



Folha de Dados

IDGED:

0246/01

LOTE:

2612

AUTOR:

SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICO – SRH; GOLDER ASSOCIATES; PIVOT

TÍTULO:

ESTUDOS DE ALTERNATIVA, VIABILIDADE E PROJETO BÁSICO DA ALTERNATIVA SELECIONADA DA BARRAGEM TAQUARA

SUBTÍTULO:

TOMO I – RELATÓRIO ESTUDOS PRELIMINARES



GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ
SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

**ESTUDO DE ALTERNATIVAS, VIABILIDADE E
PROJETO BÁSICO DA ALTERNATIVA SELECIONADA
DA BARRAGEM TAQUARA**

**TOMO I - RELATÓRIO DOS ESTUDOS
PRELIMINARES**

MARÇO/2000

CONSÓRCIO



Lote. 02612 - Prep (X) Scan () Index ()

Projeto Nº 246/01

Volume /

Ord. A1

Ord. A3

0246/01

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

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

Elaborado para

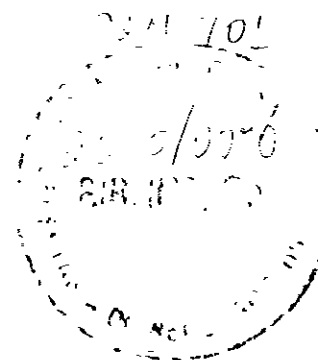
*SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS – SRH - CE
Fortaleza - CE
Brasil*

Elaborado por

*Consortio GOLDER-PIVOT
Rua Professor Dias da Rocha, 152
Fortaleza - CE
Brasil*

Distribuição

03 Copias – Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH – CE
01 Copia – Consortio GOLDER-PIVOT



Março, 2000

100003

009-5601-OS2-001

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	01
2	ANÁLISE DA DOCUMENTAÇÃO EXISTENTE	01
2 1	Cartografia	02
2 2	Geomorfologia	03
2 3	Geologia	05
2 4	Geotecnia	09
2 5	Materiais de Empréstimo	10
2 6	Hidrologia	10
2 7	Socioeconomia	16
2 8	Projeto Desenvolvido pela SEEBLA	28
3	RECONHECIMENTO	35
4	PLANEJAMENTO DOS ESTUDOS BÁSICOS	39
4 1	Restituição Aerofotogramétrica	39
4 2	Levantamentos Topográficos	40
4 3	Estudos Hidrológicos	40
4 4	Estudos Geotécnicos	42
4 5	Cronograma Atualizado de Execução dos Serviços	44

ANEXO – CÓPIA DAS CORRESPONDÊNCIAS

000004

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório reúne os Estudos Preliminares desenvolvidos para a elaboração do Estudo de Alternativas, da Viabilidade e do Projeto Básico da Barragem de Taquara que tiveram início em 15/02/00. Os Estudos Preliminares visaram, inicialmente, coletar e analisar os dados e as informações disponíveis sobre a região onde será implantada a Barragem de Taquara e sobre os estudos e projetos desenvolvidos anteriormente para o empreendimento. A partir de então, serão elaborados os critérios de projeto específicos para os trabalhos a serem desenvolvidos.

A coleta e análise de dados secundários refere-se a uma etapa prevista nos estudos preliminares 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, geotécnica, materiais de empréstimo, hidrologia e socioeconomia. Procedeu-se, ainda, uma análise crítica do projeto desenvolvido pela SEEBLA, em 1977.

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 a restituição aerofotogramétrica, 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 Taquara, com vistas a subsidiar o planejamento das fases imediatamente subsequentes, como a inspeção da equipe multidisciplinar ao local do empreendimento e os Estudos Básicos.

000005

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

2.1 Cartografia

As características físicas da bacia do rio Jaibas foram determinadas com base na cartografia disponível em escala 1 100 000 listada a seguir

- Carta de “Sobral”, SA 24-X-D-IV, escala 1 100 000, do Ministério do Exército, de 1972
- Carta de “Frecheirinha”, SA 24-Y-C-VI, escala 1 100 000, do Ministério do Exército, de 1972
- Carta de “IPU”, SB 24-V-A-III, escala 1 100 000, do Ministério do Exército, de 1972

Além dos mapas relacionadas acima, outros em escala menos detalhada foram utilizados para visualização global da divisão em subacias e, em destaque, da bacia hidrográfica do rio Jaibas possibilitando o início da análise dos impactos advindos da implantação de mais um barramento na cascata, estando listados a seguir

- Atlas do Ceara – IPLANCE – Fundação Instituto de Planejamento do Ceara,
- Mapas do Estado do Ceará – da SEPLAN, IPLANCE, DCG, escala 1 500 000, de 1994,
- Mapa da Rede de Açudagem de Leitos 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 Exército Brasileiro, com sede no Maranhão, e solicitação formal de informações para aquisição dos referidos mapas

1000006

2.2 Geomorfologia

2.2.1 Geomorfologia Regional

A região inclui, predominantemente, setores de relevos com altitudes inferiores a 200 m, em que as declividades, quase sempre iguais ou inferiores a 5°, têm larga predominância. Estendem-se a partir da orla litorânea, penetrando pelas depressões sertanejas através de aclives quase imperceptíveis. Em outras palavras, incluem setores de topografia plana ou suavemente rampeada, que se orientam para os fundos de vales ou para a faixa litorânea. A fisionomia é conferida por feições de topografia aplanada, decorrentes da pequena capacidade de incisão linear proporcionada pela rede de drenagem.

A medida que as altitudes atingem as cotas superiores a 200 m, há a 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 ou dos planaltos sedimentares. Em sua maior parte representam regiões que circundam os planaltos, marcando a transição entre estes e as terras baixas.

A vegetação predominante na área é constituída pela caatinga arbustiva aberta e pela caatinga arbórea.

Os solos pedológicos de maior ocorrência na região são os litólicos eutróficos e distróficos, os podzólicos vermelho-amarelo eutróficos e distróficos, e os regossolos eutróficos e distróficos.

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, raramente pouco superiores a este valor, estando embutidas entre os maciços residuais cristalinos ou entre estes e os planaltos sedimentares.

A oeste, próximo à divisa com o Estado do Piauí, aparece o planalto de Ibiapaba (Siluro-Devoniano), com altitudes na faixa de 750 a 850 m, declividade de 3 a 10%, apresentando superfície cuestasiforme limitada por escarpa erosiva.

Apesar da extrema complexidade litológica, as depressões sertanejas se colocam como vastas superfícies de aplainamento, onde o trabalho erosivo truncou indistintamente estas 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 aplanado, que tão bem caracteriza a superfície sertaneja. Nos locais em que a rede de drenagem se adensa, assumindo um padrão dendrítico, sem qualquer controle estrutural, o sulcamento linear tende a dissecar o relevo, dando ao mesmo

feições onduladas

A morfologia das depressões sertanejas se evidencia através de vastas rampas sedimentares, que partem das bases dos maciços residuais, com caimento no sentido dos fundos dos vales

O processo evolutivo dos sedimentos está intimamente ligado às características climáticas e de vegetação das depressões sertanejas semi-áridas. A parte da aguda irregularidade das precipitações pluviométricas, das amplitudes diurnas de temperatura e do caráter caducifólio do revestimento florístico, o processo em questão guarda íntima associação com os processos morfogenéticos atuantes

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 salientado seu papel de agente de desgaste. O material carregado seletivamente justifica o adelgaçamento dos solos, pouco espessos em toda a região, sendo 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 as áreas cujos solos apresentam linhas de seixos sotopostos aos horizontes superficiais dos solos

Resumidamente, pode-se dizer que a região apresenta as seguintes características geomorfológicas de maior significado: grande variação litológica, truncamento indistinto das litologias por processos de morfogênese mecânica que tenderam a aplanar a superfície, revestimento generalizado de caatinga com capacidade mínima para diminuir a ação de desgaste inerente aos processos de erosão, pequena espessura de manto de alteração das rochas, ocorrência frequente de pavimentos e paleopavimentos detriticos, 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 a jusante das rampas sedimentares

2.2.2 Geomorfologia Local

O local a ser estudado para a implantação da barragem Taquara situa-se em vale com topografia não muito acidentada, onde o rio Jaibas desenvolve-se com direção aproximada SW-SE, sendo que sua planície apresenta largura em torno de 300 a 400 m, com altitude aproximada de 108 a 110 m

A ombreira esquerda situa-se em encosta suave, com altitude máxima em torno de 130 a 135 m. A cerca de 700 m do rio aparece um platô aluvionar com cerca de 100 m de largura e altitude em torno de 120 m, no local denominado Fazenda Flores

111008

A ombreira direita é constituída por encosta também suave, com elevações máximas em torno de 135 m. A outra vertente deste morrote, que constitui sua encosta leste, constitui o local já estudado para a implantação do sangradouro, apresentando declividade suave, decrescente para NE. No local anteriormente previsto para a restituição das águas vertidas, as elevações são da ordem de 120 m.

Nas proximidades do eixo estudado, junto à ombreira esquerda, existe um pequeno córrego secundário, que, à época da visita para elaboração da proposta, ao sítio (julho/99), apresentava um poço de água, com extensão longitudinal de cerca de 30 m.

A área estudada está inserida na unidade geomorfológica denominada Planalto Sertanejo, que comporta-se, de 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 cristais, com escarpas íngremes e vales encaixados em “V”.

O Planalto Sertanejo apresenta-se como importante centro dispersor de drenagem. Os rios que drenam este planalto possuem os cursos retilíneos, intercalados por curvas e ângulos anômalos, e são marcados por inflexões bruscas em vários sentidos. Correm geralmente encaixados, não permitindo o desenvolvimento de planícies, salvo em pequenos trechos, principalmente nos setores em que interceptam litologias sedimentares. A maior parte do Planalto Sertanejo está incluída na categoria de “Serras Secas”, submetidas às deficiências hídricas típicas do clima semi-árido.

2.3 Geologia

2.3.1 Geologia Regional

As rochas predominantes na região pertencem, em termos estratigráficos, aos complexos apresentados a seguir, observando-se o Mapa Geológico Regional (Figura 01)

- *Pré Cambriano Inferior - Complexo Gnaissico Migmatítico* Representa áreas essencialmente gnaissicas e migmatíticas, com núcleos de gnaisses ortoderivados e outros gnaisses variados e intercalações de leptinitos, anfíbolitos, xistos, quartzitos ferríferos e corpos ultrabásicos. Incluem restos de litotipos supracristais paraderivados: quartzitos, xistos, mármore e gnaisses aluminosos.



- *Pré Cambriano Médio a Superior - Complexo Ceará* quartzitos e xistos, e muscovita-biotita gnaisses, com intercalações de micaxistos aluminosos, metacalcários, calcissilicáticos e anfíbolitos
- *Paleozóico - Cambriano e siluro-devoniano (Grupo Jaibaras e Formação Cariri)* sedimentos imaturos, conglomerados, arenitos grosseiros, arenitos finos, argilitos e siltitos
- *Aluviões* Os depósitos aluviais estão restritos à calha principal dos rios e riachos. Os sedimentos da calha do rio são representados por um pacote arenoso composto de areia média a grossa. Nas áreas de relevo mais acidentado, os aluviões são extremamente escassos, sendo comum nessas áreas a presença de afloramentos ao longo dos rios e riachos.

Em termos estruturais, os segmentos crustais encontram-se fragmentados em blocos, limitados por quilométricas falhas denominadas de zonas de cisalhamento. Constituem zonas miloníticas com extensão de centenas de quilômetros e largura também quilométrica, onde detectam-se foliações verticalizadas e lineação horizontal.

2.3.2 Geologia Local

A região de interesse se situa dentro da bacia cambrio-siluriana de Jaibaras. É constituída por sedimentos depositados e vulcânicos, dobrados e falhados nas fases finais do ciclo Brasileiro (pré-cambriano superior-paleozóico inferior).

O sítio da barragem é constituído por arenitos finos e por siltitos da formação Pacujá, ladeados por lavas da formação Parapui e parcialmente capeados por aluviões.

Os solos residuais, tanto no arenito como no siltito, são muito rasos e frequentemente não ultrapassam 0,3 m. Da alteração dos siltitos resultam, normalmente, areias finas siltosas. Na calha do rio, na região do eixo, o arenito pouco alterado encontra-se exposto.

A formação Pacuja é constituída por siltitos e arenitos muito finos, micáceos, laminados, epimetamórficos (metamorfismo de baixo grau) de cor roxa, marrom cinza escuro ou negro, ocorrendo as tonalidades mais escuras na ombreira direita, junto ao contato com as lavas, o qual se faz por discordância angular. A atitude geral da formação, ao longo de toda a ombreira esquerda, é N40° E e 55° SE, o que coloca os estratos, que têm sua direção perpendicular ao eixo do barramento, com mergulho para a margem esquerda. Na ombreira direita a direção geral é mantida, mas os mergulhos são acentuados e mesmo invertidos por falhamentos.

As lavas da formação Parapui são riolitos com abundantes fenocristais de feldspato potássico e vacuolos, que lhes conferem uma densidade relativamente baixa. As cores das lavas variam do castanho ao cinza escuro. Na base do derrame ocorrem brechas vulcânicas, com abundantes seixos arredondados de quartzo. O contato com a Formação Pacujá ocorre junto ao riacho afluente da margem direita do rio Jaibaras, que será cortado pelo eixo da barragem.

Ambas as formações acima descritas são de idade cambro-ordoviciana e ostentam forte fraturamento

Aluviões quaternários ocorrem no açude da Fazenda Flores e numa faixa de 350 m de largura ao longo do rio Jaibaras, onde detectam-se espessos depósitos de areia fina e consideráveis diques naturais

Devido ao fato de a direção de acomodamento da Formação Pacujá ser perpendicular ao eixo do barramento, é difícil a identificação de fraturas naquela direção, pois sua expressão topográfica confunde-se com a erosão diferencial ao longo dos planos de acamamento. As fraturas oblíquas à estratificação, entretanto, são bem identificáveis, assim como aquelas que determinam o curso do rio Jaibaras e seu pequeno afluente a ser barrado. Em virtude de seu caráter epimetamórfico, as rochas da Formação Pacuja mostram intenso e generalizado fraturamento. Entretanto, o estudo dos maciços rochosos na região mostra horizontes com baixa permeabilidade, acreditando-se que isto se deva ao fato de serem os arenitos e siltitos bastante pulvulentos, propiciando a obturação das fraturas já a reduzida profundidade.

000011

2.4 Geotecnia

Os estudos e investigações já executados na área, bem como as observações efetuadas quando da visita ao sítio, indicaram os aspectos geomecânicos apresentados a seguir

- *Maciço Terroso*

O maciço terroso é constituído, basicamente, por quatro tipos de solos aluvionar, residual de arenito, residual de siltito e residual de riolito

- **Solo Aluvionar** Os solos aluvionares ocorrem no açude da Fazenda Flores e ao longo do rio Jaibaras, numa faixa com extensão lateral da ordem de 350 a 400 m. São constituídos por areia fina e por areia fina siltosa, sendo frequente a presença de cascalhos/pedregulhos. As espessuras são variáveis, com média em torno de 5 m e máxima atingindo até 12 m, nas adjacências imediatas à calha do rio. A permeabilidade é estimada como sendo em torno de 10^{-3} a 10^{-2} cm/s.
- **Solos Residuais de Arenito/Siltito/Riolito** Os solos residuais presentes na área são muito pouco espessos, raramente ultrapassando 0,3 a 0,5 m, não sendo sua ocorrência extensiva a toda a área. Na realidade, são frequentes os locais onde não ocorrem, com o maciço rochoso aflorando. Sua granulometria predominante é silto-arenosa ou areno-siltosa, sendo a permeabilidade estimada da ordem de 10^{-5} a 10^{-6} cm/s.

- *Maciço Rochoso*

O substrato rochoso é formado por diferentes tipos de rocha (arenito, siltito, riolitos), conforme citado anteriormente.

De um modo geral predominam os maciços com rocha medianamente decomposta a sã, medianamente a muito coerentes, e medianamente a pouco fraturada. Normalmente os primeiros 3 a 5m do maciço rochoso, situados imediatamente abaixo das camadas aluvionares ou das delgadas camadas de solos residuais, e mesmo onde são aflorantes, têm qualidade geomecânica pior, sendo mais decompostos, menos coerentes e mais fraturados. As fraturas, incluindo este trecho superior, encontram-se geralmente seladas/obturadas.

O percentual de recuperação das sondagens rotativas já executado em estudos anteriores é muito variável, sendo em alguns casos inferior a 50% e, na média, situando-se em torno de 70%. Considera-se, no entanto, prematuro relacionar estes valores à qualidade do maciço, pois quando as sondagens não são realizadas adequadamente e comum os percentuais de recuperação serem baixos, mesmo para maciços rochosos de boa qualidade.

000013

Os parâmetros de resistência estimados para os maciços são variáveis, dependendo do tipo litológico, do grau de decomposição/coerência e do grau de fraturamento. Pode-se afirmar, no entanto, com base na experiência adquirida em trabalhos com materiais semelhantes, que o maciço são/medianamente alterado apresenta, com exceções localizadas, os seguintes parâmetros mínimos

- resistência à compressão uniaxial >20 mPa,
- ângulo de atrito $>40^\circ$.
- coesão > 50 tf/m²

2.5 Materiais de Empréstimo

Os aluviões ao longo da calha do rio apresentam areias que poderão ser aproveitadas. Considera-se que os volumes serão adequados à construção da barragem Taquara, diante das extensões e espessuras verificadas nos depósitos

As rochas vulcânicas existentes à pouca profundidade, ou mesmo aflorantes em ambas as ombreiras, aliada à carência, na região, de solos com espessuras adequadas para propiciar uma exploração para construção da barragem, conduzem à indicação da utilização de material rochoso, a título de material pétreo, para a implementação do empreendimento

2.6 Hidrologia

A coleta e análise dos dados de precipitação e vazão representa o início dos estudos hidrológicos sendo que para aplicação das metodologias para determinação das vazões de dimensionamento são imprescindíveis a reunião e a consistência dos dados. Obtendo-se as fichas descritivas das estações com dados disponíveis, tanto pluviométricas quanto fluviométricas, é possível, durante a inspeção de campo, conferir a localização das estações e suas condições de operação, ressaltando-se que estarão presentes nesta inspeção, 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 Jaibas até o local do eixo do barramento de Taquara (Figura 02) 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

1114

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 3 e 4 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)
86	Massapê	P	Massapê	FUNCEME	3° 32'	40° 20'	74	
00340015	Frecheirinha	PRE	Frecheirinha	DNOCS	3° 46'	40° 49'	01 34	
48	Frecheirinha	P	Frecheirinha	FUNCEME	3° 46'	40° 49'	81	
260	Jaibas	P	Sobral	FUNCEME	3° 50'	40° 30'	98	
482	Sobral	P	Sobral	FUNCEME	3° 50'	40° 38'	97	
00340029	Tapera	P	Carire	DNOCS	3° 51'	40° 32'	01 34	05 76
481	Rafael Arruda	P	Sobral	FUNCEME	3° 51'	40° 39'	98	
145	Ubajara	P	Ubajara	FUNCEME	3° 51'	40° 55'	74	
00340023	Mucambo	P	Mucambo	DNOCS	3° 54'	40° 44'	04 33	90
97	Mucambo	P	Mucambo	FUNCEME	3° 54'	40° 46'	74	
00340018	Ibiapina	P	Ibiapina	DNOCS	3° 55'	40° 53'	01 12	90
106	Pacujá	P	Pacujá	FUNCEME	3° 59'	40° 42'	81	
277	Graça	P	Graça	FUNCEME	4° 02'	40° 45'	83	
00440026	São Benedito	P	São Benedito	DNOCS	4° 03'	40° 52'	01 12	90
00440030	São Benedito	PR	São Benedito	SUDENE	4° 03'	40° 52'	07 64	
132	São Benedito	P	São Benedito	FUNCEME	4° 03'	40° 53'	74	
00440022	Graça	P	São Benedito	DNOCS	4° 04'	40° 45'	01 30	90
00440024	Guaraciaba do Norte	P	Guaraciaba do Norte	SUDENE	4° 09'	40° 44'	10 63	
00440000	Rerutaba	P	Rerutaba	DNOCS	4° 10'	40° 35'	01 13	90
00440039	Rerutaba	P	Rerutaba	SUDENE	4° 10'	40° 35'	63	
35	Carnaubal	P	Carnaubal	FUNCEME	4° 10'	40° 57'	78	
00440023	Guaraciaba do Norte	P	Guaraciaba do Norte	DNOCS	4° 11'	40° 45'	01 12	90
53	Guaraciaba do Norte	P	Guaraciaba do Norte	FUNCEME	4° 11'	40° 45'	74	

P – estação pluviométrica
R – estação pluviográfica
E – estação evaporimétrica

000015

TABELA 2.2
ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS PRÉ-SELECIONADAS

Código	Nome	Tipo	Município	Estado	Lat.	Long.	Início (mês ano)	Fim (mês ano)	Área (km²)
35263000	Ararus	FD	Jaibaras	DNAEE	3° 54'	40° 37'	12 68		684
35265000	Açude Aires de Souza	FR	Jaibaras	SUDENE	3° 47'	40° 31'	01 69	12 74	1068
35265001	Açude Aires de Souza	FR	Jaibaras	SUDENE	3° 47'	40° 31'	01 71	12 74	1068
35265100	Açude Aires de Souza	F	Jaibaras	DNOCS	3° 42'	40° 20'	03 79		
35265200	Açude Aires de Souza	FRD	Jaibaras	DNOCS	3° 42'	40° 20'	02 75		
35266000	Riacho Aires de Souza	FRD	Jaibaras	DNOCS	3° 42'	40° 31'	08 75		
35275000	Sobral	FRDQ	Acaru	DNAEE	3° 42'	40° 21'	02 62		11160
35275001	Açude Sobral	F	Acaru	DNOCS	3° 42'	40° 21'	09 11		11150
35295000	Açude São Vicente	F	Acaru	DNOCS	3° 24'	40° 16'	02 79		

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

R – Estação com registrador – linígrafo (fluviográfica)

D – Estação com medições de descarga líquida

Ainda para os estudos hidrológicos e dimensionamentos das estruturas hidráulicas, foram analisados os documentos referentes ao "Projeto Executivo da Barragem de Taquara", desenvolvido pela SEEBLA Engenharia de Projetos, em 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

000016

Código	Ano																																																						
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55									
35263000																																																							
35265001																																																							
35265000																																																							
35265100																																																							
35265200																																																							
35266000																																																							
35275000																																																							
35275001	9																																																						
35295000																																																							

Código	Ano																																																						
	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00										
35263000																																																							
35265001																																																							
35265000																																																							
35265100																																																							
35265200																																																							
35266000																																																							
35275000																																																							
35275001																																																							
35295000																																																							

Figura 4 - Disponibilidade de Dados das Estações Fluviométricas Utilizadas

2.7 Socioeconomia

a) Aspectos Gerais

O presente item foi elaborado 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 Taquara, com vistas a subsidiar a planejamento da fase 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 Taquara, onde esse tema deverá obrigatoriamente ser abordado em detalhes, não constitui escopo de trabalho contratado junto ao Consórcio GOLDER/PIVOT. 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 Cariré, 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,
- realidade socioeconômica da cidade de Arariús, localizada a 1,5 km do local previsto para implantação da barragem e que, portanto, sofrerá impactos diretos decorrentes da obra, em termos, principalmente, de pressões sobre sua infra-estrutura de serviços, 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 do Consórcio), que constitui a atividade imediatamente subsequente à fase atual de trabalhos

000020

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 SEEBLA – Serviços de Engenharia Emílio Baumgart Ltda – 1997,
- Relatório “Elaboração dos Estudos de Identificações Técnica, Socioeconômica, Ambiental e Demográfica do Projeto do Açude Taquara, no município de Carré, previsto no PROÁGLA” da ESC Engenharia e Serviços de Consultoria – Outubro/1998.
- Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Ceará,
- Relatório “Programa de Recenseamento de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea no Estado do Ceará Diagnóstico do Município de Carré” 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

000021

b) Inserção Regional da Barragem de Taquara

O local em estudo para a construção da Barragem de Taquara está localizado no rio Jaibaras, no Município de Cariré que, conforme indicado na Figura 05, situa-se na porção noroeste do Estado do Ceará, limitando-se com os municípios de Sobral, Pacujá, Mucambo, Groaíras, Santa Quitéria, Remutaba, Varjota e Forquilha

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 das regiões mais áridas do Estado do Ceará, o sertão do Alto Acaraú. A Barragem de Taquara está sendo planejada para integrar o sistema do rio Acaraú, de forma a servir de reforço ao Açude Aires de Souza, perenizando o trecho do rio Jaibaras até este reservatório. Assim, será favorecido o abastecimento de água dos municípios de Arariús, Mucambo, Pacujá e Graça, beneficiando as microrregiões do Médio e do Baixo Acaraú através da cobertura dos “vazios hídricos” hoje aí identificados, obrigando as populações a serem atendidas por carros pipa no período seco

300022

Um outro fator associado ao agravamento do quadro de abastecimento diz respeito à exposição da população a águas com péssimas condições higiênicas, ressaltando-se, portanto, a relevância da barragem de Taquara também no tocante à melhoria da qualidade das águas na região

Por fim, destaca-se ainda a importância do empreendimento no que tange à potencial utilização da água reservada excedente para fins de irrigação de mais de 10 000 ha situados no Baixo Acaraú, bem como a possibilidade de incremento crescente da atividade pesqueira no futuro reservatório, considerando-se a implementação de projetos de piscicultura intensiva e extensiva

c) Caracterização Socioeconômica do Município de Cariré e do Núcleo Urbano de Arariús

Aspectos Demográficos

O município de Cariré apresenta dois Distritos Cariré (sede) e Arariús (onde estará localizada a Barragem de Taquara)

O acesso à cidade de Cariré se faz, partindo de Fortaleza, pela rodovia BR-222, em direção à cidade de Sobral, sempre por estrada asfaltada, totalizando 260 km Já para a cidade de Arariús, o acesso é feito a partir de Cariré por estrada carroçável, por um percurso de cerca de 15 km Daí até o local do boqueirão onde está prevista a implantação da Barragem de Taquara percorre-se aproximadamente 1,5 km, em estrada carroçável

Segundo o Censo Demográfico do IBGE de 1991, a população total residente no município era de 17 747 pessoas A partir da contagem da população efetuada pelo IBGE em 1996, verificou-se que esse contingente populacional sofreu um acréscimo de cerca de 3%, sendo contabilizadas 18 223 pessoas (14 049 pessoas residentes no Distrito de Cariré, correspondendo a 77,09% do total municipal, e 4 171 pessoas no Distrito de Arariús, perfazendo 22,91% do total) 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 do município deveria estar em torno de 18 423 pessoas

No intervalo 1991-1998, a população total residente no município distribui-se, em média, em termos de 75% como população rural e 25% 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 22% em relação ao total apresentado em 1991, enquanto que, na área rural, o contingente populacional apresentou um decréscimo de cerca de 3% 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 1%

Ainda em termos demográficos, verifica-se, com base na contagem de 1996, que a população distribua-se, equitativamente, entre homens e mulheres, tanto nas áreas urbana como rural,

situação esta válida para os dois distritos do município. Ainda segundo os dados de 1996 do IBGE, das 18 223 pessoas residentes, 948 (5,20%) eram não naturais do município, sendo que destas, 66,24% eram provenientes de outro município cearense, 33,23% de outro Estado e 0,53% de origem ignorada.

Na Tabela 2.3 podem ser verificados os principais indicadores demográficos resultantes da análise dos dados constantes do Censo Demográfico de 1991 e da Contagem da População de 1996.

TABELA 2.3

INDICADORES DEMOGRÁFICOS (PERÍODO 1991 – 1996)

DISCRIMINAÇÃO	1991	1996
Densidade Demográfica (hab/km ²)	24,95	25,62
Taxa Geométrica de Crescimento Anual (%)		
Total	- 0,28	0,53
Urbana	- 0,89	4,10
Rural	- 0,28	- 0,54
Taxa de Urbanização (%)	21,54	25,64
Razão de Sexo – Homem / Mulher		
Total	97,19	100,65
Urbana	-	89,73
Rural	-	104,71
Participação nos Grandes Grupos Populacionais (%)		
0 a 14 anos	39,39	37,72
15 a 64 anos	52,52	53,52
65 anos e mais	8,09	8,54
Razão de Dependência (1)	90,40	86,43

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 4 103 cadastrados em 1996, 26,83% localizavam-se na área urbana e 73,17% na área rural. A média de moradores por município era de 4,24 para a área urbana e 4,51 para área rural, com uma média total de 4,44. Esses valores encontram-se ligeiramente inferiores 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.

1111025

• *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 Cariré

TABELA 2.4

CLASSES DE ÁREA TOTAL - 1997

CLASSES (ha)	NÚMERO DE IMÓVEIS	ÁREA (ha)
Total	808	50.991,10
Igual a 0 (1)	-	-
Até 5	52	162,40
Mais de 5 a 10	109	858,10
Mais de 10 a 50	400	10.294,80
Mais de 50 a 100	136	9.379,20
Mais de 100 a 500	97	19.216,40
Mais de 500 a 1.000	12	7.904,80
Mais de 1.000 a 5.000	2	3.175,40
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 (ha)
TOTAL	808	50.991,10	95	15.643,70	129	22.822,70
Mimfundo e não classificado	584	12.524,70	-	-	-	-
Pequena Propriedade	180	18.352,80	79	8.519,30	101	9.833,50
Media Propriedade	40	15.096,80	15	6.162,00	25	8.934,80
Grande Propriedade	4	5.016,80	1	962,40	3	4.054,40

Fonte: INCRA - Sistema de Estatísticas Cadastrais

0000000

TABELA 2.6

USO DA TERRA – 1997

USO DA TERRA	ÁREA DOS IMÓVEIS (%)		
	TOTAL	PRODUTIVO	NÃO PRODUTIVO
Com relação ao município	75.44	30.68	44.76
Com relação ao Estado	1.11	0.67	0.44

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 72,27% dos imóveis são enquadrados como minifúndios e não classificados (correspondendo a cerca de 25% da área total dos imóveis no município), e 22,28% como pequenas propriedades (com área em torno de 36% da área total dos imóveis). Apenas 5,45% dos imóveis enquadram-se na categoria de médias e de grandes propriedades (que, juntos, perfazem um total de área em torno de 39% da área total dos imóveis). Observa-se ainda que, da área total de 50 991,10 ha, cerca de 45% enquadravam-se, em 1997, como áreas não produtivas, presentes como a maioria das terras em qualquer um dos módulos fiscais considerados pelo INCRA.

A partir de informações do Banco do Nordeste, pode-se concluir a respeito da vocação econômica do município. As atividades consideradas como de alta prioridade para financiamento em 1997 eram assim classificadas para o subsetor “agricultura” – algodão herbáceo sequeiro, para o setor agroindustrial – fabricação de produtos de laticínio (exceto leite), fabricação de conservas de frutas e de hortaliças, bem como de sucos de frutas, para o subsetor “pecuária” – bovinocultura e caprinocultura de corte e leite semi-intensivas, e ovinocultura extensivas. Como de baixa prioridade destacavam-se o algodão herbáceo irrigado, o beneficiamento e refino de óleos vegetais em bruto (exceto babaçu), e a apicultura.

Dados do IBGE relativos a 1997 permitem verificar que, em termos de atividades de lavoura, a ênfase no município residia na mandioca (cerca de 25% da produção total municipal), na cana-de-açúcar (21%), na fruticultura – manga, laranja, banana, coco da bahia, cajú (juntos respondendo por cerca de 30% da produção total municipal), no milho (14%), no feijão de corda (cerca de 8% do total) e nas culturas de sequeiro – algodão e arroz (1,5%). Em termos de atividades extrativivas vegetais, o destaque absoluto, em termos de tonelagem produzida era para a lenha, respondendo quase que pela totalidade da produção verificada (61 200 t). No entanto, a carnauba em pó, com uma produção total em 1997 de 86 t, representava praticamente o mesmo percentual que a lenha em termos do valor total da produção (R\$ 128 000,00 sobre um total de R\$ 285 000,00 produzidos em 1997 pela atividade extrativa vegetal). Com relação a pecuária, destacavam-se os rebanhos bovino, ovino e caprino, sendo que a bovinocultura era responsável por cerca de 47% do valor total da produção pecuária em 1997. A produção de leite remontava a 25% do valor total da produção, seguida pela produção de galinhas/frangos (14%) e pela ovinocultura (5%), pela suinocultura (4%), pela caprinocultura (4%) e pela produção de ovos (1%).

11111127

É importante realçar que, analisando-se os dados de 1997 relativos à agropecuária e à agroindústria no município, verifica-se uma participação tímida desses setores em relação ao total do Estado do Ceará, sempre inferiores a 1%

Analisando-se dados obtidos junto à Secretaria de Fazenda – Célula de Produção, eram cadastrados, em 1997, apenas 6 estabelecimentos industriais no município, todos ligados à indústria de transformação (produtos de minerais não metálicos, madeira, vestuários, calçados, artefatos de tecidos, couros e peles, e produtos alimentares) Com relação ao comércio, foram identificados, na época, 173 estabelecimentos, todos atuantes no segmento varejista, assim distribuídos: 136 (78,61% do total do município) ligados a produtos de gêneros alimentícios, 12 (6,94%) a vestuário, artefatos de tecidos, calçados, armarinhos e miudezas, 7 (4,05%) a material para construção, 5 (2,89%) a perfumaria e produtos químicos farmacêuticos, 2 (1,15%) a combustíveis e lubrificantes, e 1 (0,58%) para cada um dos seguintes segmentos – bebidas em geral, artigos de decoração e utilidades domésticas, máquinas e aparelhos eletro-eletrônicos, e comércio ambulante

Em termos do setor de serviços, de um total de 4 estabelecimentos em 1997, 2 eram relativos a diversões e jogos, 1 a serviços de saneamento/limpeza urbana e construção, e 1 a serviços pessoais

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, 0,05% e 0,19%)

• *Infra-estrutura de Serviços*

Em termos de Educação, e no tocante ao número de estabelecimentos de ensino, segundo dados de 1997 da Secretaria de Educação/Diretoria de Estatística, eram identificados 46 estabelecimentos que ministravam educação infantil (4 com dependência estadual), 39 com dependência municipal e 3 particulares Com relação ao ensino fundamental contabilizavam-se 50 estabelecimentos, sendo 3 com dependência estadual, 43 com municipal e 3 particulares Com relação ao ensino médio, apenas 3 estabelecimentos eram identificados, sendo 2 com dependência estadual e 1 particular

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

000028

TABELA 2.7

PRINCIPAIS INDICADORES EDUCACIONAIS - 1997

DISCRIMINAÇÃO	MUNICÍPIO	ESTADO
Relação aluno/docente	25.98	26.36
Relação aluno/sala de aula	35.58	44.74
Taxa de escolaridade bruta no ensino fundamental (%) (1)	99.31	123.61
Taxa de escolaridade real no ensino fundamental (%) (1)	74.03	90.38
Taxa de analfabetismo de 11 a 17 anos (%) (1)	-	22.09
Taxa de aprovação no ensino fundamental (%)	63.48	61.96
Taxa de evasão no ensino fundamental (%)	8.77	11.29
Taxa de repetência no ensino fundamental (%)	8.69	13.19
Taxa de aprovação no ensino médio (%)	65.19	63.45
Taxa de evasão no ensino médio (%)	8.52	14.09
Taxa de repetência no ensino médio (%)	-	0.06

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

(1) Informações de 1996

No tocante ao abastecimento de água, dados da CAGECE/FNS para 1 997 indicam 771 ligações reais, com uma população abastecida de 2 659 habitantes, uma rede de distribuição de 8 405 m e um volume produzido de 201 631 m³. Com relação às fontes de abastecimento por água subterrânea, o “Diagnóstico do Município de Carre” 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 78 poços, sendo 74 do tipo tubular profundo (42 públicos e 32 privados), e 4 do tipo amazonas (todos públicos). Para os poços tubulares privados, verificou-se, à época do levantamento, que 21 estavam em uso e 5 desativados/não instalados, passíveis de entrar em funcionamento. Com relação aos poços tubulares públicos, 13 estavam sendo utilizados e 19 paralisados, podendo entrar em funcionamento. Considerando-se o total de poços passíveis de serem retomados, poder-se-ia promover um aumento na oferta de água ao município de cerca de 71% (considerando poços públicos e privados), ou de 56% (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 35% com águas salinizadas, somente recomendadas para o consumo animal e de uso humano secundário. Já 50% dos poços amazonas apresentavam águas com teores de sais inferiores a 500 mg/l (águas doces).

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 4 pessoas, 1 sargento e 3 soldados.

1111029

d) Gestão Municipal

Não puderam, até o momento, serem obtidos dados relativos à gestão municipal de Cariré (constituição dos Poderes Executivo, Legislativo e Judiciário, em termos de sua estruturação e de número de servidores)

Dados disponíveis na Secretaria de Ação Social – SAS do Estado do Ceará indicam um total, no município, de 14 entidades sociais cadastradas, em 1998, no Sistema de Ação Social, sendo 13 associações e 1 com natureza não identificada. Em termos de conselhos municipais, foram identificados o Conselho de Assistência Social e o Conselho do Direito da Criança e do Adolescente, segundo informações da Prefeitura Municipal de Cariré

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

Considerando-se a concepção do projeto da Barragem de Taquara disponível até o momento, a principal interferência socioambiental atrelada à implantação e à entrada em operação do empreendimento diz respeito ao conjunto de propriedades que serão objeto de desapropriação, bem como ao contingente populacional que deverá ser reassentado. Observa-se que, por ocasião da conclusão do relatório da ESC para a SRH/CE (outubro/98), ainda não havia sido feito um levantamento cadastral na área a ser diretamente afetada pelo projeto (considerada a área da bacia hidráulica, os locais onde serão executadas as obras, as áreas de empréstimo e as faixas de proteção ao reservatório) Portanto, ainda não se detém informações a respeito do número de pessoas e de propriedades atingido.

Em termos socioculturais, o relatório da ESC não identificou 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 de Taquara em um município que apresenta um conjunto relevante de carências em termos de infra-estrutura de serviços. Em especial, nesse sentido vale a pena ressaltar a proximidade do núcleo urbano de Arariús em relação à área do futuro reservatório, distante cerca de 1,5 km desta. Assim, ainda que esse núcleo não venha a ser atingido diretamente pela formação do açude, certamente sofrerá impactos negativos temporários decorrentes da atração de mão-de-obra para a construção, e de sua futura desmobilização, bem como pressões sobre a infra-estrutura básica. A esse respeito, ainda que não se disponham de dados específicos sobre Arariús, em função das informações obtidas sobre o

município de Cariré, pode-se antever, também para este núcleo urbano, uma condição de carência de serviços básicos

Ainda a respeito das influências do empreendimento sobre Arariús, há que se considerar os benefícios advindos de uma possível redinamização econômica do núcleo, durante e, principalmente, após a construção da barragem, decorrente de novas oportunidades, do incremento da irrigação no Baixo Acaraú e da melhoria de vida que o projeto deverá trazer para a região. No entanto, para que esses benefícios sejam potencializados, e não se transformem em fatores colaboradores de uma desestruturação social, há que se considerar a viabilidade de implementação de ações não só para dinamização do núcleo urbano de Arariús, como também para as cidades que serão favorecidas pela melhoria das condições de abastecimento de água

Nesse contexto, é fundamental que se proceda, não só para o EIA/RIMA da Barragem de Taquara 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 Arariús

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 fator dinamizador do município procurando reverter o quadro de agravamento de abastecimento de água, traz implicações para o estudo de novas alternativas para o projeto de engenharia, que impliquem em uma majoração da área de reservação. A ampliação da área poderá trazer, face ao contexto de pequenas propriedades na região, um acréscimo significativo do número de propriedades atingidas, fato que deverá ser abordado com detalhes face à sua implicação na relação custo-benefício ambiental e econômica do projeto

As características socioeconômicas do município indicam que a opção de reassentamento deverá ser 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 Taquara

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 SEEBLA

a) Estudos da SEEBLA

Em junho de 1977, o DNOCS contratou a SEEBLA – Serviços de Engenharia Emilio Baumgart Ltda para elaborar o projeto da barragem Taquara, consolidado em 06 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 2 300 000 m³ e de um vertedouro escavado em rocha na ombreira direita, com implantação do controle (soleira) em muro de concreto ciclópico, com face vertente revestida em concreto estrutural e sem dispositivo de dissipação de energia. Foram identificados três pontos de fuga topográficos na crista prevista para o barramento (El 135,60 m), onde seriam implantados diques, provavelmente de solo compactado. Estas estruturas, embora de pequena altura (máximo de 5.00 m), são extensas, totalizando cerca de 1 600 m

Observa-se que, no referido projeto, não há registro de estudo comparativo com outra alternativa de seção-tipo para o barramento (concreto, enrocamento, etc), apesar da escassez de ocorrência de solos para a construção de maciço compactado. Cabe ressaltar que as jazidas investigadas localizam-se a 12 km do sítio previsto para o barramento, com espessura média explotável em torno de 2.00 m, o que obrigaria ao desmatamento de extensas áreas para viabilizar a exploração do volume de material necessário à construção. Não há ainda, nos relatórios de projeto, registro quanto ao volume total investigado de material terroso

Cabe lembrar que na época do projeto (1977) não eram conhecidas e/ou difundidas, no país, as soluções de emprego de concreto rolado ou de barragens de enrocamento com face de concreto, que não utilizam solo e são bem mais econômicas que barragem de concreto massa convencional, em especial para o caso da barragem Taquara

A solução de enrocamento com núcleo central de solo argiloso não deve ter sido cogitada pelo fato da matriz dos solos encontrados na região ser areno-siltosa e silto-arenosa, embora solos deste tipo, quando compactados, possam apresentar baixas permeabilidades (experiência da Barragem de Taquara, com base nos resultados dos ensaios de permeabilidade, em laboratório, realizados a época do projeto já desenvolvido para este empreendimento)

Quanto ao vertedouro, a calha foi considerada sem revestimento, não tendo sido previsto nenhum dispositivo de dissipação, apesar de não estarem disponíveis, à época do projeto, resultados de

sondagens rotativas para subsidiar a avaliação das condições da rocha de fundação, no trecho a jusante da soleira do vertedouro

b) Avaliação do Painel de Inspeção e Segurança de Barragens

Em setembro de 1998, foi realizada a 16ª Reunião do Painel de Inspeção e Segurança de Barragens, com a presença dos membros Engº Paulo Teixeira da Cruz (Geotecnia) e Engº Ronei Carvalho (Hidrologia e Hidráulica), para apreciação do projeto da barragem Taquara, entre outras

As principais recomendações resultantes dessa reunião, para fins de adaptação e de alterações de projeto, foram

– *Hidrologia e Hidráulica*

- Refazer os estudos hidrológicos para o estabelecimento da cota do reservatório e das vazões de projeto do vertedouro

– *Arranjo Geral das Obras e Geotecnia*

- Estudar o arranjo geral e as seções-tipo dos diques previstos para os pontos de fuga topográficos, caso a cota do reservatório, a ser reavaliada, assim o exija
- Elaborar um mapeamento geológico-geotécnico detalhado, com tentativa de identificação de novas áreas, mais próximas, para obtenção de solos (empréstimo), areias e material pétreo para construção do empreendimento
- Executar, para o eixo da barragem principal, mais sondagens rotativas nas duas ombreiras, e, no leito do rio, sondagens a percussão, com SPT e coleta de amostras para ensaios de laboratório e para ensaios de permeabilidade “in situ”
- Executar sondagens mistas (percussão e rotativa) nos eixos dos diques
- Executar mapeamento geológico-geotécnico detalhado na área prevista para implantação do vertedouro, com execução de sondagens rotativas e de ensaios de perda d’água
- Revisar o talude do enrocamento de pé e o projeto de escavação para a barragem
- Analisar alternativas de barragem de enrocamento com núcleo argiloso, de barragem de concreto rolado, além de solução em barragem de terra com tapete argiloso a montante, em substituição ao “cut-off”

Observa-se ainda que não foi citado, pelos consultores, a avaliação de alternativa de barragem de enrocamento com face de concreto, que, no entendimento do Consórcio GOLDER/PIVOT, é uma solução que deve ser analisada, por ser indicada para utilização em locais em que há escassez de solos, topo rochoso raso, pedreiras próximas e/ou escavação obrigatória em rocha. Além disso, essa alternativa possibilita a implantação do barramento em eixo reto, como é o caso da barragem Taquara.

c) Considerações sobre os Aspectos Hidrológicos

A Barragem Taquara foi inicialmente estudada pelo DNOCS, em 1977, para integrar o sistema de irrigação do Vale do Acaraú, tendo como finalidade acumular os deflúvios da bacia do rio Jaibaras, preenchendo, assim, o “vazio hídrico” que se apresenta na região.

As características físicas da bacia hidrográfica foram assim descritas:

- Área da bacia hidrográfica 579 km²,
- Área da bacia hidráulica 5 800 ha,
- Capacidade de acumulação 279 000 000 m³,
- Vazão regularizada 4,43 m³/s, com 90% de garantia

Nos estudos anteriores elaborados pela SEEBLA, são apresentados os dados de vazão média mensal, registrados na estação fluviométrica do rio Jaibaras em Arariús, no período de 1968 a 1977. Os registros dessa estação podem ser considerados como representativos das afluências ao empreendimento de Taquara, já que o incremento de área de drenagem entre as duas seções é de apenas 1%. No período citado, a vazão média de longo termo verificada alcançou 5,46 m³/s, equivalente a uma descarga específica de 9,33 l/s km², valor relativamente elevado para as características de clima semi-árido daquela região.

No projeto inicial do DNOCS, o vertedouro proposto estava localizado na ombreira direita, com canal de 222,00 m de largura, escavado em rocha, e perfil Creager de controle com crista na El 131,00 m. As elevações do canal a montante e a jusante do perfil Creager eram, respectivamente, 129,00 e 128,00 m.

A estrutura da tomada de água então projetada era composta por uma torre a montante, por uma galeria com diâmetro de 1,00 m e instalada na El 108,00 m, e por uma câmara de controle com válvula dispersora, a jusante. Observa-se que as vazões características consideradas para dimensionamento dessas estruturas não estão claramente identificadas nos documentos de projeto analisados.

A partir da análise dessas informações, e considerando-se a intenção, no âmbito do PROÁGUA, de incorporar a Barragem Taquara ao sistema de gestão integrada dos recursos hídricos do Estado do Ceará e, especificamente, da região de inserção do futuro reservatório, conclui-se que deverão ser reavaliados os estudos hidrológicos e o dimensionamento hidrológico/hidráulico do empreendimento, sob a nova ótica de acumulação e de gestão do uso do recurso. Há que se observar que esta recomendação está relacionada muito mais à inserção do empreendimento, de cunho altamente estratégico para a região, no planejamento atualizado da gestão dos recursos hídricos do que em função da qualidade dos estudos que deram suporte ao projeto do DNOCS, bem como dos critérios e das metodologias então utilizados, ou do nível de detalhamento e de apresentação do projeto ora disponível.

Nesse contexto, ressalta-se a possibilidade de que a reavaliação recomendada resulte em um nível para o reservatório diferente daquele considerado pelo DNOCS. Como consequência, diferentes características e localização das estruturas hidráulicas poderão ser decorrentes, as quais poderão ainda ser afetadas pelos resultados das investigações geológico-geotécnicas complementares.

Há que se considerar ainda, no desenvolvimento dos estudos hidrológicos a serem ora realizados, a relevância de se verificar a possibilidade de redução da cota de crista prevista anteriormente para o barramento, sem riscos à perda da capacidade de armazenamento e de regularização da vazão que constituem os objetivos primordiais do empreendimento. Atingindo uma redução na cota de crista de até 5 m, seria possível minimizar, ou mesmo eliminar, a necessidade de implantação de 1 600 m de extensão de diques em pontos de fuga topográficos. Considerando-se que estas estruturas, segundo a concepção do arranjo anterior, totalizam cerca de 100 000 m³ de maciço compactado de solo, e que a disponibilidade deste material em distâncias atrativas em relação ao sítio barravel é reduzida, a otimização de projeto supracitada traria nitidos benefícios, em termos econômicos, para o empreendimento.

Assim, a reavaliação dos estudos hidrológicos passa a adquirir, para a Barragem Taquara, um caráter estratégico em termos de seu planejamento técnico-econômico. Para tanto, propõe-se que seja procedido uma revisão do dimensionamento do volume útil do reservatório, procurando incorporar os registros fluviométricos dos últimos 20 anos. Observa-se, por fim, que no projeto anterior o volume útil determinado ($V_u = 266 \text{ hm}^3$) equivale a 1,54 vezes o deflúvio anual, percentual que pode não estar necessariamente otimizado no contexto da distribuição das reservas hídricas da bacia hidrográfica em análise.

d) Considerações sobre o Arranjo da Barragem

O arranjo anteriormente proposto para o barramento de Taquara, com alturas de maciço baixas e médias, e comprimentos extensos de crista, é típico de açudes na região semi-árida, que apresentam baixo deflúvio médio anual e alta evaporação, apesar de grandes vazões de cheia.

Nesse sentido, observa-se que a grande vazão de projeto do vertedouro leva ao dimensionamento de uma estrutura com grande largura.

O melhor posicionamento para o vertedouro, a princípio, é na ombreira direita, devido à maior proximidade com a calha natural do rio, o que levará a um comprimento menor da calha do vertedouro. Nesta posição, a estrutura vertente possibilitará a passagem das cheias mantendo as condições do escoamento a jusante mais próximas da natural.

A escavação prevista para implantação do vertedouro prevê a implantação da soleira (cordão) em rocha. A calha ficará, na sua maior parte, em rocha sã, ocorrendo solo e rocha alterada nas bordas de montante e jusante, e, provavelmente, nos talvegues onde será descartada a vazão, podendo propiciar erosões durante a passagem das cheias.

O arranjo previsto preconiza, nas ombreiras, para fins de fundação da barragem, a remoção do capeamento raso de solo areno-siltoso detectado sobre o topo rochoso. Na planície aluvionar, onde existem espessuras de até 12 m de aluvião arenoso, está prevista a implantação de uma trincheira vedante, para reduzir a infiltração e minimizar riscos de ocorrência de erosão regressiva tubular ("piping") na fundação.

A tomada de água para adução da vazão regularizada é típica de arranjos do tipo previsto para a Barragem Taquara, ou seja, apresenta estrutura em torre com uma galeria em concreto armado e controle de vazão por jusante, através de válvula dispersora. Observa-se que toda a estrutura da tomada de água estará assente sobre rocha, não havendo, portanto, problemas quanto a recalques diferenciais.

Embora não identificado no arranjo apresentado no projeto disponível, há que se observar que a manutenção da crista da barragem na El. 135,00 m obrigará à implantação de três diques, com 5 m de altura, em pontos de fuga topográficos, totalizando 1.600 m de extensão e volumes de maciço em torno de 100.000 m³.

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

O principal problema, com relação à concepção preconizada para as obras, é a de disponibilidade de solos para a construção da barragem e dos diques, tanto dos pontos de vista qualitativo como quantitativo. A textura predominante do solo, condicionada pela geologia local, é areno-siltosa e silto-arenosa, sendo as espessuras explotáveis reduzidas (em torno de 2,00 m), e grandes as distâncias de transporte (12 km), considerando-se o significativo volume exigido para construção do maciço (2.050.000 m³ de solo compactado, sem considerar os diques, que devem totalizar 100.000 m³).

Na visita de reconhecimento inicial, verificou-se que as condições geológicas locais não são favoráveis a 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 a erosão. Em termos de proteção ambiental, a

exploração de empréstimos em região com essas características obrigaria ao desenvolvimento de projetos de recuperação de áreas degradadas, com significativas abrangência de atuação e alocação de recursos necessários à sua implementação

O aluvião e o solo de capeamento do topo rochoso, a serem retirados para construção das obras, por não apresentarem uma utilização clara e explícita no projeto, poderão se converter, integralmente, em materiais destinados à bota-fora, também obrigando ao desenvolvimento e à implementação de projetos de recuperação ambiental dessas áreas. Com base no exposto, verifica-se que deverá ser dada ênfase, nos estudos a serem ora realizados, à verificação da possibilidade de utilização desses materiais no corpo do barramento, notadamente nos diques a serem construídos nos pontos de fuga topográficos

Como resumo a apreciação sobre o arranjo proposto nos estudos anteriores (SEEBLA), podem ser ressaltadas as seguintes considerações

– *Quanto ao Projeto da Barragem*

- Considerando-se apenas a alternativa de barragem de terra, o projeto do maciço do barramento é relativamente consistente, sob o aspecto de dimensionamento geotécnico da seção-tipo
- O principal problema, na concepção da seção-tipo, relaciona-se à disponibilidade de solos para a implantação da solução preconizada (barragem de terra), parecendo justificar a consideração, no projeto, de outro tipo de seção que evite, ou pelo menos minimize, o uso de solo compactado no maciço da barragem

– *Quanto ao Projeto de Vertedouro*

- O projeto do vertedouro prevê o lançamento direto das vazões de cheia vertidas em um talvegue a jusante, sem proteção contra a instalação de processos erosivos ou a conformação de uma calha definida
- 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
- Não está previsto nenhum dispositivo de dissipação de energia no final da calha do vertedouro, o que poderá acarretar erosão no terreno natural e no aluvião do rio, com consequente assoreamento a jusante

- *Quanto ao Projeto de Tomada de Água*

- A principal observação que pode ser feita diz respeito à recomendação de se avaliar a possibilidade de implantação da tomada de água na mesma margem do vertedouro, de modo a minimizar a distância à central de concreto

e) Alternativas a serem Consideradas nos Estudos

O sítio e a disponibilidade de materiais de construção parecem ser mais favoráveis à 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 em escada no centro do maciço e tomada de água incorporada
- alternativa em barragem de enrocamento com face de concreto, com vertedouro na ombreira direita
- alternativa em barragem de enrocamento com núcleo central, com vertedouro na ombreira direita

Observa-se que, nas duas últimas alternativas, a dimensão do vertedouro deverá ser definida 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 benefícios adicionais, 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 conformar um dispositivo adequado à dissipação de energia.

Um outro aspecto relevante a ser ressaltado diz respeito à necessidade de que os estudos hidrológicos a serem realizados verifiquem a possibilidade de rebaixamento da crista da barragem, de modo a eliminar, ou pelo menos minimizar, os volumes de maciço de terra que compõem os diques a serem implantados nos pontos de fuga topográficos.

Cabe ressaltar que existe uma outra solução que poderia, a princípio, ser adequada, mas que não foi considerada para os estudos propostos. Esta solução seria representada por uma barragem de enrocamento com vedação a montante configurada por membrana asfáltica. O motivo de sua não consideração justifica-se pelo fato de não existir experiência relativa à sua implantação e operação no Brasil, ainda que tenham havido tentativas, neste sentido, por parte de algumas empresas de geração de energia elétrica, sem, no entanto, resultar na adoção desse tipo de solução.

3. RECONHECIMENTO

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

EIXO DA BARRAGEM

- na área do empreendimento, ocorrem predominantemente rochas areníticas com intercalações de rochas vulcânicas vesículo-amigdaloidais (nolitos) A ocorrência de rochas siltíticas também é esperada. no entanto, no local do barramento não foram visualizados afloramentos desta litologia
- os afloramentos rochosos estão concentrados próximo à calha do rio (Foto 1) e na meia encosta ocorrem solos coluvionares / solo de alteração com pequenas espessuras da ordem de 0,5 metros (Fotos 2 e 3).
- na calha do rio ocorrem aluviões com espessuras que aparentemente podem atingir 10 metros,
- na região do sangradouro, não ha afloramento, porem a espessura do solo parece ser pouco significativa, também da ordem de 0,5 metro (Foto 4),
- em termos de fundação. tanto o arenito quanto as rochas vulcânicas apresentam boas características de resistência e deformabilidade para as solicitações que serão requeridas pela obra O arenito parece apresentar uma cimentação silicosa que tende a diminuir a porosidade da rocha favorecendo o empreendimento quanto a questão da percolação O silito, quando não alterado. também apresenta boas características de resistência o que não acontece quando esta allterado Quanto ao fraturamento que deverá condicionar a percolação, não foi possivel verificar as suas características devido a falta de afloramentos representativos na área

MATERIAIS DE EMPRÉSTIMO

- a pouca espessura de solos da área deverá favorecer a exploração de materiais pétreos provenientes do arenito e das rochas vulcânicas Ensaio de reatividade deverão ser executados para a verificação da presença de materiais deletérios que poderão prejudicar o uso em concreto.
- durante a inspeção de campo não foi verificada a ocorrência de bancos de areia significativos no local do barramento No entanto, ao longo do leito do rio ocorrem feições geomorfológicas que tendem a favorecer a formação de bancos de areia que poderão ser aproveitados para a barragem.

- a espessura e a distribuição em área de solos argilosos, próximo ao barramento, é muito restrita e durante a inspeção não foi verificado nenhum depósito que pudesse fornecer volume suficiente para a barragem de terra. Prospecção específica deverá ser conduzida para a seleção de áreas próprias para empréstimo de solos, ou confirmar a inviabilidade do uso deste material para o corpo da barragem e diques.

Foi identificado um dique utilizado para abastecimento a 2 km a jusante do local do eixo da barragem de Taquara que pode ser verificado através da Foto 5, mostrada a seguir.

Ressalta-se que as observações coletadas no reconhecimento inicial forneceram subsídios para a elaboração do plano de sondagens que está apresentado no item 4.4.



FOTO 1 - Afloramento de arenito próximo à calha do rio a jusante do eixo da barragem de Taquara.

000040



FOTO 2 – Vista geral ao longo do eixo da barragem de Taquara da ombreira direita para a esquerda verificando-se pequena cobertura de solo coluvionar.



FOTO 3 – Pequena espessura de solo coluvionar a jusante do eixo do barramento.



FOTO 4 – Vista geral da área do sangradouro.



FOTO 5 – Vista do dique utilizado para abastecimento, localizado 2 km a jusante do local do eixo da barragem de Taquara.

000042

4. PLANEJAMENTO DOS ESTUDOS BÁSICOS

4.1 Restituição Aerofotogramétrica

Os levantamentos referentes à restituição aerofotogramétrica foram iniciados com a solicitação da licença para execução do sobrevôo na região de Taquara ao Ministério da Aeronáutica, tendo sido informadas as coordenadas UTM do polígono base para o sobrevôo e do polígono detalhado que abrange toda a área do reservatório

As coordenadas indicadas para a empresa que executará os trabalhos de restituição aerofotogramétrica e informadas ao Ministério da Aeronáutica para solicitação da licença foram obtidas através do estudo realizado inicialmente pela SEEBLA (referenciado no item 2.6) e estão listadas a seguir

Polígono Base

Vértice	Coordenadas	
1	9 572 000	325 000
2	9 560 000	325 000
3	9 560 000	310 000
4	9 572 000	310 000

Polígono Detalhado

Vértice	Coordenadas	
1	9 572 000	325 000
2	9 566 000	325 000
3	9 566 000	323 000
4	9 565 000	323 000
5	9 565 000	322 000
6	9 564 000	322 000
7	9 564 000	320 000
8	9 563 000	320 000
9	9 563 000	319 000
10	9 562 000	319 000
11	9 562 000	318 000
12	9 561 000	318 000
13	9 561 000	316 000
14	9 560 000	316 000
15	9 560 000	310 000
16	9 564 000	310 000
17	9 564 000	312 000
18	9 567 000	312 000
19	9 567 000	314 000
20	9 570 000	314 000
21	9 570 000	316 000
22	9 572 000	316 000

O apoio topográfico aos trabalhos de restituição aerofotogramétrica já foram iniciados

4.2 Levantamentos Topográficos

O levantamento planialtimétrico da área do barramento e diques, bem como da área do sangradouro será iniciado em 21/03/00, com a previsão de término em 30 dias. A mesma equipe de topografia está verificando, no campo, as coordenadas informadas à empresa responsável pelo sobrevôo e restituição aerofotogramétrica.

4.3 Estudos Hidrológicos

Os estudos hidrológicos a serem desenvolvidos para a Barragem Taquara têm como objetivo conhecer, através do levantamento dos dados e do emprego de metodologias apropriadas, a bacia hidrográfica e os fenômenos hidroclimáticos que nela ocorrem e que estão diretamente relacionados ao processo de regularização de vazões, visando subsidiar os elementos necessários à tomada de decisão sobre o porte da barragem e de suas obras constituintes.

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 Jaibaras até o eixo da Barragem de Taquara, 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.

Ressalta-se que a evapotranspiração potencial da região do projeto será estimada em função dos dados climáticos da bacia, através das equações de Hargreaves e pelo método de Penman-Monteith.

- Determinação do Regime Pluviométrico da Bacia Hidrográfica

Os estudos referentes ao regime pluviométrico da bacia hidrográfica contarão com uma descrição do regime de chuvas médias na bacia hidrográfica do Açude Taquara, 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 séries 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)*
- *Determinação do Amortecimento da Cheia pelo Açude*
- *Determinação da Curva Chave do Vertedouro*

4.4 Estudos Geotécnicos

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 14 sondagens mistas com 50 m a percussão e 114 m em rotativa, com a previsão de 50 ensaios de perda d'água e 20 sondagens a percussão com 110 ensaios de infiltração

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

As sondagens serão iniciadas em 20/03/2000 com previsão de término no dia 15/04/2000

A pesquisa de áreas de empréstimo será iniciada em abril de 2000, priorizando-se a prospecção de solos argilosos, que deve apresentar ocorrência restrita na área

TABELA 4.1
**INVESTIGAÇÃO DO SUBSOLO PARA O ESTUDO DA FUNDAÇÃO DA BARRAGEM
- PLANO DE SONDAÇÃO PARA A BARRAGEM DE TAQUARA**

SOND. Nº	AMARRAÇÃO	PROFUNDIDADE (m)				Nº DE ENSAIOS				OBSERVAÇÕES
		SOLO		ROCHA		LE FRANC.		LU GEON.		
		Prev.	Real	Prev.	Real	Prev.	Real	Prev.	Real	
SM-01	Est 69	14 00	-	12 00	-	10	-	4	-	Leito do rio, margem direita
SM-02	Est 80	6,00	-	9,00	-	4	-	3	-	OD
SM-03	Est 60	4 00	-	9,00	-	3	-	3	-	OE
SM-04	Est 97	6 00	-	9,00	-	4	-	3	-	OD
SM-05	Est 46	2,00	-	9,00	-	1	-	3	-	OE
SM-06	Est 34	2,00	-	6 00	-	1	-	2	-	OE
SM-07	Est 20	2 00	-	6 00	-	1	-	2	-	OE
SM-08	Est 89	4,00	-	12,00	-	2	-	4	-	OE
SM-09		4 00	-	8 00	-	-	-	-	-	Sangradouro extremidade, margem esquerda
SM-10		4 00	-	8,00	-	-	-	-	-	Sangradouro cruzamento do eixo transversal e longitudinal
SM-11		4 00	-	8,00	-	-	-	-	-	Sangradouro extremidade margem direita
SM-12		4,00	-	6,00	-	-	-	-	-	Sangradouro 40 M M da SM-09
SM-13		4,00	-	6,00	-	-	-	-	-	Sangradouro 40 M J da SM-09
SM-14		4,00	-	6,00	-	-	-	-	-	Sangradouro 80 M J da SM-09
SP-01	Est 65	10,00	-	-	-	7	-	-	-	Eixo - Aluvião
SP-02	Est 65/30 m J	10,00	-	-	-	7	-	-	-	OE - J Aluvião
SP-03	Est 65/60 m J	10 00	-	-	-	7	-	-	-	OE - J Aluvião
SP-04	Est 65/30 m M	10,00	-	-	-	7	-	-	-	OE - M Aluvião
SP-05	Est 65/60 m M	10,00	-	-	-	7	-	-	-	OE - M Aluvião
SP-06	Est 69/30 m J	14,00	-	-	-	10	-	-	-	OD - J - Aluvião
SP-07	Est 69/60 m J	14,00	-	-	-	10	-	-	-	OD - J - Aluvião
SP-08	Est 69/90 m J	14,00	-	-	-	10	-	-	-	OD - J - Aluvião
SP-09	Est 69/30 m M	14,00	-	-	-	10	-	-	-	OD - M - Aluvião
SP-10	Est 69/60 m M	14,00	-	-	-	10	-	-	-	OD - M - Aluvião
SP-11	Est 77	5 00	-	-	-	3	-	-	-	Eixo - Aluvião
SP-12	Est 77/40 m J	5 00	-	-	-	3	-	-	-	OD - J - Aluvião
SP-13	Est 77/80 m J	5 00	-	-	-	3	-	-	-	OD - J - Aluvião

continua

continuação

SOND. N°	AMARRAÇÃO	PROFUNDIDADE (m)				N° DE ENSAIOS				OBSERVAÇÕES
		SOLO		ROCHA		LE FRANÇ.		LU GEON.		
		Prev.	Real	Prev.	Real	Prev.	Real	Prev.	Real	
SP-14	Est 77/40 m M	5,00	-	-	-	3	-	-	-	OD - M - Aluvião
SP-15	Est 77/80 m M	5,00	-	-	-	3	-	-	-	OD - M - Aluvião
SP-16	Est 85	4,00	-	-	-	2	-	-	-	EIXO - Aluvião
SP-17	Est 85 / 30 m J	4,00	-	-	-	2	-	-	-	OD - J - Aluvião
SP-18	Est 85/60 m J	4,00	-	-	-	2	-	-	-	OD - J - Aluvião
SP-19	Est 85/30 m M	4,00	-	-	-	2	-	-	-	OD - M - Aluvião
SP-20	Est 85/ 60 m	4,00	-	-	-	2	-	-	-	OD - M - Aluvião
TOTAL		229,00	0,00	114,00	0,00	136,00	0,00	24,00	0,00	

4.5 Cronograma Atualizado de Execução dos Serviços

O cronograma atualizado de execução dos serviços está apresentado a seguir

FASE	ATIVIDADES	15	30	45	60	75	90	105	120	135	150	165	180	195	210	225	240
A	ESTUDOS PRELIMINARES	■	■														
	ESTUDOS BÁSICOS																
	- Estudos Topográficos		■	■	■	■	■	■	■								
	- Estudos Aerofotogramétricos		■	■	■	■	■	■	■								
	- 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 DAS CORRESPONDÊNCIAS

TRANSMISSÃO DE FAX



Golder Associates Brasil Ltda
R. Gonçalves Dias 3 172 – 3º andar - Santo Agostinho
Belo Horizonte – Minas Gerais – Brasil
CEP 30 140-093
Telefone (031) 275-2417 – Fax (031) 291-9649
E-mail gab@golder.com.br

Data de Envio: 14/03/00

Nº do Fax: 85 – 488-8518

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

De: Jose 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 Taua (nosso pessoal já pernitoou 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

000050

2) **Meio Ambiente**

Faremos uma troca na equipe No lugar da Elisa ira o Delfim Jose Leite Rocha, profissional mais experiente e com vasta atuação em projetos e licenciamentos ambientais

Seria fundamental agendarmos uma reunião do Delfim com a empresa que fará o EIA/RIMA, para que ocorra uma interação entre os mesmos, visando facilitar a obtenção das licenças Sugiro que esta reunião ocorra apos a visita ao campo (03/04 – segunda-feira ou 04/04 – terça-feira periodo da manhã)

Em caso de dúvida favor contatar-me

GOLDER ASSOCIATES BRASIL LTDA.

Jose Carlos Virgili

000051

TRANSMISSÃO DE FAX



Data de Envio: 10/03/00
Nº do Fax: 85 – 488-8518
Para: Ilmo Francisco de Assis Souza Filho
Presidente da Comissão de Acompanhamento
Secretaria de Recursos Hídricos do Estado do Ceara
De: Jose 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 sitios e levantamentos geológico-geotécnicos de 2 geólogos (José Carlos Virgili e Tacito 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,
 - inicio dos levantamentos topográficos em 28 fevereiro 2000,
 - inicio 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 aereas da área de Taquara. Esta atividade está prevista para início em torno de 15 março 2000, dependendo apenas do recebimento da referida autorização

000052

2) Durante a fase de elaboração da proposta técnica a GOLDER-PIVOT procedeu a uma extensa e rigorosa coleta e análise de dados. Isto permitiu o início imediato, após o recebimento da ordem de serviço da elaboração dos estudos hidrologicos e dos relatorios dos estudos preliminares, cujas itemizações estão apresentadas em anexo

3) Apresenta-se abaixo sugestão do consorcio para as reuniões e visitas de reconhecimento ao campo solicitadas

- Período 28 março a 03 abril

- viagem BH-Fortaleza 28/03 (terça)
- 29/03 (quarta-feira) período da manhã, reunião com SRH, e período da tarde, viagem para Fuaa (pernoite)
- 30/03 (quinta-feira) reconhecimento do sitio Arneiroz, viagem no final da tarde para Crateus (pernoite)
- 31/03 (sexta-feira) reconhecimento do sitio Taquara, viagem para Sobral (pernoite)
- 01/04 (sabado) 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

- Jose Carlos Virgili - geologia / geotecnia
- Mario Cicareli Pinheiro - hidrologia / hidraulica
- Ana Paula P Vianna - hidrologia / hidráulica
- Jose 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 topograficos e aerofotogrametricos
- cronograma fisico
- relatorio de estudos preliminares
- coleta de dados e informações
- estudos hidrológicos
- reunião com junta de consultores

Em caso de duvida favor contatar-me

GOLDER ASSOCIATES BRASIL LTDA.

José Carlos Virgili

000053

RELATORIO DE ESTUDOS PRELIMINARES (009-5601- OSNN-001)**Barragem de Arneiroz II**

- 1 INTRODUÇÃO
- 2 ANÁLISE DA DOCUMENTAÇÃO EXISTENTE
 - 2.1 Cartografia
 - 2.2 Geologia
 - 2.2.1 Geologia Regional
 - 2.2.2 Geologia Local
 - 2.2.3 Referências Bibliográficas
 - 2.3 Hidrologia
 - 2.4 Socio-Economia
 - 2.5 Planejamento Regional
- 3 RECONHECIMENTO
 - 3.1 Fotointerpretação
 - 3.2 Visita ao Local da Barragem (inclui registro fotografico)
 - 3.3 Mapeamento Geológico de Superfície
- 4 PLANEJAMENTO DOS ESTUDOS BASICOS
 - 4.1 Levantamentos Topograficos
 - 4.2 Estudos Hidrologicos
 - 4.3 Estudos Geotecnicos (inclui plano de sondagens)
 - 4.4 Cronograma Atualizado de Execução dos Serviços

ANEXO – Cópia das Correspondências

000054

RELATORIO DE ESTU DOS PRELIMINARES (009-5601-OSNN-001)**Barragem de Taquara**

1 INTRODUÇÃO

2 ANÁLISE DA DOCUMENTAÇÃO EXISTENTE

- 2.1 Cartografia
- 2.2 Geologia
 - 2.2.1 Geologia Regional
 - 2.2.2 Geologia Local
 - 2.2.3 Referências Bibliográficas
- 2.3 Hidrologia
- 2.4 Socio-Economia
- 2.5 Planejamento Regional

3 RECONHECIMENTO

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

4 PLANEJAMENTO DOS ESTUDOS BASICOS

- 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

000055



SECRETARIA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Av. General Afonso A. Lima - Fd. SEDUC
Bl. C - 1º e 2º Andar - Cambéa
Fortaleza/Ce - 60.819-900
Fone (085) 488.8539/8548

Para: Ilm.º Sr. Eng.º José Carlos Virgili
M.D. Coordenador de consórcio Golden
Associates e PIVOT no Projeto das
Barragens Taquara e Arneiroz II

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

Fax (031)2719649

Tel. (031)2752417

Data 09/03/2006

Ref

Ce

Urgente Para referência Favor comentar Favor responder Favor circular

Prezado Senhor,

A SRII convida este consórcio para reunião com vistas a discussão do plano de trabalho desta consultoria para o projeto das barragens Taquara e Arneiroz 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 Secretaria de Recursos Hídricos espera que esta reunião ocorra o quanto antes.

Atenciosamente,

Francisco de Assis de Souza Filho
Presidente da Comissão de Acompanhamento
Francisco de Assis de Souza Filho
Gerente do Projeto Técnico/SRM/Ce
CREA/CE Nº 10973 D

fax

400056

PROGRAMAÇÃO PARA 26ª REUNIÃO COM O PAINEL DE SEGURANÇA DE BARRAGENS

(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 Candela e Jaburu (8 00hs) e Barragem Carmuna (11 00hs)

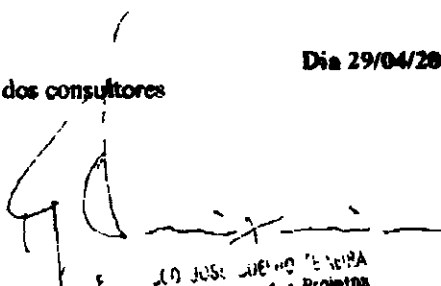
Tarde: Tempo disponível para os membros do Painel desenvolverem o relatório com seus comentários sobre os projetos das Barragem Candela, Jaburu I e Carmuna.

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


 JOÃO JOSÉ DE ALMEIDA
 Coordenador Geral dos Projetos
 Especiais / SRH - CEARA
 CREA/CE Nº 8018-D

000057