

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

Plano de Ação Estratégico em Recursos Hídricos no Semiárido Brasileiro – Convivência com a Seca.



Diretrizes Programáticas

Março / 2017

1. INTRODUÇÃO

A seca no semiárido brasileiro é um fenômeno recorrente que se intensifica periodicamente. Os fatores causadores são por demais conhecidos. O regime hidrológico desta região (baixa e irregular pluviosidade, alta evapotranspiração etc.) associado as suas características geológicas (ocorrência em grande parte de rochas cristalinas) são os principais fatores do agravamento deste quadro com elevado impacto negativo no âmbito econômico e social.

Em recente discussão técnica envolvendo meteorologistas dos Centros Estaduais de Meteorologia da Região Nordeste e do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET concluíram que, para os próximos meses de 2017 a previsão é da ocorrência de chuvas abaixo da média histórica para o setor Leste do Nordeste. Na porção norte do Nordeste permanece a previsão de chuvas de normal a abaixo da média. Isto significa que a previsão é que os problemas consequentes da grande estiagem vão continuar.

Associa-se a estas características adversas a carência de informações hidrológicas e hidrogeológica essenciais para melhorar a efetividade da tomada de decisões.

Devido a sua expertise no segmento Hidrogeologia, o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) sempre participou dos programas do Governo Federal voltados para minimizar os efeitos das estiagens e aumento de oferta hídrica da região semiárida. Na grande seca iniciada em 1998 a CPRM teve um importante papel orientando atividades técnicas (locação de poços no cristalino e realização de testes de bombeamento) além de fiscalizar e aprovar as obras realizadas pelas diversas instituições envolvidas.

Desde então uma série de ações no segmento águas subterrâneas foram desenvolvidas pela CPRM no semiárido brasileiro, iniciando pela estruturação de uma base consistente de informações, materializada hoje pelo SIAGAS – Sistema de Informações de Águas Subterrâneas. Esta base foi alimentada inicialmente através de exaustivos levantamentos de campo (cadastros de poços) que varreram todo o semiárido brasileiro no período de 1998 a 2014. Os resultados orientaram, ainda, a adoção de diversas ações: Implantação de Sistemas Simplificados de Abastecimento, utilizando poços já existentes e desenvolvido entre 2004 e 2010; Pesquisas e Estudos Hidrogeológicos, em diversas bacias sedimentares da região semiárida; implantação da Rede Integrada de Monitoramento de Águas Subterrâneas – RIMAS; etc. Dando seqüência aos estudos a CPRM, no âmbito de seu programa de cartografia hidrogeológica, realizou o mapeamento das aluviões sobre o cristalino de todo o Nordeste Oriental (ao norte do Rio São Francisco) em escala 1:100.000 e

está desenvolvendo o Mapa Hidrogeológico do Nordeste ao Milionésimo, já lançado em versão preliminar.

Em 2013, devido ao agravamento da crise hídrica, medidas emergenciais para aumentar a oferta hídrica captando água subterrânea foram adotadas pelo Governo Federal por meio da perfuração de novos poços em rochas cristalinas, revitalização e recuperação de poços já existentes e construção de poços profundos em bacias sedimentares captando grandes aquíferos porosos.

O Serviço Geológico do Brasil ficou responsável pela construção dos poços profundos originando o projeto **IREP – Implantação de Rede Estratégica de Poços no Semiárido Brasileiro**, que assegurou a construção de 24 poços com potencial de incrementar a oferta de água em 50 bilhões de litros/dia beneficiando 1 milhão de habitantes da região semiárida.

O conceito que originou o IREP foi baseado na necessidade da existência de fontes permanentes de fornecimento de água no semiárido com qualidade dentro dos limites de potabilidade. Esta ideia surgiu em virtude da dificuldade que a distribuição de água por carros-pipa estava enfrentando (e ainda enfrenta) na utilização de mananciais superficiais, já quem estes estavam (e continuam) secando sistematicamente. A cada dia, para se conseguir água com o mínimo de qualidade adequada ao abastecimento humano, os caminhões tinham que realizar deslocamentos cada vez maiores. Neste contexto, a CPRM sugeriu que uma rede de poços estrategicamente distribuídos, com vazões elevadas e boa qualidade da água, poderia assegurar o abastecimento humano de uma parcela significativa da população, reduzindo custos com deslocamento e melhorando as condições de saúde pública no que se refere a doenças de veiculação hídrica.

Os poços foram locados por meio de trabalhos técnico-científicos executados em campo utilizando os dados existentes de trabalhos já realizados (mapas hidrogeológicos, levantamentos geofísicos, SIAGAS, mapas geológicos etc.) e o conhecimento empírico dos hidrogeólogos da CPRM, muitos com mais de 30 anos de experiência na região. O alvo foi os grandes aquíferos das bacias sedimentares, responsáveis pelos maiores volumes de água subterrânea armazenada no Nordeste brasileiro. Procurou-se, na medida do possível, colocar os poços próximos as bordas das bacias para que a água pudesse ser transportada para a região de rochas cristalinas, onde os efeitos da escassez se impõem com mais severidade.

Embora se considere que os poços profundos representam a melhor ação, no que se refere aumento de oferta de água, outras ações também apresentam um nível de importância significativo, principalmente quando se pensa em abastecimento de rebanhos e uso secundário da água.

É por demais conhecido que as rochas cristalinas produzem, invariavelmente, águas salinizadas. Portanto, o seu uso para abastecimento humano fica condicionado a processos de dessalinização, técnica que, ainda, não pode ser utilizada de forma generalizada devido ao custo elevado e a problemas de manutenção. Entretanto, mesmo não tendo uso primário, estas águas desempenham um papel importantíssimo para assegurar o abastecimento dos rebanhos e para a utilização doméstica secundária (lavar, banhar, descarga etc.), gerando uma economia na água potável disponível. Desta forma, programas de perfuração e revitalização de poços em rochas cristalinas devem ser incentivados e mantidos pelo Governo Federal, devendo ser aperfeiçoados no que tange a distribuição de recursos e atendimento social.

A última alternativa de uso das águas subterrâneas está relacionada com o aproveitamento dos recursos de água acumulados nas aluviões das margens e leitos de rios e coberturas sedimentares pouca espessas. Nos casos das aluviões, a construção de barragens subterrâneas viabiliza e aumenta o potencial de captação. Destacam-se as aluviões do São Francisco que devem ser analisadas detalhadamente já que apresentam excelente potencial, em algumas áreas, para a produção de água. Salienta-se, entretanto, que estas obras não apresentam benefício imediato, representando investimentos estruturantes para próximos períodos de estiagem. Em função do longo período de estiagem a tendência é uma diminuição significativa do nível freático destes pequenos aquíferos, muitas vezes inviabilizando sua captação. Devem ser experimentadas a utilização de novas tecnologias que permitam proporcionar o aumento da oferta hídrica, tais como: a reservação, reuso, dessalinização e estimulação da água, entre outras.

É a partir dessa constatação que o Serviço Geológico do Brasil apresenta esta proposta, visando implementar ações que venham a aumentar a oferta hídrica por fontes de água subterrânea, no semiárido nordestino.

As ações propostas concentram-se nas atividades para implantação de campos de água (80 poços profundos), perfuração e revitalização de poços no cristalino (300 poços tubulares), 6 intervenções para recarga artificial no cristalino, na construção de 24 (vinte e quatro) barragens subterrâneas, estimulação para aumento da produção em 20 poços, implantação de 5 centrais de dessalinização, experimento da perfuração inclinada em 20 poços, estudos na bacia do Urucuia/rio São Francisco e para viabilizar empreendimentos da mineração no nordeste.

Inicialmente, estima-se um custo total de R\$ 191.775.519,00 (cento e noventa e um milhões, setecentos e setenta e cinco mil e quinhentos e dezenove reais), beneficiando diretamente cerca de 3.200.000 (três milhões e duzentas mil) pessoas, milhares de animais, atividade econômicas do agronegócio e da mineração.

2. OBJETIVOS

Execução de estudos e serviços visando o aumento da oferta hídrica na região semiárida do nordeste brasileiro, nas áreas mais atingidas pela seca, nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e norte de Minas Gerais.

A proposta contempla o levantamento básico de informações, atualização da base municipal de cadastro de poços, a Implantação de Campos de Produção de Água com perfuração de poços e recuperação de poços localizados em bacias sedimentares, perfuração e revitalização de poços em terrenos cristalinos, a construção de barragens subterrâneas, a estimulação de poços (por carga explosiva ou faturamento hidráulico), a perfuração de poços inclinados no cristalino, a implantação de centrais de dessalinização para tratamento de água salgada produzida por vários poços, estudos na bacia do Urucuia para aumentar a oferta hídrica, a avaliação da produção de água subterrânea para pequena mineração no nordeste.

Inclui também ações voltadas para conscientização sobre a preservação, conservação e gerenciamento das fontes de abastecimento, envolvendo a população local e agentes públicos responsáveis pela operação e manutenção dos sistemas de abastecimento.

3. MACRODIRETRIZES

As ações ora propostas, previstas para execução no agreste e sertão pernambucanos, estão compostas pelas seguintes linhas de estudos e serviços que representam suas diretrizes principais.

➤ Bacias sedimentares

Ação desenvolvida nas bacias sedimentares localizadas no Polígono das Secas para perfuração de 50 novos poços para produção de água em grandes volumes e boa qualidade físico-química. Contempla, também, a transformação de 30 poços profundos, originalmente perfurados para pesquisa de hidrocarbonetos passíveis de recuperação para produção de água.

➤ Rochas Cristalinas

Perfuração de 180 poços e Revitalização de 120 sistemas simplificados de abastecimento, distribuídos em todo o semiárido. De forma resumida, inclui as seguintes atividades: seleção dos municípios que serão beneficiados. Identificação de demandas junto a Prefeitura e usuários de água subterrânea (definição das pessoas beneficiadas), cadastro dos

poços e sistemas de abastecimento por água subterrânea identificando os passíveis de recuperação e/ou revitalização (testar acesso ao interior do poço/efetuar teste de bombeamento e análise da água), elaboração do projeto executivo para recuperação e/ou revitalização, formalização do processo de responsabilidade para operação e manutenção do sistema de abastecimento, execução dos serviços de recuperação e/ou revitalização do poço/unidade de bombeamento/sistema de abastecimento, executar serviços de capacitação da população local visando a conservação, operação e manutenção dos equipamentos, conscientização ambiental e manejo hídrico.

➤ **Depósitos aluvionares**

Construção de 24 barragens subterrâneas, de grande capacidade de armazenamento, a partir da seleção de áreas favoráveis à construção (geoprocessamento, geofísica, sondagem a trado / barra-mina, cadastro de poços, medidas de salinidade, estudo de fraturas,...). Mobilização e organização social. Formalização do processo de responsabilidade para operação e manutenção e monitoramento. Construção da barragem, podendo incluir poço(s) de captação, sistemas de dessalinização, reservatórios. Implantação de poços de monitoramento.

➤ **Utilização de Novas Tecnologias para aumento da oferta hídrica**

Os primeiros trabalhos sobre o meio fraturado originaram-se nas décadas de 1960 e 1970, envolvendo estudos de caráter eminentemente regional, publicados nos periódicos da Sudene (Série Hidrogeologia). Via de regra, buscavam identificar quais fatores teriam importância bastante para influenciar as produtividades dos poços.

Até hoje, todas as pesquisas realizadas baseiam-se nos pressupostos ali estabelecidos, sem grandes inovações, salvo tímidas iniciativas isoladas, como p.ex., os levantamentos aerogeofísicos magnetométricos e eletromagnetométricos realizados pela CPRM no projeto Proasne.

Criou-se o conceito de “*riacho fenda*” (Siqueira, 1963), segundo o qual, trechos retilíneos de drenagens coincidiriam com zonas fraturadas, fazendo com que as fendas fossem recarregadas pelos mesmos. “Cotovelos” e trechos retilíneos de drenagens seriam então locais favoráveis, identificáveis em fotografias aéreas e imagens de satélite, sendo corroborados quando subsidiados por intenso fraturamento nos afloramentos, compatível com a orientação da drenagem.

Apesar da adoção deste critério para locação dos poços no cristalino, devido ao fato das fraturas no nordeste serem preferencialmente subverticais e que os poços não podem ser locados dentro das calhas dos rios, nem sempre as captações interceptam essas fendas, resultando em inúmeros poços secos. A perfuração de poços direcionais poderia solucionar o problema.

Sob tais condições o Serviço Geológico propõe a execução 20 perfurações inclinadas e que sejam utilizadas tecnologias de estimulação de poços (em 20 poços não-instalados) através do uso de cargas explosivas como também por meio de faturamento hidráulico.

Propõe também a instalação de 5 (cinco) centrais de dessalinização, reunindo a produção de vários poços produtores de água salgada, com a intenção de transformar o sistema de dessalinização em verdadeiras fábricas de água potável. Será estudada a conveniência da utilização de centrais portáteis de dessalinização. Considerando-se um agrupamento de poços produtores de água salgada, se todos bombearem para um único reservatório, apenas um dessalinizador, de maior porte, produziria um volume muito maior de água tratada, facilitando a operação e manutenção do sistema, a um custo menor, resolvendo uma série de problemas constados na atualidade que determinam o abandono de muitas instalações.

➤ **Projeto Urucua**

Propõe-se o investimento em 2017 e 2018 do valor de R\$ 5.000.000,00 para realização de estudos e experimentos que permitam a quantificação de reservas, a contribuição para o rio São Francisco e caracterização de todos os problemas referentes a recarga e uso do aquífero. Pretende-se com tais atividades, garantir a manutenção do pujante polo de agronegócios do oeste da Bahia, o atendimento da demanda hídrica da bacia do médio São Francisco e a manutenção do equilíbrio ecológico e ambiental do rio São Francisco, com importância estratégica para seu projeto de revitalização. Convém lembrar que pelo nível do conhecimento atual, admite-se que as águas liberadas por esse aquífero representem 30% de todo o volume hídrico afluyente à barragem de Sobradinho nos períodos de secas.

➤ **Água e Mineração**

A nova abordagem para o aumento da oferta hídrica no Nordeste brasileiro considera a *URGÊNCIA, o CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZO*, que devem ser incorporadas numa *VISÃO REGIONAL* e coletiva. Esta visão implica também o atendimento ao setor produtivo localizado na geografia do semiárido, a exemplo das atividades de

mineração. Propõe-se então uma avaliação dos poços disponíveis no entorno com caracterização da sua capacidade sustentável de produção.

4. JUSTIFICATIVA

A região que compreende o Polígono das Secas engloba totalmente o estado do Ceará e parcialmente os estados do Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e parte de Minas Gerais. A população desta região é da ordem de 45 milhões de habitantes, 61% dos quais residentes em áreas urbanas.

O Polígono é caracterizado por uma escassez dos recursos hídricos de superfície, resultante das baixas precipitações pluviométricas, que além de concentradas em uma única e geralmente curta estação úmida, apresenta irregularidades interanuais, responsáveis por secas periódicas de efeitos muitas vezes catastróficos. Como agravante, a região está sujeita a taxas de evapotranspiração potencial muito elevadas, oscilando com frequência, próximo a noventa por cento.

Atualmente, 898 municípios inseridos no polígono, se encontram em estado de emergência devido a escassez de água:

Estado	Quantidade de municípios em Estado de Emergência
Piauí	44
Ceará	137
Rio Grande do Norte	153
Paraíba	197
Pernambuco	126
Alagoas	72
Sergipe	29
Bahia	94
Minas Gerais	46

A água, no Nordeste, é um recurso estratégico e vital para o seu desenvolvimento, que ainda está à espera de uma política mais consistente e contínua, que possa aumentar sua oferta, garantir a qualidade e permitir a formação de uma infraestrutura que ajude a convivência com os efeitos danosos das secas.

Estima-se que em toda região compreendida pelo polígono das secas existam por volta de 200.000 poços tubulares, mas os escassos registros encontram-se dispersos e/ou inacessíveis. Outro grande problema é a pequena consistência dos dados dos poços perfurados, quase sempre construídos sem acompanhamento por profissional habilitado. Em função disso, ora não existem dados, ora esses dados, quando muito, caracterizam

apenas a parte construtiva dos poços, negligenciando informações fundamentais, tanto da geologia local quanto das peculiaridades da rocha perfurada. É provável a existência de uma grande quantidade de poços que, através de pequenas intervenções com baixos investimentos, possam recuperar a capacidade produtiva em poços abandonados e/ou tamponados.

A região do Polígono tem o seu subsolo constituído em sua maioria (em torno de 70%) por rochas ígneas e metamórficas, genericamente chamadas de cristalinas. Nessa região, a pouca cobertura vegetal e a pequena espessura do solo constituem um ecossistema frágil cujas características físico-ambientais reduzem substancialmente o seu potencial produtivo. A pequena disponibilidade de água superficial aliada à baixa e irregular pluviosidade explica a grande dependência dos habitantes e dos rebanhos da região em relação à água subterrânea, mesmo sendo essa, na maior parte, uma alternativa tênue pela reduzida vocação hidrogeológica das rochas cristalinas. Nessas rochas, a água subterrânea ocorre em sistemas de fendas e fraturas interconectadas, descontínuos e com extensão limitada. As abordagens usualmente utilizadas para prospecção de água subterrânea ainda carecem de fundamentação técnico-científica, tendo como reflexo uma grande quantidade de poços improdutivos ou salinizados. Ainda não são conhecidos modelos totalmente eficientes para subsidiar a locação e a exploração de poços e muito menos os condicionantes que controlam a qualidade e o fluxo da água. Esse contexto, além de proporcionar um segmento antieconômico nos programas de perfuração de poços gera um fator de risco na utilização da água subterrânea desses mananciais, na medida em que não se pode determinar com segurança uma vazão de exploração sustentável. Com base nessa realidade e considerando, em função de sua ampla distribuição, a grande importância para a região da água subterrânea em rochas cristalinas, urge a necessidade do desenvolvimento de novas abordagens que possam contribuir efetivamente para aumentar o sucesso dos poços perfurados ampliando a oferta de água.

Nesse cenário os depósitos aluvionares, que podem ocorrer ao longo dos vales, assumem grande importância no contexto hídrico da região. Essa importância cresce, quando se verifica que é ao longo desses vales que se concentram as maiores densidades demográficas, aumentando significativamente a demanda por água. Deve ser mencionado, a propósito, que nos últimos 30 anos as pesquisas hidrogeológicas de detalhe, conduzidas por algumas companhias de saneamento do Nordeste, vêm demonstrando a potencialidade dos reservatórios aluvionares para o abastecimento público de pequenas cidades e por extensão, para o desenvolvimento de pequenos projetos de irrigação. Nas aluviões, com efeito, as altas permeabilidades das frações arenosas compensam frequentemente as pequenas espessuras saturadas, de modo que é possível a obtenção de vazões de exploração expressivas através de captações rasas e de baixo custo adequadamente construídas. As pesquisas hidrogeológicas acima citadas tiveram sempre, entretanto, caráter imediatista e âmbito local, objetivando definições de manancial subterrâneo

para o abastecimento público, não tendo sido tentada até hoje uma visão panorâmica da potencialidade das aluviões do cristalino semi-árido do Nordeste. Tal visão panorâmica representa hoje, assim, uma importante lacuna a preencher no quadro geral do planejamento de recursos hídricos da região. O exposto acima permite verificar que o grande mérito de uma caracterização global das aluviões do Nordeste será a possibilidade de descartar grandes áreas como estéreis e concentrar os esforços em outras áreas cujo potencial hídrico aluvionar justifique investimentos e permita otimizar a relação custos/benefícios.

Ao contrário das rochas cristalinas, as bacias sedimentares existentes são responsáveis pelos maiores volumes de água subterrânea do semiárido, que muitas vezes são utilizados de forma incipiente, principalmente nas zonas rurais. Abstraindo-se o abastecimento público de alguns centros urbanos, a utilização da água desses mananciais ainda pode ser considerada como insignificante. Essa precária utilização de um recurso tão necessário para o Nordeste passa pelo fato de não existir um conhecimento preciso de sua potencialidade, o que impede o planejamento de sua utilização para o desenvolvimento da região. As ações propostas podem, além de fornecer o embasamento necessário para uma exploração sistemática e racional, aumentar de imediato a oferta de água, através dos poços de pesquisa perfurados.

SUBPROGRAMA I

BACIAS SEDIMENTARES – Implantação de Campos de Água

Este subprograma tem com meta a perfuração de 50 poços locados preferencialmente nas proximidades da borda das bacias sedimentares de forma a possibilitar o atendimento a municípios localizados em terrenos cristalinos. Adutoras de pequeno porte, podem ser instaladas, aumentando o raio de influencia dos poços. Prevê também, a recuperação de poços perfurados pela Petrobras, com resultados negativos para hidrocarbonetos mas que sejam passíveis de transformação em produtores de água.

Campos de Água

Constituem zonas de exploração de águas subterrâneas de forma tecnicamente controlada, através da construção de poços de grandes vazões nas bacias sedimentares e seu transporte a custos competitivos para outras regiões com poucos recursos hídricos. Adicionalmente, aqui, se propõe também “semear água”, em outros locais onde este transporte seja inviável, por características econômicas ou de logística.

Isto implica na inclusão de novas reservas, existentes em diferentes situações hidrogeológicas, de ocorrências naturais, ou que possam ser criadas pelo homem. Resume-se, indiscutivelmente, na melhor alternativa complementar para suprir a escassez hídrica do semiárido.

A proposta da implantação de campos de água em bacias sedimentares apresenta viabilidade técnica devido a:

- ✓ Possibilidade de definir vazões ideais para os poços/bateria de poços, sem danos para os reservatórios;
- ✓ Os grandes volumes armazenados são pouco afetados pelas variações sazonais;
- ✓ Os aquíferos não sofrem assoreamento nem perdem grandes volumes de água por evaporação;
- ✓ As captações podem ser construídas onde ocorrem as demandas;
- ✓ As zonas de recarga podem ser protegidas;
- ✓ Desde que haja monitoramento dos níveis a exploração pode ser feita sem riscos excessivos.

Ressalta-se, também, a viabilidade econômica, pois à medida que se tem garantida as vazões de exploração nas diferentes áreas, é possível se estabelecer as distâncias de transporte viáveis, do ponto de vista econômico, definindo as áreas para

a implantação dos projetos definitivos: quantidade de poços, piezômetros, rede de adutoras, energia etc;

Dois projetos estão sugeridos para este subprograma:

I.1) Implantação de campos de produção de água, no semiárido nordestino, a partir da perfuração de 50 poços profundos:

Detalhe do planejamento inicial para perfuração dos poços – serviços contratados

Estado	Bacia/Aquífero	Poços				Valor Total (R\$) Perfuração e instalação	Vazão Total Prevista (litro/h)	População Beneficiada (*)
		Quant.	Profundidade	Valor Unitário (R\$)	Vazão Prevista p/Poço (litro/h)			
BA	SanFranciscana/Uruçuia	5	400	1.800.000,00	400.000	9.000.000,00	2.000.000	800.000
	Tucano/Ihas/São Sebastião	8	400	1.500.000,00	100.000	12.000.000,00	800.000	320.000
AL	Jatoba/Tacaratu	2	400	1.500.000,00	50.000	3.000.000,00	100.000	40.000
PE	Jatoba/Tacaratu	2	400	1.500.000,00	50.000	3.000.000,00	100.000	40.000
	Mirandiba/Tacaratu	2	400	1.500.000,00	100.000	3.000.000,00	200.000	80.000
	Fátima/Tacaratu	2	400	1.500.000,00	100.000	3.000.000,00	200.000	80.000
	S. Jose do Belmonte/Tacaratu	2	400	1.500.000,00	100.000	3.000.000,00	200.000	80.000
	Betânia/Tacaratu	1	400	1.500.000,00	100.000	1.500.000,00	100.000	40.000
	Carnaubeira	1	400	1.400.000,00	50.000	1.400.000,00	50.000	20.000
	Cedro	1	400	1.400.000,00	50.000	1.400.000,00	50.000	20.000
	Araripe/Missão Velha	3	750	3.987.500,00	100.000	11.962.500,00	300.000	120.000
PB	Rio do Peixe	10	100	80.000,00	8.000	800.000,00	80.000	32.000
CE	Araripe/Missão Velha	2	700	3.200.000,00	100.000	6.400.000,00	200.000	80.000
RN	Potiguar/Açu	2	700	3.200.000,00	100.000	6.400.000,00	200.000	80.000
PI	Parnaíba/Serra Grande/Cabeças	7	700	2.600.000,00	100.000	18.200.000,00	700.000	280.000
Atividades de responsabilidade da CPRM						2.300.000,00		
Total Geral		50				86.362.500,00	5.280.000,00	2.112.000

Custos envolvidos para perfuração de 50 poços

Especificação	Quantidade de poços	Valor Estimado(R\$)
Planejamento, Estudos e locação dos poços	50	300.000,00
Projetos executivos e processos licitatórios	50	400.000,00
Acompanhamento técnico e fiscalização (CPRM)	50	1.600.000,00
Perfuração e instalação dos poços	50	84.062.500,00
TOTAL		86.362.500,00

Cronograma de execução

Atividade	Meses																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Planejamento - licitações/contratações																		
Escolha dos operadores dos poços																		
Estudos e Locação dos poços																		
Perfuração de poços																		
Gerenciamento / Sustentabilidade																		

I.2) Implantação de campos de produção de água, no Rio Grande do Norte, a partir da transformação de 30 poços perfurados pela Petrobras, para hidrocarbonetos:

Detalhe do planejamento inicial para Recuperação dos poços – serviços contratados

Estado	Bacia/Aquifero	Poços				Valor Total (R\$) Perfuração e instalação	Vazão Total Prevista (litro/h)	População Beneficiada
		Quant.	Profundidade	Valor Unitário (R\$)	Vazão Prevista p/Poço (litro/h)			
RN	Potiguar/Açu	30	700	2.200.000,00	70.000	66.000.000,00	2.100.000	840.000
Total Geral		30				66.000.000,00	2.100.000,00	840.000

Custos envolvidos para recuperação de 30 poços

Especificação	Quantidade de poços	Valor Estimado(R\$)
Planejamento, Estudos e locação dos poços	30	160.000,00
Projetos executivos e processos licitatórios	30	180.000,00
Acompanhamento técnico e fiscalização (CPRM)	30	900.000,00
Perfuração e instalação dos poços	30	66.000.000,00
TOTAL		67.240.000,00

Cronograma de execução

Atividade	Meses																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Planejamento - licitações/contratações																		
Escolha dos operadores dos poços																		
Recuperação dos poços																		
Gerenciamento / Sustentabilidade																		

SUBPROGRAMA II

ROCHAS CRISTALINAS

Tem como meta a perfuração de 180 poços, a identificação de 120 poços e sistemas simplificados de abastecimento por água subterrânea que, por qualquer razão estejam abandonados, paralisados ou não-instalados e que possam ser recuperados e postos em operação. Contempla ainda o desenvolvimento tecnológico para recarga artificial de reservatórios subterrâneos em terrenos cristalinos, que possam ser facilmente replicados.

II.1 – Perfuração e Revitalização de poços

De forma resumida, a atividade de perfuração e revitalização segue as seguintes diretrizes gerais:

- ✓ Seleção dos municípios que serão beneficiados. Identificação de demandas junto a Prefeitura e usuários de água subterrânea (definição das pessoas beneficiadas), cadastro dos poços e sistemas de abastecimento por água subterrânea identificando os passíveis de recuperação e/ou revitalização (testar acesso ao interior do poço/efetuar teste de bombeamento e análise da água), execução de estudos geológicos e hidrológicos para locação de poços a serem perfurados, serviços de campo para locação de poços, elaboração do projeto executivo para recuperação e/ou revitalização, formalização do processo de responsabilidade para operação e manutenção do sistema de abastecimento, execução dos serviços de perfuração, recuperação e/ou revitalização do poço/unidade de bombeamento/sistema de abastecimento, executar serviços de capacitação da população local visando a conservação, operação e manutenção dos equipamentos, conscientização ambiental e manejo hídrico.

Custos estimados

Atividade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)	População Beneficiada (hab)
Planejamento - licitações/contratações	60,00	18.000,00	75.000
Escolha dos operadores dos poços	140,00	42.000,00	
Estudos e Locação dos poços, seleção para revitalização	3.280,00	984.000,00	
Perfuração e instalação de poços	33.520,00	6.033.600,00	
Revitalização e instalação de poços	23.120,00	2.774.400,00	
Gerenciamento / Sustentabilidade	1.460,00	438.000,00	
Totais	34.300,00	10.290.000,00	

Cronograma de execução

Atividade	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Planejamento - licitações/contratações												
Escolha dos operadores dos poços												
Estudos e locação para perfuração (180 poços)												
Seleção de poços para revitalização (120 poços)												
Perfuração de poços												
Revitalização de poços												
Gerenciamento / Sustentabilidade												

II.2 – Recarga Artificial

Execução de experimentos em seis áreas a partir da formação de bacias de infiltração, permitindo a introdução de água no subsolo, com finalidade específica de aumentar o volume de água armazenada no aquífero fraturado. É um modo artificial em relação à recarga oferecida pela natureza. Constitui-se em uma tecnologia de grande importância para ser replicada em milhares de situações no semiárido, considerando que a taxa de exploração sempre é superior a infiltração natural.

Propõe-se a execução de seis experimentos em um prazo de 18 meses.

Custos estimados

Atividade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)	População Beneficiada (hab)
Planejamento - licitações/contratações	3.000,00	18.000,00	15.000
Seleção de áreas favoráveis (06)	6.800,00	40.800,00	
Construção das barragens de infiltração	36.000,00	216.000,00	
Construção de mecanismos de recuperação	12.000,00	72.000,00	
Construção de sistemas de reservação	8.000,00	48.000,00	
Monitoramento - precipitação / infiltração	2.500,00	15.000,00	
Gerenciamento / Sustentabilidade / Disseminação	11.700,00	70.200,00	
Totais	80.000,00	480.000,00	

Cronograma de execução

Atividade	Meses																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Planejamento - licitações/contratações																		
Seleção de áreas favoráveis (06)																		
Construção das barragens de infiltração																		
Construção de mecanismos de recuperação																		
Construção de sistemas de reservação																		
Monitoramento - precipitação / infiltração																		
Gerenciamento / Sustentabilidade / Disseminação																		

SUBPROGRAMA III

DEPÓSITOS ALUVIONARES – barragens subterrâneas de médio porte

O modelo hidrogeológico para construção das barragens subterrâneas será pautado na combinação de informações obtidas com a utilização de ferramentas de geoprocessamento, levantamentos geofísicos e hidrogeoquímica. Dados básicos de campo, tais como, sondagem a trado e barra-mina, cadastro de poços, testes de infiltração *in situ*, medidas de salinidade, entre outros, serão utilizados para a mais completa caracterização do local selecionado para receber a construção. O resultado desejado é a formulação de modelo de fluxo subterrâneo e de qualidade de água, em uma determinada drenagem, capaz de suportar a construção de uma ou várias barragens.

Propõe-se que sejam desenvolvidos estudos para locação de barragens em 24 barragens, distribuídas em todos os estados do polígono.

Os critérios iniciais para locação das barragens estão assim definidos:

- Seleção de bacia hidrográfica com área maior que 50 km²;
- Depósitos aluvionares com espessura superior a 3,5 m (na porção mais profunda);
- Drenagem com largura superior a 40 m;
- Obedecer limite de profundidade de 10 m para uso de escavadeiras;
- Demanda de utilização da reserva de água, definida e com responsável pela operação e manutenção;

As atividades previstas inicialmente são:

a) utilização de técnicas de sensoriamento remoto e GIS

b) investigação das seguintes questões;

- Confirmação em campo das áreas interpretadas nas imagens, com levantamento geofísico e sondagem a trado ou barra-mina;
- influência da espessura e natureza dos sedimentos aluviais, dentro da barragem;
- relação com a topografia do terreno;
- ocorrência de fraturas no substrato cristalino e possibilidades do aproveitamento;
- distância mínima ideal entre duas barragens sucessivas, quando localizadas em um mesmo vale;

- análise do comportamento hidráulico, entre barragens com o mesmo divisor d'água;
- evolução do processo de evaporação e o monitoramento do nível d'água;
- relacionamento da salinização com o tempo de permanência da água subterrânea e o numero de barragens em um mesmo vale;
- melhor processo operacional quanto ao fluxo requerido para minimizar a salinização;
- condições de recarga e renovação da água;

d) construção das barragens e estrutura de monitoramento (roteiro geral a ser adaptado para cada locação considerada)

- escavação da trincheira ou vala;
- instalação de lona plástica, para impermeabilização;
- construção de um poço amazonas a montante do septo impermeável, na parte mais profunda da trincheira, para produção e monitoramento;
- preenchimento do espaço entre as paredes da trincheira e o septo;
- construção de piezômetros, a montante da barragem, com distancias de 100m e 200m da barragem, para monitoramento do nível d'água;
- construção de outros poços de produção ou monitoramento, se necessário;
- instalação de sistema de abastecimento;

(a instalação de dessalinizadores, se necessário, só poderá ocorrer em uma etapa posterior, após o enchimento da barragem e caracterização da água reservada)

e) ações sociais e ambientais – gerenciamento das barragens

Considerando o total de 24 áreas sugeridas para execução dos estudos, pode-se efetuar um planejamento para que a caracterização de todos os depósitos seja concluída em um prazo de 5 meses. A partir do terceiro mês pode-se iniciar as construções das barragens e das obras complementares.

Custos estimados

Atividade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)	População Beneficiada (hab)
Planejamento - licitações/contratações	700,00	16.800,00	36.000
Interpretação de Imagens de satélite	1.900,00	45.600,00	
Estudos geológicos e hidrologicos	8.360,00	200.640,00	
Serviços de campo para seleção da área	9.890,00	237.360,00	
Construção das barragens	52.150,00	1.251.600,00	
Ações sociais e ambientais	16.000,00	384.000,00	
Monitoramento da operação e do uso	33.600,00	806.400,00	
Totais	122.600,00	2.942.400,00	

Cronograma de Execução

Atividade	Meses																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Planejamento - licitações/contratações	■	■	■															
Interpretação de Imagens de satélite	■	■	■	■														
Estudos geológicos e hidrologicos		■	■	■	■	■	■											
Serviços de campo para seleção da área		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Construção das barragens				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Ações sociais e ambientais					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Monitoramento da operação e do uso							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

SUBPROGRAMA IV

NOVAS TECNOLOGIAS

IV.1 – Estimulação de poços por cargas explosivas e/ou faturamento hidráulico

A estimulação em poços localizados em terrenos cristalino consiste na utilização de processos capazes de trazer com consequência o aumento da capacidade de produção. Podem ser utilizadas diversas técnicas, tais como a intensificação da quantidade de fraturas por meio da utilização de carga explosivas, do fraturamento hidráulico, da acidificação, etc. Têm sido conduzidas com grande sucesso em várias regiões do país e sob diversos condicionamentos geológicos e hidrogeológicos. Tome-se como exemplo os valores mostrados na tabela abaixo, obtidos por Brás et. al (1981), no Cárst de Jaíba (MG) e França e Soares (1997), em rochas pré-cambrianas de região de Cachoeirinha – PE, ambos utilizando explosivos.

Nº	Q/s antes da estimulação (m³/h/m)	Q/s depois da estimulação (m³/h/m)	Varição na Produtividade (%)	LOCAL
1	0,0612	0,1332	117,6	JAÍBA - MG
2	9,9	20,16	103,6	
3	0,4464	1,08	141,9	
4	0,5724	0,054	-90,6	
5	0,0288	0,188	312,5	
6	0,06084	0,063	3,5	
7	0,0828	0,0396	-52,2	
8	0,0411	0,124	201,7	CACHOEIRINHA - PE
9	0,0202	0,0369	82,6	
10	0,0123	0,98	7867,4	
11	0,359	0,762	112,2	
12	0,565	0,28	-50,4	
13	1,04	1,623	56,1	

Propõe-se a execução de 20 experimentos, distribuídos em todos os estados do polígono, utilizando-se poços pré-existentes que se enquadrem no propósito – aumento da produtividade de poços.

Custos estimados

Atividade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)	População Beneficiada (hab)
Planejamento - licitações/contratações	820,00	16.400,00	30.000
Seleção de áreas / testes de bombeamento	27.780,00	555.600,00	
Definição de operadores	1.800,00	36.000,00	
Estimulação - explosivos e/ou fraturamento	35.000,00	700.000,00	
Implantação do sistema de captação	25.000,00	500.000,00	
Ações sociais e ambientais	16.000,00	320.000,00	
Monitoramento da operação e do uso	33.600,00	672.000,00	
Totais	140.000,00	2.800.000,00	

Cronograma de execução

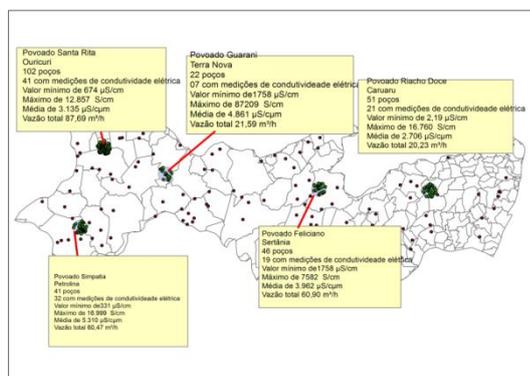
Atividade	Meses																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Planejamento - licitações/contratações																		
Seleção de áreas																		
Definição de operadores																		
Estimulação - explosivos e/ou fraturamento																		
Implantação do sistema de captação																		
Ações sociais e ambientais																		
Monitoramento da operação e do uso																		

IV.2 – Centrais de dessalinização

Os programas governamentais que tratam da implantação de dessalinizadores no semiárido estabelecem, de um modo geral, limite de capacidade de produção dos poços. São poços com vazão a partir de 1.000 litros/hora e Sólido Totais Dissolvidos superior a 1.000 mg/L (para abastecimento humano) e poços com vazão mínima de 3.000 litros/hora e salinidade máxima de 10.000 mg/L, no caso de implantação de sistemas produtivos, como piscicultura, irrigação, etc..

Constata-se, entretanto, uma quantidade enorme de dessalinizadores paralisados e/ou abandonados no sertão nordestino. Algumas questões são levantadas para explicar as razões pelas quais os não funcionam da forma desejada: a grande dispersão areal desses equipamentos, a pequena capacidade de produção aliada as dificuldades operacionais no seu manuseio, o alto custo das membranas e o descaso do gerenciamento local.

A solução ora proposta aumenta a capacidade de produção, concentrando em uma só central a produção de vários poços localizados em um raio de influencia conveniente. Isto profissionaliza a operação e manutenção, transformando a central de dessalinização uma verdadeira fábrica de água potável.



Propõe-se o experimento na implantação de 05 (cinco) centrais, operando com painéis solares, unidades de bombeamento, aduções e tanques de evaporação, produzindo algo em torno de 10.000 litros/dia de água potável.

Custos estimados (R\$)

Atividade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)	População Beneficiada (hab)
Planejamento / licitações	2.400,00	12.000,00	50.000
Cadastro de poços / estudos hidrogeológicos	20.000,00	100.000,00	
Testes de bombeamento	18.000,00	96.000,00	
Instalação dos poços e implantação de adutoras	85.000,00	425.000,00	
Instalação do dessalinizador	160.000,00	800.000,00	
Construção do tanque de decantação	35.000,00	175.000,00	
Ações sociais, gerenciamento e monitoramento	40.000,00	200.000,00	
Custo de uma central	360.400,00	1.802.000,00	

Cronograma de execução

Atividade	Meses																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Planejamento / licitações	■	■	■															
Cadastro de poços / estudos hidrogeológicos		■	■	■														
Testes de bombeamento				■	■													
Instalação dos poços e implantação de adutoras						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Instalação do dessalinizador							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Construção do tanque de decantação								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Ações sociais, gerenciamento e monitoramento																	■	■

IV.3 – Perfuração de Poços Inclinados

Um problema encontrado nas perfurações de poços está na possibilidade de se alcançar fraturas abertas quando estes alvos não se encontram na mesma vertical da sonda. O poço inclinado permite não apenas alcançar essas fraturas, como também tantas outras quanto existirem a distancias determinadas da locação da sonda.

Propõe aqui a perfuração direcional em 20 áreas cujo sistema de fraturas e recarga satisfaça a condição hidrogeológica típica da ocorrência citada.

Custo estimado

Atividade	Custo Unitário (R\$)	Custo Total (R\$)	População Beneficiada (hab)
Planejamento / licitações	600,00	12.000,00	10.000
Cadastro de poços / estudos hidrogeológicos	4.200,00	84.000,00	
Avaliação geofísica / estrutural	4.400,00	88.000,00	
Perfuração de poços inclinados	30.000,00	600.000,00	
Instalação de poços - bomba especial	28.000,00	560.000,00	
Disseminação da tecnologia	3.000,00	60.000,00	
Ações sociais, gerenciamento e monitoramento	3.800,00	76.000,00	
Totais	74.000,00	1.480.000,00	

Cronograma de execução

Atividade	Meses																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Planejamento / licitações	■	■	■															
Cadastro de poços / estudos hidrogeológicos		■	■	■	■	■												
avaliação geofísica / estrutural			■	■	■	■	■	■										
perfuração de poços inclinados				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
instalação de poços - bomba especial					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
disseminação da tecnologia						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Ações sociais, gerenciamento e monitoramento						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

SUBPROGRAMA V

PROJETO URUCUIA

O aquífero Urucuia constitui uma verdadeira “Caixa d’água”, de extrema importância para a região nordeste do Brasil. Ocorre predominantemente no estado da Bahia, se estendendo também por Minas Gerais, Goiás, Tocantins e Piauí e Maranhão. Dentre os diversos usos de seus reservatórios destacam-se o atendimento ao pujante polo de agronegócios do oeste da Bahia e a demanda hídrica da bacia do médio São Francisco, na zona semiárida.

Em nível do conhecimento atual, admite-se que as águas liberadas por esse aquífero representem 30% de todo o volume hídrico afluente à barragem de Sobradinho, nos períodos de secas.



Para os próximos 18 meses, o Serviço Geológico do Brasil está propondo quantificar toda a reserva hídrica, definindo o que de fato pode ser utilizado e caracterizando a contribuição do aquífero ao rio São Francisco.

São condições essenciais para a manutenção do equilíbrio ecológico e ambiental do rio São Francisco a partir desta zona, com importância estratégica para seu projeto de revitalização.

Custo estimado para 18 meses: R\$ 5.000.000,00

Benefícios: toda população residente na área e entorno do rio São Francisco, o agronegócio, o meio ambiente.

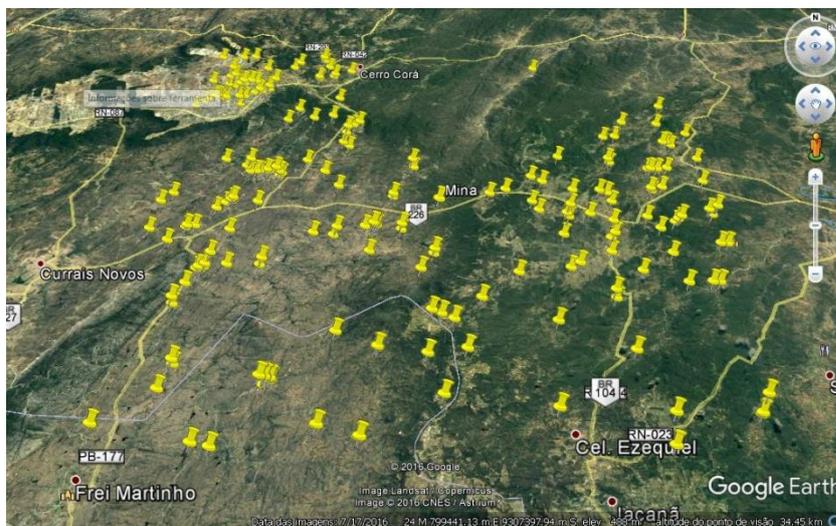
SUBPROGRAMA VI

ÁGUA E MINERAÇÃO

Este subprograma tem como objeto a realização de estudos visando identificar reservas de água subterrânea que possam atender as necessidades de pequenas minerações no semiárido. O princípio utilizado é o do manejo de águas que trata dos aspectos de captação, tratamento e distribuição da água visando disponibilizá-la para diferentes usos.

Conhecendo-se as vazões de exploração nas diferentes áreas, é possível se estabelecer as distâncias de transporte viáveis, do ponto de vista econômico, definindo as áreas para a implantação dos projetos definitivos: número de poços, piezômetros, rede de adutoras, energia etc

A figura a seguir exemplifica como é possível a utilização de poços produtores, abandonados para a mineração, por exemplo, onde foram encontrados poços nas seguintes disponibilidades: 5 km – 12 poços; 10 km – 44 poços; 20 km 228 poços.



Propõe-se a execução de estudos em 03 (três) áreas destinadas a mineração, com levantamento dos poços disponíveis, quantificando a capacidade de produção a partir da realização de testes de bombeamento e observações hidrodinâmicas.

Considerando a avaliação de 50 poços por área selecionada, o que totalizaria 150 poços testados, estima-se um custo total de R\$ 320.000,00, realizado em 12 meses, para diagnosticar três áreas.

Benefícios: atividade mineira.

SÍNTESE – OBJETIVOS E RECURSOS FINANCEIROS

SUBPROGRAMA	PROJETOS	UNIDADE	QUANTIDADE	PERÍODO DE EXECUÇÃO	CUSTO (R\$)		POPULAÇÃO BENEFICIADA (hab)	
					unitário	total		
I	BACIAS SEDIMENTARES	I.1 - Implantação de Campos de produção de água com perfuração de poços	poço	50	18 meses	1.727.250,00	86.362.500,00	2.112.000
		I.2 - Implantação de Campos de produção de água com recuperação de poços	poço	30	18 meses	2.241.333,00	67.240.000,00	840.000
II	ROCHAS CRISTALINAS	II.1 - Perfuração (180) e revitalização de poços (120)	poço	300	12 meses	34.300,00	10.290.000,00	75.000
		2.2 - Recarga artificial	poço	6	12 meses	80.000,00	480.000,00	15.000
III	ALUVIÕES	III.1 - barragens subterrâneas (porte médio)	barragem	24	18 meses	122.600,00	2.942.400,00	36.000
IV	NOVAS TECNOLOGIAS	IV.1 - Estimulação por cargas explosivas e/ou por fraturamento hidráulico em poços abandonados ou paralisados	poço	20	18 meses	140.000,00	2.800.000,00	30.000
		IV.2 - Centrais de dessalinização - 9 membranas, painel solar, bomba, aduções e tanques de evaporação	estação	5	18 meses	340.000,00	1.700.000,00	50.000
		IV.3 - Perfuração direcional	poço	20	18 meses	80.000,00	1.600.000,00	10.000
V	PROJETO URUCUIA	V.1 - Quantificação de reservas e contribuição ao rio São Francisco	relatório	1	12 meses	5.000.000,00	5.000.000,00	agronegócio + milhões de pessoas
VI	ÁGUA E MINERAÇÃO	VI.1 - Avaliação das possibilidades de abastecimento por água subterrânea para viabilizar a mineração	diagnóstico	3	12 meses	106.666,00	320.000,00	atividade mineira