



Ministério da Integração Nacional

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE CARGAS SÓLIDAS APORTANTES NOS RIOS RECEPTORES E SEUS AÇUDES PRINCIPAIS

PBA-28



Projeto
São Francisco
Água a quem tem sede

ÍNDICE

28. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE CARGAS SÓLIDAS APORTANTES NOS RIOS RECEPTORES E SEUS AÇUDES PRINCIPAIS	4
28.1. Introdução	4
28.2. Justificativa	4
28.3. Objetivos	6
28.4. Metas	7
28.5. Indicadores Ambientais	8
28.6. Público-Alvo	8
28.7. Metodologia e Descrição do Programa	9
28.8. Interrelação com outros Programas	17
28.9. Instituições Envolvidas	18
28.10. Recursos Necessários	19
28.11. Responsável pela Implementação do Programa	19
28.12. Responsáveis pela Elaboração do Programa	19
28.13. Responsáveis pela Revisão do Programa	19
28.14. Bibliografia	20
28.15. Anexos	21



LISTA DE QUADROS

Quadro 28.1. Postos Sedimentométricos das Bacias Receptoras.	5
Quadro 28.2. Pontos Selecionados para Monitoramento das Cargas Sólidas pelo Projeto de Integração.	14



LISTA DE FOTOS

Foto 28.1. Vista para jusante do rio Salgado na cidade de Aurora (coordenadas UTM 9 232 517 N 503 909 L). .	10
Foto 28.2. Açude São Gonçalo - Vista do Mirante.	11
Foto 28.3. Açude Poço da Cruz (coordenadas 9 059 208 N 642 697 L).	11
Foto 28.4. Taxas Anuais de Produção de Sedimentos em função da Área de Drenagem da Bacia Hidrográfica Reservatórios Situados no Sudoeste dos Estados Unidos (Clima Semi-Árido).	15
Foto 28.5. Vista do Açude Atalho (9155 619 N 511 682 L), que ficará inserido no sistema adutor do Projeto.....	17



28. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE CARGAS SÓLIDAS APORTANTES NOS RIOS RECEPTORES E SEUS AÇUDES PRINCIPAIS

28.1. Introdução

Parte integrante do Projeto Básico Ambiental do empreendimento, o Programa de Monitoramento das Cargas Sólidas Aportantes nos Rios Receptores e seus Açudes Principais foi elaborado de modo a atender às condicionantes apresentadas na Licença Prévia (LP) nº 200/2005, emitida pelo IBAMA.

A área de atuação do Programa é o conjunto das bacias hidrográficas receptoras de águas aduzidas pelo Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, nas quais alguns rios e açudes poderão sofrer alterações em seu regime hidrossedimentológico, devido à implantação do Sistema de Integração.

O monitoramento aqui proposto abrange principalmente os estirões dos rios que conduzirão águas do sistema adutor do Projeto, através de seus leitos naturais, até os açudes receptores principais, todos já existentes.

Durante o projeto de engenharia, foram desenvolvidos estudos de assoreamento dos reservatórios. Em apenas dois deles foi identificada a possibilidade de ocorrer processo de assoreamento: açude Atalho (existente) e reservatório Terra Nova (projetado). Para esses dois reservatórios, foram previstos levantamentos topobatimétricos.

28.2. Justificativa

A disponibilidade de dados sedimentométricos na região Semi-Árida do Nordeste Brasileiro é muito reduzida.

Segundo o banco de dados da Agência Nacional de Águas - ANA, os postos fluviométricos com medição de descarga sólida localizados nas bacias receptoras são muito poucos.

O Quadro 28.1 a seguir, apresenta as principais informações sobre cada posto existente: o código adotado pela ANA; o nome do posto; o rio; a área de drenagem; o início da operação; e o número de medições de descarga sólida disponíveis em junho de 2005.



Quadro 28.1. Postos Sedimentométricos das Bacias Receptoras.

Código	Nome	Rio	Área (km ²)	Início	Medições Sólidas
36160000	Iguatu	Jaguaribe	21.000	jan/12	3
36290000	Ico	Salgado	12.000	jan/57	5
36320000	Jaguaribe	Jaguaribe	39.800	out/77	9
36390000	Peixe Gordo	Jaguaribe	48.200	dez/60	11
38860000	Bodocongo	Paraíba	13.780	dez/69	42
38895000	Ponte da Batalha	Paraíba	19.244	dez/69	54
37030000	Pau dos Ferros	Apodi	2.050	fev/63	9
37080000	Pedra de Abelhas (Brejo Apodi)	Apodi	6.480	nov/10	21
37410000	Sítio Vassouras	Piranhas	14.850	mai/62	19
37710150	Sítio Acaua II	Piranhas	37.600	jul/86	20
48860000	Floresta	Pajeú	13240	abr/72	9

Os postos Bodocongo e Ponte da Batalha, localizados no rio Paraíba, são os únicos postos com um número maior de medições de descarga sólida realizadas.

Uma explicação para essa condição é que, de maneira geral, o monitoramento fluviométrico das bacias hidrográficas do semi-árido nordestino é dificultado pela complexidade dos períodos de intermitência dos rios, ocasionada por condições naturais ou pela retenção da água em um elevado número de açudes na bacia a montante, que interferem com o regime natural de uma forma pouco controlada. O comportamento fluvial atual dos rios receptores está longe de ser o regime natural da bacia.

De maneira geral, os volumes líquidos afluentes a um determinado rio ou açude receptor dependem das precipitações na bacia contribuinte e dos volumes acumulados e consumidos no conjunto de açudes a montante, além das condições de cobertura vegetal, uso e ocupação do solo nas bacias.

No Nordeste Setentrional, devido à intermitência dos rios, os açudes usualmente tornam-se os pontos de controle da produção hídrica da bacia hidrográfica, através do monitoramento dos seus níveis d'água e do balanço hídrico dos seus volumes.

No caso do transporte de sedimentos, esse monitoramento é ainda mais complexo, tendo em vista que não existe um elemento de fácil observação e registro como o nível d'água de açudes e rios.

O transporte de material sólido nos rios é muito variável, e sua caracterização depende muito das medições de descarga sólida.

O monitoramento dos volumes acumulados nos reservatórios exige levantamentos batimétricos freqüentes das cotas de fundo desses lagos artificiais.

Por outro lado, mudanças no uso e ocupação do solo e na cobertura vegetal das bacias hidrográficas podem alterar significativamente o aporte de sedimentos aos cursos d'água e reservatórios.

A própria implantação do Projeto de Integração poderá alterar as condições atuais do aporte de sedimentos, devido ao aumento do transporte de água nos rios e pela alteração do uso do solo na bacia.

Diante das questões apresentadas, justifica-se o monitoramento das cargas sólidas aportantes aos rios receptores das águas aduzidas pelo Projeto e seus açudes principais, conforme aqui proposto.

28.3. Objetivos

O Programa de Monitoramento das Cargas Sólidas Aportantes nos Rios Receptores e seus Açudes Principais tem os seguintes objetivos:

- Aprofundar o conhecimento sobre o comportamento hidrossedimentológico dos rios receptores de águas aduzidas pelo Projeto de Integração nas condições atuais, anteriores à entrada em operação do sistema adutor;
- Acompanhar a evolução do comportamento hidrossedimentológico desses rios receptores, em seu estirão de interesse, durante toda a fase de operação do sistema de adução do Projeto;
- Acompanhar os efeitos decorrentes das alterações na cobertura vegetal, uso e ocupação do solo nas bacias de contribuição do açude Atalho;
- Subsidiar estimativas de assoreamento dos açudes.



28.4. Metas

Os rios receptores das águas aduzidas pelo Projeto de Integração são os riacho dos Porcos, Salgado, Jaguaribe, Apodi, Piranhas-Açu, Paraíba, nas bacias do Nordeste Setentrional, e dois afluentes dos rios Pajeú e Moxotó, estes na bacia do rio São Francisco.

Através do monitoramento dos rios será possível estimar o aporte de sedimentos aos seguintes açudes: Castanhão; Angicos; Pau dos Ferros; Santa Cruz; Ávidos; São Gonçalo; Armando Ribeiro Gonçalves; Camalaú; Epitácio Pessoa; Barra do Juá e Poço da Cruz.

O açude Atalho (existente) e o reservatório projetado Terra Nova, que fazem parte do sistema adutor do Projeto de Integração, serão monitorados através de levantamento topobatimétrico de suas áreas. Durante o projeto de engenharia, foram desenvolvidos estudos de assoreamento dos reservatórios, e foi identificada a possibilidade de ocorrer processo de assoreamento nesses dois reservatórios, por isso foram previstos levantamentos topobatimétricos.

Com base nos objetivos do Programa, foram propostas as seguintes metas:

- Instalar 6 estações fluviométricas nos estirões dos rios em locais selecionados, antes do início da operação do Projeto;
- Realizar, se possível (se houver período de cheia nos rios intermitentes), quatro campanhas, três em períodos de cheia e uma em período de vazante, com medições de descarga líquida e sólida, em todos os 12 postos de monitoramento, antes do início da operação do Projeto;
- Realizar, se possível, quatro campanhas por ano, três em períodos de cheia e uma em período de vazante, com medições de descarga líquida e sólida, em todos os postos de monitoramento, durante os cinco primeiros anos de operação do Projeto;
- Realizar, se possível, duas campanhas por ano, com medições de descarga líquida e sólida, em todos os postos de monitoramento, durante todo o restante do período de operação do Projeto;



- Realizar levantamento topobatimétrico do açude Atalho antes do início da operação do Projeto;
- Realizar levantamentos topobatimétricos do açude Atalho e do reservatório projetado Terra Nova a cada 5 anos de operação do sistema;
- Registrar todos os resultados das campanhas, relacionando-os com as condições anteriores à implantação do empreendimento, e emitir relatórios.

Obviamente, a realização das medições de descarga líquida e sólida está condicionada à existência de escoamento nos rios. Em períodos prolongados de seca muito severa, o número de campanhas nos rios não perenizados poderá ser reduzido, devido à intermitência.

28.5. Indicadores Ambientais

- Percentual das campanhas realizadas previstas nas metas.
- Relatório com os dados topobatimétricos do Açude Atalho.

28.6. Público-Alvo

O público alvo do presente Programa de Monitoramento será, indiretamente, toda a população da área de influência do Projeto de Integração, pelo maior conhecimento sobre as condições da região.

De uma forma mais direta, o público alvo do Programa são as equipes técnicas das entidades relacionadas com o meio ambiente e a gestão dos recursos hídricos.

Ao IBAMA, serão encaminhados os resultados do monitoramento, em forma de relatórios anuais de acompanhamento. Além disso, a qualquer momento, todos os resultados parciais das medições de descargas líquida e sólida estarão disponíveis para consulta pelos interessados, no escritório da coordenação do Programa.

À ANA, serão encaminhados, anualmente, os resultados das medições de descargas líquida e sólida, de modo que possam ser incorporados ao banco de dados do órgão e disponibilizados para consulta à comunidade técnica e científica em geral.



Entre as outras entidades que poderão se interessar pelos resultados do monitoramento, podem ser citados os órgãos estaduais responsáveis pela preservação do meio ambiente, gestão dos recursos hídricos e monitoramento hidrometeorológico. Caso solicitem, esses órgãos também poderão receber os relatórios de acompanhamento.

28.7. Metodologia e Descrição do Programa

O Programa de Monitoramento das Cargas Sólidas Aportantes nos Rios Receptores e seus Açudes Principais, a ser desenvolvido no âmbito do Projeto de Integração, foi elaborado de modo a atender às condicionantes, relacionadas com o tema, apresentadas na Licença Prévia nº 200/2005, emitida pelo IBAMA.

O IBAMA recomenda na Licença que o monitoramento seja *“de caráter permanente, para acompanhamento dos efeitos decorrentes dos processos de erosão da bacia de drenagem, levando em conta a taxa de sedimentação e assoreamento”*.

Para serem monitorados quanto ao aporte de sedimentos, foram selecionados os rios e açudes que atendessem aos seguintes critérios:

- rios que receberão, em seus leitos naturais, águas aduzidas pelo Projeto de Integração;
- açudes receptores para onde escoarão as águas através dessas calhas naturais;
- reservatórios projetados nos quais, no desenvolvimento do projeto básico de engenharia, foi identificada preocupação em relação ao assoreamento.

Com esses critérios buscou-se atender plenamente os objetivos do presente programa de monitoramento, com relação ao acompanhamento de processos erosivos nas calhas naturais dos rios receptores e nas áreas de contribuição das bacias hidrográficas, assim o acompanhamento do processo de assoreamento dos reservatórios.

Os rios receptores e açudes a serem monitorados foram identificados a partir da descrição do sistema adutor, apresentada a seguir.



No Eixo Norte, a derivação para o Trecho VI acontece no reservatório Mangueira (Trecho I), para levar água até os açudes existentes Chapéu e Entremontes. Essa adução não será realizada utilizando leitos naturais de rios receptores, mas exclusivamente através de canais artificiais. Por essa razão, não foi previsto monitoramento de cargas sólidas no Trecho VI.

A primeira derivação para os rios Salgado e Jaguaribe ocorrerá no reservatório dos Porcos (Trecho II). A adução se dará através do leito natural do riacho dos Porcos, seguindo pelo rio Salgado até sua confluência com o rio Jaguaribe, e por este até atingir o açude Castanhão.

A segunda derivação para os rios Salgado e Jaguaribe ocorrerá no reservatório Caiçara (Trecho II). A adução será realizada através de canal artificial até o rio Salgado, seguindo a partir daí no leito natural desse curso d'água e do rio Jaguaribe até o açude Castanhão, da mesma forma que a primeira derivação.



Foto 28.1. Vista para jusante do rio Salgado na cidade de Aurora (coordenadas UTM 9 232 517 N 503 909 L).

A área de contribuição da bacia hidrográfica não controlada, isto é, a área incremental entre os açudes existentes a montante e o reservatório de Castanhão é cerca de 16.800 km², umas das maiores envolvidas pelo Projeto.

A montante de sua confluência com o rio Salgado, o rio Jaguaribe está barrado para formação do açude Orós, sendo que o trecho fluvial a jusante desse açude encontra-se atualmente perenizado.

As maiores extensões de rios receptores em leito natural, que serão utilizadas para adução das águas transpostas, encontram-se na bacia do Jaguaribe. As águas transpostas serão conduzidas até o açude Engenheiro Ávidos, fim do Trecho II, por meio de canal artificial. A

partir daí, o escoamento se dá em leito natural do rio Piranhas até os açudes receptores São Gonçalo e Armando Ribeiro Gonçalves. Desse modo, foi previsto o monitoramento de cargas sólidas no estirão do rio Piranhas entre os açudes Engenheiro Ávidos e Armando Ribeiro Gonçalves.



Foto 28.2. Açude São Gonçalo - Vista do Mirante.

No Trecho V, existe uma derivação prevista para o açude Barra do Juá, a partir do reservatório Muquém, e outra derivação para o açude Poço da Cruz, a partir do reservatório Copiti, através do leito natural de um riacho afluente do rio Moxotó, para o qual está previsto um ponto de monitoramento da carga sólida.



Foto 28.3. Açude Poço da Cruz (coordenadas 9 059 208 N 642 697 L).

As águas transpostas são conduzidas até o açude Poções, fim do Trecho V, por meio de canal artificial e adutora. A partir daí, o escoamento se dá em leito natural do rio Paraíba, até os açudes receptores Camalaú e Epitácio Pessoa, num estirão que também será monitorado. Na bacia do Paraíba haverão 3 pontos de monitoramento.

Foram inseridos na rede de monitoramento todos os postos sedimentométricos existentes nos trechos selecionados dos rios receptores, de modo a facilitar a caracterização da condição atual, através de séries históricas de observação. Foram incluídas, também, estações existentes localizadas a jusante dos maiores açudes receptores: Castanhão, Santa Cruz, Armando Ribeiro Gonçalves e Epitácio Pessoa.

O Quadro 28.2 apresenta a lista das informações sobre os postos de monitoramento, cuja localização é apresentada no Anexo 28.2. Esse quadro mostra que todas as estações existentes têm como entidade responsável a Agência Nacional de Águas – ANA. Para as estações propostas, que serão instaladas pelo empreendedor, o Quadro 28.2 apresenta o Sistema Adutor de Integração do São Francisco – SISF/MI como entidade responsável.

Entre as estações operadas pela ANA, atualmente, são realizadas medições de descarga sólida apenas em três locais (ver Quadro 28.2, Tipo Atual de Monitoramento S). Com a implantação do Programa serão realizadas, pelo empreendedor, medições de descarga líquida e sólida nas doze estações listadas ao longo de todo o período de operação do sistema. No Anexo 28.2 é apresentado as estações sedimentométricas atuais as propostas ou que passarão a ter medição de descarga sólida com a implantação do Programa.

As medições de descarga líquida deverão ser realizadas a cabo e barco, através de base topográfica pelo método detalhado. Em cada medição, serão realizadas no mínimo 10 verticais, conforme a largura do rio na data da medição, e os tempos nos pontos de tomada de velocidade não serão inferiores a 40 segundos. O nível d'água por ocasião da medição será referido em relação às réguas limnimétricas do posto fluviométrico instalado.

A seção de medição de vazão deverá ser definida em local apropriado, onde o fluxo d'água apresente condições favoráveis de acordo com as normas técnicas vigentes, em local bem próximo ao posto fluviométrico. Para as medições, serão utilizados: molinete aferido, lastro, barco, guincho hidrométrico, cabo de aço, régua limnimétrica para controle do nível d'água durante a medição, e estação total caso a medição seja com amarração por base topográfica.

As coletas das amostras de água destinadas à medição de descarga sólida deverão ser realizadas simultaneamente às medições de descargas líquidas. As medições de descarga sólida serão realizadas pelo método de integração com igual velocidade de trânsito e igual



incremento de largura. O deslocamento do amostrador deverá ser uniforme na subida e na descida, com velocidades iguais para todas as verticais. Em cada medição, serão coletadas no mínimo 5 amostras de água e, se possível, 5 amostras de material de fundo distribuídas segundo as verticais utilizadas para a medição de vazão líquida.

No campo, as amostras do material em suspensão serão integradas e encaminhadas para laboratórios especializados, onde serão analisadas para determinação da concentração total de sedimentos pelo método de evaporação e pesagem. Na coleta do material em suspensão, deverão ser utilizados amostradores da série-tipo USDH ou AMS, conforme as condições fluviais.

As amostras do material de fundo serão analisadas individualmente no laboratório para determinação da curva granulométrica. Na coleta do material do leito, será utilizado um coletor de raspagem tipo Rock-Island ou AMK 2. A granulometria do material de fundo deverá ser determinada por análise mecânica (peneira), para partículas retidas na peneira 200 (maiores que 0,074 mm), ou por densímetro, para partículas mais finas. Deverão ser também elaboradas curvas granulométricas, com classificação segundo a American Geophysical Union.

Durante a elaboração do projeto básico de engenharia, foram desenvolvidos estudos hidrossedimentológicos, para avaliar a possibilidade de ocorrer assoreamento dos reservatórios propostos a ponto de afetar suas funções operativas.

Nesses estudos, para determinação das taxas de produção de sedimentos nas bacias hidrográficas, foram utilizados os dados dos açudes Itãns e Epitácio Pessoa, que apresentavam levantamentos topobatimétricos feitos após alguns anos de operação.

O açude de Itãns, cuja operação foi iniciada em 1935, localiza-se na bacia do rio Piranhas-Açu, com uma área de drenagem de 1.187,7 km². Os estudos efetuados pelo Consórcio CNEC-SOGREAH em 1971 resultaram em uma taxa de produção de sedimentos de 330.555 m³/ano ou 278,3 m³/km²/ano.

Em 1998, o Laboratório de Meteorologia do Estado da Paraíba (LMSR), vinculado à Secretaria de Recursos Hídricos, efetuou um levantamento topobatimétrico no açude Epitácio Pessoa, tendo obtido um volume de assoreamento de 85.258.448 m³. Uma vez que este açude teve



sua operação iniciada em 1.956, resultou em uma taxa de produção de sedimentos de 1.982.755 m³/ano ou 158,8 m³/km²/ano.

A partir de levantamentos topobatimétricos sistemáticos realizados em reservatórios americanos, antes e após alguns anos do início de operação, o US Department of Interior (1987) selecionou os reservatórios com dados de levantamentos topobatimétricos localizados na região de clima semi-árido, correspondente ao sudoeste dos Estados Unidos, e preparou um gráfico, que correlaciona a taxa anual de produção de sedimentos com a área de drenagem da bacia hidrográfica.

Quadro 28.2. Pontos Selecionados para Monitoramento das Cargas Sólidas pelo Projeto de Integração.

Seção	Código ANA	Nome do Posto	Rio	Tipo Atual de Monitoramento	Início da Operação	Medições de Desc. Sólida Disponíveis	Entidade Responsável
S1	36250000	PODIMIRIM	dos Porcos	FDQ	jan/64	-	ANA
S2		Jusante do desemboque e do Trecho III	Salgado	-	-	-	SISF/MI
S3	36290000	ICO	Salgado	FRDSQ	jan/57	5	ANA
S4	36320000	JAGUARIBE	Jaguaribe	FDSQ	out/77	9	ANA
S5		Montante do remanso do açude Pau dos Ferros	Apodi	-	-	-	SISF/MI
S6		Montante do remanso do açude Santa Cruz	Apodi	-	-	-	SISF/MI
S7		Montante do remanso do açude São Gonçalo	Piranhas	-	-	-	SISF/MI
S8	37410000	SÍTIO VASSOURAS	Piranhas	FRDSQ	mai/62	19	ANA
S9	37580000	OITICICA II	Piranhas	FDQ	ago/04	-	ANA
S10		Montante do remanso do açude Camalaú	Paraíba	-	-	-	SISF/MI
S11	38830000	CARAUBAS	Paraíba	FDQ	jan/70	-	ANA
S12		Afluente do rio Moxotó e do açude Poço da Cruz	Afluente do rio Moxotó	-	-	-	SISF/MI

OBS: SISF/MI – Sistema de Integração do São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional / Ministério da Integração.

Nos estudos sedimentológicos do projeto básico, os dados referentes aos açudes Itãs e Epitácio Pessoa foram plotados no mesmo gráfico, apresentado na Figura 28.1, a seguir. Pode-



se observar que esses pontos situam-se entre as envoltórias e próximos à curva média ajustada.

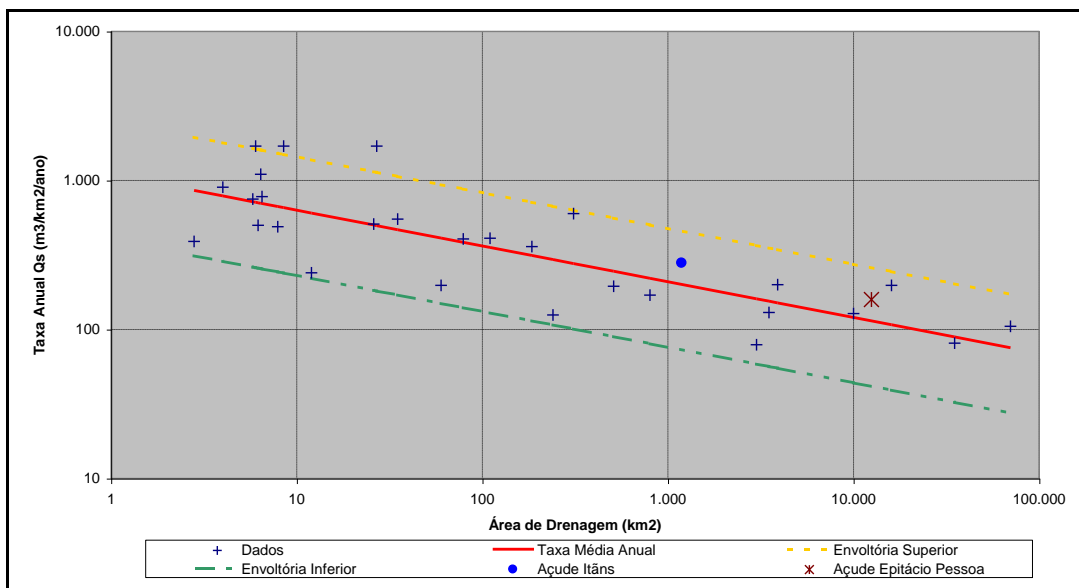


Figura 28. 1 Taxas Anuais de Produção de Sedimentos em função da Área de Drenagem da Bacia Hidrográfica Reservatórios Situados no Sudoeste dos Estados Unidos (Clima Semi-Árido).

Fonte: Relatório 10 – Estudos Hidrológicos e Sedimentológicos. Projeto Básico. Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional. 2001.

Em função da pouca disponibilidade de medições de descarga sólida, os estudos de assoreamento dos reservatórios foram desenvolvidos com base nas taxas anuais de produção de sedimentos obtidas no gráfico.

A eficiência de retenção de sedimentos de um reservatório é definida pela relação entre a quantidade de sedimentos depositados em seu interior e o total de sedimentos afluente ao reservatório.

Essa eficiência depende, principalmente, do volume total do reservatório, da vazão afluente e da velocidade de escoamento dentro do reservatório. Para elaboração de prognósticos sobre a retenção de sedimentos em reservatórios podem ser utilizados dois tipos de curvas, definidas empiricamente: a curva de Brune, usada para grandes reservatórios; e a curva de Churchill, adequada para pequenos reservatórios. As duas curvas podem ser obtidas em Carvalho (2000).

Nos estudos sedimentológicos do Projeto de Integração foi utilizada a curva de Churchill para estimar a percentagem de sedimentos retidos nos reservatórios projetados. Verificou-se que todos os reservatórios retêm a totalidade dos sedimentos afluentes devido, principalmente, à

pequena magnitude das vazões afluentes em relação à sua capacidade volumétrica, o que resulta em baixas velocidades de escoamento.

Por outro lado, as áreas de drenagem a esses reservatórios são pequenas, de modo que o aporte de sedimento é relativamente reduzido. De maneira geral, as áreas cuja drenagem natural contribui para os reservatórios projetados são muito pequenas, inferiores a 100 km², fazendo com que o aporte de sedimentos seja pequeno. Apenas os reservatórios dos Porcos, Cacimba Nova e Moxotó recebem contribuições de áreas maiores, entre 200 e 360 km².

A comparação da previsão dos volumes totais de sedimentos retidos com a capacidade volumétrica dos reservatórios permitiu verificar que o assoreamento não deverá prejudicar o desempenho operacional dos reservatórios e do sistema.

Apenas no reservatório Terra Nova e no açude Atalho, os volumes de sedimentos depositados após 100 anos de operação poderiam atingir magnitudes significativas, ocupando parcelas dos volumes mortos com possibilidade de impedir o desempenho adequado de suas funções. Por essa razão, foi previsto, no presente Programa, o monitoramento desses reservatórios, através de levantamento topobatimétrico freqüente, a cada 5 anos de operação.

Em cada um dos outros reservatórios implantados pelo Projeto, após 10 anos do início de seu enchimento, será realizada uma avaliação se existem indícios de assoreamento que comprometam significativamente seus volumes. Caso se verifique essa condição, será realizado o levantamento topobatimétrico do mesmo.

O Atalho (Foto 28.4) é o único açude existente, em operação desde 1991, que foi inserido no Projeto de Integração como um reservatório de passagem das águas captadas no rio São Francisco, e não apenas como um açude receptor. Com a implantação do Projeto de Integração, esse açude ficará inserido no conjunto de canais de concreto e reservatórios projetados do Trecho II.





Foto 28.4. Vista do Açude Atalho (9155 619 N 511 682 L), que ficará inserido no sistema adutor do Projeto

Considerando que o Trecho IV não será implantado nesta primeira etapa, o monitoramento da bacia do rio Apodi pode ser adiado para o início de sua implantação.

Em função da necessidade de caracterizar a situação do corpo hídrico sem a presença do empreendimento, o monitoramento deverá ser iniciado com pelo menos quatro campanhas antes do início efetivo da operação do Projeto em cada bacia.

O Programa deverá incluir, também, o registro sistemático dos níveis d'água nas estações fluviométricas monitoradas.

Os métodos e técnicas adotados no monitoramento deverão ser os usualmente aplicados nos meios técnico e científico.

Os resultados das campanhas e as leituras de régua serão consolidados anualmente em relatórios, que serão encaminhados ao IBAMA. Todos os dados e relatórios serão arquivados em banco de dados, e ficarão à disposição dos órgãos estaduais e municipais.

28.8. Inter-relação com outros Programas

Entre os programas ambientais do Projeto de Integração, o Programa de Monitoramento das Cargas Sólidas Aportantes terá relação com os seguintes:

- Plano de Gestão, Supervisão e Auditoria Ambiental, pelo fornecimento de dados que subsidiem a tomada de decisões;
- Plano de Operação e Manutenção, pela disponibilização de dados sobre o aporte de sedimentos, subsidiando estimativas sobre o risco de assoreamento dos mesmos;

- Programa de Monitoramento dos Processos Erosivos, pela troca de informações que permitam analisar a consistência dos resultados obtidos nos dois programas, tendo em vista a estreita relação entre erosão, transporte dos sedimentos nos cursos d'água e seu aporte nos açudes;
- Programa de Monitoramento da Qualidade da Água e Limnologia, tendo em vista que as alterações na cobertura vegetal e no uso e ocupação do solo geram alterações nas características da qualidade das águas e na produção de sedimentos que guardam forte relação entre si, de modo que a superposição dos resultados dos dois programas facilitará o acompanhamento das modificações na bacia;
- Programa de Monitoramento do Sistema Adutor e das Bacias Receptoras, considerando que os hidrogramas de vazões nos rios são necessários para a estimativa dos volumes de sedimentos efetivamente aportados.

28.9. Instituições Envolvidas

No desenvolvimento do Programa de Monitoramento das Cargas Sólidas deverão ser envolvidas instituições de órgãos federais, cujas funções e atribuições estão relacionadas com o monitoramento hidrometeorológico.

- ANA – Agência Nacional de Águas - Deverá atuar no compartilhamento de informações hidrológicas e sedimentométricas, incluindo a manutenção de estações em operação, sob sua responsabilidade, selecionadas para a rede de monitoramento do Programa;
- DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - Deverá atuar no compartilhamento de informações hidrológicas e sedimentométricas, além da manutenção de 1 estação em operação, sob sua responsabilidade, selecionada para a rede de monitoramento do Programa.

A articulação com as outras instituições envolvidas será realizada pela empresa gestora do projeto.



28.10. Recursos Necessários

Para realização do Programa será necessária a instalação de 13 novas estações fluviométricas, além dos equipamentos necessários para: medições de descarga líquida e sólida em rios; e levantamentos topobatimétricos em reservatórios.

28.11. Responsável pela Implementação do Programa

Este Programa deverá ser implementado pelo Ministério de Integração Nacional.

28.12. Responsáveis pela Elaboração do Programa

- Ivan Soares Telles de Sousa – Coordenador Geral – CREA/MA- 3593 - D.
- Maria Clara Rodrigues Xavier – Engenheira civil (hidróloga) e de saúde pública - CREA/RJ – 54871-D.
- Jonatas Costa Moreira – Engenheiro civil (hidrólogo) e mestre em recursos hídricos – CREA/RJ – 34040-D.

28.13. Responsáveis pela Revisão do Programa

Coordenação pelo Ministério da Integração: Engenheira Civil Telma Rocha Torreão, Cadastro Técnico Federal no IBAMA nº 5126238.

Técnico do Ministério da Integração:

Engenheiro Civil Davi Tadeu B. Marwell

Engenheiro Civil Julio César Sebastini Kunzler

Coordenação pela CMT Engenharia Ltda: Engenheiro Civil João Bosco Senra, Cadastro Técnico Federal no IBAMA nº 139.144.

Equipe Técnica da CMT Engenharia Ltda.:

Biólogo Alexandre Hercos Pucci

Veterinária Fabiana Daher

Biólogo Severiano Queiroz



28.14. Bibliografia

CARVALHO, Newton de Oliveira (1994). Hidrossedimentologia Prática. Rio de Janeiro. CPRM/ELETROBRÁS. 372p.

CARVALHO, N. O. & FILIZOLA Júnior, N. P. & SANTOS, P. M. C. & LIMA, J. E. F. W. (2000). Guia de Avaliação de Assoreamento de Reservatórios. ANEEL/ PNUD/ OMM. 140p.

BRASIL (2004). Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional - Estudo de Impacto Ambiental – EIA. Ministério da Integração, Brasília, DF.

COGERH (1997). Plano de Gerenciamento das Águas da Bacia do Jaguaribe – Programa de Monitoramento. Fortaleza, CE.

FUNCATE (2000). Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional. Projeto Básico: Eixo Norte – Trecho I. Consórcio ENGECORPS/HARZA, São Paulo, SP.

FUNCATE (2001). Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional. Projeto Básico: Eixo Norte – Trecho II. São José dos Campos, SP.

FUNCATE (2001). Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional. Projeto Básico: Eixo Leste – Trecho V. São José dos Campos, SP.

FUNCATE (2003). Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional. Projeto Básico: Eixo Norte – Trecho II – Complementação. São José dos Campos, SP.

US Department of Interior (1987). Design of Small Dams. Bureau of Reclamation. Washington.

YANG, C.T. (1996). Sediment Transport: Theory and Practice. McGraw-Hill. Nova Iorque.



28.15. Anexos

Anexo 28.1: Cronograma Físico;

Anexo 28.2: Pontos de Monitoramento das Cargas Sólidas Aportantes.



Anexo 28.1: Cronograma Físico

PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRAFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL

CRONOGRAMA MASTER

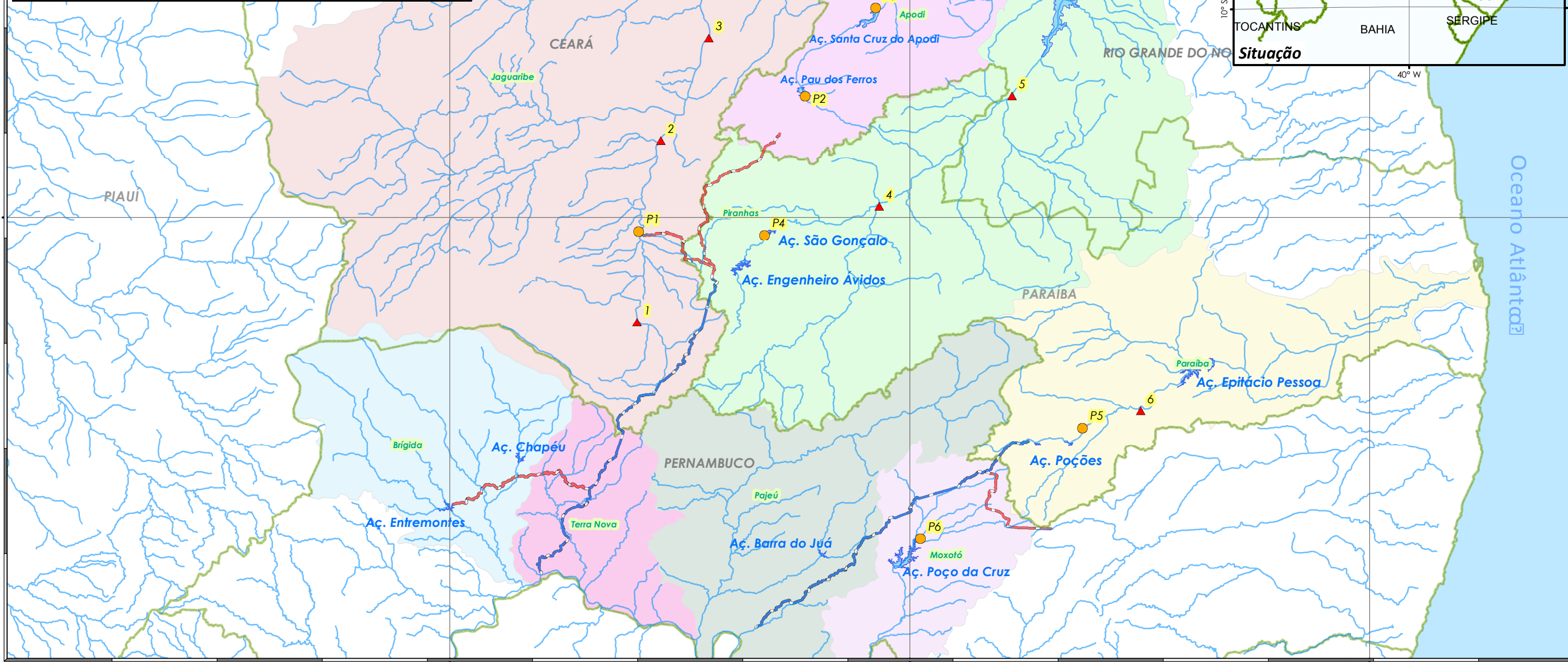
ATIVIDADE	ANO 1 - 2007												ANO 2 - 2008												ANO 3 - 2009												ANO 4 - 2010												ANO 5 - 2011												ANO 6 - 2012												ANO 7 - 2013																						
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N
PISF	[Red bar]																																																																																														
EIXO NORTE	[Red bar]																																																																																														
EIXO LESTE	[Red bar]																																																																																														
PROJETOS BÁSICOS E EXECUTIVOS	[Red bar]																																																																																														

28 - PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE CARGAS SÓLIDAS APORTANTES NOS RIOS RECEPTORES E SEUS AÇUDES PRINCIPAIS

ATIVIDADE	ANO 1 - 2007												ANO 2 - 2008												ANO 3 - 2009												ANO 4 - 2010												ANO 5 - 2011												ANO 6 - 2012												ANO 7 - 2013																						
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N
INSTALAÇÃO DE 6 ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS	[Red bar]																																																																																														
REALIZAÇÃO DE 3 CAMPANHAS NA CHEIA	[Red bar]																																																																																														
REALIZAÇÃO DE 1 CAMPANHA NA VAZANTE	[Red bar]																																																																																														
LEVANTAMENTO TOPOBATIMÉTRICO DO ATALHO	[Red bar]																																																																																														
RELATÓRIOS ANUAIS	[Red bar]																																																																																														

Anexo 28.2: Pontos de Monitoramento das Cargas Sólidas Aportantes

PONTO	CÓDIGO ANA	NOME DA ESTAÇÃO	X	Y	SITUAÇÃO
1	36250000	PODIMIRIM	501747,68	9193151,21	Selecionados para monitoramento de cargas sólidas (Instalados - ANA)
2	36290000	ICO	514713,98	9291872,60	
3	36320000	JAGUARIBE	540770,99	9347777,07	
4	37410000	SITIO VASSOURAS	633271,19	9256121,09	
5	37580000	OITICICA II	705627,80	9316356,80	
6	38830000	CARAUBAS	775487,45	9144961,08	
P1	Proposta	RIO SALGADO	502713,07	9242565,74	Locais para monitoramento de cargas sólidas (Proposta - SISF/MI)
P2	Proposta	AÇUDE PAU DOS FERROS	593101,05	9316092,76	
P3	Proposta	AÇUDE SANTA CRUZ	631538,00	9364184,00	
P4	Proposta	AÇUDE SÃO GONÇALO	571025,10	9240487,36	
P5	Proposta	AÇUDE CAMALAU	743795,02	9135640,47	
P6	Proposta	AÇUDE POÇO DA CRUZ	655890,94	9075580,25	



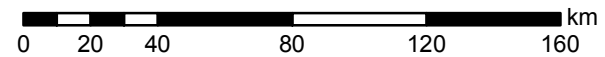
Legenda

- Pontos Selecionados para monitoramento de cargas sólidas (Instalados pela ANA)
- Pontos para monitoramento de cargas sólidas (Proposta - SISF/MI)
- Eixos 1º etapa
- Eixos 2º etapa
- Hidrografia
- Limite estadual
- Açudes
- Bacia Hidrográficas Apodi
- Brígida
- Jaguaribe
- Moxotó
- Pajeú
- Paraíba
- Piranhas
- Terra Nova



Projeção Universal Transversa de Mercator

Escala Gráfica



Origem da quilometragem: Equador e Meridiano Central 39° W.Gr
acrescida das constantes N 10.000km E 500km
Datum horizontal : SAD-69



Base de dados:

Informações Geográficas do Ibama - SISCOM
Agência Nacional de Água - ANA
Secretaria de Recursos Hídricos e Energéticos - PE (SRHE/PE)
Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - CE (COGERH/CE)
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE

Produzido por:	Audrey Oliveira de Lima	Rubrica:	
Verificado por:	Marina Gontijo dos Santos	Rubrica:	
Desenho nº:	1711-MAP-0090-95-28-001-R6		



MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE SETENTRIONAL

PROGRAMA 28 - PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE CARGAS SÓLIDAS APORTANTES NOS RIOS RECEPTORES E SEUS AÇUDES PRINCIPAIS

Estações Hidrometeorológicas na Área do PISF

Data:	26/01/2011	Localização:	Projeto São Francisco
Folha nº:	01	Rev. nº.:	07
		Escala:	1:2.250.000