

3.7. PROGRAMA DE MONITORAMENTO HIDROGEOLÓGICO

3.7.1. Introdução

O escoamento subterrâneo das águas de chuva que se infiltram no subsolo origina vetores de percolação que se dirigem dos interflúvios em direção aos talwegues e linhas de drenagem superficial. O subsolo resulta assim saturado a partir de uma certa profundidade, a qual corresponde ao nível freático, até a base dos terrenos permeáveis, onde eles se encontram em contato com camadas impermeáveis subjacentes. A posição do nível d'água é influenciada por diversos fatores, como a cota do nível de base do escoamento subterrâneo, permeabilidade das camadas sotopostas, velocidade das infiltrações, amplitude dos interflúvios e transmissividade dos terrenos.

A altura do nível d'água em relação ao nível de base é diretamente proporcional à recarga e à distância do ponto considerado, com referência ao divisor de águas subterrâneas, enquanto que é inversamente proporcional a transmissividade dos terrenos percolados. A situação desses parâmetros sofrerá alterações com o enchimento do reservatório da UHE Estreito.

3.7.2. Justificativa

O enchimento do reservatório provocará, nas rochas da AID, uma mudança permanente no lençol freático para um novo perfil de equilíbrio, que será determinado pelas novas condições do nível de base, pela maior transmissividade dos maciços, em função do aumento da espessura saturada, e pela diminuição da superfície livre por onde se infiltra a água da chuva.

A subida do nível d'água se processará pelo represamento do fluxo natural das águas subterrâneas e pela infiltração a partir do reservatório, se bem que em proporção bastante reduzida. Esse comportamento é previsto em terrenos permeáveis, como é o caso de aluviões ligados às extensas planícies do rio Tocantins e arenitos das formações Sambaíba, Piauí, Poti e Cabeças. Nessas rochas, a elevação do lençol freático pode alcançar 10 m de altura, até a distâncias de 60 m da borda do reservatório, em apenas um dia após o enchimento, podendo alcançar essa mesma altura a cerca de 150 e 350 m da borda do reservatório, respectivamente em uma semana e um mês após completado o enchimento.

No caso de rochas pouco permeáveis ou impermeáveis, como as pertencentes às formações Pedra de Fogo, Longá e Pimenteiras, além dos basaltos da formação Mosquito, o comportamento do nível d'água estará condicionado à posição topográfica do contato entre os solos de cobertura e a rocha sã, podendo se encontrar a profundidades variando entre 1 e mais de 20 metros. Nessas condições, a presença do reservatório terá influência muito pequena no comportamento do lençol freático, que se restringirá à pequena faixa no entorno do reservatório.

Ressalte-se que, na planície aluvial do rio Tocantins e afluentes, o nível de água encontra-se a pequenas profundidades, geralmente inferiores a 5 m, devendo ser subaflorante nas áreas rebaixadas, onde podem existir lagoas temporárias. Tendo em vista o fato de a planície aluvial ocupar cotas baixas e conter sedimentos permeáveis, é prevista uma

sensível elevação do nível d'água nas áreas correspondentes aos terraços. As lagoas existentes nas extensas planícies do rio Tocantins, , deverão ser inundadas e poderão, na área do remanso do reservatório, sofrer alterações, como aumento de tamanho, ao invés de desaparecerem pela completa submersão.

A subida do lençol freático na área do reservatório de Estreito provocará, portanto, efeitos e alterações diversas, como formação de baixios úmidos, alteração das condições edáficas, além das fundações e estruturas enterradas, interferências em cemitérios, fossas negras, poços e cisternas. Esse impacto deverá ser acompanhado com o programa de monitoramento ora apresentado, para adoção das medidas mitigadoras e compensatórias pertinentes.

Deve-se levar em conta, ademais, que os parâmetros que influenciam as alterações do lençol freático e dos aquíferos rasos são bastante variáveis e nem sempre podem encontrar-se à disposição, não tendo sido possível determiná-los por meio dos cadastros existentes.

A produção de poços rasos e cacimbas, eventualmente, pode aumentar devido ao incremento da espessura saturada e conseqüente maior vazão, não se esperando alterações na qualidade da água. No programa para monitoramento poderá ser incluído, assim, um item para a potencialização do aumento da disponibilidade de água subterrânea pela indicação de locais favoráveis à escavação de poços rasos e cisternas.

Nos aquíferos profundos, por sua vez, não deverão ocorrer impactos devidos ao enchimento do reservatório, tendo em vista a grande produtividade dos aquíferos da região, que não sofrerão efeitos pela elevação do nível d'água e não demandam programas específicos.

3.7.3. Objetivos e Público-Alvo

Os principais objetivos do Programa de Monitoramento Hidrogeológico referem-se à definição de áreas potenciais de influência do enchimento do reservatório sobre o sistema aquífero livre adjacente, e ao estabelecimento de um programa de monitoramento dos efeitos desse enchimento.

Para a obtenção de parâmetros de análise do comportamento do lençol freático após o enchimento, com caracterização detalhada da dinâmica do sistema do aquífero na área do empreendimento, torna-se necessário avaliar o gradiente hidráulico atual, sem influência do reservatório. O monitoramento tem por objetivo avaliar as variações do nível d'água nas bordas do reservatório antes, durante e após o enchimento, de modo a fornecer subsídios para a operação do reservatório, e sugerir estudos complementares e medidas a serem adotadas em caráter preventivo, corretivo ou mitigador, nas zonas consideradas críticas.

Paralelamente ao monitoramento do nível d'água do subsolo, será efetuado um acompanhamento da qualidade da água do freático, especialmente em locais com maior possibilidade de existência de fontes de contaminação, como fossas nas localidades de Palmatuba, Babaçulândia, Filadélfia, Carolina, Barra do Ouro e Palmeirante. Os locais de cemitérios e depósitos de lixo também deverão ser monitorados.

Para monitorar o aumento da produtividade de aquíferos rasos, deverão ser selecionados preferencialmente poços nos terraços do rio Tocantins e maiores afluentes, e nos principais

aquíferos regionais, como as formações Sambaíba, Piauí e Poti. Nas áreas propensas à formação de alagados e várzeas, também deverão ser instalados poços de monitoramento.

Na Figura 3.7.1, a seguir, são indicados preliminarmente os locais selecionados para instalação de poços de monitoramento, que deverão ser locados no campo, em pontos que não interfiram com instalações de infra-estrutura urbana, devendo contar com apoio de levantamentos topográficos e anotação de coordenadas.

ENTRA FIGURA 3.7.1

A elevação do nível d'água e sua relação com instabilizações e erosões nas encostas marginais do reservatório deverão ser acompanhadas através de visitas de inspeção, especialmente nas áreas urbanas à beira rio e nas drenagens onde existem aterros de travessias de rodovias e da Ferrovia Norte-Sul. Nas localidades de Palmatuba, Babaçulândia, Filadélfia, Carolina e Palmeirante, os poços deverão também permitir a investigação dos efeitos da elevação do lençol freático na potencialização da expansividade e colapsividade dos solos.

Resumidamente, assim, os objetivos desse Programa referem-se especificamente à identificação de áreas críticas que possam estar sujeitas a alterações na estabilidade de encostas marginais pela subida do lençol freático, afloramento do lençol em áreas baixas, aumento da umidade nos solos agricultáveis, encharcamento, processos de liquefação e desestabilização de taludes e aterros, etc. Esse procedimento possibilitará a obtenção de subsídios para a proposição de soluções alternativas para os problemas diagnosticados, bem como para a adoção das medidas mitigadoras e compensatórias cabíveis.

Público-Alvo

O Público-Alvo desse programa é representado pela população lindeira ao reservatório e pelos titulares de propriedades nas áreas afetadas pelo reservatório, incluindo as municipalidades, órgãos oficiais e empresas, onde ocorram interferências com poços, fossas, fundações, explorações minerais, etc.

3.7.4. Metas

A principal meta do Programa de Monitoramento Hidrogeológico é a de prever e quantificar as áreas potenciais e críticas antes do início, durante e até um ano após o enchimento do reservatório da UHE Estreito. Para o cumprimento dessa meta, deverá ser empreendido o monitoramento do lençol freático a partir de 2 anos, com leituras semestrais, antes do início do enchimento, durante todo o período de enchimento e 4 meses após terminado o enchimento, até o estabelecimento do equilíbrio com o nível do reservatório, e durante 6 meses após a estabilização do nível d'água.

3.7.5. Descrição do Programa, Procedimentos Metodológicos e Atividades Previstas

O Programa de Monitoramento Hidrogeológico envolve uma série de medidas dos níveis d'água em poços de monitoramento já existentes e pré-selecionados, e em poços programados especificamente para essa finalidade. As profundidades serão transformadas em cotas absolutas, de modo a se obter a superfície potenciométrica dos aquíferos livres e confinados a pequena profundidade. As sondagens executadas para instalação de piezômetros serão também utilizadas para coleta de amostras e caracterização geológica, geotécnica e hidrogeológica dos materiais atravessados, incluindo determinação de parâmetros como a condutividade hidráulica, obtida por meio de ensaios de recuperação do nível d'água ou ensaios ou do tipo "slug test".

Antes do enchimento do reservatório, deverão ser realizadas, no mínimo, duas séries de leituras do nível d'água, uma na estação seca e outra na chuvosa, as quais deverão ser quinzenais por um período de dois meses antes do enchimento do reservatório, durante todo o tempo de enchimento, e por dois meses após o seu término. Após esse período, as leituras passarão a ser semestral, com no mínimo uma leitura na estação seca e outra na

chuvosa. A princípio, é previsto o acompanhamento das variações do nível freático até um ano após o enchimento, depois do qual será avaliada a necessidade de prosseguir com o programa de monitoramento e sua frequência.

Devido à presença de fontes de contaminação nas áreas urbanas das cidades diretamente afetadas, em Babaçulândia, Filadélfia, Carolina, Barra do Ouro e Palmeirante, deverão ser identificadas as fossas existentes e deverá ser monitorada a qualidade da água dos aquíferos livres nos poços de monitoramento existentes nessas áreas, para efeito comparativo antes e após o enchimento do reservatório. Esses poços não poderão estar operando, para não falsear os dados, e devem guardar distâncias grandes de quaisquer outros poços em operação, para não haver interferências no nível d'água e na qualidade da água. Com relação à cidade de Carolina, deverão ser incluídos pontos de monitoramento das fossas e poços no Centro Histórico, para obtenção de informações mais pormenorizadas e detecção de eventuais efeitos sobre o lençol freático.

Os parâmetros a serem determinados, utilizados na definição dos padrões de potabilidade, correspondem aos que dizem respeito ao aspecto da água, seu odor, sua cor, turbidez, resíduo seco, pH, alcalinidade, presença de hidróxidos, carbonatos e bicarbonatos, dureza total, oxigênio consumido, nitrogênio amoniacal, albuminóide e/ou nitroso, ferro, cloreto, fluoreto, arsênio, cobre, chumbo, zinco, bário, selênio, manganês, cádmio, cromo VI, cianetos, resíduos orgânicos e características microbiológicas.

Deverão ser efetuadas coletas e análises antes do enchimento e até 6 meses após completada a formação do reservatório, sendo que os resultados obtidos deverão orientar o prosseguimento do programa. No caso de relocação de lixões e aterros sanitários, é recomendável a seleção de áreas elevadas e distantes da rede de drenagem, preferencialmente em terrenos do domínio de rochas das formações Pedra de Fogo, Motuca e Mosquito, cujos solos devem representar barreiras à migração de contaminantes, tanto pelas características de baixa condutividade hidráulica, como pela possibilidade de presença de argilominerais que favorecem os processos de retardamento nas velocidades de migração.

O presente programa envolve ações que se resumem às seguintes, do ponto de vista organizacional:

- Designação e/ou contratação de equipe técnica para detalhamento do programa, acompanhamento de sua execução e desenvolvimento, além de análise e interpretação dos resultados.
- Levantamento do estágio atual das edificações para monitorar alterações futuras decorrentes de alteração do lençol, como por exemplo rachaduras, trincas etc.
- Contratação de empresa para execução das investigações de campo e alocação de técnico para realização das medições de nível d'água, coleta de amostras de água e solos, e envio para análises.
- Execução das investigações de campo e instalação dos instrumentos de medição.
- Efetivação das leituras dos níveis d'água, coleta de amostras, execução de análises químicas, acompanhamento do programa e interpretação dos resultados.

Os procedimentos acima relacionados podem ser sistematizados em duas etapas de desenvolvimento do programa, por meio das quais os serviços executados e os dados obtidos possibilitarão a programação e adequação das diferentes fases dos trabalhos.

Uma primeira etapa almeja a caracterização da variação do nível freático anteriormente ao enchimento do reservatório, estimativa das recargas naturais, reavaliação dos impactos hidrogeológicos e dimensionamento das áreas críticas. Nessa etapa, serão coletados os dados básicos disponíveis, referentes à geologia, hidrogeologia e hidrometeorológicos. Será empreendida uma atualização do cadastramento e georreferenciamento de pontos d'água (poços, cacimbas, nascentes, etc.), em base cartográfica na escala de 1:100.000 da Área de Influência Direta do reservatório, com realização de levantamentos topográficos complementares que se fizerem necessários nessa etapa. Será dada especial atenção ao monitoramento da rede de poços nas áreas urbanas das cidades diretamente afetadas, com especial atenção sobre o Centro Histórico de Carolina.

A seguir, será procedida a seleção dos locais para instalação dos piezômetros, cuja distribuição preliminar é apresentada na Figura 3.7.1. A instalação dos piezômetros será feita em perfurações de sondagens a trado manual e/ou a percussão, que serão cotadas e localadas por meio de serviços topográficos de nivelamento das cotas das bocas dos furos e dos pontos de água cadastrados. As coordenadas serão obtidas com o emprego de GPS de bolso e deverão ser referenciadas no sistema UTM. Por meio de elaboração de planilhas da malha piezométrica para uso nos trabalhos de monitoramento do nível d'água, será implantado banco de dados informatizado.

Os dados obtidos durante todo o período de monitoramento especificado anteriormente serão utilizados na elaboração de mapas de isopiezas para cada período de 1 mês, usando-se software apropriado. Os trabalhos dessa etapa abrangem, finalmente, a estimativa da recarga natural dos sistemas aquíferos locais a partir dos dados hidrometeorológicos disponíveis, e da variação piezométrica relativa aos períodos de um ou mais anos hidrológicos completos.

Numa segunda etapa, serão feitos o detalhamento e análise das áreas críticas por meio da avaliação piezométrica, com eventual instalação de piezômetros complementares. Essa etapa envolve a estimativa preliminar das modificações que serão induzidas pelo reservatório, considerando as estimativas de recarga natural dos aquíferos, a análise da piezometria e a cota máxima de enchimento. Serão assim identificadas e dimensionadas as áreas críticas, e dada continuidade ao monitoramento durante o enchimento do reservatório, que será estendido pelo período após a sua finalização.

Os poços deverão ser instalados, sobretudo nas áreas urbanas de Babaçulândia, Filadélfia, Carolina, Barra do Ouro e Palmeirante, que correspondem a níveis terraceados onde o nível d'água deverá encontrar-se a pequenas profundidades, da ordem de apenas alguns metros. Para obtenção do mapa potenciométrico, deverão ser instalados piezômetros junto às bordas do reservatório, em cotas até 20 m ou mais acima do nível máximo da lâmina d'água, e que deverão ter profundidades de modo a alcançar no mínimo 3 m abaixo do lençol freático medido na época da estiagem, para instalação dos filtros.

A locação dos poços de observação deverá ser feita a certa distância de poços tubulares profundos e cacimbas existentes, de modo a não sofrer influência do bombeamento e captação de água a partir deles. De modo a facilitar a confecção de mapas

potenciométricos, os poços devem ser distribuídos num arranjo perpendicular às margens do futuro reservatório, dispostos em intervalos de cotas que correspondam a desníveis da ordem de 30 m.

O monitoramento do lençol freático possibilitará a avaliação hidrogeológica da bacia de contribuição e um melhor entendimento do comportamento do fluxo regional dos aquíferos. A perfuração de poços de observação deverá ser acompanhada por técnicos de campo, visando o atendimento às normas exigidas, tendo em vista o controle rigoroso da subida do lençol freático e da alteração na qualidade da água subterrânea durante o enchimento, subsidiando a avaliação da necessidade de estudos locais.

Caso se verifiquem interferências decorrentes da formação do reservatório, serão propostas medidas mitigadoras e compensatórias para as áreas onde ocorrer qualquer interferência resultante do empreendimento.

3.7.6. Produtos e Resultados Esperados

Para o acompanhamento do desenvolvimento do programa e uma avaliação permanente dos resultados serão gerados relatórios parciais que darão subsídios para a avaliação da consistência da evolução do programa. Os relatórios englobarão as atividades de acompanhamento por meio de amostragens durante o monitoramento mensal do nível piezométrico, interpretação de dados obtidos nas amostragens e elaboração de mapas de isopiezas e planilhas mensais. Os dados obtidos serão analisados sempre de maneira integrada, sendo confrontados com todas as etapas do programa. Será editado um relatório final consolidado, contendo as informações mais relevantes levantadas e sua análise durante o período de monitoramento.

3.7.7. Indicadores Ambientais

Os indicadores ambientais destinados a proporcionar parâmetros para a fiscalização, controle e adequação da efetivação do presente programa consistem nos a seguir indicados:

- Percentual de previsão de áreas com elevação do lençol freático num nível de até 40 cm abaixo da superfície natural dos terrenos.
- Percentual de previsão de áreas alagadas permanentemente.
- Percentual de previsão de áreas alagadas temporariamente.
- Percentual de previsão do número de poços, cacimbas e fossas que serão inundados.
- Percentual de previsão do número de fundações e estruturas enterradas que poderão ser afetadas pela subida do lençol freático.
- Percentual de previsão de áreas com deslizamentos induzidos pela alteração do nível freático.

3.7.8. Inter-Relação com Outros Programas

O Programa de Monitoramento Hidrogeológico está inter-relacionado com os seguintes programas do PBA:

- Programa de Monitoramento e Gerenciamento Ambiental
- Programa de Monitoramento de Pontos Propensos à Instabilização de Encostas e Taludes Marginais
- Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas
- Plano Diretor do Reservatório
- Programa de Recomposição Urbana
- Programa de Recomposição das Áreas de Turismo e Lazer

3.7.9. Atendimento a Requisitos Legais

Não existem requisitos legais ou específicos associados ao Programa de Monitoramento Hidrogeológico. Com relação aos parâmetros de medição, a Portaria MS 518/04 estabelece padrões de potabilidade.

3.7.10. Responsáveis pela Execução do Programa e Parceiros Institucionais Potenciais

A responsabilidade pela implantação do presente programa é do Consórcio Empreendedor, o qual, a seu critério, poderá celebrar convênios com órgãos que atuam na área de recursos hídricos e de saneamento. A execução dos trabalhos ficará a cargo de empresa a ser contratada, que poderá subcontratá-los, sob fiscalização direta do empreendedor.

3.7.11. Recursos Humanos, Materiais e Financeiros

Recursos Humanos

Geólogo (1)
Técnico (1)
Braçais (2)

Recursos Materiais

Instalação piezômetros
Perfuração
Ensaio permeabilidade
Aluguel veículo
Combustível
Passagens aéreas

Recursos Financeiros

A estimativa preliminar dos custos para execução deste programa é de R\$ 300.000,00 (trezentos mil reais). O cronograma de desembolso financeiro previsto é apresentado no capítulo 4 deste PBA.

3.7.12. Responsável pela Elaboração do Programa

CNEC Engenharia

Geólogo Andrea Bartorelli

CREA 0600221357

IBAMA 26761

3.7.13. Bibliografia

AB'SABER, A.N. A organização natural das paisagens inter e subtropicais brasileiras. Geomorfologia. Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia. 1973. 41p.

ALMEIDA, J. R. de. Erosão dos solos e suas conseqüências. Belo Horizonte: Informe Agropecuário, p. 17-26. 1981.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. Piracicaba, Livroceres, 1985, 368 p.

BRASIL-MME/DNPM. Geologia do Brasil: texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais,. Schobbenhaus, C. (coord.). Brasília, 1984. Escala 1:2.500.000.

BRASIL-MME/DNPM. Projeto RADAM. Folha SB.22-Araguaia e parte da SC.22-Tocantins. Levantamento de Recursos Naturais, v. 4. Rio de Janeiro. 1974.

BRASIL-MME/DNPM. Projeto RADAM. Folha SB.23.Terezina e parte da Folha SB 24 Jaguaribe. Levantamento de Recursos Naturais – v. 2. Rio de Janeiro. 1973.

BRASIL-MME/DNPM. Projeto RADAM. Folha SB.23-Teresina e parte da SB.24-Jaguaribe. Levantamento de Recursos Naturais, v. 2. Rio de Janeiro. 1973.

BRASIL-MME/DNPM. Projeto RADAM. Folha SC.23.Rio São Francisco e SC.24 Aracaju. Levantamento de Recursos Naturais. v. 1, Rio de Janeiro. 1973.

BRASIL-MME/DNPM. Projeto RADAMBRASIL. Folha SC.22 - Tocantins. Levantamento de Recursos Naturais, v. 22. Rio de Janeiro. 1981.

BRASIL-MME/DNPM. Projeto RADAMBRASIL. Folha SC.22.Tocantins. Levantamento de Recursos Naturais. v. 22. Rio de Janeiro. 1981.

BRASIL-MME/DNPM. Projeto RADAMBRASIL: mapas geológicos na escala de 1:1.000.000 de parte das Folhas Rio São Francisco (SC.23) e Aracaju (SC.24), Folha Teresina (SB.23) e parte da Folha Jaguaribe (SB.24), Folha Araguaia (SB.22) e parte da Folha

- Tocantins (SC.22) e Folha Tocantins (SC.22). Volumes 1 (1973), 2 (1973), 4 (1974) e 22 (1981).
- CELTINS/THEMAG. Estudos de Viabilidade da UHE Lajeado: geologia e geomorfologia da Área de Influência Direta e da Área Diretamente Afetada pelo Reservatório de Lajeado. 1996.
- CELTINS/THEMAG. Reservatório do AHE Tupiratins: geologia das Áreas de Influência Indireta (All) e Diretamente Afetada (ADA). 2001.
- CHORLEY, R.J. et alli. Geomorphology. 1^a ed. London: Cambridge, 1984. 606 p.
- CNEC Engenharia, 2004, Estudos Complementares ao *EIA-RIMA da UHE Estreito*, São Paulo.
- CNEC Engenharia S. A., 2002, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental – EIA/RIMA da Usina Hidrelétrica de Estreito. São Paulo.
- DEL'ARCO, D. M. *et al.* Susceptibilidade à Erosão da Macrorregião da Bacia do Paraná. Campo Grande: Convênio de Cooperação Técnico - Científica IBGE/Estado de Mato Grosso do Sul, 1992. 277p.
- DEMEK J. Generalization of Geomorphological Maps. In: Proceedings of the Meeting of the Igu. COMMISSION ON APPLIED GEOMORPHOLOGY. Sub-Comission On Geomorphological Mapping Brno And Bratislava. Progress made in Geomorphological Mapping, BRNO, 1967. p. 36-72.
- DNPM/CPRM. Projeto Estudo Global dos Recursos Minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba: mapas geológicos na escala de 1:500.000. Folhas Teresina-SO (SB.23-Y), Tocantins-NE (SC.22-X), Araguaia-SE (SB.22-Z) e Rio São Francisco-NO (SC.23-V). CPRM, Recife. 1978.
- DNPM/CPRM. Projeto Leste do Tocantins/Oeste do Rio São Francisco: mapas geológicos na escala de 1:250.000. Folhas Itacajá (SC.23-V-A), Lizarda (SC.23-V-C) e Miracema do Norte (SC.22-X-D). CPRM. 1976.
- E.U.A. Department of Agriculture. Soil Conservation Service. Soil Survey Staff. Soil Survey Manual. Washington, D.C. 1951. 503p. (USDA. Agriculture Handbook, 18).
- E.U.A. Department of Agriculture. Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Washington, D.C.: Government Printing Office, 1975. 754 p. (Agriculture Handobook, 436).
- ELETRONORTE/THEMAG ENGENHARIA. Pedologia e Aptidão Agrícola das Terras das Áreas de Influência Indireta e de Influência Direta e Entorno da AHE SERRA QUEBRADA. São Paulo. 2000.
- ELETRONORTE/THEMAG. Estudos de Inventário do Médio Tocantins: avaliação sismotectônica da faixa de domínio do Rio Tocantins entre Campinaçu (GO) e Imperatriz (MA). Rel. TOC-04-321-RE. 1987.

- ELETRONORTE/THEMAG. Estudos de Viabilidade de Serra Quebrada: Geologia das Áreas Diretamente Afetada (ADA) e de Influência Direta (AID) do Reservatório. Rel. SEQ-00-1-08-0356. 1990.
- ELETRONORTE/THEMAG. Inventário Hidrelétrico do Médio Tocantins: Relatório Final. 1986.
- EMBRAPA. Centro de Pesquisas Pedológicas. Mapa Esquemático dos Solos das regiões Norte, Meio-Norte e Centro-Oeste do Brasil. Texto explicativo. Rio de Janeiro. 1975. 553 p. (Boletim Técnico, 17).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de Métodos de Análise de Solos. 2ª ed. rev. e atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Maranhão. Rio de Janeiro, 1986, 964 p. 2v. (Boletim de pesquisa n 35).
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de Métodos de Análise de Solos. Rio de Janeiro, 1979.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento. Normas em uso pelo SNLCS. Rio de Janeiro. 1988. 67 p. (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 11).
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Definição e Notação de Horizontes e camadas do solo. 2ª ed. Rio de Janeiro, 1988. 54 p. (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 03).
- FREIRE, O.; PESSOTTI, J. E. Erodibilidade de alguns solos de Piracicaba–SP. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO 2. Passo Fundo, RS, 1978. Anais, Passo Fundo, EMBRAPA. CNPT, 1978. p. 165–92.
- GOVERNO DO ESTADO DO TOCANTINS. Plano de Informação de Geologia na escala de 1:250.000. Folhas Conceição do Araguaia (SC.22-X-A/B), Araguaína (SB.22-Z-D), Carolina (SB.23-Y-C/D), Itacajá (SC.23-V-A/B) e Tocantinópolis (SB.23-Y-A). Secretaria dos Transportes e Obras: Sistema Estadual de Planejamento e Meio Ambiente - Programa Zoneamento Ecológico/Econômico. 1997/1998.
- HASUI, Y. et al.. A Borda Sul da Bacia do Parnaíba no Mesozóico. In: SIMP. NACIONAL ESTUDOS TECTÔNICOS 3 - Rio Claro, 1991. Boletim. p. 93-95. 1991.
- IBGE. Projeto Zoneamento das Potencialidades dos Recursos Naturais da Amazônia Legal. Convênio IBGE/SUDAM. Rio de Janeiro. 1990. 212 p.
- LEMOS, R. C. de; SANTOS, R. D. dos. Manual de descrição e coleta de solos no campo. 2ª ed. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solos, 1982. 46 p.

- LOMBARDI NETO, F. Rainfall erosivity: its distribution and relationship, with soil loss at Campinas, Brazil. May 1977. 53p. Thesis of Master of Science. Lafayette, Indiana, Purdue University.
- LOMBARDI NETO, F.; BERTONI, J. Erodibilidade de Solos Paulistas. Campinas: Instituto Agrônômico, 1975. 12p. (Boletim Técnico, 27).
- MIOTO, J.A. Sismicidade e Zonas Sismogênicas do Brasil. Tese de Doutorado. IGCE/UNESP (Campus de Rio Claro), 1993.
- MUNSELL Soil color charts. Baltimore, Munsell Color Company, 1971. tab.
- PETRI, S.; FÚLFARO, V.J. Geologia do Brasil: Fanerozóico. São Paulo: T.A. Queiróz/Ed. da USP. 1983.
- PETROBRÁS/DNPM. Carta Geológica da Bacia do Parnaíba. Escala 1:250.000. Folhas Carolina (SB.23-Y-C), Tocantinópolis (SB.23-Y-A), Balsas (SB.23-Y-D), Fortaleza dos Nogueiras (SB.23-Y-B), Tasso Fragoso (SC.23-V-B) e Itacajá (SC.23-V-A). Petrobrás 1979.
- PONÇANO et alii. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo: IPT. Publicação n 1183, 1981.
- RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. Sistema de Avaliação da Aptidão Agrícola das Terras. 3ª ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPA. CNPS, 1995. 65 p.
- RESENDE, M. Aplicações de conhecimentos pedológicos a conservação de solos.: Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 11 (128), p. 3-18. Ago. 1985.
- REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTO DE SOLOS, 10. Rio de Janeiro. 1979. EMBRAPA-SNLCS. Serie Miscelânea, 1. Súmula. 1979. 83 p.
- RIOS, A. J. W. Uso dos Levantamentos Pedológicos na separação de Áreas com resistência variável aos agentes erosivos e na recomendação de práticas de manejo e conservação do solo. Goiânia, 2000. Monografia (Especialização) – Universidade Federal de Goiás, 2000.
- SCHUMM, S.A. The fluvial system. 1th ed. New York: Wiley & Sons, 1977.
- UNESCO/CPRM/DNPM. Carte Hydrogeologique de L'Amerique du Sud. Escala de 1:5.000.000. Rio de Janeiro. 1996.
- VAN ZUIDAN. Considerations on Systematic Medion Scale Geomorphological Mapping - Zeitschrift fuer Geomorphologie Berlin-Stuttgart 26(4), p. 473-480. 1982.
- WISCHMEIER, W. H.; JOHNSON, C. B.; CROSS, B. V. A soil erodibility monograph for farmland and construction sites. Soil and Water Conservation Journal, 26, p. 189-193, 1971.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. A universal soil-loss estimating equation to guide conservation farm planning. 7th CONG. INT. SOIL SCI. SOC. TRANS., 1961. V.01, paper 2.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Predicting rainfall erosion losses; a guide to conservation planning. Washington, D.C., US. Department of Agriculture, 1978. 58p. (Agriculture Handbook, 537).

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Rainfall energy and its relationships to soil loss. Trans. Am. Geophys. Un., 39, p. 285-291.1958.

3.7.14. Cronograma Físico

O cronograma físico das atividades previstas para este programa é apresentado a seguir.