condicionantes da ocorrência e fluxo da água subterrânea nos aquíferos fraturados também é necessária, não só para determinação da produtividade e capacidade de armazenamento dos mesmos, mas também para subsidiar novas técnicas de gestão e aproveitamento dos mesmos tais como lavagem dos aquíferos e hidro-fraturação. O conhecimento do fluxo subterrâneo nos meios fraturados e sua relação com a drenagem superficial, também será decisivo na definição da destinação do rejeito salino proveniente do tratamento d'água pelas estações dessalinizadoras a serem implantadas, visando a preservação do meio ambiente.

Com relação a área escolhida para desenvolvimento do convênio de cooperação entre os governos do Canadá e do Brasil, a FNS dedica especial atenção pela mesma tendo em vista não só a estreita cooperação e assistência técnica que mantém principalmente com os municípios de Ibimirim, Tupanatinga e Buíque mas também pela existência de quinze aldeamentos indígenas na região, os quais dependem da FNS para assistência à saúde e construção de obras de saneamento.

## **METAS E OBJETIVOS**

A partir do novo conhecimento geológico e hidrogeológico da área e dos resultados técnicos que venham a ser obtidos pelo desenvolvimento do projeto, a FNS CORPE pretende instalar sete sistemas simplificados de abastecimento d'água, sendo dois deles com implantação de estações dessalinizadoras, a partir de poços locados a partir de novas tecnologias.

Nas áreas identificadas pelo projeto como potencialmente favoráveis do ponto de vista hidrogeológico serão escolhidas, com base em critérios sociais e epidemiológicos, as comunidades a serem contempladas com a implantação de sistemas de abastecimento d'água

Pretende-se ainda a realização de uma etapa de diagnóstico, que será feita através da atualização do reconhecimento geográfico existente na FNS nas comunidades escolhidas e da realização de inquérito sanitário nas mesmas. Objetiva-se o diagnóstico da situação das comunidades antes da implantação dos referidos sistemas, visando uma posterior avaliação dos impactos causados e o subsídio a monitoramentos futuros.

Na área de educação sanitária e ambiental pretende-se:

- Realização de oficinas de trabalho em educação sanitária e ambiental visando a formação de multiplicadores em cada uma das comunidades onde serão implantados os sistemas de abastecimento d'água, objetivando a conscientização da população para gestão dos sistemas e a difusão de princípios de higiene, convivência harmoniosa com o meio ambiente e utilização racional da água. Essas oficinas terão duração de três dias e os participantes serão escolhidos entre representantes das comunidades tais como professores, líderes comunitários, agentes municipais de saúde, membros de associações rurais, entre outros.
- Realização de oficinas de fabricação de materiais informativos de educação sanitária e ambiental, nas comunidades escolhidas, com a participação de agentes municipais de saúde e representantes destas
- Realização de treinamento com 10 dias úteis de duração para 20 agentes municipais em saneamento objetivando estimular o desenvolvimento de futuras ações de saneamento pelos municípios envolvidos e a gestão municipal dos sistemas de abastecimento d'água implantados.

## **EQUIPES E DURAÇÃO**

Para implantação dos sistemas simplificados de abastecimento d'água, após a definição das comunidades a serem contempladas prevê-se um prazo de cinco meses, conforme cronograma físico-financeiro anexo. A realização da atualização do reconhecimento geográfico e do inquérito sanitário deverá ser efetuada no prazo de três meses incluindo a parte de trabalhos de escritório. Sem prejuízos dos resultados, esses dois tipos de atividades poderão ou não serem iniciados concomitantemente, na dependência da liberação dos recursos orçamentários, pois tratam-se de elementos de despesas distintos. Contudo a etapa de diagnóstico deverá estar pronta antes da conclusão dos sistemas de abastecimento d'água.

As atividades de educação sanitária e ambiental propostas deverão ser realizadas num prazo de quatro meses incluindo o tempo de montagem das oficinas de trabalho e do curso. No total pode-se prever uma duração de cerca de nove meses para realização das ações aqui previstas.

A participação da FNS envolverá principalmente os seguintes servidores:

- Serviço de Saneamento :

Engenheiros Sanitaristas : 02

Geóloga : 01

Inspetor de Saneamento: 01

Auxiliares de Saneamento: 02

Técnico em Cartografia: 01

- Serviço de Planejamento:

Psicóloga ( responsável pela área de educação em saúde) : 01

Agentes de saúde: 02

- Serviço de Operações:

Médico Sanitarista: 01

Agentes de Saúde: 03

- Equipe de Treinamento:

Pedagoga: 01

Agentes de Saúde: 02

## RESULTADOS ESPERADOS

A partir do desenvolvimento e implementação das ações aqui propostas pretende-se a melhoria das condições de vida das populações beneficiadas, a qual deverá ser refletida pela redução dos índices de mortalidade infantil, d morbidade e da incidência e prevalência de doenças de veiculação hídrica.

Espera-se a conscientização e o envolvimento das comunidades no processo de aquisição de melhores condições de salubridade e o fortalecimento das ações municipais de saneamento no âmbito do SUS.

**RECURSOS FINANCEIROS**

Os recursos financeiros necessários ao desenvolvimento das ações propostas pela FNS dentro do projeto, deverão ser provenientes do seu próprio orçamento anual. As ações de Saneamento importarão cerca de R\$ 239.000,00 (duzentos e trinta e nove mil reais) conforme cronograma físico-financeiro anexo.

Estima-se para a etapa de diagnóstico o valor de R\$ 20.000,00 ( vinte mil reais) e para as ações de educação sanitária o valor de R\$15.000,00 ( quinze mil reais).

MINISTÉRIO DA SAÚDE					CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO					
FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE										
COORDENAÇÃO REGIONAL DE PERNAMBUCO					VALOR (R\$ 1,00):					
					<b>125.000</b>					
LOCALIDADE: REGIAO DA BACIA DO RIO MOXOTO					MUNICIPIO: DIVERSOS				UF: PE	
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	UN.	QUANT.	TOTAL	MÊS 1	MÊS 2	MÊS 3	MÊS 4	MÊS 5	MÊS 6
CONSTRUÇÃO DE 5 SISTEMAS SIMPLIFICADOS DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA										
1.0	CAPTAÇÃO									
1.1	Perfuração de poço tubular de P=60,00m em rocha cristalina	Un	5,00	25.000,00	40	60				
					10.000,00	15.000,00				
2.0	RECALQUE									
2.1	Construção de casa de bombas de 2,00m x 2,00 m.	Un	5,00	7.500,00			40	60		
							3.000,00	4.500,00		
2.2	Implantação de conj. Elevatório constituído de bomba acionada por motor elétrico, incluindo a linha de recalque	Un	5,00	12.500,00			60	40		
							7.500,00	5.000,00		
<b>TOTAL</b>										
ELABORADO POR : SESAN / PE										

MINISTÉRIO DA SAÚDE					CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCEIRO					
FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE										
COORDENAÇÃO REGIONAL DE PERNAMBUCO					VALOR (R\$ 1,00):					
					fl.02					
LOCALIDADE: REGIAO DA BACIA DO RIO MOXOTO					MUNICÍPIO: DIVERSOS			UF: PE		
ÍTEM	DISCRIMINAÇÃO	UN.	QUANT.	TOTAL	MÊS 1	MÊS 2	MÊS 3	MÊS 4	MÊS 5	MÊS 6
	CONSTRUÇÃO DE 5 SISTEMAS SIMPLIFICADOS DE ABASTECIMENTO D'ÁGUA COM <i>DESSALINIZADORES</i>									
3.0	ELETRIFICAÇÃO									
3.1	Extensão de energia elétrica trifásica	Vb	2,00	15.000,00				50	50	
								7.500,00	7.500,00	
4.0	ADUÇÃO									
4.1	Implantação de tubos em PVC rígido de DN 75 ( 3")	m	2.000,00	14.000,00			50	50		
							7.000,00	7.000,00		
5.0	RESERVAÇÃO /DISTRIBUIÇÃO									
5.1	Implantação de reservatórios - chafarizes de capac. 5 m3	Un	2,00	4.000,00			50	50		
							2.000,00	2.000,00		
6.0	TRATAMENTO									
6.1	Implantação de <i>dessalinizadores</i> e cloradores	Un	2,00	62.000,00				50	50	
								31.000,00	31.000,00	
<b>TOTAL</b>				<b>114.000,00</b>	<b>5.000,00</b>	<b>5.000,00</b>	<b>14.000,00</b>	<b>51.500,00</b>	<b>38.500,00</b>	

ELABORADO POR : SESAN / PE

ABC GROUNDWATER  
À CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL  
Att. Dr. Enjôlras Medeiros  
Gerência de Hidrologia e Gestão Ambiental  
Recife-PE

Prezados Senhores,

Tendo participado da reunião com o Dr. Yvon Maurice do CIDA, nesta empresa, a respeito do Programa de Águas Subterrâneas para o Nordeste do Brasil e levando em conta a proposta preliminar conjunta elaborada pela CPRM e UFPE para “Desenvolvimento de novos métodos de pesquisa de águas subterrâneas no cristalino semi-árido para o abastecimento de pequenas comunidades rurais e urbanas”, temos a declarar que:

1. Temos todo interesse em participar através da nossa ONG denominada de ABC GROUNDWATER da referida programação;
2. A ABC GROUNDWATER que tem por objetivo “Desenvolver e executar estudos e pesquisas no âmbito da hidrologia no sentido de melhorar as condições de oferta d’água daqueles que habitam principalmente a região semi-árida do nordeste e conscientizar a sociedade e autoridades governamentais sobre a existência, importância, qualidade, uso racional, proteção e preservação das águas, visando a melhoria da qualidade de vida da população” possui o seguinte corpo técnico:
  - Waldir Duarte Costa  
Geólogo, com mestrado e doutorado em hidrogeologia, especialista em águas subterrâneas em rochas fraturadas; experiência de mais de 35 anos.
    - Nelson Ellert  
Geólogo com doutorado em geofísica e experiência em hidrogeologia de meios não saturados e contaminação; experiência de mais de 35 anos.
    - Waldir Duarte Costa Filho  
Geólogo com mestrado em hidrogeologia, especialista em hidrogeologia regional; experiência de mais de 10 anos.
    - Almir José Costa Santos  
Geólogo, especialista em geotecnia; experiência de mais de 15 anos
    - Almany Costa Santos  
Geólogo com mestrado em hidrogeologia e doutorado em fase de conclusão. Especialista em hidroquímica; experiência de mais de 15 anos.
  - Luciano Batista Costa  
Engenheiro civil, com experiência em barragens subterrâneas; experiência de 3 anos.
  - Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral  
Engenheiro civil com doutorado em hidrologia, especialista em modelos matemáticos de fluxo; experiência de mais de 20 anos.
  - José de Assis Ferreira  
Geólogo com mestrado em hidrogeologia e experiência em perfuração de poços; experiência de mais de 20 anos.
  - René Lima de Castelo Branco

Geólogo com mestrado em hidrogeologia e especialista em geofísica para locação de poços em rochas fraturadas; experiência de mais de 20 anos.

- Carlos Roberto C. de Albuquerque  
Sociólogo com experiência de mais de 25 anos.

3. A ABC GROUNDWATER dispõe dos seguintes equipamentos e viaturas:

8 (oito) micro-computadores, 8(oito) impressoras a jato de tinta, 2(dois) scanners, 1(um) VLF, 1(um) eletro-resistivímetro, 3 (três) GPS, 5 (cinco) sondas elétricas para medição de nível, 2 (dois) condutivímetros portáteis.  
3(três) viaturas, sendo uma caminhonete.

4. Colocamo-nos a disposição de V.Sas. para participar do projeto em questão, em que poderíamos contribuir para:

- Discussão técnica sobre os problemas hidrogeológicos do aquífero fissural;
- Elaboração de modelos hidrogeológicos;
- Proposição de tecnologias de locação de poço;
- Geofísica terrestre;
- Avaliação de disponibilidades de aquíferos;
- Elaboração de cadastros de poços;
- Acompanhamento de ensaios de bombeamento e interpretação dos resultados;
- Interpretação de análises químicas e elaboração de zoneamentos hidroquímicos;
- Pesquisa sobre origem da salinização e processos de dessalinização;
- Locação e acompanhamento à execução de barragens subterrâneas;
- Preparação, exposição e debates em “workshop”, “overview” e roteiros de excursões;
- Análise e discussão dos aspectos sociais da captação da água;
- Elaboração de cursos de atualização a nível de pós-graduação

Dessa maneira, colocamo-nos a disposição de V.Sas. para discussão do problema e detalhamento da possível participação da nossa organização no programa a ser iniciado.

Atenciosas Saudações

Recife, 30 de junho de 1999

Geol<sup>o</sup> Waldir Duarte Costa  
Presidente da ABC GROUNDWATER

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA  
COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS  
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL  
SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DO RECIFE

TECNOLOGIAS DE GEOPROCESSAMENTO NO AUXÍLIO À PESQUISA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM MEIO FRATURADO NA REGIÃO DO RIO MOXOTÓ (PE) - NORDESTE DO BRASIL

Detalhamento da Proposta do Projeto para o Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas da  
Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó - Projeto Moxotó

Sebastião Milton Pinheiro da Silva  
Edgardo Lellis Sarno  
Geólogos - GERIDE

Recife  
Janeiro/1998

## APRESENTAÇÃO

Este documento é um detalhamento da proposta de projeto (2ª versão) anteriormente enviada e aprovada junto à Gerência de Hidrologia e Gestão Territorial – GEHYTE, em maio/1997, para o desenvolvimento de metodologias de pesquisa e de geoprocessamento para o **Centro de Pesquisas de Águas Subterrâneas da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó - Projeto Moxotó**.

A proposta é de utilização de dados e produtos de sensoriamento remoto e de sistemas de informações geográficas com ênfase na integração de dados e no estabelecimento de modelos de pesquisa de águas subterrâneas em sistemas aquíferos fraturados, cujas características principais são a descontinuidade do meio físico e a baixa porosidade-permeabilidade das litologias a eles associadas. Outro aspecto considerado no projeto envolve o entendimento da complexidade da geologia e origem de tais sistemas, o que implica em fugir da tendência comum de assumir modelos hidrogeológicos pré-concebidos e simplistas para explicar a acumulação de águas subterrâneas nestes aquíferos.

Compreende a compilação, o levantamento de campo, a estruturação de uma base de dados digitais e a análise, interpretação e investigação de modelos de pesquisa utilizando-se sistemas de informações geográficas. O trabalho é de cunho regional e numa segunda fase embasará o detalhamento da pesquisa nas áreas potencialmente favoráveis selecionadas.

Constitui uma primeira tentativa do gênero, na região, de entender melhor o comportamento das águas subterrâneas confinadas nesse meio físico, com perspectivas de sistematizar e estender as metodologias aplicadas a outras áreas do Nordeste. Com base nos resultados alcançados, busca-se melhorar a performance de acertos na locação de poços artesianos.

Os produtos, métodos e técnicas e os custos de aquisição de imagens e materiais diversos estão brevemente descritos, assim como a equipe e os prazos de execução inicialmente previstos. O projeto será realizado no âmbito da Gerência de Relações Institucionais e Desenvolvimento - GERIDE, com a participação de técnicos da GEHYTE e GERIDE envolvidos com o Projeto Moxotó.

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO

OBJETIVOS

METODOLOGIAS

**ETAPA 1 - Definição da área de estudos**

**ETAPA 2 - Levantamento, aquisição e preparação de dados e informações**

- 2.1 - Seleção e aquisição de dados de sensoriamento remoto
- 2.2 - Coleta de informações e revisão bibliográfica
- 2.3 - Base de dados

**ETAPA 3 - Compatibilização e captura de dados**

- 3.1 - Captura das bases cartográfica e temáticas
- 3.2 - Captura de bancos de dados

**ETAPA 4 - Análise e interpretação de dados de sensoriamento remoto**

- 4.1 - Análise geológico-estrutural - Fase de Campo I
- 4.2 - Análise visual-digital - Fase de Campo II

**ETAPA 5 - Análise de fraturamento – Fase de Campo III**

**ETAPA 6 - Dados hidrológicos, hidrogeológicos e aerogeofísicos**

**ETAPA 7 - Integração e modelagem dos dados - Fase de Campo IV**

**ETAPA 8 - Relatório Técnico (Documentação)**

MATERIAIS

PESSOAL

PRODUTOS E RESULTADOS INTERMEDIÁRIOS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXO I – CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

## INTRODUÇÃO

O uso de dados de sensores remotos nas pesquisas de água em regiões semi-áridas cresce em todo o mundo (Ahmed et al., 1984; Prévost et al., 1987; Veneziani e Rocio, 1991; Sampaio, 1987; Rocio, 1993; Greenbaum, 1992; Gustafsson, 1993; Reddy, 1993; Reddy et al., 1993; Barbosa et al. 1994; Knapp et al. 1994; Carla et al., 1994).

Entretanto, tal uso não é um procedimento óbvio, pois depende de muitas inferências sobre as características hidrogeológicas da área investigada, a nível de superfície e sub-superfície, em contrapartida a um número reduzido de informações resultantes de medidas diretas de campo. No Brasil, essa situação é agravada pela falta, principalmente, de recursos financeiros e de equipamentos de medição normalmente encontrados em países mais desenvolvidos, notadamente sofisticados aparatos (óticos, sônicos, elétricos e de microondas) de geofísica.

Nenhum sensor remoto disponível pode detectar água subterrânea ou medir níveis de aquíferos. Além disso, a resolução dos sensores de microondas aerotransportados que estimam umidade de solo está aquém de medir, com precisão, diferenças marcantes em escala razoável de trabalho, embora sistemas radares comerciais venham sendo experimentalmente utilizados nesses estudos. De qualquer modo, a nível regional, os dados de sensores remotos orbitais mais comumente usados para examinar e mapear o meio físico são os que operam na região do espectro visível e do infravermelho, juntamente com informações e dados analógicos (Brown, 1994; Minor et al., 1994; Zhou, 1989; Bonham-Carter, 1994) capturados em Sistemas de Informações Geográficas - SIG's).

As fotos aéreas e as imagens de satélite, cobrindo aquelas regiões do espectro fornecem a informação espacial de corpos d'água (localização, extensão), aluviões, coberturas/formações superficiais, rede de drenagem, relevo, solos, vegetação, ocupação rural e urbana, umidade de solos, elementos estruturais (distribuição, extensão, densidade) e litologias aflorantes. Os sistemas de informações geográficas podem armazenar e fornecer dados não imageados referentes a disponibilidade e demanda de água, dados de poços (profundidade, produção, qualidade), precipitação, *run-off*, evapotranspiração, entre outros. Nestes sistemas, as informações disponíveis podem ser manuseadas e combinadas, interativamente, permitindo visualizar, extrair e tomar decisões conforme prioridades e modelos de estudos adotados, com a vantagem de não refazer, transcrever ou redesenhar o material utilizado. A Figura 1 ilustra o conceito de Sistemas de Informações Geográficas - SIG's (Marble, 1984; Burroughs 1986;) e mostra alguns dos níveis (*layers*) que serão utilizados neste trabalho.

No SIG do Projeto Moxotó buscar-se-á reproduzir o mundo real e, nele, avaliar e estabelecer, através de interações matemáticas e estatísticas multivariadas, dados e modelos de pesquisa de águas subterrâneas para posterior investigação de campo. A programação geral do trabalho é descrita nesta proposta. Compreende sete etapas até a modelagem final para confecção da carta de previsão de recursos hídricos subterrâneos, inclusive aluvionares e superficiais com indicação de áreas para detalhamento e testes de perfuração de poços, avaliação de vazão, qualidade e dimensionamento de uso.

Considerável avanço deverá ser obtido com a execução deste projeto no tocante a definição de produtos, parâmetros, técnicas e modelos de pesquisa de águas subterrâneas em meio fraturado na região. A utilização sistemática de ferramentas mais modernas de tratamento de informações conduzirá a uma racionalização de custos de execução de futuros projetos de pesquisa de águas subterrâneas na região a partir da base de dados montada pelo projeto.

## OBJETIVOS

### Objetivo geral

- ◆ Utilizar dados e produtos de sensoriamento remoto e a integração com dados analógicos em sistemas de informações geográficas para estabelecer produtos, parâmetros, técnicas e modelos que incrementem o nível de acerto na locação de poços artesianos para captação de águas subterrâneas em meio fraturado na região do Moxotó.

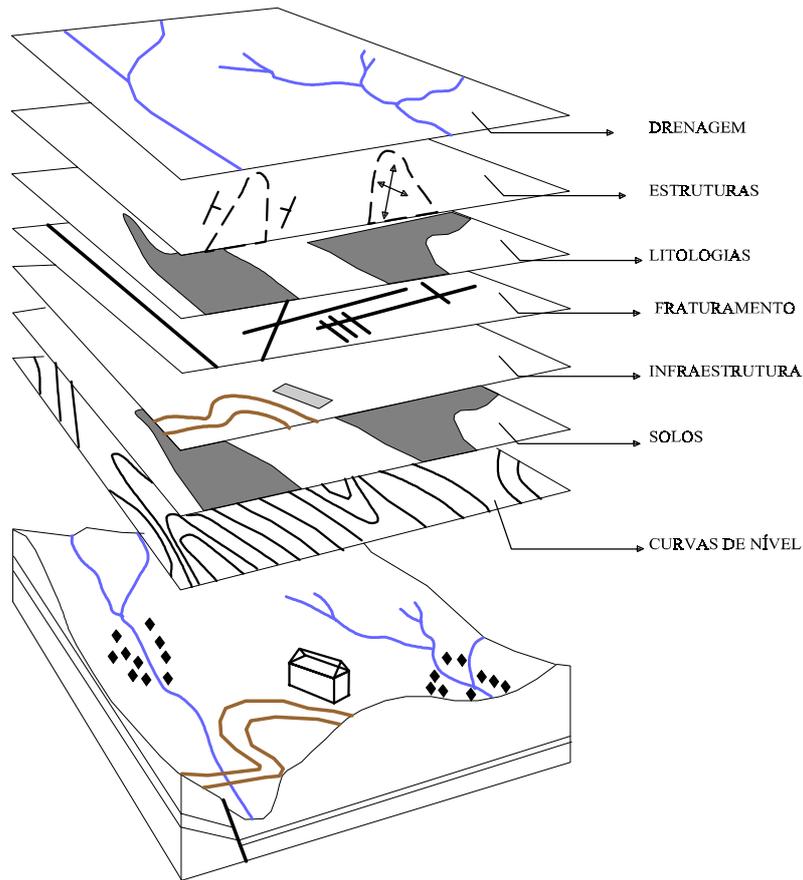


FIGURA 1 - Ilustração do conceito de Sistemas de Informações Geográficas - SIG's

#### Objetivos específicos

- ◆ Avaliar e definir produtos de sensoriamento remoto para utilização na pesquisa de águas subterrâneas na região.
- ◆ Avaliar técnicas e procedimentos de análise visual e digital para geração e utilização de imagens na análise de fraturamento (arquitetura, seqüência, condições e intensidade)
- ◆ Avaliar e propor melhorias no *software* GEOFRAT para utilização sistemática em trabalhos de análise estrutural.
- ◆ Selecionar e integrar dados e informações em sistemas de informações geográficas e estabelecer rotinas de modelagens voltadas para a pesquisa de águas subterrâneas no meio fraturado
- ◆ Utilizar e reciclar o conhecimento nas ferramentas de microinformática disponíveis na GERIDE.

#### METODOLOGIAS

A Figura 2 mostra o fluxograma geral da primeira fase do projeto – fase de análise regional, em escala de 1:100.000, escolhida por comportar o maior volume de dados e informações a serem utilizadas. Por tratar-se de um projeto de desenvolvimento de metodologias, ao longo da sua execução, através de reuniões técnicas, serão ajustadas as necessidades e diretrizes para implementação de métodos e ferramentas, notadamente recursos computacionais (caso do programa GEOFRAT, desenvolvido pelo Escritório do Rio de Janeiro).

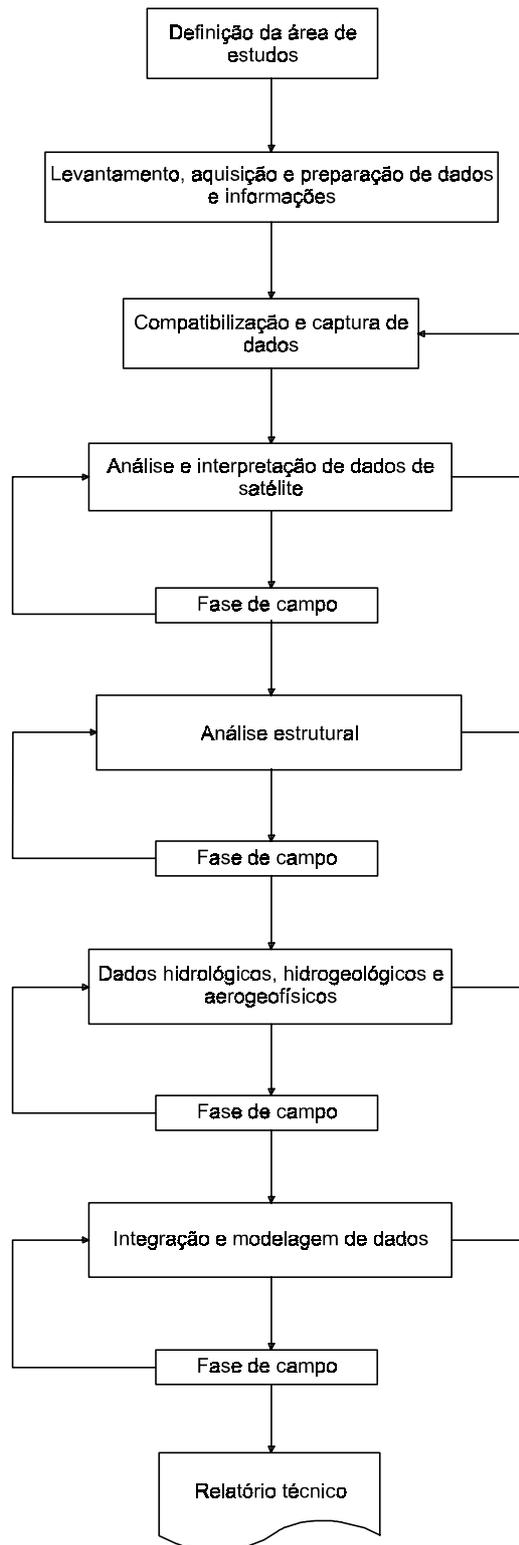


FIGURA 2 - Fluxograma geral do trabalho

## ETAPA 1 - Definição da área de estudos

A área de estudos (Figura 3) foi selecionada pela GEHITE. Compreende a região do alto curso do Rio Moxotó, estando limitada pelas coordenadas  $07^{\circ} 50'$  e  $08^{\circ} 30'$  de latitude sul e  $37^{\circ} 00'$  e  $38^{\circ} 00'$  de longitude oeste. O acesso até a área, a partir da cidade do Recife, se faz pela BR-232, perfazendo 250 Km até a cidade de Arcoverde, situada no limite leste da área.

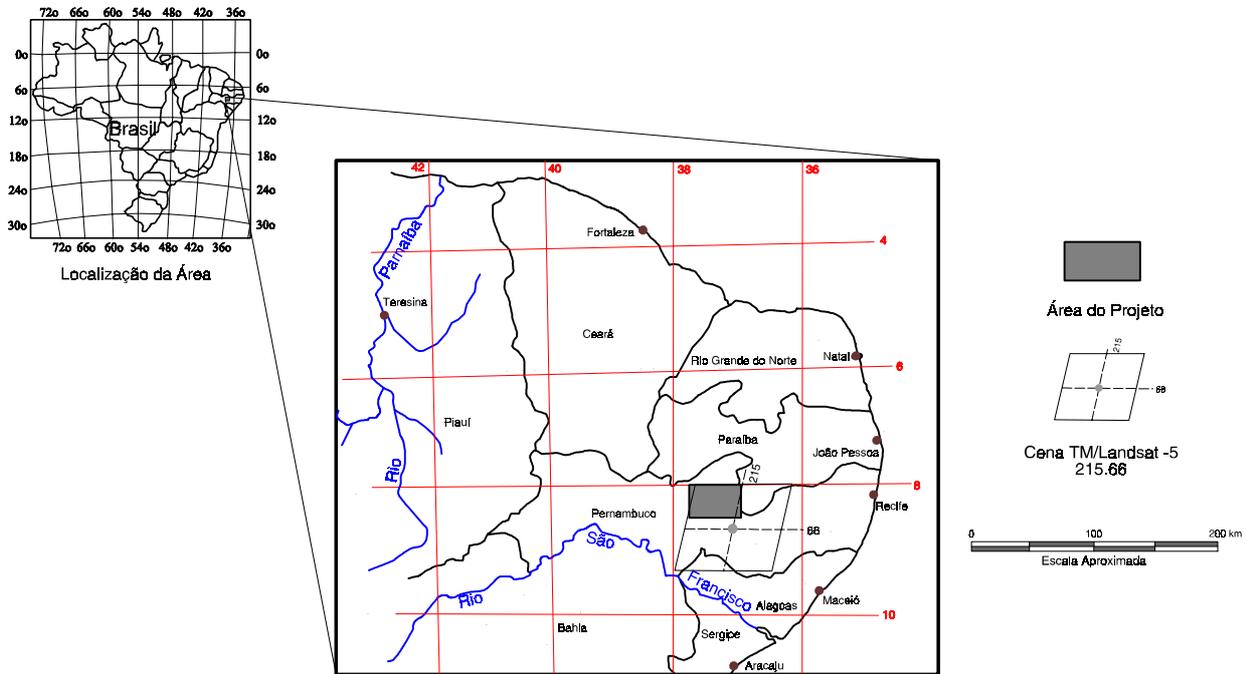


Figura 3 - Localização da área do Projeto Moxotó

unp / unp / notariaria@ufpe.br

## ETAPA 2 - Levantamento, aquisição e preparação de dados e informações

### 2.1 - Seleção e aquisição de dados de sensoriamento remoto

Serão adquiridas imagens em fita e em papel fotográfico dos sistemas RADARSAT, TM/LANDSAT-5, JERS - 1 e SPOT. Das imagens Landsat foi selecionada e adquirida uma passagem de novembro de 1994, da estação seca, em CD-ROM, com seis bandas, juntamente com uma cópia, em papel fotográfico, composição colorida. Posteriormente, serão adquiridos os demais produtos, inclusive uma outra passagem Landsat referente à estação chuvosa. O que se pretende é extrair o maior volume possível de dados e informações de interesse do projeto (litologias, estruturas, solos, vegetação, lâminas d'água, umidade), avaliando comparativamente os produtos, os custos e os resultados alcançados.

### 2.2 - Coleta de informações e revisão bibliográfica

Refere-se à coleta de dados e informações dos temas enfocados pelo projeto e sobre as técnicas e metodologias empregadas, buscando a sua constante atualização. Ocorrerá durante a maior parte do projeto. Com relação a coleta de dados, ela será executada por técnicos da GEHITE. Deve-se procurar obtê-los, se possível, já armazenados em meios magnéticos. Esses dados estão relacionados com sócio-economia, hidrologia e hidrogeologia.

### 2.3 - Base de dados

Compreende a aquisição, preparação e geração das bases estáveis de dados planialtimétricos rede viária e ferroviária, infraestrutura, rede de drenagem, uso e ocupação do solo, zonas urbanas, curvas de

nível e pontos cotados destinadas à geração do modelo digital de terreno. As bases cartográficas já foram providenciadas e se encontram em Recife para serem iluminadas e capturadas via mesa digitalizadora.

### **ETAPA 3 - Compatibilização e Captura de dados**

#### 3.1 - Captura das bases cartográficas e temáticas

Criação da área do projeto e início da digitalização das bases e respectivos temas. Essa fase é um *loop*, pois a base digital será constantemente alimentada com os dados que porventura se façam necessários acrescentar ao projeto.

A base cartográfica inclui os mapas de rede de drenagem, malha viária e ferroviária, infra-estrutura, zonas urbanas, curvas de nível e pontos cotados, enquanto as bases temáticas compreendem os mapas litológico, de condicionantes morfoestruturais, de estruturas geológicas (arcabouço), de solos, de classes de vegetação, coberturas/formações superficiais, de índices de aridez, de precipitação, geomorfológico, de classes de permeabilidade – porosidade, de fraturamento (zonas de juntas, falhas), de lâminas de água, de manchas aluvionares, etc. A carta de declividade será gerada a partir da base cartográfica digital (altimetria).

#### 3.2 - Captura de bancos de dados

Inclui a preparação de tabelas, planilhas e listagens de dados complementares às bases digitais referentes a dados de, por exemplo, poços, qualidade da água, índices de aridez, pluviometria, *run-off* e evapotranspiração. Serão introduzidos no sistema via teclado (digitação) ou importação de tabelas e de banco de dados.

### **ETAPA 4 - Análise e interpretação de dados de sensoriamento remoto**

#### 4.1 - Análise geológico-estrutural (fotointerpretação) - Fase de Campo I

A Figura 4 mostra o fluxograma desta fase do trabalho. A análise geológico-estrutural (fotointerpretação) dos produtos de sensoriamento remoto tomará como base o método sistemático (Guy, 1966; Rivereau, 1970; Soares e Fiori, 1976; Veneziani e Anjos, 1982). O método é largamente utilizado em trabalhos de mapeamento geológico, prospecção e estudos tectono-geológicos (Crepani, 1987; Veneziani, 1987, 1992; Silva, 1991; Plicka, 1974; Paradella et al., 1994; Valente, 1992a; Rocio, 1993; Barbosa et al. 1994) em imagens de sensoriamento remoto de pequena escala e baixa resolução espacial.

O mapa geológico preexistente (1:100.000) auxiliará o início dos trabalhos. Será detalhado e complementado com a fotointerpretação e elaboração de mapas litológicos, de estruturas geológicas (arcabouço), de traços de zonas de juntas, fraturas e falhas, de condicionantes hidrogeológicos e de lineamentos estruturais. Os mapas de lineamentos estruturais e de fraturas servirão para análise estrutural e definição dos domínios para investigação e avaliação de zonas potencialmente favoráveis à existência de aquíferos no meio fraturado. Após a extração dos dados e elaboração dos mapas será feita a digitalização e posterior tratamento pelo *software* GEOFRAT.

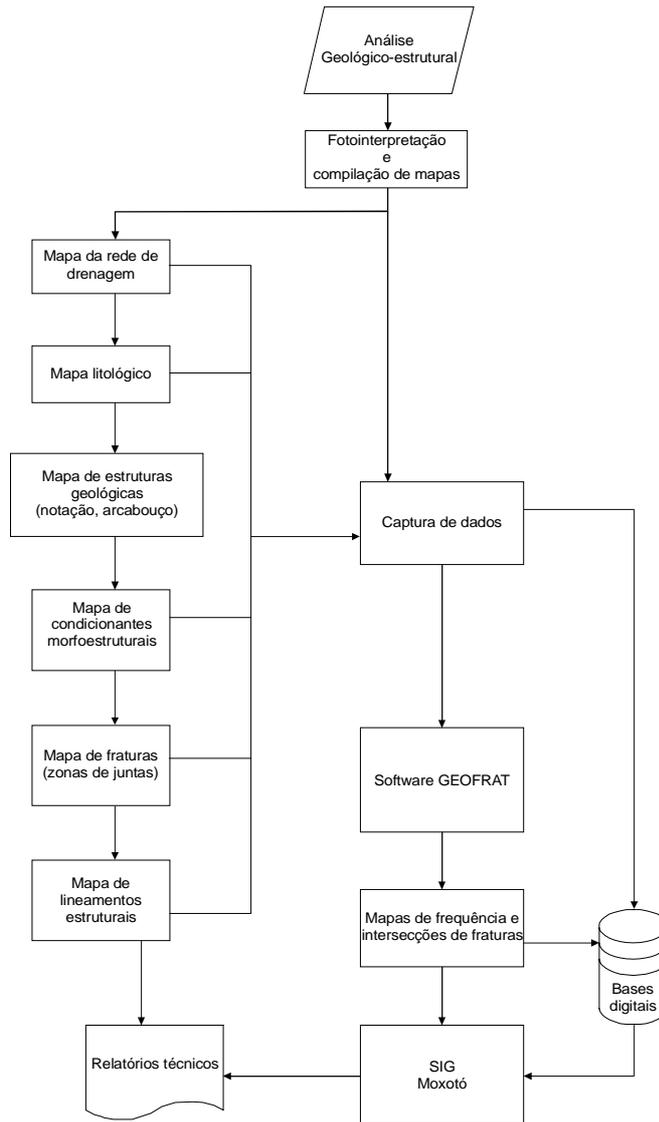


FIGURA 4 - Fluxograma da análise geológico-estrutural (fotointerpretação)

O GEOFRAT permitirá a análise interativa e a geração dos mapas de densidade e de intersecções de fratura.

Os mapas resultantes da análise geológico-estrutural, juntamente com aqueles resultantes da análise digital, auxiliarão na confecção das cartas de solo, manchas aluvionares, geomorfológico e demais produtos do projeto.

A Fase de Campo I servirá para coletar dados litológicos e estruturais e checar os dados existentes, detectar falhas e omissões e estabelecer prioridades para execução e reorientação dos trabalhos conforme modelo geológico e de pesquisa adotado (prevê-se duas etapas de 20 dias de campo).

#### 4.2 - Análise visual-digital - Fase de Campo II

A Figura 5 apresenta o fluxograma das atividades de análise visual-digital. Esta análise compreende correções básicas de atenuação atmosférica (Chavez Jr., 1975; Slater, 1980; Chavez Jr., 1996; Schowengerdt, 1983), avaliação de histogramas, correção geométrica e radiométrica (Richards, 1986; Tarantik, 1978), realces por ampliação de contraste (Gillespie, 1980; Schowengerdt, 1983; Paradella, 1983; Meneses, 1986), razão de bandas (Mather, 1987; Chavez Jr. et al., 1982; George e Dusseault, 1986; Crippen, 1988), filtros (direcionais, passa-alta, passa-baixa, realce de bordas), composição colorida RGB e IHS (Hayden et al., 1986), transformação por componentes principais-PCA (Byrne et al., 1980; Fung e Ledrew, 1987; Chavez Jr. e Kwarteng, 1989; Silva, 1991) e o registro das imagens (Richards, 1986; Li et al., 1989) de duas

estações distintas. A geocodificação das imagens consistirá da retificação geométrica mediante superposição com o mapa base da área de estudos utilizando o sistema de projeção cartográfica UTM. Parte dos procedimentos citados (correções, realces e filtragens) serão também utilizados nas imagens de radar (Paradella, 1996; Paradella e Bignelli, 1996) utilizando módulos dos softwares ENVI e PCI/Radarsoft.

A análise digital servirá para realçar os dados multiespectrais (Landsat, SPOT) e de radar e auxiliar nos processos de fotointerpretação, confecção ou detalhamento das cartas relativas a litologia, fraturamento, cobertura vegetal, solos, lâminas de água (período seco e chuvoso), aluviões, pontos barráveis e geomorfologia. As imagens resultantes serão avaliadas como bandas individuais e composições coloridas, sendo selecionadas as mais significativas para a integração e modelagem dos dados. Duas fases de campo de 20 dias cada (Fase de Campo II) avaliarão os resultados obtidos com estas atividades.

### **ETAPA 5 - Análise de fraturamento – Fase de Campo III**

Neste trabalho, a análise de fraturamento buscará identificar e localizar as fraturas hidráulicamente significativas, que conduzem o fluxo e, conectando-se a outras fraturas condutivas, formam sistemas ou redes de fraturas. Estes constituem-se de um ou mais conjuntos de fraturas compostos por inúmeras juntas e/ou falhas, cuja orientação e persistência são resultantes, entre outros fatores, do campo de tensões. Mecanismos geológicos diversos podem causar o desenvolvimento de uma grande variedade desses conjuntos de fraturas, interrelacionados aos processos geológicos e às propriedades reológicas e mecânicas dos maciços rochosos (Ivanova, 1997; Hancock, 1985; Pollard e Aydin, 1988):

- ◆ Conjuntos de fraturas associados a dobramentos
- ◆ Conjuntos de fraturas associados a falhas crustais (normais, reversas ou direcionais)
- ◆ Conjuntos de fraturas em resposta a tensões remotas
- ◆ Juntas de contração
- ◆ Fraturas relacionadas a estruturas intrusivas e extrusivas

Para identificar e classificar estes sistemas fraturados, dada tal variedade de possíveis mecanismos de origem, será essencial empregar os métodos de análise descritiva e cinemática (Davis, 1984; Ramsay, 1967; Ramsay e Huber, 1989; Turner e Weiss, 1963; Engelder, 1987; Marshak e Mitra, 1990; Hancock, 1985; Hancock e Bevan, 1987; Aliyev, 1992; Price e Cosgrove, 1990). A caracterização da evolução geológica da região de estudos, através da análise dos diferentes tipos de estruturas dúcteis e rúpteis (estudo de estereogramas, rosetas, identificação e classificação de indicadores cinemáticos), buscará:

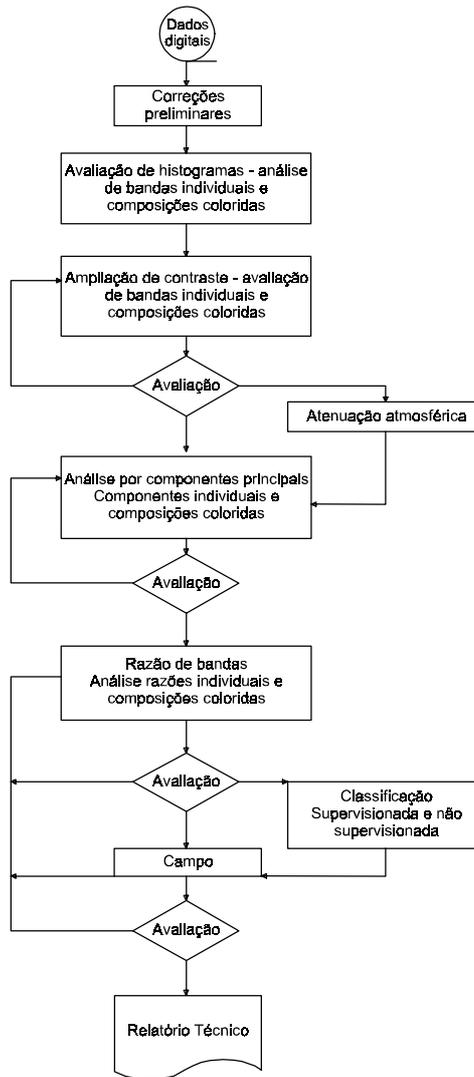


FIGURA 5 - Fluxograma da análise visual-digital de dados de satélite

- ◆ Entender a origem do fenômeno de fraturamento e sua relação com os eventos de deformação atuantes em escala regional.
- ◆ Identificar e classificar os grupos de fraturas de mesma orientação e modo de ruptura, no contexto dos processos de deformação que afetaram as áreas de interesse.
- ◆ Definir a arquitetura do sistema de fraturas e determinar sua possível relação geométrica com outras feições de deformação.

Alguns parâmetros que serão ainda observados: espaçamento (distância perpendicular entre descontinuidades adjacentes), abertura (distância perpendicular interna entre as paredes paralelas da fratura) e preenchimento (parcial ou total) da descontinuidade.

Os levantamentos de campo (80 dias) desta fase de reconhecimento regional - Fase de Campo III - complementados com os dados existentes, serão a base de definição do mapa de domínios lito-estruturais. Neste mapa são individualizadas as regiões de ocorrência de conjuntos de fraturas primárias, caracterizadas por um campo de tensões particular e confinadas pelos limites das grandes feições geológicas. As fraturas secundárias ocorrem intimamente relacionadas aos conjuntos primários, que por sua vez limitam suas regiões de ocorrência.

Posteriormente, a partir desta caracterização prévia de domínios com arcabouço estrutural próprio, serão analisados os parâmetros físicos e a distribuição espacial de cada conjunto de fraturas. Este trabalho, executado em escala de maior detalhe nos domínios considerados mais favoráveis do ponto de vista hidrogeológico, empregará diferentes métodos geotécnicos (Chilés, 1988; Hudson e Priest, 1983; IRSM, 1978; La Pointe, 1980, 1981; La Pointe e Hudson, 1985; Priest e Hudson, 1981; Rouleau e Gale, 1985).

## ETAPA 6 - Dados hidrológicos, hidrogeológicos e aerogeofísicos

Os dados hidrológicos e hidrogeológicos serão coletados pela equipe da GEHTE. Os dados aerogamaespectrométricos do Projeto Cariris Velhos serão analisados para detecção de atividade radiogênica de corpos litológicos aflorantes e/ou sub-aflorantes e dos solos, complementando a compilação da carta de solos e litológica. Os dados aeromagnéticos auxiliarão na interpretação e integração geológico-estrutural (Kowalik e Glenn, 1987; Harris, 1986).

## ETAPA 7 - Integração e modelagem dos dados

A integração e modelagem digital será executada com as ferramentas do software SPANS Explorer. Os dados serão modelados de acordo com a sua importância relativa no evento natural "acumulação de águas subterrâneas" estabelecendo-se seus respectivos pesos de participação no processo. Esta etapa comporta a análise de mapas individuais, de pares e de conjuntos de mapas, além de análise discriminante, componentes principais, transformação IHS, ferramentas de uso potencial no processo de análise dos dados (Eliason e Thiessen, 1986; Davis, 1973; Minor et al. 1994; Stefouli e Angelopoulos, 1990; Bonham-Carter, 1994; Silva, 1991). Concluídas as modelagens, serão escolhidas áreas para checagem com dados de poços (produção, qualidade de água) e detalhamento para posterior locação de novas perfurações. Uma fase de 20 dias de campo - Fase de Campo IV - checará os principais resultados e alvos identificados.

## ETAPA 8 - Relatório técnico (Documentação)

Ao término da primeira fase será editado um relatório técnico registrando toda a execução do projeto. A documentação consiste na memória do projeto, registrada em relatórios de progresso, artigos técnicos, participação em seminários, simpósios e congressos, divulgação na Internet e na Intranet.

### MATERIAIS

Os principais produtos a serem utilizados e, inicialmente, adquiridos são:

- ◆ Imagem digital de satélite TM-LANDSAT, recente, órbita 215.66 e 216.66, 6 bandas, em CD-ROM relativas a duas passagens (estação seca e chuvosa).
- ◆ Imagem composição colorida, em papel, escala 1:250.000, órbita 215.66, bandas 1, 2 e 3.
- ◆ Imagem RADARSAT, Wide Beam Mode (150 x 150 Km), Map Image, 30 x 30 metros.
- ◆ Imagem de radar do sistema JERS - 1
- ◆ Imagem SPOT PAN, par estereoscópico.

O valor total das imagens é de R\$ 13.254,00 (Treze mil duzentos e cinquenta e quatro reais). Deste total, R\$ 1.984,00 (Hum mil novecentos e cinquenta e quatro reais) foram gastos com a compra de uma cena LANDSAT-5. Espera-se adquirir o restante do material até o final do corrente ano.

Outros materiais:

04 fitas Dat, 2 Gb; 03 filmes fotográficos Kodak ASA100; 03 filmes Slides Kodak ASA100; 06 revelações de filmes; 15 ampliações de filmes; 02 Fita Exabyte Ximat; 01 rolo de Papel para PLOTTER C3850A; Caixa Transp. p/PLOTTER C3875A; 02 resmas de papel Carta/A4; 03 caixas disquetes 3 1/2; Cartucho para PLOTTER; 03 cartucho colorido p/PLOTTER; Cartucho HP92298A para Laserjet4; Cartucho para Inkjet HP 820 Cxi colorido; Cartucho para Inkjet HP 820 Cxi preto; Caixa Transparências HP C3835A. Os materiais diversos somam R\$ 1.651,00 (Hum mil seiscentos e cinquenta e hum reais).

## PESSOAL

O trabalho será executado no âmbito da GERIDE, Geólogos Sebastião Milton Pinheiro da Silva e Edgardo Lellis Sarno, com a participação de técnicos da GEHTE, Manoel Júlio da Trindade Gomes Galvão, Franklin de Moraes e José Carlos da Silva, além do apoio eventual do Escritório do Rio de Janeiro, através do DIGEOP.

Serão necessários e, eventualmente, contratados consultorias e serviços externos. Prevê-se a contratação de consultores a nível de doutorado, pós-doutorado, com experiência em pesquisas (tectônica rúptil, modelagem de dados, *fracture networks*, sistemas de fluxo) de águas subterrâneas em meio fraturado.

## PRODUTOS E RESULTADOS INTERMEDIÁRIOS

Alguns produtos e resultados intermediários estarão disponíveis durante o projeto, quais sejam, as bases digitais da rede viária, unidades administrativas (uso da terra) atualizadas, localização de pontos d'água, delimitação de lâminas d'água em períodos distintos (seco e chuvoso), mapa litológico, mapa de qualidade da água, mapa de manchas aluvionares, mapa de solos, mapa de classes de vegetação, mapa de zonas de permeabilidade/porosidade, malha viária atualizada, mapa de densidade de fraturas, modelo digital de terreno, mapa de pontos barráveis e carta de declividade. O ANEXO I mostra o cronograma de execução do projeto

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por tratar-se de um projeto de desenvolvimento de metodologias de geoprocessamento (sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas) o projeto pretende, portanto, esgotar a utilização dos produtos de sensoriamento remoto orbital - imagens de radar disponíveis no Brasil, iniciando pelas imagens TM/LANDSAT-5.

Com isso, será possível definir algumas premissas e diretrizes de utilização dos produtos e ferramentas testados em futuros projetos de pesquisa de águas subterrâneas na região. A compra deste material não deverá ser feita de uma só vez já que não há condições de processar todos os dados simultaneamente. Com isto, o desembolso financeiro será amortizado ao longo do projeto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMED, F.; ANDRAWIS, A. S.; HAGAZ, Y. A. Landsat model for groundwater exploration in Nuba Mountains, Sudão. *Advanced Space Research*, v. 4, n. 11, p. 123 - 131, 1984
- ALIYEV, A. Regional fracturing of the Pamirs and its metallogenetic significance. *Doklady Earth Science Sections*, v. 250, n. 1- 6, p. 90 - 93, May 1992.
- BARBOSA, M. P.; SILVA NETO, A. F.; SANTOS, M. J. Aplicação de dados de baixa resolução espacial TM/Landsat-5 na pesquisa de águas subterrâneas na Bacia do Alto Rio Sucuru. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 8, 1994, Recife - PE. *Anais*. Recife - PE: ABAS, 1994. 1 v. p. 395 - 404.
- BYRNE, G. F.; CRAPPER, P. F.; MAYO, K. K. Monitoring land-cover change by principal component analysis of multitemporal Landsat data. *Remote Sensing of Environment*, v. 10, p. 175 - 184, 1980.
- BONHAM-CARTER, G. F. Geographic information system for geoscientists: modelling with GIS. Computer methods in the geosciences, Pergamon v. 143, 398 p. 1994.
- BROWN, N. N. Integrating structural geology with remote sensing in hydrogeological resource evaluation and exploration. In: PROCEEDINGS OF THE TENTH THEMATIC CONFERENCE ON GEOLOGIC REMOTE SENSING: "EXPLORATION, ENVIRONMENT, AND ENGINEERING", San Antonio, Texas. Texas: Environmental Research Institute of Michigan-ERIM, 1994. 2v. v. 2, p. 1-144-154.
- BURROUGHS, P. A. *Principles of geophysical information system for land resources assessment*. Oxford: Clarendon, 1986.
- CARLA, V. R.; CHIARINI, V.; POSCOLIERI, M. Study of some geo-hydrological features in the Southern Azaouad (Mali) by satellite imagery analysis. In: PROCEEDINGS OF THE TENTH THEMATIC CONFERENCE ON GEOLOGIC REMOTE SENSING: "EXPLORATION, ENVIRONMENT AND ENGINEERING", San Antonio, Texas. Texas: Environmental Research Institute of Michigan, 1994. 2v. v. 2, p. 1-180-1-189.
- CONNORS, K.; GRAHAM, D. F. Multi-Seasonal landsat TM facilitates regional geological mapping. *Earth Observation Magazine*, v. 4, n. 1, p. 30-32, Jan., 1995.
- CHAVEZ JUNIOR, P. S. Atmospheric, solar and M.T.F. corrections of ERTS digital imagery. In: AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRIC CONVENTION, Phoenix, AZ, Oct. 1975. *Proceedings*. s.n.t. p. 1-14.

- CHAVEZ JUNIOR, P. S.; BERLIN, G. L.; SOWERS, L. B. Statistical method for selecting Landsat MSS ratios. *Journal of Applied Photographic Engineering*, v. 8, n. 1, p. 23 - 30, Feb. 1982.
- CHAVEZ JUNIOR, P. S.; KWARTENG, A. Y. Extracting spectral contrast in Landsat thematic mapper image data using selective principal components analysis. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v. 55, n. 3, p. 339 -348, Mar. 1989.
- CHAVEZ JUNIOR, P. S. Image based atmospheric correction - revised and improved. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v. 62, n. 9, p. 1025 - 1036, Sept. 1996.
- CHILÉS, J. P. Fractal and geostatistical methods for modeling of a fracture network. *Mathematical Geology*, v. 20. n. 6, p. 631 - 654, 1988.
- CRAWFORD, M. F. *The simultaneous use of landsat and geophysical data in exploration for non-renewable resources*. Stanford, 1981. p. Doctoral (Dissertation) - Stanford University, 1981.
- CREPANI, E. *Análise de fraturas através de imagens fotográficas de baixa resolução espacial: uma contribuição ao estudo da evolução tectônica da região da Chapada do Araripe - NE do Brasil*. São Paulo, 1987. 131 p. Doutorado (Tese de Doutorado em Geologia Geral e de Aplicação), Universidade de São Paulo. Instituto de Geociências, 1987.
- CRIPPEN, R. E. The dangers of underestimating the importance of data adjustments in banda ratioing. *International Journal of Remote Sensing*, v. 9, n. 4, p. 767 - 776, 1988.
- DAVIS, J. C. *Statistics and data analysis in geology*. New York: John Wiley, 1973. 550 p.
- DAVIS, G. H. *Structural geology of rocks and regions*. New York: John Wiley 1984. 491 p.
- DRURY, S. A. Applications of digital image enhancement in regional tectonic mapping of south India. In: EIGHTEENTH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT, 1984, Paris. Paris 1984. p. 1895-1904.
- ELIASON, J. R.; THIESSEN, R. L. Geologic spatial analysis: a new multiple data source exploration tool. In: PROCEEDINGS OF THE FIFTH THEMATIC CONFERENCE: "REMOTE SENSING FOR EXPLORATION GEOLOGY", 1986, Reno. Reno: Environmental Research Institute of Michigan-ERIM, 1986. 2v. v. 2 p. 677-692.
- ENGELDER, T. Joints and shear fractures in rock. In: ATKINSON, B. K. (ed.) *Fracture mechanics of rock*, London, 1987. p. cap. 2 p. 27 - 69.
- FUNG, T.; LE DREW, E. Application of principal components analysis to change detection. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, v. 53, n. 12, p. 1649 - 1658, Dec. 1987.
- GEORGE, H.; DUSSEAUULT, M. B. Selection of optimum band-ratio triplets using statistical data of original single-band imagery, *Canadian Journal of Remote Sensing*, v. 12. n. 2, p. 115, Dec. 1986.
- GILLESPIE, A. R. Digital techniques of image enhancements, In: Siegal, B.S.; Gillespie, A. R., ed. Remote Sensing in Geology, New York, NY, Wiley, cap. 6, p.137-226. 1980.
- GREENBAUM, D. Structural influences on the occurrence of groundwater in SE Zimbabwe In: WRIGHT, E. P.; BURGESS, W. G. The Hydrogeology of Crystalline Basement Aquifers in Africa. London: The Geological Society, 1992. p. 77 - 85 (The Geological Society Special Publication, 66).
- GUSTAFSSON, P. Spot satellite data for exploration of fractures aquifers in a semi-arid area in southeastern Botswana. In: CONGRESS INTERNATIONAL ASSOCIATION OF HYDROGEOLOGISTS, 24, 1993, Oslo. *Memoirs*. Oslo, 1993. v. 1 part 1 p. 562 - 571.
- GUY, M. Quelques principes et quelques experiences sur la methodologie de la photo-interpretation. In: SYMPOSIUM INTERNATIONALE DE PHOTOINTERPRETATION 2, 1966, Paris, 1966. *Acte*. s. n. t. v. 1 p. 21 - 41.
- HANCOCK, P. L. Brittle microtectonics: principles and practice. *Journal of Structural Geology*. v. 7, n. 3/4, p. 437 - 457, 1985.

- HANCOCK, P. L.; BEVAN, T. G.; Brittle modes of foreland extension. In: COWARD, M. P.; DEWEY, J. F.; HANCOCK, P. L.; eds. London: Geological Society, 1987. p. 127 - 137 (Special Publication, 28).
- HARRIS, J. A comparison of lineaments interpreted from remotely sensed data and airborne magnetics and their relationship to gold deposits in Central Nova Scotia. In: PROCEEDINGS OF THE FIFTH THEMATIC CONFERENCE: "REMOTE SENSING FOR EXPLORATION GEOLOGY", 1986, Reno. Reno: Environmental Research Institute of Michigan-ERIM, 1986. 2v. v. 2 p. 557-576.
- HAYDN, R.; DALKE, G. N.; HENKEL, J.; BARE, J. E. Application of the IHR color transform to the processing of multisensor data image enhancement. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON REMOTE SENSING OF ENVIRONMENT. First Thematic Conference. "Remote Sensing of Arid Semi-Arid lands", 1., Cairo, 1982. **Proceedings**. Ann Arbor, MI ERIM, 1982. p 599 - 616. t al. 1986
- HUDSON, J. A.; PRIEST S. D. Discontinuity frequency in rock masses. **Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.**, v. 20, n. 2, p. 73 - 89, 1983.
- li, F. A. M.; D'ÁLGE, J. C. L.; II, S. S.; CASTELLARI, S. P.; CORREIA, V. R. M. Geocodificação de imagens orbitais para utilização em Sistemas de Informações Geográficas, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 14, 1989. Gramado, **Anais**. Gramado; Sociedade Brasileira de Cartografia, 1989. v. 2, p. 285 - 288. 1989.
- I. R. S. M. - International Society for rock mechanics commission on standardization of laboratory and field tests. Suggested methods for the quantitative description of discontinuities. **Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstracts**. v. 15, p. 319 - 368, 1978.
- IVANOVA, V. (On line) **Geologic classification of fracture systems in rocks**. MIT. Ph.D Research. Resume - Violetas's Webpage. Em 01/04/97. 12 p. Dec, 1996. Disponível em: [http://www.mit.edu/people/violeta/fra\\_class.htm](http://www.mit.edu/people/violeta/fra_class.htm).
- KNAPP, K. R.; MORGAN, K. M.; DONOVAN, N.; BUSBEY, A; KRESIC. N. Using SPOT and TM to map fractures related to ground water resources in the Slick Hills of Oklahoma. In: PROCEEDINGS OF THE TENTH GEOLOGIC REMOTE SENSING CONFERENCE: "EXPLORATION, ENVIRONMENT AND ENGINEERING". San Antonio, Texas, Texas: Environmental Research Institute of Michigan-ERIM.
- KOWALIK, W. S.; GLENN, W. E. Image processing of aeromagnetic data and integration with Landsat images for improved structural interpretation. **Geophysics**, v. 52, n. 7, p. 875 - 884, Jul. 1987.
- LA POINTE, P. R. Analysis of the spatial variation in rock mass properties through geostatistics. **Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.** p. 570 - 580, 1980.
- LA POINTE, P. R. **Improved numerical modeling of rock masses through geostatistical characterization**. [s. l. : s. n.], 1981.
- LA POINTE, P. R.; HUDSON, J. A. **Characterization and interpretation of rock mass joint patterns**. Madison: The Geological Society of America, 1985. 37 p. (Special Paper, 199).
- MARBLE, D. A. Geographic information system: an overview. In: PECORA SYMPOSIUM ON SPATIAL INFORMATION TECHNOLOGIES FOR REMOTE SENSING TODAY AND TOMORROW, Sioux Falls, SD, 1984. **Proceedings**. Silver Spring, MD, IEEE Computer Society, 1984, p. 18 - 24.
- MARSHAK, S.; MITRA, G. **Basic methods of structural geology**. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey. 437 p. 1988.
- MATHER, P. **Computer processing of remotely-sensed images**. England: John Wiley, 1987. 349 p.
- MENESES, P. R. **Avaliação e seleção de bandas do sensor "Thematic Mapper" do LANDSAT-5 para discriminação de rochas carbonáticas do Grupo Bambuí como subsídio ao mapeamento de semidetalhe**. São Paulo, 1986. Tese (Doutorado em Geologia) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1986.
- MINOR, T. B.; CARTER, J. a; CHESLEY, M. M.; KNOWLES, R. B.; PER GUSTAFSSON. The use of gis and remote sensing in groundwater exploration for developing countries. In: PROCEEDINGS OF THE TENTH THEMATIC CONFERENCE ON GEOLOGIC REMOTE SENSING: "EXPLORATION, ENVI-

RONMENT AND ENGINEERING". San Antonio, Texas. Texas: Environmental Research Institute of Michigan-ERIM, 1994. 2v, v.2 p. I-168- I-179.

PARADELLA, W. R. **Discriminação de unidades litológicas no baixo vale do rio Curaçá (Bahia), através de realces por processamento digital de dados MSS/LANDSAT-3**. Tese (Doutoramento em Geologia Geral e Aplicações) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1983. 250 p.

PARADELLA, W. R. O Radarsat-1 e as perspectivas de aplicação em geologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 39, 1996, Salvador. **Anais**. Salvador: SBG, 1996. 7 v., v. 7, p. 1105-1109.

PARADELLA, W. R.; LIU, C. C.; VENEZIANI, P.; SANTOS, A. R. DOS, BIGNELLI, P. A.; DIAS, R. R. Radar-sat: um avançado e versátil sistema de radar orbital com grande potencialidade de aplicação em geologia e estudos ambientais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, 1994, Camboriú - SC. **Boletins de resumos expandidos**. Camboriú - SC: SBG, 1994. 3v. v. 1 p. 474-475.

PARADELLA, W. R.; BIGNELLI, P. A. Radar em geociências: Princípios e aplicações. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, 1996. 67 p.

PLICKA, M. Observations on joint zones in Moravia, Czechoslovakia. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE NEW TECTONICS, 1., 1974, Salt Lake City, **Proceedings**. Salt Lake City: Utah Geological Association, 1974, p. 193-199. (Publication 5).

POLLARD, D. D.; AYDIN. Progress in understanding jointing over the past century. **Journal of Geophysical Research**, v. 89, p. 1017 - 1028, 1988.

PRICE, N. J.; COSGROVE, J. W. **Analysis of geological structures**. Cambridge University Press. 1990, 502 p.

PRIEST, S. D.; HUDSON, J. A. Estimation of discontinuity spacing and trace length using scanline surveys. **Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.**, v. 18, p. 183-197, 1981.

PRÉVOST, C.; YERGEAU, M.; VICKERS, H.; BERTHELOT, D.; GOSSELIN, A.; MARTEL, J. Applied data integration for water resources management in the Sahel **Canadian Journal of Remote Sensing**. v. 13, n. 2, p. 75-84, Dec. 1987.

RAMSAY, J. G. **Folding and fracturing of rocks**. New York: McGrawHill, 568 p. 1967.

RAMSAY, J. G.; HUBER, M. I. **The techniques of modern structural geology**. London: Academic Press, 1989. 2v.

RIVEREAU, J. C. **Curso de fotointerpretação**; notas de aula dadas na XI Semana de Estudos da Sociedade Internacional da Escola de Geologia de Ouro Preto. Ouro Preto, 1970. 128 p.

ROULEAU, A.; GALE, J. E. Statistical characterization of the fracture system in the Stripa granite, Sweden. **Int. J. Rocks Mech. Min. Sci. & Geomech. Abstr.**, v. 22, n. 6, p. 353-367, 1985.

REDDY, G. V. R. Integrated hydrogeological investigations for delineation of potential aquifers in fractures rocks in a semi-arid region, Andhra Pradesh, India. In: CONGRESS OF INTERNATIONAL ASSOCIATION OF HYDROGEOLOGISTS, 24, 1993, Oslo. **Memoirs**. Oslo, 1993. v. 1 Part 1, p. 311 - 326,

REDDY T. V. K.; SRINIVASARAO; NAYUDU, P. T. An integrated deformation model to locate groundwater potential zones using remote sensing studies in the Niva River Basin, Chittoor District, Andhra Pradesh, India. In: CONGRESS OF INTERNATIONAL ASSOCIATION OF HYDROGEOLOGISTS, 24, 1993, Oslo. **Memoirs**, Oslo, 1993, v. 1 part 1. p. 655 - 661.

RICHARDS, J. A. **Remote sensing digital image analysis and introduction**. Berlim: Spring-Verlag, 1986. 281p.

ROCIO, M. A. R. **Caracterização das condições de ocorrência das águas subterrâneas no embasamento com o emprego de técnicas de sensoriamento remoto**. São José dos Campos, 1993. 75 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1993.

SAMPAIO, O. S. **Estudo de fraturamentos como subsídios à pesquisa de água subterrânea no Estado de Sergipe: uma abordagem através de dados de sensoriamento remoto**. São José dos Campos,

1987. 128 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto de Pesquisa Espaciais, 1987. (INPE-4319-TDL/286).

SCHOWENGERDT, R. A. **Techniques for image processing and classification in remote sensing**. New York: N. Y., Academic, 1983. 249 p.

SILVA, S.M.P. DA **Análise e integração de dados geológicos, TM/Landsat-5 e aerogeofísicos da região de Irajá (PE) - NE do Brasil: uma abordagem visando aplicações no mapeamento geológico e na prospecção mineral**. São José dos Campos: INPE, 1991. 174p. (INPE-5263-TDI/441).

SLATER, P.N. **Remote Sensing optics and optical Systems**. London: Addison-Wesley, 1980. 575 p.

SOARES, P. C.; FIORI, A. D. Lógica e sistemática na análise e interpretação de fotografias aéreas em geologia. **Notícias Geomofológica**, v. 16, n. 32, p. 107-121. 1976.

STEFOLI, M.; ANGELOPOULOS, A. Integration of Landsat and aeromagnetic data as aid to the structural analysis of Crete and S.E. Peloponessus. **International Journal of Remote Sensing**, v. 11, n. 9, 1625-1644, 1990.

TARANIK, J. K. **Principles of computer processing of Landsat data for geological applications**. Washington: DC. USGS, 1978. 49 p. (USGS Open File Report. 78-117)

TURNER, F. J.; WEISS, L. E. **Structural analysis of metamorphic tectonites**. New York: McGraw Hill Books Co, 1963. 545 p.

VALENTE, C. R. **Utilização de produtos de sensores remotos com ênfase na tectônica e prospecção mineral**. São José dos Campos, 1992a. 189 p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1992.

VENEZIANI, P. **Análise de movimentos da tectônica rúptil e rúptil-dúctil através da interpretação de produtos de sensores remotos na região do Espinhaço Meridional (MG): uma correlação com processos evolutivos**. Tese de Doutorado em Geologia geral e de Aplicações, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 1987. 186 p.

VENEZIANI, P. Identificação de estruturas características da Faixa de Cisalhamento São Paulo em imagens TM/LANDSAT. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37, 1992, São Paulo. **Boletim de Resumos Expandidos**. São Paulo: SBG, 1992. 2v. il., v. 1, p. 162 - 163.

VENEZIANI, P.; ROCIO, M. A. R. DE Critérios de prospecção de águas subterrâneas com o emprego de dados de sensores remotos na região de Paraibuna-Taubaté-Jambeiro, no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS. ABRH, e 5, v. 1, 1991, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro; ABRH, 1991. v. 1..

VENEZIANI, P.; ANJOS, C. E. **Metodologia de interpretação de dados de sensoriamento remoto e aplicações em geologia**. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1982. 61 p. (INPE-2227-MD/014).

WAGNER, M. J. Satellite image maps: the future of mapping. **Earth Observation Magazine**, v. 4, n. 4, p. 28-30, 1995.

ZHOU, Q. A method for integrating remote sensing and geographic information systems. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 55, n. 5, p. 591 - 596, May 1989.

