

**ESTUDO DE ALTERNATIVAS, VIABILIDADE E
PROJETO BÁSICO DA ALTERNATIVA
SELECIONADA DA BARRAGEM ARNEIROZ II
*ESTUDOS PRELIMINARES***

**SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS –
SRH/CE**

Elaborado para:

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS – SRH - CE

Fortaleza - CE

Brasil

Elaborado por:

*Consórcio GOLDER-PIVOT
Rua Professor Dias da Rocha, 152*

Fortaleza - CE

Brasil

Distribuição:

03 Cópias – Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH – CE

01 Cópia – Consórcio GOLDER-PIVOT

2.2	Geomorfologia	03
2.3	Geologia	05
2.4	Geotecnia	10
2.5	Materiais de Empréstimo	11
2.6	Hidrologia	12
2.7	Socioeconomia	18
2.8	Projeto Desenvolvido pela Águasolos	29
3.	RECONHECIMENTO DE CAMPO	37
4.	PLANEJAMENTO DOS ESTUDOS BÁSICOS	43
4.1	Levantamentos Topográficos	43
4.2	Estudos Hidrológicos	44
4.3	Estudos Geotécnicos	46
4.4	Cronograma Atualizado de Execução dos Serviços	48

ANEXO – CÓPIA DAS CORRESPONDÊNCIAS

que servirão para otimização e planejamento da inspeção de campo, a ser realizada pela equipe multidisciplinar, bem como dos Estudos Básicos a serem desenvolvidos.

No item 2 está descrita a análise da documentação existente, tendo sido realizada pesquisa, reunião, seleção, organização e análise de todos os dados básicos e estudos já realizados que possam interessar, direta ou indiretamente, aos estudos e projeto em questão. Nesse contexto foram tratadas informações relativas à cartografia, geomorfologia, geologia, geotecnia, materiais de empréstimo, hidrologia e socioeconomia. Procedeu-se também uma análise crítica do projeto desenvolvido pela Águasolos, em 1992.

O item 3 reúne as atividades iniciais de reconhecimento de campo com enfoque geológico-geotécnico. Está incluído ainda o registro fotográfico da visita inicial de campo realizada no período de 23 a 26/02/00, ressaltando-se que nova visita será realizada no período de 28/03 a 02/04/00 contando com membros da equipe multidisciplinar.

Para o planejamento dos estudos básicos foi destacado o item 4, que abrange os levantamentos topográficos, estudos hidrológicos e geotécnicos, incluindo o plano de sondagens e cronograma atualizado de execução dos serviços.

Em anexo a esse relatório foram inseridas as atas de reunião e as correspondências de interesse trocadas entre a SRH/CE e o Consórcio GOLDER/PIVOT durante a realização dos Estudos Preliminares.

2. ANÁLISE DA DOCUMENTAÇÃO EXISTENTE

A descrição da análise da documentação existente foi elaborada considerando que, na presente fase de Estudos Preliminares, devem ser coletados e analisados os dados e as informações disponíveis sobre a região onde será implantada a barragem de Arneiroz II, com vistas a subsidiar a planejamento das fases imediatamente subseqüentes, como a inspeção da equipe multidisciplinar ao local do empreendimento e os Estudos Básicos.

Os dados coletados para os temas distintos, a saber: cartografia, geomorfologia, geologia, geotecnia, materiais de empréstimo, hidrologia e socioeconomia fornecem a referência inicial para os estudos seguintes orientando os aspectos mais relevantes que serão objeto de atenção quando da realização da inspeção de campo multidisciplinar.

- Carta de “Novo Oriente”, SB.24-V-C-VI MI-967, escala 1:100.000, da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste, atualizada em 1987.
- Carta de “Parambu”, SB.24-A-III, escala 1:100.000, da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste, de 1972.
- Carta de “Várzea do Boi”, SB.24-V-D-IV MI-968, escala 1:100.000, da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste, atualizada em 1987.
- Carta de “Independência”, SB.24-H-II, escala 1:100.000, da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste, de 1969.
- Carta de “Mombaça”, SB.24-V-D-V, escala 1:100.000, da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste, de 1972.
- Carta de “Catarina”, SB.24-Y-B-II MI-1046, escala 1:100.000, do Ministério do Exército, de 1971.
- Levantamento Planialtimétrico da Bacia Hidráulica, escala 1:5.000, realizado pela Aquasolos em 1992 – Folhas 1 a 10.

Além dos mapas relacionados acima, outros em escala menos detalhada foram utilizados para visualização global da divisão em subacias e, em destaque, da bacia hidrográfica do rio Jaguaribe, possibilitando o início da análise dos impactos advindos da implantação de mais um barramento na cascata. Essa documentação cartográfica está listada a seguir.

- Atlas do Ceará – IPLANCE – Fundação Instituto de Planejamento do Ceará;
- Mapas do Estado do Ceará – da SEPLAN, IPLANCE, DCG, escala 1:500.000, de 1994;
- Mapa da Rede de Açudagem de Leitões Perenizados do Estado do Ceará, da COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, escala 1:700.000, de 1999.

Para apresentação dos mapas bem como visualização das estações pluviométricas e fluviométricas com dados disponíveis na bacia, buscou-se ainda obter as cartas do Ministério do Exército, em escala 1:250.000, tendo sido feito contato com a 3ª Divisão de Levantamento do

A região onde se insere o empreendimento inclui, em sua parte mais baixa, setores de topografia predominantemente plana ou suavemente rampeada, que se orientam para os fundos dos vales. A fisionomia é conferida por feições de topografia aplainadas, decorrentes da pequena capacidade de incisão linear proporcionada pela rede de drenagem. As altitudes são inferiores a 200m.

À medida que as altitudes atingem cotas superiores (até 400m, ou, em raros casos, um pouco acima disso), há uma tendência generalizada para maior dissecação do relevo em feições morfológicas diversificadas. Dentre estas incluem-se formas de topos convexos, lombadas, morros, esporões e feições tabuliformes. Estas áreas, com aspecto de rampas degradadas eventualmente dissecadas, constituem patamares de acesso para os níveis elevados dos maciços residuais. Em sua maior parte, representam regiões que circundam os planaltos, marcando a transição entre estes e as terras baixas.

A vegetação predominante na região é constituída pela caatinga arbustiva aberta e pela floresta caducifólia espinhosa (caatinga arbórea).

Os solos pedológicos predominantes são os litólico eutrófico e distrófico, e o podzólico vermelho-amarelo eutrófico e distrófico bruno não cálcico.

A região, onde a semi-aridez é aguda e as caatingas têm distribuição extensiva, está inserida nas Depressões Sertanejas, com altitudes de no máximo 400 m, sendo detectadas, raramente, elevações superiores.

As litologias são representadas tanto por rochas do pré-Cambriano Superior como do pré-Cambriano Indiviso. Apesar da extrema complexidade litológica, as depressões sertanejas se apresentam como vastas superfícies de aplainamento, onde o trabalho erosivo truncou indistintamente essas rochas. Este fato não invalida, porém, o trabalho de erosão diferencial, que tende a colocar em destaque rochas resistentes, dissecando ou rebaixando mais intensamente os setores de litologias menos resistentes.

A topografia do sertão nem sempre tem aspecto aplainado, que tão bem caracteriza a superfície sertaneja. Nos locais em que a rede de drenagem se adensa, assumindo um padrão dentrítico, sem qualquer controle estrutural, o sulcamento linear tende a dissecar o relevo, dando ao mesmo feições onduladas.

O clima semi-árido, além de ser o principal fator condicionante da desagregação das rochas, contribui para impor os processos de remoção dos colúvios e de deposição deste material a jusante da área fonte. O tipo de revestimento vegetal pouco contribuiu para deter ou atenuar os efeitos do escoamento difuso ou em lençol, que tem acentuado o seu papel de agente de desgaste. O material carregado seletivamente justifica o adelgaçamento dos solos, pouco espessos em toda a região, enquanto que os detritos grosseiros, impondo obstáculos à sua remoção, depositam-se em superfície, dando à mesma o aspecto de chão pedregoso. Quando este material é revestido por colúvio, se expande às áreas cujos solos apresentam linhas de seixos sotopostos aos horizontes superficiais dos solos.

Resumidamente, e em função do exposto, pode-se dizer que a região apresenta as seguintes características geomorfológicas de maior relevância: grande variação litológica; truncamento indistinto das litologias por processos de morfogênese mecânica, que tenderam a aplainar a superfície; revestimento generalizado de caatinga com capacidade mínima para diminuir a ação de desgaste dos processos de erosão; pequena espessura de manto de alteração das rochas; ocorrência freqüente de pavimentos e paleopavimentos dentríticos; pequena capacidade de erosão linear em face da intermitência dos cursos de água, o que justifica a pequena amplitude altimétrica entre os interflúvios e os fundos de vales; presença de altos residuais nos locais de maior resistência litológica; e desenvolvimento de áreas de acumulação inundáveis à jusante das rampas sedimentares.

2.2.2 Geomorfologia Local

A área objeto dos estudos está inserida na unidade geomorfológica denominada Planalto Sertanejo que comporta-se, de um modo geral, como um patamar de acesso aos níveis mais altos, uma vez que representa um degrau intermediário entre a Depressão Sertaneja e os topos dos Planaltos e Chapadas que o circundam.

Morfologicamente caracteriza-se por uma intensa dissecação do relevo, resultando em formas predominantemente convexas e aguçadas, dispostas geralmente seguindo uma direção preferencial SO-NE e S-N. Trata-se de uma área de grandes dobramentos e falhamentos, que se refletem no relevo através de extensos alinhamentos de cristas, com escarpas íngremes e vales encaixados em “V”.

2.3 Geologia

2.3.1 Geologia Regional

Em termos estratigráficos, a região situa-se no Complexo Nordestino, que, em conjunto com outras áreas pré-cambrianas, encontra-se posicionado como substrato das seqüências supra cristais.

A geologia regional é formada, predominantemente, por rochas metamórficas, entrecortadas por intrusões ígneas de rochas básicas, como é apresentado no Mapa Geológico Regional (Figura 01).

Uma síntese das principais características estratigráficas da região é apresentada a seguir.

- *Rochas Plutônicas Granulares*: As rochas plutônicas são representadas por dois tipos característicos, um de composição granítica e outro de composição gabróide, que ocorrem em forma de corpos relativamente extensos e alongados. Estas rochas se apresentam geralmente discordantes com a estrutura regional, preenchendo fraturas em rochas do Complexo Caicó.
- *Complexo Caicó*: Esta unidade ocorre largamente por toda a região, e corresponde a maior unidade em termos de distribuição geográfica, sendo constituída por gnaisses variados, por lentes de metarcóseos, por quartzitos e por magmatitos, com as mais variadas estruturas.
- *Complexo Independência*: Esta unidade é basicamente para-metamórfica, constituída de gnaisses variados, xistos e lentes de calcário cristalino. O complexo Independência ocorre, regionalmente, ao longo de uma faixa de direção NNE e SSW, sendo seus contatos com as unidades circunvizinhas geralmente tectônicos.
- *Grupo Ceará*: Esta unidade é constituída por uma seqüência ectínitica, para-metamórfica, com quartzito na base, ao qual sobrepõem-se xistos, filitos e gnaisses. O contato das rochas desta unidade com as rochas subjacentes é geralmente concordante.
- *Diques Básicos*: Constituem-se de rochas filoneanas básicas, discordantes com a estrutura regional, preenchendo fraturas em rochas do Complexo Caicó. Em termos petrográficos, a unidade é representada por diabásios e por gabros de granulação média e grosseiras, de cor cinza-escura a negra, com impregnação de óxido de ferro.

Em termos estratigráficos a região situa-se no Complexo Nordestino, que, em conjunto com outras áreas pré-cambrianas, encontra-se posicionado como substrato das seqüências supracrustais.

O padrão geocronológico da área demonstra um envolvimento nos eventos do Pré-Cambriano superior, tendo sido, entretanto, o Evento Transamazônico o mais atuante no referido complexo.

A unidade em questão está representada por um grande número de amostras, que caracterizam a ampla e complexa associação de rochas que a compõem. As litologias predominantes do Complexo Nordestino compreendem migmatitos, gnaisses migmatizados e granitóides, anfíbolitos, quartzitos, calcários cristalinos, xistos, itabiritos, calcosilicatadas e rochas cataclásticas.

Em escala local, aparece na área um tipo lítico, encoberto parcialmente por depósitos sedimentares recentes ou por capeamento de solo residual. A rocha em questão é um gnaisse que foi afetado pelo processo de migmatização, caracterizando condições de temperatura bastante variadas e pressão em torno da média.

Os gnaisses exibem tonalidades cinza. A estrutura normalmente mostra uma intercalação de bandas escuras, enriquecidas em máficas, com bandas claras quartzo-feldspáticas. A granulação é principalmente equigranular média, podendo variar para equigranular fina.

As ombreiras esquerda e direita, bem como o local analisado nos estudos anteriores para implantação do sangradouro da Barragem Arneiroz II, são formados por uma camada de solo residual de gnaisse intercalado por afloramentos do gnaisse migmatítico, localmente alterado.

No leito do rio Jaguaribe os depósitos aluviais encobrem as rochas cristalinas, apresentando uma espessura em torno de 2,0 m e composição granulométrica predominantemente de areia média a grossa. Além desses aluviões ocorrem ainda sedimentos nas partes elevadas e encostas, sendo predominantemente transportados pelo efeito da gravidade (coluviões).

A exemplo de outras áreas pré-cambrianas, a região apresenta um padrão estrutural complexo, com planos de foliação geralmente verticalizados e intensamente contorcidos, raramente lineares, formando, dentre outros tipos, dobramentos isoclinais e recumbentes, com eixos verticais, inclinados e horizontais. Terminações branquiformais são freqüentemente observadas, assim como falhamentos, extensivos a toda a área.

As estruturas secundárias, representadas pelas fraturas, podem ser melhor analisadas com a observação do “diagrama de setor”, apresentado na Figura 02, podendo-se constatar que:

- existem três direções principais de fraturamento, quais sejam: N320, N60 e N5;
- predomina o quadrante noroeste sobre o nordeste, com maior número de fraturas na direção N320, perpendiculares aos falhamentos referidos, observando-se que, provavelmente, fraturas tracionais apresentam-se mais abertas que as demais, estando, porém, preenchidas por material quartzoso;
- as fraturas de direção N 60 apresentam a mesma direção das falhas referidas, sendo, portanto, longitudinais, com probabilidade de apresentarem-se fechadas por serem decorrentes de esforços compressivos perpendiculares a esses planos;
- as fraturas de direção N5 são tipicamente de cisalhamento e, portanto, não possuem aberturas consideráveis.

– *Maciço Terroso:*

O maciço terroso é constituído, basicamente, por dois tipos de solos, o aluvionar e o residual de gnaïsse/colúvio.

- Solo Aluvionar: Situa-se nas margens da calha do rio, apresentando extensão lateral aproximada de 40 m nas duas margens. Sua espessura é maior na margem esquerda, chegando a 2m. Na margem direita esta espessura é de cerca de 1 m. É constituído predominantemente por areia grossa a média com cascalho. Sua permeabilidade é estimada como sendo da ordem de 10^{-3} a 10^{-2} cm/s.
- Solo Residual de Gnaïsse/Colúvio: O capeamento do solo residual de gnaïsse/colúvio é muito pouco espesso, da ordem de 0,70 a 0,80 m, atingindo, no máximo, 1,5 m. Sua ocorrência não é extensiva a toda a área. São freqüentes os locais onde o mesmo não ocorre, com o maciço rochoso aflorando. Sua granulometria predominante é silto-arenosa, sendo a permeabilidade estimada da ordem de 10^{-4} a 10^{-5} cm/s.

– *Maciço Rochoso:*

O substrato rochoso é formado por gnaïsses variados, com características ora xistosas ora graníticas que, associados aos sistemas de fraturamento, definem a compartimentação do maciço rochoso.

O maciço rochoso é predominantemente são. O horizonte de rocha alterada raramente ocorre, sendo comum a passagem brusca de solo residual para maciço rochoso são. Quando presente, o horizonte de rocha alterada tem espessura máxima de 2 m, como na encosta direita da ombreira direita, local anteriormente previsto para implantação do sangradouro.

Os gnaïsses apresentam-se geralmente homogêneos sob o aspecto geomecânico, sendo pouco a medianamente fraturados. As fraturas encontram-se geralmente seladas, existindo alguns casos de fraturas abertas e oxidadas, mostrando indícios de percolação de água através das mesmas.

O percentual de recuperação das sondagens rotativas já executadas varia entre 60 e 100%. Considera-se, no entanto, prematuro relacionar estes valores à qualidade do maciço, pois quando as sondagens não são realizadas adequadamente é comum a ocorrência de baixas recuperações em maciços rochosos de boa qualidade geomecânica.

Sob o ponto de vista hidráulico, o substrato rochoso apresenta as seguintes características básicas:

- as fraturas encontram-se, em sua maioria, seladas, podendo ocorrer pontos localizados em que estão abertas. Mesmo neste último caso a perda de água específica não é significativa;
- as fraturas observadas nos testemunhos de sondagens apresentam-se, em sua grande maioria, com orientação sub-horizontal ou sub-vertical, ocorrendo também, em menor intensidade, fraturas com orientação vertical e horizontal. A frequência de fraturas é baixa, variando entre 0 fraturas/m a 13 fraturas/m, predominando trechos com 1 a 5 fraturas/m;
- a condutividade hidráulica do maciço é baixa, variando entre 0,3 a 2,5 l/min/m/Kg/cm²;
- apesar das boas condições do maciço acima referidas, a experiência em trabalhos com maciços semelhantes mostra serem muito comuns passagens e intercalações de trechos piores, tanto em área como em profundidade. Isto ocorre devido a maior susceptibilidade à alteração dos trechos mais enriquecidos em máficas, o que justifica um maior detalhamento das investigações para delimitar-se estas passagens de maciço de pior qualidade, onde certamente o topo do maciço são deverá estar mais profundo.

2.5 Materiais de Empréstimo

No trecho do rio Jaguaribe onde será implantada a barragem Arneiroz II são encontrados depósitos aluvionares, constituídos por areia grossa a média, de boa qualidade para utilização na obra. A extensão lateral total destas jazidas atinge até 40 m, sendo a extensão longitudinal variável. Cerca de 1,5 km a montante do boqueirão, existe uma jazida com extensão longitudinal da ordem de 1500 m.

Devido à quase inexistência de solo e de rocha alterada na área, a extração de material pétreo para as obras não constituirá problemas operacionais. Nesse sentido, observa-se que corpos rochosos aflorantes ou quase aflorantes de gnaiss são comuns na área, apresentando-se pouco a muito pouco fraturados e com alta resistência mecânica.

ressaltando-se que, nesta inspeção, estarão presentes os engenheiros hidrólogo e hidráulico da equipe multidisciplinar.

De acordo com o exposto, os estudos hidrológicos iniciaram-se com a coleta dos dados pluviométricos e fluviométricos, atividade desenvolvida tomando-se como referência os contornos do divisor de águas da bacia do rio Jaguaribe até o local do eixo do barramento de Arneiroz II (Figura 3) e consultando-se os Inventários das Estações Pluviométricas e Fluviométricas do DNAEE – Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica (edição 1996) para seleção de todas as estações existentes na área e região circunvizinha. Além dos inventários das estações do DNAEE, foi consultada ainda a listagem das estações pluviométricas gerenciadas pela FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Chuvas Artificiais.

Os históricos completos dos dados pluviométricos e fluviométricos foram solicitados às entidades responsáveis pelas estações (DNAEE/ANEEL, SUDENE, FUNCEME, DNOCS, INEMET).

As estações pluviométricas e fluviométricas pré-selecionadas estão apresentadas nas Tabelas 2.1 e 2.2 e nas Figuras 4 e 5 referentes aos histogramas de disponibilidade de dados, mostrados a seguir. Após o recebimento dos dados, será realizada a análise de sua consistência para identificação das estações com dados que poderão ser utilizadas nos Estudos Básicos.

TABELA 2.1
ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS PRÉ-SELECIONADAS

Código	Nome	Tipo	Município	Entidade	Lat.	Long.	Início (mês ano)	Fim (mês ano)
00540019	Independência	P	Independência	SUDENE	5° 23'	40° 20'	03 64	
60	Independência	P	Independência	FUNCEME	5° 24'	40° 18'	98	
188	Jaburu	P	Independência	FUNCEME	5° 25'	40° 29'	98	
210	Monte Nebo	P	Crateús	FUNCEME	5° 26'	40° 51'	98	
192	Irapuá	P	Crateús	FUNCEME	5° 29'	40° 25'	98	
181	Bom Jesus	P	Tauá	FUNCEME	5° 32'	40° 02'	88	
101	Novo Oriente	P	Novo Oriente	FUNCEME	5° 32'	40° 46'	74	
00540010	Faz. Forquilha	P	Tauá	SUDENE	5° 34'	40° 35'	01 62	08 76
00540007	Iapi	P	Independência	DNOCS	5° 37'	40° 25'	01 34	90
496	Boa Vista	P	Mombaça	FUNCEME	5° 39'	39° 51'	98	
00539030	Faz. São Gerônimo	P	Mombaça	DNOCS	5° 41'	39° 49'	01 32	90
190	Ipaporanga	P	Ipaporanga	FUNCEME	5° 42'	40° 21'	88	

Continua...

180	Carrapateiras	P	Tauá	FUNCEME	5° 51'	40° 15'	88	
00540017	Sto. Antônio	P	Tauá	DNOCS	5° 51'	40° 21'	01 32	90
178	Santa Tereza	P	Tauá	FUNCEME	5° 52'	40° 35'	88	
182	Vera Cruz	P	Tauá	FUNCEME	5° 53'	39° 57'	88	
179	São João do Trissi	P	Tauá	FUNCEME	5° 53'	40° 27'	88	
358	Quiterianópolis	P	Quiterianópolis	FUNCEME	5° 54'	40° 46'	81	
00540015	Açúde Várzea do Boi	PRE	Tauá	DNOCS	5° 55'	40° 21'	03 55	
00540021	Faz. Juá	P	Tauá	DNOCS	5° 56'	40° 17'	01 75	02 83
00540022	Lagoa do Boi	P	Tauá	DNOCS	5° 57'	40° 28'	01 79	02 83
00640002	Tauá	P	Tauá	DNOCS	6° 00'	40° 18'	07 12	90
00640009	São Martinho	P	Tauá	SUDENE	6° 01'	40° 08'	12 61	
142	Tauá	P	Tauá	FUNCEME	6° 01'	40° 17'	74	
00640024	Faz. Galvada	P	Tauá	DNOCS	6° 01'	40° 25'	01 75	02 83
00640016	Tauá 82683	PRTC	Tauá	INEMET	6° 01'	40° 26'	64	
00640022	Sítio Alívio	P	Tauá	DNOCS	6° 01'	40° 26'	01 75	02 83
00640023	Faz. Conceição II	P	Tauá	DNOCS	6° 01'	40° 26'	01 65	02 83
00640025	Faz. Maracanã	P	Tauá	DNOCS	6° 01'	40° 26'	01 75	02 83
00640026	Poço da Onça	P	Tauá	DNOCS	6° 01'	40° 26'	01 75	02 83
00640013	São Gonçalo	P	Tauá	DNOCS	6° 01'	40° 30'	08 12	01 75
00639019	Marruas	P	Tauá	DNOCS	6° 02'	39° 53'	01 34	90
177	Marrecas	P	Tauá	FUNCEME	6° 04'	40° 24'	88	
3	Acopiara	P	Acopiara	FUNCEME	6° 05'	39° 35'	73	
155	Trussu	P	Acopiara	FUNCEME	6° 05'	39° 44'	88	
37	Catarina	P	Catarina	FUNCEME	6° 08'	39° 52'	80	
00640010	Marrecas	P	Tauá	DNOCS	6° 09'	40° 29'	01 32	10 80
00639015	Catarina	P	Catarina	DNOCS	6° 12'	39° 54'	01 32	90
00640005	Estreito	P	Arneiroz	SUDENE	6° 13'	40° 17'	11 60	
111	Parambu	P	Parambu	FUNCEME	6° 13'	40° 42'	78	
00640015	Parambu	P	Parambu	DNOCS	6° 14'	40° 43'	01 32	90
169	Ebron	P	Acopiara	FUNCEME	6° 17'	39° 36'	88	
16	Arneiroz	P	Arneiroz	FUNCEME	6° 19'	40° 09'	78	
00640003	Arneiroz	P	Arneiroz	DNAEE	6° 20'	40° 08'	06 10	
00640021	Arneiroz	P	Arneiroz	SUDENE	6° 20'	40° 10'	03 65	09 76
172	Barra	P	Aiuaba	FUNCEME	6° 36'	40° 19'	88	

P – estação pluviométrica

R – estação pluviográfica

E – estação evaporimétrica

T – estação telemétrica

C – estação climatológica

	do Boi		Carrapateira						
36020000	Arneiroz	FRDQ	Jaguaribe	DNAEE	6° 20'	40° 09'	12 10		7980
36020001	Arneiroz	FD	Jaguaribe	DNOCS	6° 20'	40° 09'	12 10	06 62	6110
36081000	São Mateus	FD	Jaguaribe	DNOCS	6° 31'	39° 32'	11 11		14780
36140000	Corredores	FD	Jaguaribe	SUDENE	6° 28'	39° 26'	12 60	02 76	20512
36160000	Iguatu	FRDQT	Jaguaribe	DNAEE	6° 22'	39° 18'	12		21000
36190501	Orós	FD	Jaguaribe	DNOCS	6° 15'	38° 54'	03 37	04 56	25770
36185000	Orós-Túnel	FD	Jaguaribe	DNOCS	6° 16'	38° 56'	08 78		
36190500	Açude Orós	FD	Jaguaribe	DNOCS	6° 15'	38° 54'	60		25770

F – Estação com escala para observação do nível d'água (fluviométrica)

R – Estação com registrador – linígrafo (fluviográfica)

D – Estação com medições de descarga líquida

Q – Estação de qualidade das águas

T – Estação telemétrica

Ainda para os estudos hidrológicos e dimensionamentos das estruturas hidráulicas, foram analisados os documentos referentes ao “Projeto Executivo do Açude Público de Arneiroz II”, desenvolvido pela Aquasolos Consultoria de Engenharia, no período de setembro de 1992 a maio de 1997, incluindo textos, desenhos e anexos e o estudo de CAMPOS, J. N. B., “Dimensionamento de Reservatórios (O Método do Diagrama Triangular de Regularização)”, Fortaleza, 1996.

imediatamente subsequente, os denominados Estudos Básicos.

Especificamente no que tange aos aspectos socioeconômicos, há que se ressaltar que a elaboração do EIA/RIMA para a barragem de Arneiroz II, onde esse tema deverá obrigatoriamente ser abordado em detalhes, não constitui escopo de trabalho contratado junto à Golder. No entanto, de acordo com a visão integrada com o meio ambiente na qual devem ser desenvolvidos os Estudos e Projetos de Engenharia de qualquer empreendimento que se pretenda sustentável, buscou-se, no âmbito dos presentes trabalhos, já realizar levantamentos de algumas informações que serão fundamentais para subsidiar a concepção de alternativas, a seleção do arranjo geral e o detalhamento de engenharia do empreendimento em questão, em especial no tocante à:

- realidade socioeconômica do município de Arneiroz, onde o projeto estará inserido, com ênfase para os aspectos demográficos, de atividades econômicas, de infra-estrutura básica e de serviços;
- gestão municipal, procurando-se detectar, a priori, alguns segmentos relevantes de grupos de interesse que estarão envolvidos com a concepção, com o detalhamento e com a implantação do projeto; e
- número de propriedades, de proprietários e de pessoas inseridas na área a ser diretamente afetada pelo empreendimento, de acordo com a concepção do mesmo disponível até o presente momento.

Os dados assim obtidos fornecem a referência inicial não só para os levantamentos atualizados e de detalhe que deverão ocorrer no âmbito do EIA/RIMA, como também para orientar os aspectos mais relevantes que serão objeto de atenção quando da realização da inspeção de campo multidisciplinar (com a participação de um membro da equipe de Meio Ambiente da Golder), que constitui a atividade imediatamente subsequente à fase atual de trabalhos.

Para a realização dos Estudos Socioeconômicos Preliminares foram consultadas, entre outras, as seguintes fontes de dados secundários:

- Relatório de Projeto (Textos, Desenhos e Anexos) da Águasolos Consultoria de Engenharia – Setembro de 1992/Maio de 1997;

no Estado do Ceará. Diagnóstico do Município de Arneiroz” do CPRM – Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial – Residência de Fortaleza – 1998;

- Atlas do Ceará, Instituto de Planejamento do Ceará – IPLANCE – 1997;
- Censo Demográfico de 1991 e Contagem da População 1996 –IBGE;
- Sistema de Informações Educacionais da SEDUC – Diretoria de Estatística;
- Sistema de Estatísticas Cadastrais do INCRA;
- Instituto de Planejamento do Ceará – IPLANCE;
- Informativo Gerencial do DERT – 1997;
- Secretaria de Ação Social – SAS;
- Secretaria de Educação – SEDUC/Diretoria de Estatística;
- Secretaria de Fazenda - SEFAZ – Célula de Produção (CEPRO);
- Secretaria de Saúde – SESA/Sistema de Informações Ambulatoriais;
- Secretaria de Segurança Pública e Defesa da Cidadania.

b) Inserção Regional da Barragem de Arneiroz II

O boqueirão em estudo para a construção da Barragem Arneiroz II está localizado no rio Jaguaribe, no Município de Arneiroz que, conforme indicado na Figura 6, situa-se no sudoeste do Estado do Ceará, na região denominada Sertão dos Inhamuns.

A implantação do empreendimento em questão deve ser entendida como uma iniciativa relevante integrada a um conjunto de ações estratégicas voltado para aumentar a oferta de água em uma bacia onde verifica-se o uso intensivo dos recursos hídricos para irrigação e para o abastecimento doméstico da região da Grande Fortaleza, onde estão concentrados 60% da população do Estado do Ceará e 80% do seu PIB – Produto Interno Bruto.

possibilitam o abastecimento humano das populações situadas em um entorno de 100 km a partir do local previsto para o futuro reservatório. No período seco, as populações de Arneiroz, Saboeiro, São Pedro, Canafístula, Barro Alto, Quixoá e Gadelha são atendidas por carros pipa.

c) Caracterização Socioeconômica do Município de Arneiroz e da Sede Municipal

- *Aspectos Demográficos*

A criação do município de Arneiroz data de 14/03/1957, tendo o mesmo sido efetivamente instalado em 25/03/1959. A área do município é de 969 km², representando 0,66% em relação à área total do Estado do Ceará.

A sede municipal (Distrito de Arneiroz, único do município) dista 336 km de Fortaleza, em linha reta, representando uma distância, por rodovia, de 383 km. As vias de acesso à capital são materializadas pelas rodovias BR-020 (em um trecho de 351 km até a cidade de Tauá e por mais 56 km em estrada carroçável, com condições regulares de tráfego até a cidade de Arneiroz), pela CE-176 e pela BR-222. Observa-se que a sede municipal fica localizada 11 km a jusante do local previsto para o futuro barramento de Arneiroz II.

Segundo o Censo Demográfico do IBGE de 1991, a população total residente no município era de 7.387 pessoas. Ressalta-se que esses dados são, obviamente, referentes também ao Distrito Sede de Arneiroz, por ser este o único distrito do município. A partir da contagem da população efetuada pelo IBGE em 1996, verificou-se que esse contingente populacional sofreu um decréscimo de cerca de 4%, sendo contabilizadas 7.128 pessoas, sendo que, levando-se em consideração estimativas do IPLANCE realizadas com base na taxa geométrica de crescimento populacional no período 1991-1996, em 1998 a população total deveria estar em torno de 7.020 pessoas.

No intervalo 1991-1998, a população total residente no município distribuiu-se, em média, em termos de 76% como população rural e 24% como urbana. Há que se observar, no entanto, que segundo a contagem de população do IBGE em 1996, a parcela urbana sofreu um acréscimo de 26% em relação ao total apresentado em 1991, enquanto que, na área rural, o contingente populacional apresentou um decréscimo de cerca de 10% no período em análise. A partir de então, segundo as estimativas do IPLANCE, ter-se-iam verificadas taxas geométricas anuais de crescimento da população urbana em torno de 4%, e percentuais negativos para a população rural de cerca de 2%.

TABELA 2.3

INDICADORES DEMOGRÁFICOS (PERÍODO 1991 – 1996)

DISCRIMINAÇÃO	1991	1996
Densidade Demográfica (hab/km ²)	7,84	7,57
Taxa Geométrica de Crescimento Anual (%)		
Total	0,45	- 0,71
Urbana	0,02	4,73
Rural	0,45	- 2,15
Taxa de Urbanização (%)	18,71	24,42
Razão de Sexo – Homem / Mulher		
Total	104,06	101,64
Urbana	-	88,01
Rural	-	106,48
Participação nos Grandes Grupos Populacionais (%)		
0 a 14 anos	41,14	38,20
15 a 64 anos	52,88	55,25
65 anos e mais	5,98	6,55
Razão de Dependência (1)	89,12	81,01

Fonte: IBGE – Censo Demográfico – 1991 e Contagem da População – 1996

(1) É o quociente entre a “população dependente”, isto é, pessoas menores de 15 anos e com 65 anos ou mais de idade e a “população potencialmente ativa”, isto é, pessoas com idade entre 15 e 64 anos.

Em termos do número de domicílios, dos 1.508 cadastrados em 1996, 26,72% localizavam-se na área urbana e 73,28% na área rural. A média de moradores por município era de 4,32 para a área urbana e 4,85 para área rural, com uma média total de 4,71. Esses valores encontram-se ligeiramente superiores aos valores médios obtidos em 1996 para o Estado do Ceará, respectivamente iguais a 4,29 para a área urbana, 4,71 para a rural e 4,41 em termos totais.

- *Aspectos Econômicos*

As Tabelas 2.4 a 2.6 apresentam informações relativas a 1997, obtidas junto ao INCRA, e que permitem a caracterização da estrutura fundiária do município de Arneiroz.

Até 5	5	11,30
Mais de 5 a 10	8	57,20
Mais de 10 a 50	118	3.685,20
Mais de 50 a 100	146	10.908,80
Mais de 100 a 500	128	28.739,90
Mais de 500 a 1.000	16	10.536,80
Mais de 1.000 a 5.000	5	8.936,90
Mais de 5.000 a 10.000	-	-
Mais de 10.000 a 50.000	-	-
Mais de 50.000	-	-

Fonte: INCRA – Sistema de Estatísticas Cadastrais

(1) A classe de área total “igual a 0” refere-se a imóveis sem informação de área.

TABELA 2. 5

CATEGORIA DO IMÓVEL - 1997

MÓDULOS FISCAIS	IMÓVEIS	ÁREA TOTAL (ha)	PRODUTIVA		NÃO PRODUTIVA	
			IMÓVEIS	ÁREA (ha)	IMÓVEIS	ÁREA (há)
TOTAL	424	62.876,10	45	10.536,90	139	40.997,90
Minifúndio e não classificado	240	11.341,30	-	-	-	-
Pequena Propriedade	141	22.879,40	35	5.975,80	106	16.903,60
Média Propriedade	41	23.172,70	10	4.561,10	31	18.611,60
Grande Propriedade	2	5.482,70	-	-	2	5.482,70

Fonte: INCRA – Sistema de Estatísticas Cadastrais

Nota: A soma dos percentuais das áreas dos imóveis produtivos e não produtivos no município não perfaz 100% porque os minifúndios não são classificados.

Com base nas informações compiladas, verifica-se que 56,60% dos imóveis são enquadrados como minifúndios e não classificados (correspondendo a cerca de 18% da área total dos imóveis no município), e 33,25% como pequenas propriedades (com área em torno de 36% da área total dos imóveis). Apenas 10,15% dos imóveis enquadram-se na categoria de médias e de grandes propriedades (que, juntos, perfazem um total de área em torno de 46% da área total dos imóveis). Observa-se ainda que, da área total de 62.876,10 ha, cerca de 65% enquadravam-se, em 1997, como áreas não produtivas, presentes como a significativa maioria das terras em qualquer um dos módulos fiscais considerados pelo INCRA.

Analisando-se dados obtidos junto à Secretaria de Fazenda – Célula de Produção, eram cadastrados, em 1997, apenas 4 estabelecimentos industriais no município, todos ligados à indústria de transformação (madeira, mobiliário e produtos alimentares). Com relação ao comércio, foram identificados, na época, 60 estabelecimentos, todos atuantes no segmento varejista, assim distribuídos: 44 (73,33% do total do município) ligados a produtos de gêneros alimentícios; 8 (13,33%) a vestuário, artefatos de tecidos, calçados, armarinhos e miudezas; 4 (6,67%) a bebidas em geral; 2 (3,33%) a material para construção; 1 (1,67%) a perfumaria e produtos químicos farmacêuticos; e 1 (1,67%) a veículos, peças e acessórios.

O município apresentava ainda, em 1997, uma muito pouca representatividade, tanto dos setores secundário como terciário, no total desses segmentos no Estado do Ceará (respectivamente, 0,03% e 0,06%).

Por fim, em relação ao Produto Interno Bruto, dados de 1996 obtidos junto ao IPLANCE revelam que o município de Arneiroz ocupava a 157^a posição no Estado do Ceará em termos de PIB a custo de fatores, representando apenas 0,06% do PIB estadual, com um valor total de R\$ 10.505,18. Desse total, 58,05% era representado pelo setor de serviços, 27,70% pela agropecuária e 14,25% pelo segmento industrial. Em termos de Produto Interno Bruto per capita, o município, em 1997, ocupava a 43^a posição no Estado, com um valor de R\$ 1.473,79.

A Tabela 2.7 apresenta os principais indicadores educacionais relativos ao ano de 1997, segundo dados da SEDUC.

TABELA 2.7

PRINCIPAIS INDICADORES EDUCACIONAIS - 1997

DISCRIMINAÇÃO	MUNICÍPIO	ESTADO
Relação aluno/docente	20,56	26,36
Relação aluno/sala de aula	28,46	44,74
Taxa de escolaridade bruta no ensino fundamental (%) (1)	120,65	123,61
Taxa de escolaridade real no ensino fundamental (%) (1)	83,78	90,38
Taxa de analfabetismo de 11 a 17 anos (%) (1)	2,01	22,09
Taxa de aprovação no ensino fundamental (%)	77,92	61,96
Taxa de evasão no ensino fundamental (%)	23,89	11,29
Taxa de repetência no ensino fundamental (%)	14,88	13,19
Taxa de aprovação no ensino médio (%)	-	63,45
Taxa de evasão no ensino médio (%)	-	14,09
Taxa de repetência no ensino médio (%)	-	0,06

Fonte: SEDUC/Diretoria de Estatística – Sistema de Informações Educacionais

(1) Informações de 1996.

Com relação à Saúde, o Sistema de Informações Ambulatoriais da SESA indica que, em 1997, havia 6 unidades municipais ligadas ao SUS – Sistema Único de Saúde, sendo 3 postos de saúde, 1 centro de saúde, 1 ambulatório e 1 outro tipo de unidade não identificado. Por unidade de saúde eram contabilizados 9 leitos.

Em termos de recursos humanos, os dados de 1997 indicavam, para o município: 4 médicos; 6 enfermeiros; 2 dentistas; 12 agentes de saúde (responsáveis pelo acompanhamento de uma população de 7.032 pessoas e de 1.635 famílias); e 25 outros profissionais de nível médio. Os principais indicadores de saúde, em 1997, são apresentados na Tabela 2.8.

Nascidos vivos (nv)	170	86.609
Óbitos menores de 1 ano	10	3.433
Taxa de mortalidade infantil (por 1.000 nv)	-	39,64
Leitos / 1.000 hab	1,27	2,47
Unidades de Saúde / 1.000 hab	0,85	0,35

Fonte: SESA – Sistema de Informações do Programa Agentes de Saúde

No tocante ao abastecimento de água, dados da CAGECE/FNS para 1.997 indicam 436 ligações reais, com uma população abastecida de 1.473 habitantes, uma rede de distribuição de 3.896 m e um volume produzido de 109.128 m³. Com relação às fontes de abastecimento por água subterrânea, o “Diagnóstico do Município de Arneiroz” elaborado em 1998 pelo CPRM/Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial – Residência de Fortaleza (no âmbito do Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará) registrou a presença de 39 poços, todos do tipo tubular profundo, sendo 30 públicos e 9 privados. Destes, na época do levantamento, 20 estavam em uso e 16 desativados/não instalados, observando-se que, se considerados aqueles passíveis de entrar em funcionamento, poder-se-ia promover um aumento na oferta de água ao município de cerca de 80% (considerando poços públicos e privados), ou de 55% (considerando apenas os poços públicos).

É importante ressaltar que o diagnóstico supracitado apontava que, em termos de qualidade das águas subterrâneas, a maioria dos poços tubulares apresentava águas com teores de sais dissolvidos elevados, sendo que 12% com águas salinizadas, somente recomendadas para o consumo animal e de uso humano secundário.

No tocante ao abastecimento de energia elétrica, dados do Boletim Estatístico da COELCE (Boletim Estatístico) indicavam, para 1997, um consumo para o município de 859 MWh, correspondendo a 881 consumidores. 53,78% do consumo era devido à classe residencial (674 consumidores), 22,12% ao setor público (49 consumidores), 12,34% à classe comercial (65 consumidores), 11,64% à classe de consumo rural (91 consumidores) e apenas 0,12% para indústrias (1 consumidor).

A sede municipal conta com 1 agência de correios e 1 campo de pouso.

Por fim, em termos de segurança pública, dados obtidos junto à Secretaria de Segurança Pública e Defesa da Cidadania, em junho/98, apontam um efetivo composto por apenas 3 pessoas: 1 sargento, 1 cabo e 1 soldado.

d) Gestão Municipal

Março, 2000

27

009-5601-OS1-001

e) Aspectos Socioeconômicos Relevantes Relativos à Área Diretamente Afetada pelo Empreendimento

Considerando-se a concepção do projeto da Barragem Arneiroz II disponível até o momento, a principal interferência socioambiental atrelada à implantação e à entrada em operação do empreendimento diz respeito à desapropriação de 48 propriedades, envolvendo 32 proprietários e um total de 347 pessoas, localizadas na área de 1.780 ha da bacia hidráulica do açude, nos locais onde serão executadas as obras, nas áreas de empréstimo e nas faixas de proteção ao reservatório. Observa-se que essas informações foram obtidas a partir do EIA/RIMA elaborado em 1993 pela Águasol para o DNOCS, documento que subsidiou a obtenção da Licença Prévia para o empreendimento junto à SEMACE – Secretaria de Meio Ambiente do Ceará.

Em termos socioculturais, por ocasião do EIA/RIMA não foram identificados testemunhos do patrimônio histórico, cultural ou arqueológico que pudessem vir a ser diretamente impactados pelo empreendimento.

f) Conclusões e Recomendações para o Planejamento dos Estudos Básicos

Embora a grande maioria das informações secundárias disponíveis não esteja atualizada, a análise das mesmas permite concluir pela inserção da Barragem Arneiroz II em um município que apresenta um conjunto relevante de carências em termos de infra-estrutura de serviços, principalmente considerando que a sede municipal será um ponto de apoio à construção do empreendimento, e que sofrerá uma dinamização natural já na época de implantação do projeto. Nesse sentido, é fundamental que se proceda, não só para o EIA/RIMA da Barragem Arneiroz II baseado em sua nova concepção de engenharia, mas também para subsidiar o planejamento executivo do empreendimento, uma atualização de campo de informações referentes à infra-estrutura de saúde, saneamento, educação, transporte e segurança pública da cidade de Arneiroz.

Em termos econômicos, chama atenção a grande concentração de minifúndios e de pequenas propriedades, bem como o fato de que uma parcela significativa dos imóveis encontra-se classificada como áreas não produtivas. Esse fato, além de realçar a relevância do projeto como

apontada no EIA/RIMA, deverá ser realmente objeto de análise criteriosa quando da realização dos estudos ambientais de detalhe para a nova concepção do projeto. A característica de minifúndios e de pequenas propriedades na área do futuro reservatório, bem como em seu entorno, poderá levar, a princípio, à inviabilização econômica de algumas unidades, em termos de suas áreas remanescentes. No entanto, esse aspecto deverá ser sempre analisado considerando as novas oportunidades que serão advindas através da melhoria das condições de abastecimento de água para a região, podendo reverter o quadro de improdutividade hoje verificado na maioria dos imóveis rurais. Assim, um futuro remanescente de propriedade, ainda que em dimensões inferiores àquelas hoje verificadas, poderá vir a ser contemplado com uma melhoria de condições para seu aproveitamento econômico em relação à situação vigente, principalmente considerando-se a implementação de ações de apoio ao pequeno produtor rural, no âmbito do Plano de Controle Ambiental da Barragem de Arneiroz II.

O contexto acima identificado apresenta uma estreita interface com aspectos de percepção ambiental a serem empreendidos junto à população da área diretamente afetada, e mesmo junto a lideranças e representantes do Poder Público Municipal. Esse trabalho de percepção, ainda que deva ser objeto de detalhamento por ocasião do EIA/RIMA, já deverá ser iniciado na fase de Estudos Básicos de Engenharia, para subsidiar, em termos socioambientais e com conseqüentes implicações econômicas, o estudo de alternativas para a concepção do projeto, estando, assim, em consonância com as diretrizes socioambientais estabelecidas pelo Banco Mundial.

2.8 Projeto Desenvolvido pela Águasolos

a) Estudos da Águasolos

Em junho de 1992, o DNOCS contratou a Águasolos Consultoria para elaborar o projeto da Barragem Arneiroz II, que se apresenta consolidado em cinco volumes de texto, incluindo os desenhos respectivos.

No desenvolvimento do projeto definiu-se o arranjo das obras contemplando a implantação de uma barragem de terra principal, com volume total de 894.000 m³ e de um vertedouro escavado em rocha na ombreira direita, sem calha de escoamento definida e sem dispositivos adequados para dissipação de energia/restituição de vazões. Não foram identificados pontos de fuga topográficos na crista prevista para o barramento (El. 370,00 m).

A opção feita no projeto foi pela Alternativa II (barragem de terra zoneada), embora não tenham sido apresentadas, na documentação disponível para análise, estimativas de custos que justificassem esta escolha. As justificativas qualitativas apresentadas no relatório, que consistem na grande distância das jazidas de solo (4,8 km) e na proximidade de pedreiras ao eixo da barragem, parecem justificar mais a adoção da Alternativa I (barragem de enrocamento com núcleo central de solo argiloso) e não a selecionada.

Outro aspecto que parece justificar mais a Alternativa I é o fato de que o volume de escavação obrigatória (random) é de 210.000 m³, e, segundo a análise do perfil geológico e dos boletins de sondagens, o mesmo seria composto por rocha adequada para utilização como enrocamento. Cabe ressaltar que o volume total de solos investigado foi de 645.000 m³, com distância de 4,8 km ao local previsto para implantação da barragem, que, somado às escavações obrigatórias (total de 210.000 m³, sem considerar expurgo de materiais), totalizaria apenas 855.000 m³, inferior à meta a ser atingida em estudos dessa natureza, ou seja, a disponibilidade de cerca de duas vezes o volume do maciço compactado, para compensar perdas e o empolamento.

É provável que, na época do projeto (1992), não eram conhecidas e/ou difundidas, na região, as soluções de concreto rolado ou de barragens de enrocamento com face de concreto, que não utilizam solo e são bem mais econômicas que a solução de barragem de concreto massa convencional.

Acredita-se que a solução de enrocamento com núcleo central de solo argiloso possa não ter sido adotada pelo fato de que a matriz dos solos encontrados na região é areno-siltosa e silto-arenosa. No entanto, há que se observar que solos desse tipo, quando compactados, podem apresentar baixas permeabilidades, conforme evidenciado nos ensaios de permeabilidade efetuados por ocasião do projeto em questão.

b) Avaliação do Painel de Inspeção e Segurança de Barragens

Em julho e em dezembro de 1998 foram realizadas as 15^a e 18^a Reuniões do Painel de Segurança de Barragens, com a presença dos membros Eng^o Paulo Teixeira da Cruz (Geotecnia) e Eng^o Ronei Carvalho (Hidrologia e Hidráulica), para apreciação do projeto da barragem Arneiroz II, entre outras.

– *Arranjo Geral das Obras e Geotecnia*

- Rever a concepção de projeto do vertedouro, principalmente quanto aos aspectos de concentração de fluxo, não revestimento da calha e ausência de dissipador de energia;
- Elaborar um mapeamento geológico-geotécnico detalhado, com identificação dos principais sistemas de fraturamento do maciço rochoso;
- Executar sondagens rotativas e a percussão na ombreira direita da barragem, bem como sondagens a percussão na ombreira esquerda;
- Analisar as seguintes alternativas: barragem de enrocamento com núcleo argiloso, com vertedouro na ombreira direita; e barragem de concreto rolado, com vertedouro na própria barragem.

c) Considerações sobre os Aspectos Hidrológicos

Analisando-se o conjunto de informações disponíveis nos estudos e projetos já desenvolvidos para a Barragem Arneiroz II, verifica-se a relevância de se proceder a uma avaliação detalhada dos efeitos do reservatório em questão (que conta com uma bacia de drenagem de 5.790,8 km²) sobre o açude de Orós (cuja bacia de contribuição é de 24.580 km²), localizado a jusante, também no rio Jaguaribe.

Na realidade, essa avaliação já foi objeto de um trabalho técnico realizado pela COGERH, e condensado no documento “Estudos do Impacto do Reservatório de Arneiroz sobre o Reservatório de Orós”, analisado para fins de elaboração da presente Proposta Técnica. A avaliação efetuada no estudo supracitado baseia-se no método proposto por J.N.B. Campos, em 1990 (“Regularização de Vazões em Rios Intermitentes”), para análise dos efeitos de reservatórios, no Estado do Ceará, em função de suas diferentes capacidades de reservação, a partir das características estatísticas das séries de vazões. Para tanto, é utilizado um modelo que simula a solução direta da equação do balanço hídrico a partir da avaliação de resultados de simulação direta, de estudos de associação de incertezas, de regularização de séries curtas e da definição da regularização para diferentes garantias.

Os resultados em questão podem ser plenamente compreendidos considerando-se que, enquanto o volume de Arneiroz II não alterar de maneira significativa os vertimentos em grandes cheias, não se verificará um benefício no sistema, simplesmente transferindo para montante (em Arneiroz II) uma vantagem que já se verifica em Orós. No entanto, ao regularizar significativamente seu regime, com volumes de reservação nitidamente superiores ao VAM, a barragem de Arneiroz II passará a acrescentar volumes regularizados ao sistema total.

Nesse contexto, há que se observar que, no projeto já elaborado para a barragem Arneiroz II, o nível da soleira do sangradouro (vertedouro) está fixado na El. 366,00 m, definindo um volume de reservação de 161 hm³, correspondendo a cerca de 70% do VAM. Em função do exposto, conclui-se, portanto, que para essa ordem de grandeza de reservação, os benefícios advindos da implantação de Arneiroz II serão, essencialmente, de redistribuição geográfica da água.

Por outro lado, caso a altura da barragem possa ser alteada em cerca de 5 a 6 m, objetivando alcançar volumes de reservação da ordem de 300 hm³, além da redistribuição geográfica da água poderá ser advindo, da implantação do empreendimento de Arneiroz II, um benefício relativo a um acréscimo de cerca de 50 hm³ na disponibilidade do volume anual regularizado no sistema Arneiroz II – Orós.

Verifica-se, portanto, a necessidade de que os estudos e o projeto a serem realizados para a barragem Arneiroz II sejam desenvolvidos sob uma ótica de análise de diferentes aspectos, que implicarão, obrigatoriamente, em um trabalho integrado das diferentes equipes técnicas do Consórcio alocadas com a SRH/CE e mesmo com os consultores integrantes do Painel de Inspeção e Segurança de Barragens, ou seja:

- O acréscimo da altura da barragem em cerca de 5 a 6 m, embora não implique, aparentemente, em aumentar, de forma significativa a extensão de crista do maciço, poderá conduzir a majorações de volumes do barramento com conseqüências relevantes em termos dos custos associados. Essas alterações, por sua vez, poderão ser mais ou menos significativas para as diferentes alternativas de seção-tipo da barragem que venham a ser consideradas. Nesse sentido, verifica-se que, em função da escassez de solos de empréstimo na área de intervenção direta do empreendimento, e em seu entorno, há indicações de que a manutenção da alternativa de barragem de terra, adotada no projeto hoje disponível, poderá revelar-se a menos atrativa em termos econômicos.

- Ainda sob a ótica de análise integrada da relação custo-benefício associada ao empreendimento, observa-se que os custos adicionais inerentes à implantação de uma barragem mais alta, bem como à mitigação de impactos negativos decorrentes de um reservatório com maior área, deverão ser avaliados frente aos benefícios que serão gerados do acréscimo na disponibilidade do volume anual regularizado no sistema Arneiroz II – Orós. Essa análise deverá levar ainda em consideração outros fatores relacionados com as diretrizes que balizam a gestão dos recursos hídricos no Estado do Ceará a curto e a médio/longo prazos, e que foram abordados anteriormente, tais como:
 - Decisões estratégicas quanto à priorização de metas a serem atendidas com a construção da barragem Arneiroz II, em compatibilidade com o total de recursos ora disponível ou previsto para tal. Assim, com uma otimização inicial de desembolsos, poderá ser alcançada uma meta prioritária de se redistribuir, geograficamente, o recurso hídrico na região, cobrindo os “vazios hídricos” hoje existentes, ou, a partir de um orçamento mais elevado, aumentar-se de princípio o volume de reservação e, em conjunto com a meta supracitada, majorar-se, também o volume anual regularizado no sistema.
 - Integrar ainda, na análise das metas anteriormente abordadas, em termos de prazos e de custos, os benefícios que poderão ser advindos à bacia do rio Jaguaribe decorrentes da transposição de águas do rio São Francisco, e como esses benefícios poderão vir a compensar um não acréscimo inicial na disponibilidade de volume anual regularizado no sistema Arneiroz II – Orós que poderia vir a ser advindo de um maior volume de reservação na barragem Arneiroz II.
- Por fim, observa-se também que, como resultante dessa análise estratégica de metas a serem alcançadas com a construção da barragem Arneiroz II, poderão ser gerados subsídios importantes para decisões quanto à alternativa que será adotada para a seção-tipo do barramento, uma vez que a opção por uma barragem de concreto compactado a rolo (CCR) poderá permitir alteamentos futuros, conduzindo à viabilização de um cronograma financeiro mais atrativo para o empreendimento, sob a ótica de distribuição dos desembolsos no tempo. Assim, com uma barragem de CCR, a princípio, de menor altura (compatível com aquela já indicada no projeto disponível), seria atingida a meta de cobertura de “vazios hídricos”, sem inviabilizar a construção de alteamentos futuros que, com o aumento de volumes de reservação associados, permitiriam alcançar uma meta mais ampla de majorar a capacidade de regularização do sistema Arneiroz II – Orós.

O melhor posicionamento para o vertedouro, a princípio, é na ombreira direita, devido às características topográficas do sítio. Nesta posição, o vertedouro possibilitaria a passagem das cheias com o descarte da vazão em drenagem natural (talvegue) existente, cuja comunicação com a calha do rio não é apresentada no projeto, devido ao limite do levantamento topográfico disponível à época.

O arranjo previsto preconiza total remoção, na fundação da barragem, do capeamento raso de solo areno-siltoso detectado sobre o topo rochoso. Com relação ao vertedouro, o mesmo foi projetado como um canal escavado controlado por um cordão de fixação (soleira) em arco, assente em rocha sã, totalizando cerca de 450 m. A calha da estrutura vertente ficará também, na sua maior parte, em rocha sã, ocorrendo solo e rocha alterada nas bordas de montante e de jusante. No talvegue onde será descartada a vazão vertida, de forma concentrada e não controlada, poderão ocorrer erosões durante a passagem de cheias.

A tomada de água para adução da vazão regularizada, localizada na margem direita, é composta de uma galeria em concreto armado e controle de vazão por jusante, através de válvula dispersora. O acionamento de stop-logs será feito por haste com grande inclinação, acompanhando o ângulo do talude da barragem. Observa-se que toda a estrutura da tomada de água estará assente sobre rocha, não havendo, portanto, problemas quanto a recalques diferenciais.

O desvio do rio para implantação das obras não deverá apresentar complexidades para sua execução, devido à intermitência do rio, com o leito do rio praticamente seco entre os meses de estiagem (junho a janeiro).

O principal problema, com relação à concepção preconizada para as obras, é o de disponibilidade de solos para construção da barragem. A textura predominante do solo, condicionada pela geologia local, é areno-siltosa e silto-arenosa, sendo as espessuras exploráveis reduzidas (em torno de 1,1 m) e grandes as distâncias de transporte (4,8 km).

Na visita de reconhecimento inicial, verificou-se que as condições geológicas locais não são favoráveis à ocorrência de solos, sendo, portanto, escassas as áreas de empréstimo que mostrem-se com espessuras e distância favoráveis à exploração para construção da barragem. Como consequência, a exploração de empréstimos obrigará ao desmatamento de áreas extensas, que levarão ainda ao agravamento do problema de transporte sólido já verificado na região, em decorrência da exposição de extensas áreas à erosão.

ser ressaltadas as seguintes considerações:

– *Quanto ao Projeto da Barragem:*

O projeto da barragem prevê a formação, no maciço, de uma zona a jusante com o material escavado para o vertedouro, incluindo desde solo (material de primeira categoria) até enrocamento (material de terceira categoria). A vedação é garantida a montante por uma “face” de solo compactado.

As principais considerações são que podem ser feitas, quanto à concepção da seção são as seguintes:

- o uso do material de escavação obrigatória, com percentual elevado de rocha medianamente alterada e são, poderá ser otimizado pela formação de dois espaldares típicos de barragens de enrocamento com núcleo central, permitindo-se inclinar significativamente os taludes em relação àqueles previstos no projeto inicial;
- o complemento necessário de rocha são para formação do maciço poderá ser obtido em pedreira próxima;
- o material de segunda categoria (saprolito/rocha muito alterada) poderá ser disposto junto ao núcleo argiloso, fora da faixa externa do maciço;
- devem ser analisadas soluções que minimizem a necessidade de se obter materiais em empréstimos.

– *Quanto ao Projeto do Vertedouro:*

- O projeto do vertedouro prevê o lançamento das vazões de cheia diretamente em um talvegue a jusante, sem proteção ou formação de uma calha definida, configurando uma concentração de fluxo não recomendável. Não há informações quanto à qualidade da rocha no talvegue para onde serão direcionadas as vazões descartadas, não possibilitando, portanto, verificar se é possível dispensar o revestimento de concreto, ou pelo menos os tratamentos superficiais contra a erosão.

sangradouro deverá ser obrigatoriamente revista.

– *Quanto ao Projeto da Tomada de Água:*

A principal ressalva que pode ser feita diz respeito ao acionamento, por haste muito inclinada, do dispositivo de controle a montante da estrutura, uma vez que este método de acionamento poderá conduzir a problemas insuperáveis durante a vida útil da obra, podendo chegar a tornar o dispositivo não operacional e sem condições de ser reparado a seco.

e) Alternativas a serem Consideradas nos Estudos

O sítio e a disponibilidade de materiais de construção são favoráveis a alternativas que minimizem ou mesmo dispensem a utilização de solo, e que são:

- Alternativa em barragem de concreto compactado a rolo (CCR), com o vertedouro, com extensão de crista da ordem de 200 m, em escada no centro do maciço, possibilitando a dissipação de uma parcela significativa da energia nos próprios degraus.
- Alternativa em barragem de enrocamento com núcleo central de solo compactado, com vertedouro na ombreira direita (com extensão da ordem de 160 m).

Observa-se que, na alternativa de barragem de enrocamento, a locação e a dimensão do vertedouro deverão ser definidas de modo a maximizar a aplicação do material de escavação obrigatória em rocha no maciço da barragem. Nesse sentido, deve-se ressaltar que uma maior escavação para o vertedouro poderia trazer, como benefício adicional, a possibilidade de dispensar o revestimento da calha face ao vertimento das vazões ocorrer em rocha sã e à minimização das velocidades em função do alargamento da seção de escoamento. Além disso, profundidades maiores de escavação na região de descarte das vazões vertidas poderiam vir a formar um dispositivo adequado à dissipação de energia.

Dependendo dos estudos hidrológicos e hidráulicos, que conduzirão à fixação da elevação da crista da barragem, poder-se-á viabilizar também uma terceira alternativa, que é a de enrocamento com fase de concreto, com disposição do vertedouro semelhante àquela prevista na solução de enrocamento com núcleo central. Ressalta-se que a viabilização desta última solução está relacionada à possibilidade de rebaixamento da cota da barragem abaixo da El. 367,00, permitindo a implantação de eixo reto para a obra, que é um condicionante construtivo da face de concreto.

3. RECONHECIMENTO DE CAMPO

No período de 23 a 26/fev/2000, foi feita uma inspeção de campo ao local da barragem de Arneiroz II para o reconhecimento geológico-geotécnico inicial da área, observando-se os seguintes aspectos principais:

EIXO DA BARRAGEM

- tanto na ombreira direita quanto na ombreira esquerda, ocorrem afloramentos de gnaisse migmatítico, pouco alterado e pouco fraturado (Fotos 1 e 2);
- a espessura do solo é pouco significativa, da ordem de 0,5 a 3 metros (Foto 3);
- na região do início do sangradouro, a espessura do solo é da ordem de 0,5 a 1 metro (Foto 4);
- próximo à calha do rio, ocorrem aluviões arenosos com espessuras maiores, estimadas em até 5 metros (Fotos 5 e 6);
- a foliação da rocha, apesar de ser bastante pronunciada, parece não condicionar a resistência e nem a percolação para as solicitações que atuarão no maciço (Foto 2);
- em termos de fundação, de uma forma geral, o maciço na região do eixo do barramento apresenta boas condições de resistência e deformabilidade. Quanto à percolação deverá ser dada atenção ao fraturamento, que aparentemente é pouco pronunciado em superfície, favorecendo o empreendimento.

As impressões obtidas com o reconhecimento de campo forneceram subsídios para a elaboração de um plano de investigações para o estudo da fundação da barragem que está apresentado no item 4.3.

empreendimento (Fotos 5 e 6);

- a espessura e a distribuição em área de solos argilosos, próximo ao eixo do barramento é muito restrita. Solos coluvionares, aparentemente de boas características como material de empréstimo foram localizados a cerca de 4 km a montante do eixo (Fotos 8 e 9);
- ressalta-se que brita, enrocamento e areia são abundantes na região. Por outro lado, materiais argilosos parecem apresentar ocorrência restrita e localização distante.

O mapeamento geológico da área de interesse será iniciado no mês de março de 2000, dando ênfase aos aspectos estruturais na área do barramento e identificação de possíveis depósitos para empréstimos.

Foi identificada uma passagem molhada localizada a 10 km a jusante do local do eixo da barragem de Arneiroz II, próximo à cidade que pode ser verificada através da Foto 10, mostrada a seguir.



FOTO 1 - Afloramento de gnaíse migmatítico a montante do eixo da barragem de Arneiroz II.



FOTO 2 - Afloramento de gnaiss migmatítico pouco alterado e pouco fraturado a montante do eixo da barragem de Arneiroz II.



FOTO 3 - Vista geral da região próxima ao sangradouro observando-se pequena cobertura de solo.

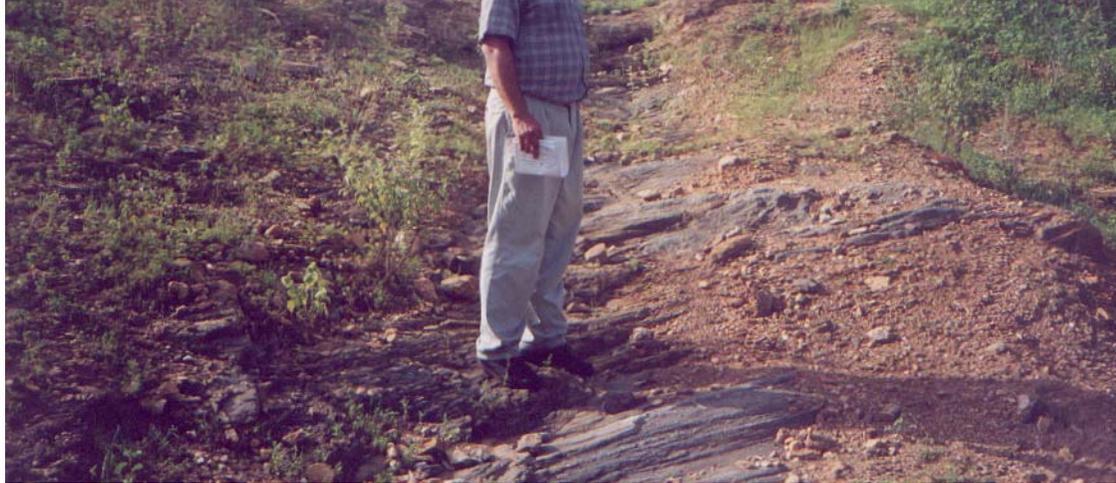


FOTO 4 - Região do início do sangradouro verificando-se a pequena espessura do solo (0,5 m)



FOTO 5 - Ocorrência de banco de areia a jusante do eixo do barramento.



FOTO 6 - Ocorrência de banco de areia próximo ao eixo do barramento.



FOTO 7 - Afloramento de gnaiss migmatítico em condições favoráveis para a implantação de uma pedreira a aproximadamente 1 km a montante do eixo.



FOTO 8 - Local com ocorrência de solo coluvionar que poderá servir de material de empréstimo, localizado a cerca de 4 km do eixo da barragem.



FOTO 9 - Detalhe da Foto 8, mostrando solo coluvionar com boas características para material de empréstimo, localizado a cerca de 4 km a montante do eixo.



FOTO 10 - Passagem molhada localizada a aproximadamente 10 km a jusante do eixo da barragem de Arneiroz II.

4. PLANEJAMENTO DOS ESTUDOS BÁSICOS

4.1 Levantamentos Topográficos

O levantamento topográfico foi iniciado no final do mês de fevereiro de 2000 com a realização do transporte de coordenadas e cotas e levantamento planialtimétrico do eixo.

A verificação da linha base da área do reservatório, bem como a locação da infra-estrutura (estradas, linhas de transmissão, etc.) será efetuada após o levantamento planialtimétrico da área do eixo.

A digitalização dos mapas do levantamento da área do reservatório também foi iniciada no final do mês de fevereiro/2000.

O modelo HEC-HMS será aplicado na determinação dos hidrogramas das cheias, antes e depois da simulação. Já o programa HEC-RAS será empregado na determinação das curvas de vertedouros e em estudos de remanso. Serão apresentados, como anexo aos relatórios dos estudos, os arquivos de entradas de dados completos, bem como os relatórios de saída, de forma resumida.

Para desenvolvimento dos estudos hidrológicos dos Estudos Básicos, serão efetuadas as seguintes atividades:

– Caracterização Física da Bacia Hidrográfica

Tendo reunido a base cartográfica, será feita a caracterização física da bacia hidrográfica do rio Jaguaribe até o eixo da Barragem de Arneiroz II, identificando o sistema físico no qual atuam os agentes climáticos, tais como precipitação e evaporação, resultando nos escoamentos superficiais e subterrâneos que alimentarão o reservatório a ser formado. Serão descritos os principais fatores físicos que interferem na formação dos escoamentos e dos fenômenos erosivos, incluindo geologia, morfologia, solos e cobertura vegetal, perfis dos principais cursos d'água, rede de drenagem e pequena açudagem.

– Caracterização Climática da Bacia Hidrográfica

A caracterização climática da bacia hidrográfica será embasada pela coleta de informações de estudos já realizados para a região em questão e de dados das estações climatológicas disponíveis, tendo por objetivo realizar uma descrição da climatologia regional e prover elementos para o desenvolvimento dos estudos ambientais. Serão caracterizados os regimes térmico, de insolação, de umidade relativa e de ventos, incluindo direções predominantes e velocidades médias mensais ao longo do ano. O regime pluvial também será descrito, com base em valores mensais e anuais. Além dos regimes característicos, serão avaliados os parâmetros relativos à evaporação do Tanque A e à evapotranspiração potencial, bem como desenvolvida a análise de homogeneidade climática da área.

descrição do regime de chuvas médias na bacia hidrográfica do Açude Arneiroz II, avaliando-se as chuvas médias mensais a partir de dados compilados dos postos pluviométricos da bacia e de outras bacias da mesma região. O volume total precipitado na bacia hidrográfica será calculado utilizando-se o histórico completo de dados disponíveis, através de isoietas e do polígono de Thiessen, resultando, a partir destes totais, uma série histórica das precipitações mensais ocorridas na bacia hidrográfica.

O regime de chuvas na bacia será analisado em função das séries de totais precipitados e, para representação da variabilidade espacial, das série individuais de todos os postos selecionados.

- Determinação Regime Fluvial e Dimensionamento do Reservatório

Nesta etapa serão desenvolvidos os estudos relativos à definição do tamanho do reservatório, de sua capacidade de regularização e das dimensões da estrutura da tomada de água, a partir de critérios de eficiência hidráulica e da otimização de custos globais. Serão analisadas as avaliações dos dados fluviométricos obtidos no âmbito do estudo hidrológico anteriormente desenvolvido, complementando-os até o ano mais recente, com disponibilidade de dados de vazão.

- Dimensionamento do Vertedouro

Para subsidiar o dimensionamento do vertedouro, serão desenvolvidas as seguintes atividades:

- *Estudo das Cheias*
- *Estudo das Chuvas Intensas*
- *Determinação do Tempo de Concentração da Bacia*
- *Determinação da Chuva Efetiva*
- *Determinação do Hidrograma Unitário (HU)*
- *Determinação dos Hidrogramas Totais de Projeto (HTP)*

Os estudos geotécnicos foram iniciados com a elaboração do plano de investigações do subsolo para o estudo da fundação da barragem, que está apresentado na Tabela 4.1.

Foram programadas 15 sondagens mistas com 16,50 m a percussão e 95 m em rotativa, com a previsão de 21 ensaios de perda d'água.

A programação das sondagens será reavaliada conforme os resultados a serem obtidos.

Além das sondagens, serão executados poços de investigação que serão locados de acordo com os primeiros resultados das sondagens.

As sondagens foram iniciadas no dia 01/03/2000 tendo como previsão de término o dia 30/03/2000.

A pesquisa de áreas de empréstimo está sendo iniciada, tendo como prioridade a seleção de locais para empréstimo de solos argilosos, que aparentemente são mais difíceis de serem localizadas.

		Prev.	Real	Prev.	Real	Prev.	Real	Prev.	Real	
SM-01	Est. 41	4,50	-	12,00	-	3	-	4	-	Leito
SM-02	Est. 36 + 10 m	1,00	-	10,00	-	-	-	3	-	OD
SM-03	Est. 50	1,00	-	9,00	-	-	-	3	-	OE
SM-04	Est. 29 + 10	1,00	-	3,00	-	-	-	1	-	OD (Tomada d'água)
SM-05	Est. 60	1,00	-	6,00	-	-	-	2	-	OE
SM-06	Est. 29 + 10 m (50 m M)	1,00	-	3,00	-	-	-	1	-	OD (Tomada d'água)
SM-07	Est. 29 + 10 m (40 m J)	1,00	-	3,00	-	-	-	1	-	OD (Tomada d'água)
SM-08	Est. 26	1,00	-	9,00	-	-	-	3	-	OD
SM-09	Est. 20	1,00	-	6,00	-	-	-	-	-	OD Sangradouro
SM-10	Est. 5	1,00	-	6,00	-	-	-	-	-	OD Sangradouro
SM-11	Est. 5 (40 m J)	0,00	-	4,00	-	-	-	-	-	Jusante do sangradouro
SM-12	Est. 5 (100 J)	0,00	-	4,00	-	-	-	-	-	Jusante do sangradouro
SM-13	Est. 0 = 0	1,00	-	8,00	-	-	-	-	-	OD Sangradouro
SM-14	Est. 5 (60 m M)	1,00	-	6,00	-	-	-	-	-	OD Sangradouro
SM-15	Est. 13 + 10 m (30 m J)	1,00	-	6,00	-	-	-	-	-	OD Sangradouro
TOTAL		16,50	0,00	95,00	0,00	3,00	0,00	18,00	0,00	

	- Estudos Geotécnicos																		
	- Estudos Hidrológicos																		
	DEFINIÇÃO DA CONCEPÇÃO GERAL DO PROJETO																		
	ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO TÉCNICO PRELIMINAR																		
	ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO DE VIABILIDADE																		
B	ELABORAÇÃO DO PROJETO EM EDIÇÃO PROVISÓRIA																		
	ELABORAÇÃO DO PROJETO BÁSICO EM EDIÇÃO DEFINITIVA E RELATÓRIO SÍNTESE																		

OBS.: ordem de serviço no dia 15/02/00

ANEXO – CÓPIA DE CORRESPONDÊNCIA

Março, 2000

009-5601-OS1-001

SEDE DO CONSÓRCIO: Rua Professor Dias da Rocha, nº 152 - Meireles - Fortaleza - Ceará - CEP: 60.170-310 - Brasil

De: José Carlos Virgili

Nº de Referência: 009-5601-F-006

Assunto: Reunião Inicial – Projeto das Barragens Taquara e Arneiroz II

Nº de Páginas deste fax (incluindo esta folha de rosto): 02

Caro Dr. Assis,

Em relação ao nosso fax nº 009-5601-F-004, de 10/03/00, propomos as mudanças abaixo discriminadas:

1) Programação da viagem

- Chegaremos em Fortaleza na quarta-feira (25/03) à 1:00 hora. Existem duas alternativas para a viagem até Arneiroz:
 - a) saída na quarta-feira após o almoço, com pernoite em Tauá (nosso pessoal já pernoitou lá, o hotel é razoável);
 - b) saída na quinta-feira, em torno de 5 horas.

Para nós é indiferente. Deixo esta decisão a vosso critério. Caso a viagem ocorra na quinta-feira, utilizaremos a quarta-feira para trabalhos internos.

Em caso de dúvida favor contatar-me.

GOLDER ASSOCIATES BRASIL LTDA.

José Carlos Virgili

Para: Ilmo Francisco de Assis Souza Filho
Presidente da Comissão de Acompanhamento
Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceará

De: José Carlos Virgili

Nº de Referência: 009-5601-F-004

Assunto: Reunião Inicial – Projeto das Barragens Taquara e Arneiroz II

Nº de Páginas deste fax (incluindo esta folha de rosto): 04

Caro Dr. Assis,

Em relação aos projetos referidos e a seu fax de 09 de março de 2000 informamos:

1) Face ao atendimento do cronograma dos projetos já estamos desenvolvendo algumas atividades, quais sejam:

- visita aos sítios e levantamentos geológico-geotécnicos de 2 geólogos (José Carlos Virgili e Tácito Cunha Sousa) e um profissional da empresa de topografia, no período de 21 a 25 de fevereiro de 2000; do geólogo Tácito Cunha Sousa no período de 28 fevereiro a 10 março 2000;
- contratação das empresas para realização dos trabalhos de geotecnia (investigações de campo e ensaios de laboratório), dos levantamentos topográficos e de restituição aerofotogramétrica;
- programação dos levantamentos topográficos e investigações geotécnicas de campo iniciais;
- início dos levantamentos topográficos em 28 fevereiro 2000;
- início das investigações geotécnicas de campo em 03 de março 2000;
- solicitação de autorização ao Ministério da Aeronáutica para fazer os vôos necessários para a tomada de fotos aéreas da área de Taquara. Esta atividade está prevista para início em torno de 15 março 2000, dependendo apenas do recebimento da referida autorização.

- 30/03 (quinta-feira): reconhecimento do sítio Arneiroz; viagem no final da tarde para Crateús (pernoite)
- 31/03 (sexta-feira): reconhecimento do sítio Taquara, viagem para Sobral (pernoite)
- 01/04 (sábado): viagem para Fortaleza
- 03/04 (segunda-feira): reunião com SRH / reunião interna
- 04/04 (terça-feira): reunião com SRH / reunião interna; retorno para BH no período da tarde.

- Equipe

- José Carlos Virgili - geologia / geotecnia
- Mário Cicareli Pinheiro - hidrologia / hidráulica
- Ana Paula P. Vianna - hidrologia / hidráulica
- José Mário Q. Mafra - geotecnia
- Tácito Cunha Sousa - geologia / geotecnia
- Elisa de Castro Bruzzi Boechat - meio ambiente

4) Nas reuniões e visitas com a SRH sugere-se, a princípio, discutir os seguintes assuntos:

- plano de trabalho geral
- programações de investigações geotécnicas, levantamentos topográficos e aerofotogramétricos
- cronograma físico
- relatório de estudos preliminares
- coleta de dados e informações
- estudos hidrológicos
- reunião com junta de consultores

Em caso de dúvida favor contatar-me.

GOLDER ASSOCIATES BRASIL LTDA.

José Carlos Virgili

- 6.2.1 Geologia Regional
- 6.2.2 Geologia Local
- 6.2.3 Referências Bibliográficas
- 6.3 Hidrologia
- 6.4 Sócio-Economia
- 6.5 Planejamento Regional

7. RECONHECIMENTO

- 7.1 Fotointerpretação
- 7.2 Visita ao Local da Barragem (inclui registro fotográfico)
- 7.3 Mapeamento Geológico de Superfície

8. PLANEJAMENTO DOS ESTUDOS BÁSICOS

- 8.1 Levantamentos Topográficos
- 8.2 Estudos Hidrológicos
- 8.3 Estudos Geotécnicos (inclui plano de sondagens)
- 8.4 Cronograma Atualizado de Execução dos Serviços

ANEXO – Cópia das Correspondências

- 2.2.1 Geologia Regional
- 2.2.2 Geologia Local
- 2.2.3 Referências Bibliográficas
- 2.3 Hidrologia
- 2.4 Sócio-Economia
- 2.5 Planejamento Regional

3. RECONHECIMENTO

- 3.1 Fotointerpretação
- 3.2 Visita ao Local da Barragem (inclui registro fotográfico)
- 3.3 Mapeamento Geológico de Superfície

4. PLANEJAMENTO DOS ESTUDOS BÁSICOS

- 4.1 Restituição Aerofotogramétrica
- 4.2 Levantamentos Topográficos
- 4.3 Estudos Hidrológicos
- 4.4 Estudos Geotécnicos (inclui plano de sondagens)
- 4.5 Cronograma Atualizado de Execução dos Serviços

ANEXO – Cópia das Correspondências

Para: Ilmº Sr. Engº José Carlos Virgili
M.D. Coordenador de consórcio Golden
Associates e PIVOT no Projeto das
Barragens Taquara e Araciroz II

De: Dr. Francisco de Assis de Souza
Filho
Presidente da Comissão de
Acompanhamento

Fax: (031)2919649

Tel: (031)2752417

Data: 09/03/2000

Ref.:

Cc:

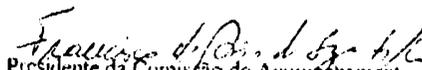
Urgente Para revisão Favor comentar Favor responder Favor circular

Prezado Senhor,

A SRH convida este consórcio para reunião com vistas a discussão do plano de trabalho desta consultora para o projeto das barragens Taquara e Araciroz II. Este plano de trabalho deve conter o cronograma físico e referenciar a equipe técnica que trabalhará nas diversas atividades do contrato.

Solicitamos sugestão de data para esta reunião, assim como de data para a visita de reconhecimento dos prováveis locais dos barramentos. A Secretária de Recursos Hídricos espera que esta reunião ocorra o quanto antes.

Atenciosamente,


Presidente da Comissão de Acompanhamento
Francisco de Assis de Souza Filho
Gerente de Planejamento Técnico/SRH/Ce
CREA/CE. Nº 10973-D

Tarde: Chegada dos consultores a Juazeiro do Norte com pernoite nesta cidade.

Dia 24/04/2000 - Segunda-feira

Manhã: Visita as obras da Barragem Cachoeira.
Tarde: Visita as obras da Barragem Rosário
Noite: Retorno a Fortaleza (via aérea)

Dia 25/04/2000 - Terça-feira

Manhã: Tempo disponível para os membros do Painel desenvolverem o relatório com seus comentários sobre as obras das Barragens Cachoeira e Rosário.
Tarde: Análise do "AS BUILT" da Barragem Monsenhor Tabosa com o desenvolvimento do relatório (14:00hs) e apresentação da programação dos estudos geotécnicos das Barragens Arueiroz II e Taquara (15:00hs), com o desenvolvimento do relatório.

Dia 27/04/2000 - Quinta-feira

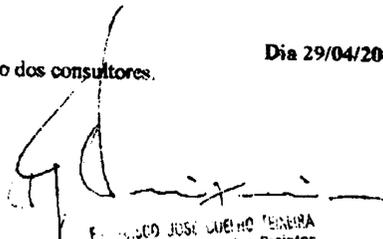
Manhã: Verificação das solicitações exigidas no parecer da 23ª Reunião do PISB sobre as Barragens Candeia e Jaburu (8:00hs) e Barragem Carmina (11:00hs).
Tarde: Tempo disponível para os membros do Painel desenvolverem o relatório com seus comentários sobre os projetos das Barragens Candeia, Jaburu I e Carmina.

Dia 28/04/2000 - Sexta-feira

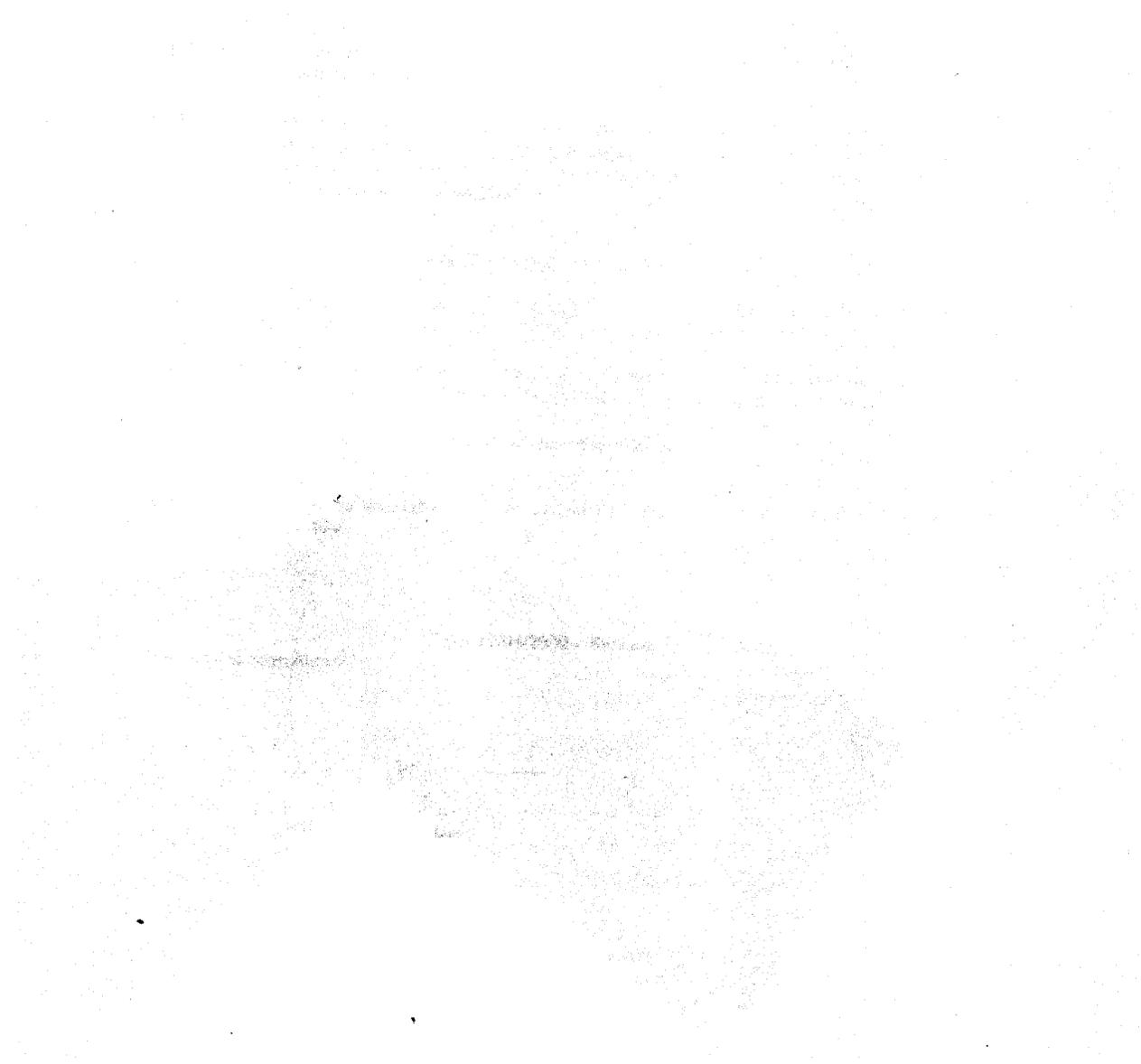
Manhã e tarde: Tempo disponível para os membros do Painel redigirem o relatório final da Reunião.

Dia 29/04/2000 - Sábado

Retorno dos consultores.


FRANCISCO JOSÉ LÚCIO TEIXEIRA
Coordenador Geral dos Projetos
Especiais / SRH - CEARÁ
CREA / CE Nº 8819-D

009 - ~~5~~ 5601



(24 a 29 de Abril de 2000)

Dia 24/04/2000 - Segunda-feira

Tarde: Chegada dos consultores a Juazeiro do Norte com pernoite nesta cidade.

Dia 25/04/2000 - Terça-feira

Manhã: Visita as obras da Barragem Cachoeira.

Tarde: Visita as obras da Barragem Rosário

Noite: Retorno a Fortaleza (via aérea)

Dia 26/04/2000 - Quarta-feira

Manhã: Tempo disponível para os membros do Painel desenvolverem o relatório com seus comentários sobre as obras das Barragens Cachoeira e Rosário.

Tarde: Análise do "AS BUILT" da Barragem Monsenhor Tabosa com o desenvolvimento do relatório (14:00hs) e apresentação da programação dos estudos geotécnicos das Barragens Arneiroz II e Taquara (15:00hs), com o desenvolvimento do relatório.

Dia 27/04/2000 - Quinta-feira

Manhã: Verificação das solicitações exigidas no parecer da 23ª Reunião do PISB sobre as Barragens Candéia e Jaburu (8:00hs) e Barragem Carmina (11:00hs).

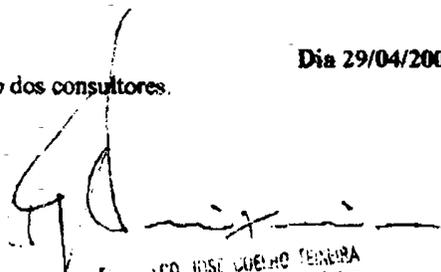
Tarde: Tempo disponível para os membros do Painel desenvolverem o relatório com seus comentários sobre os projetos das Barragens Candéia, Jaburu I e Carmina.

Dia 28/04/2000 - Sexta-feira

Manhã e tarde: Tempo disponível para os membros do Painel redigirem o relatório final da Reunião.

Dia 29/04/2000 - Sábado

Retorno dos consultores.



FRANCISCO JOSÉ COELHO PEREIRA
Coordenador Geral dos Projetos
Especiais / SRH - CEARA
CREA/CE Nº 6818-D

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Av. General Afonso A. Lima - Ed. SEDUC
Bl C - 1º e 2º Andar - Cambéa
Fortaleza/Ce 60.819-900
Fone: (085) 488 8539/ 8548

Para: Ilmº Sr. Engº José Carlos Virgili
M.D. Coordenador do consórcio Golder
Associates e PIVOT no Projeto das
Barragens Taquara e Araciroz II

De: Dr. Francisco de Assis de Souza
Filho
Presidente da Comissão de
Acompanhamento

Fax: (031)2919649

Tel: (031)2752417

Data: 09/03/2000

Ref.:

Cc:

Urgente Para revisão Favor comentar Favor responder Favor circular

Prezado Senhor,

A SRH convida este consórcio para reunião com vistas a discussão do plano de trabalho desta consultora para o projeto das barragens Taquara e Araciroz II. Este plano de trabalho deve conter o cronograma físico e referenciar a equipe técnica que trabalhará nas diversas atividades do contrato.

Solicitamos sugestão de data para esta reunião, assim como de data para a visita de reconhecimento dos prováveis locais dos barramentos. A Secretária de Recursos Hídricos espera que esta reunião ocorra o quanto antes.

Atenciosamente,


Presidente da Comissão de Acompanhamento
Francisco de Assis de Souza Filho
Gerente de Planejamento Técnico/SRH/Ce
CREA/Ce. Nº 10973-D