

Programa 22

MONITORAMENTO DE QUALIDADE
DA ÁGUA E LIMNOLOGIA



Projeto

São Francisco

Água a quem tem sede

ÍNDICE

22. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DA ÁGUA E LIMNOLOGIA	1
22.1. Introdução	1
22.2. Justificativa	1
22.3. Objetivos do programa	8
22.4. Metas.....	8
22.5. Indicadores ambientais.....	11
22.6. Público-alvo.....	13
22.7. Metodologia e descrição do programa.....	14
22.8. Interrelação com outros programas.....	32
22.9. Instituições envolvidas.....	34
22.10. Atendimento a requisitos legais e/ou outros requisitos.....	35
22.11. Recursos necessários	35
22.12. Cronograma físico.....	35
22.13. Responsáveis pela implantação do programa.....	35
22.14. Responsáveis pela elaboração do programa.....	36
22.15. Responsáveis pela revisão do programa.....	36
22.16. Bibliografia	36
22.17. Anexos	37



22. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DA ÁGUA E LIMNOLOGIA

22.1. Introdução

Parte integrante do Projeto Básico Ambiental do empreendimento, o Programa de Monitoramento de Qualidade da Água foi elaborado de modo a atender às condicionantes apresentadas na Licença Prévia (LP) nº 200/2005, emitida pelo IBAMA, e também as recomendações contidas nos estudos complementares, realizados após a referida LP, que de forma mais abrangente, contemplaram peculiaridades concernentes aos ambientes aquáticos da região do Projeto de Integração do São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional - PISF, permitindo assim, uma visão mais otimizada sobre estes ecossistemas.

A área de atuação do Programa abrange o estirão do rio São Francisco onde estarão localizadas as estruturas de captação, assim como o conjunto das bacias hidrográficas receptoras de águas aduzidas pelo PISF.

Nas bacias receptoras, além dos reservatórios projetados, alguns rios e açudes existentes deverão sofrer alterações em sua qualidade de água, devido à implantação do Sistema de Integração, muito possivelmente de forma benéfica.

22.2. Justificativa

Entre os diversos fatores que influenciam a qualidade das águas do semi-árido nordestino, foi identificado que, predominantemente, os corpos d'água dessa região são utilizados como receptores finais dos esgotos, sem tratamento prévio, e dos fertilizantes e pesticidas utilizados nos campos agrícolas, normalmente carregados pelo escoamento superficial e pela lixiviação.

Associados a esses efeitos negativos gerados pelas atividades antrópicas, interferem também, na qualidade das águas, as condicionantes físicas e climatológicas do semi-árido, representadas tanto pelos aspectos geomorfológicos e de formação dos solos, como pela escassez e a má distribuição da pluviosidade, que acarretam a intermitência da maioria dos rios da região.



Essas características, que resultam num grande aporte de nutrientes (nitrogênio e fósforo) aos corpos d'água, associadas às altas temperaturas e forte insolação, criam condições propícias à eutrofização.

Numa análise integrada e comparativa entre a bacia do São Francisco e as bacias do Nordeste Setentrional, durante os estudos ambientais do Projeto de Integração, foi constatado que, de uma forma geral, as águas dos setores do rio São Francisco onde serão feitas as captações (próximo à Ilha de Assunção e no reservatório de Itaparica), apresentam melhor qualidade dos que as águas das bacias receptoras.

Portanto, as águas bombeadas terão boa influência na qualidade das águas dos rios e açudes receptores, pois contribuirão para a manutenção dos reservatórios em melhores condições de mistura e dissoluções de sais.

Os estudos sobre o fitoplâncton demonstrou que, considerando-se o sistema rio/reservatório das bacias hidrográficas estudadas, as densidades encontradas nos reservatórios são superiores àquelas existentes nos rios, indicando que os rios transportam os organismos gerados nos reservatórios, que por sua vez, atuam como acumuladores desses organismos. Nesta perspectiva, a interligação das diversas bacias hidrográficas através de canais propiciará a entrada de organismos existentes na bacia do rio São Francisco, nas bacias receptoras. Por outro lado, o incremento do dinamismo do fluxo hídrico nas bacias envolvidas no Projeto produzirá uma tendência à disponibilização de uma água sempre renovada e, por isso, de melhor qualidade.

Em relação ao fitoplâncton, macrófitas aquáticas, zooplâncton e zoobênton, as águas dos setores do rio São Francisco onde serão feitas as captações apresentam condições bióticas adequadas ao consumo humano, após tratamento. Por isso, espera-se que essas águas não aumentem o estado trófico das águas das bacias receptoras, pelo contrário, poderão diluí-las, melhorando suas condições nos rios e reservatórios.

Considerando o arranjo atual do Projeto de Integração, as bacias onde deverão ocorrer os eventos de alteração da qualidade da água são apresentadas a seguir.



Evento 1

As águas do rio São Francisco serão captadas em dois pontos, alimentando os denominados Eixos Norte e Leste.

No eixo Norte, parte do volume d'água captado e armazenado no futuro açude Mangueira será encaminhado para os reservatórios Chapéu e Entremontes (Trecho VI), ambos localizados na bacia do rio Brígida, que desemboca diretamente no rio São Francisco.

No Eixo Leste (Trecho V), parte da águas captadas no reservatório de Itaparica será conduzida até o reservatório Poço da Cruz, localizado no curso superior do rio Moxotó, também afluente do rio São Francisco.

Nos dois casos a água permanece na própria bacia do rio São Francisco, uma vez que ambas as sub-bacias (Brígida e Moxotó) drenam para o próprio São Francisco.

As águas do reservatório Poço da Cruz apresentaram, durante as campanhas realizadas no EIA e campanhas complementares, níveis elevados de salinidade e tendência à hipereutrofia, com densidades elevadas de cianobactérias, com abundância de *Cylindropermopsis raciborskii*, *Raphidiopsis* spp, entre outras, envolvidas em casos de toxicidade aquática, bem como a ocorrência, em grande abundância, do gastrópode *Aylacostoma tuberculata*.

Sob o ponto de vista limnológico, a qualidade da água na localidade amostrada no rio São Francisco próxima ao ponto de captação do Eixo Norte foi considerada adequada ao consumo humano. O Projeto deverá contribuir para redução dos processos de eutrofização da bacia do rio Moxotó.

Evento 2

Nesse evento refere-se ao primeiro lançamento de água dentro da bacia do rio Jaguaribe, a partir do volume armazenado no reservatório de Milagres, e transposto para o futuro reservatório de Jati, localizado no riacho Jardim, formador do rio dos Porcos. Desse reservatório, a água será transferida para o açude Atalho (existente), já no Trecho II do Eixo Norte. É a primeira transposição de águas de bacias distintas.



O reservatório Atalho poderá sofrer modificações benéficas, pois receberá um volume anual de água várias vezes superior ao seu volume armazenado, mas precisa ser devidamente monitorado, para avaliar o comportamento do açude como centro de acumulação e geração de biomassa e de organismos nocivos à saúde para o sistema hidráulico do Projeto. O tratamento dos esgotos sanitários das cidades situadas a montante de Atalho poderá melhorar a situação ambiental do açude, mesmo antes da operação do Projeto de Integração.

Conforme apontado no EIA, as comunidades aquáticas analisadas em seu conjunto, indicam a baixa qualidade ambiental verificada no riacho dos Porcos e o rio Salgado, ambos pertencentes à bacia do rio Jaguaribe, e também extremamente comprometidos por agentes difusos de poluição hídrica. Portanto, as águas de melhor qualidade do rio São Francisco tenderão a melhorar a qualidade das águas locais, ao menos da porção superior, da bacia do Jaguaribe.

Complementarmente ao açude Atalho, outros açudes a serem construídos como parte do empreendimento, nos Estado do Ceará, Paraíba e Pernambuco, deverão também ser monitorados, tanto do ponto de vista ecológico-ambiental, como dos agentes potencialmente prejudiciais à saúde humana.

Evento 3

Uma parcela do volume de água a ser lançado na bacia do rio Jaguaribe, através do Trecho III, na segunda etapa do Projeto, provirá do sistema hidráulico situado entre o açude Atalho e o açude Caiçara, último corpo hídrico a ser construído na 1ª Etapa. Dos açudes intermediários, os maiores serão os açudes Porcos e Boa Vista (ex Cuncas). São açudes que não têm área de drenagem expressiva e não recebem carga adicional de poluição externa ao Projeto. O Trecho III encaminhará as águas até o rio Salgado, já mais próximo a sua confluência com o rio Jaguaribe. Os resultados das análises de água, realizadas no EIA, nos setores superiores e médios da bacia do rio Jaguaribe apontaram para uma situação de eutrofização. No rio dos Porcos e no rio Salgado, foram encontradas, quando da realização das campanhas de campo, as piores condições da bacia, estando esses ambientes caracterizados pela baixa integridade ambiental indicada por organismos constituintes da



biota aquática, e aspectos físico e químicos da água apresentando tendências à hipereutrofia.

O ponto amostrado no rio Jaguaribe, imediatamente a montante do açude Castanhão, foi o que apresentou as melhores condições da bacia, embora também apresentasse algumas características compatíveis com sistemas eutróficos, indicado por taxas elevadas de clorofila e feofitina, e abundância da alga cianofíceia *Anabaena* e da diatomácea *Gomphonema*.

A qualidade de água da bacia do rio Jaguaribe, especialmente no rio Salgado, poderá ser beneficiada com a introdução das águas do rio São Francisco, apesar de já se encontrarem misturadas com as águas do açude Atalho, podendo reduzir o estado de eutrofia atualmente presente nas águas dessa bacia.

Evento 4

No caso do rio Apodi, este será alimentado pelas águas do rio São Francisco, já misturadas com a do açude Atalho, a partir também do futuro reservatório Caiçara, alcançando, ao final, os açudes existentes Pau dos Ferros e Santa Cruz.

O açude Pau dos Ferros possui águas classificadas como meso e eutróficas, com dominância da diatomácea *Aulacoseria granulata* e das clorofíceas *Cylindropermopsis raciborskii*, *Pseudanabaena catenata*, *Botryococcus braunii*, algas altamente tolerantes à poluição e indicadoras de ambiente eutróficos e de saprobidade. Por outro lado, o trecho do rio Apodi logo a jusante do açude Pau dos Ferros apresentou características, como baixos teores de clorofila e feofitina, que o sugerem como sendo um ambiente oligotrófico. Espera-se, desta forma, que a transposição possa melhorar a qualidade de suas águas, especialmente na sua porção superior.

Evento 5

A partir do reservatório Caiçara, as águas do rio São Francisco serão aduzidas para a bacia do rio Piranhas através de sistema adutor até o açude Engenheiro Ávidos, e depois seguem pelo leito natural do rio Piranhas até os açudes São Gonçalo e Armando Ribeiro Gonçalves.



Os pontos amostrados no rio Piranhas apresentaram baixas taxas de oxigênio dissolvido, e um nível variando de oligotrófico a mesotrófico, sendo o açude Armando Ribeiro Gonçalves classificado como mesotrófico. Reconhece-se, deste modo, que as águas do rio São Francisco poderão introduzir uma condição preponderantemente oligotrófica na bacia do rio Piranhas.

Evento 6

A bacia do rio Paraíba será alimentada com águas do rio São Francisco, captadas no reservatório de Itaparica, sendo uma parte desviada para o açude Poço da Cruz, conforme descrito anteriormente.

No Trecho V do Projeto de Integração, essas águas serão conduzidas através de canais e armazenadas em diversos reservatórios, sendo, por fim, lançadas no rio Monteiro, afluente da margem esquerda e principal formador do rio Paraíba, até chegar no açude Público Epitácio Pessoa (Boqueirão).

CEBALLOS (1995), em trabalho desenvolvido no açude Epitácio Pessoa, assinalou as espécies do gênero *Oscillatoria* como algas dominantes do local, entretanto, com níveis de biomassa não muito elevados. O levantamento realizado no EIA confirmou a dominância desse gênero nesse açude. Os estudos complementares de 2006 apontaram a abundância expressiva da cianofícea *Cylindrorpermopsis raciborskii*, e aspectos físico-químicos da água, indicando uma tendência à eutrofização do sistema. Deste modo, o aporte de água de melhor qualidade proveniente do rio São Francisco poderá também, como nas outras bacias receptoras, melhorar a qualidade das águas do rio Paraíba.

De maneira geral, espera-se melhorar as condições atuais e redução do risco de salinização do reservatório. Os resultados das análises de condutividade elétrica do rio São Francisco foram muito inferiores aos dos açudes receptores. Além disso, devido aos critérios de operação do Projeto de Integração, com o bombeamento das águas do rio São Francisco, os níveis d'água dos açudes poderão permanecer mais baixos, diminuindo a área do espelho d'água e, conseqüentemente, a evaporação e o tempo de residência da água. Nessa condição, a concentração de sais nos açudes tende a ser menor, diminuindo o risco de salinização.



As águas aduzidas do rio São Francisco para as bacias receptoras do Nordeste Setentrional, incluindo as sub-bacias dos rios Brígida e Moxotó, de forma geral, deverão contribuir para a melhoria da qualidade das águas dos corpos d'água receptores (rios, riachos e açudes).

No entanto, para que esse benefício se concretize, é necessária a realização de medidas potencializadoras e de monitoramento desse impacto positivo, conforme recomendado no EIA, tais como:

- monitoramento das bacias hidrográficas receptoras, em diferentes épocas do ano (cheia e estiagem), tendo como discriminadores ambientais aspectos físico-químicos e bacteriológicos, e comunidades aquáticas;
- monitoramento da “mistura” dos componentes limnológicos e das águas entre as bacias do São Francisco e do Nordeste Setentrional, acompanhando a evolução dos processos de seleção/substituição de espécies;
- avaliação do estabelecimento de ações de tratamento de esgotos lançados nas bacias receptoras, visando o não comprometimento da qualidade da água captada no rio São Francisco;
- controle de contaminação das águas por agroquímicos, assoreamento e disposição de dejetos e lixo;
- monitoramento das taxas de nutrientes afluentes aos reservatórios, afim de estabelecer ações de modo a impedir um aumento expressivo do aporte destes elementos;
- monitoramento da proliferação de macrófitas.

Cabe ressaltar, ainda, que a qualidade da água é de extrema importância em mananciais, sobretudo quando a finalidade primeira é o abastecimento doméstico.

O monitoramento constante de suas águas é fundamental, tendo em vista a eminência de florações de algas tóxicas em mananciais aquáticos localizados na área do projeto, assim como a existência de perímetros irrigados e de cidades na região, que podem contribuir para alterações na qualidade da água.



O monitoramento sistemático, através da análise de parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos da água, e da comunidade biótica, assim como o acompanhamento das cargas poluidoras pontuais e difusas nas bacias, poderá indicar as modificações negativas da qualidade de água e apontar as medidas mitigadoras necessárias para minimizar esses impactos.

Pelas razões expostas, justifica-se a realização do Programa de Monitoramento de Qualidade da Água e Limnologia, conforme aqui apresentado.

22.3. Objetivos do Programa

O Programa de Monitoramento de Qualidade da Água tem os seguintes objetivos:

- Aprofundar o conhecimento sobre a qualidade da água dos rios e açudes existentes receptores de águas aduzidas pelo Projeto de Integração nas condições atuais, anteriores à entrada em operação do sistema adutor;
- Acompanhar a evolução da qualidade da água nesses rios e açudes existentes receptores, assim como nos reservatórios projetados durante toda a fase de operação do sistema de adução do Projeto;
- Evidenciar as situações onde houver risco de eutrofização ou de salinização dos reservatórios.

22.4. Metas

Para facilitar o entendimento das metas propostas, apresenta-se a seguir algumas definições sobre os corpos d'água envolvidos pelo Programa.

Os rios receptores das águas aduzidas pelo Projeto de Integração são os rios 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.

Os açudes receptores das águas bombeadas pelo Projeto, todos já existentes, são os seguintes: Castanhão; Angicos; Pau dos Ferros; Santa Cruz; Engenheiro Ávidos; São Gonçalo; Armando Ribeiro Gonçalves; Camalaú; Epitácio Pessoa; Barra do Juá; Poço da Cruz; Chapéu; e Entremontes.



O Atalho 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.

Além do açude Atalho, fazem parte do sistema de adução propriamente dito, mais 30 reservatórios projetados, a maioria de pequeno porte, com áreas de espelho d'água variando de 0,08 (Barro Branco) a 12,6 km² (Boa Vista). As áreas que drenam para cada um desses reservatórios variam de 2,0 (Bagres) a 504,0 km² (Moxotó).

A malha amostral do programa é formada por uma rede de monitoramento primária composta por pontos fixos, de monitoramento constante; e, por uma rede móvel, secundária, composta por pontos que podem variar sua localização, e que também pode ser operada por um determinado período em cada local, para levantamentos com medições intensivas de parâmetros selecionados. A atribuição da categoria de cada ponto levou em consideração as particularidades e consequente relevância de cada localidade no contexto do projeto. Estes pontos estão distribuídos entre os trechos do rio São Francisco, trechos de rios envolvidos no sistema, açudes existentes e reservatórios projetados.

O conjunto dos reservatórios projetados e mais os pontos de monitoramento no rio São Francisco e no açude Atalho formam a rede primária de monitoramento. São 39 pontos fixos de monitoramento constante da qualidade da água. Os outros pontos selecionados formam uma rede secundária de monitoramento, móvel, especialmente concentrada, operada por um determinado período em cada local, para levantamentos com medições intensivas de variáveis selecionadas.

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

- Realizar 04 (quatro) campanhas de qualidade da água e limnologia, 02 (duas) em período chuvoso e 02 (duas) na estiagem, em todos os pontos de monitoramento da rede primária e secundária, durante um período de 03 (três) anos da fase de instalação. Após o resultado deste monitoramento, realizar 02 (duas) campanhas de qualidade da água e



limnologia, sendo 01 (uma) em período chuvoso e 01 (uma) na estiagem durante o período de 04 (quatro) anos na fase de instalação;

- Instalar, pelo menos, 10 estações pluviométricas, nos reservatórios selecionados, durante seu enchimento, e manter as mesmas durante todo o período de operação do Projeto;
- Instalar, pelo menos, 3 estações telemétricas de qualidade de água, sendo uma no reservatório Caiçara e outra no açude Poções, localizados nas extremidades dos Trechos II e V, respectivamente, e a terceira estação será localizada posteriormente em função dos resultados do monitoramento;
- Selecionar o conjunto de modelos mais adequados que auxiliem no gerenciamento da qualidade da água dos reservatórios e seu entorno, antes do início de operação do Projeto;
- Realizar, pelo menos, quatro campanhas por ano, duas em períodos de cheia e duas em período de vazante, em todos os pontos da rede primária de monitoramento e nos açudes existentes, durante os dois primeiros anos de operação do Projeto, ou outro período, baseado nos resultados obtidos pelo programa;
- Estabelecer a modelagem prognosticada de qualidade de água de todo o sistema, ao final dos dois primeiros anos de operação do Projeto;
- Realizar monitoramento constante, na rede primária, das variáveis definidas em função dos resultados obtidos no programa, auxiliados pela modelagem, durante todo o restante do período de operação do Projeto;
- Realizar, pelo menos, uma campanha de levantamentos, concentrados por área da rede secundária, a cada três ou cinco anos, em função das prioridades definidas pelos resultados obtidos no programa, auxiliados pela modelagem, durante todo o restante do período de operação do Projeto;
- Atualizar, pelo menos a cada três ou cinco anos, em função das prioridades definidas pela modelagem, o mapeamento do uso e ocupação do solo das bacias de contribuição aos reservatórios do sistema adutor e a estimativa das principais cargas de poluição (pontuais ou difusas), durante todo o restante do período de operação do Projeto.



Obviamente, a realização de coletas de água nas estações fluviométricas da rede primária e secundária está condicionada à existência de escoamento nos rios e canais. Em períodos prolongados de seca muito severa, o número de campanhas nos rios não perenizados poderá ser reduzido, devido à intermitência.

22.5. Indicadores Ambientais

Os padrões para avaliação da alteração da qualidade da água serão estabelecidos com base nas normas vigentes. Em função das prioridades para abastecimento público das águas aduzidas pelo Projeto, a densidade de cianobactérias foi especialmente selecionada como indicador da qualidade da água. O monitoramento observará o especificado no Art.19 da Portaria n.º 518/GM, de 25/03/2004, do Ministério da Saúde. Nos locais onde somente ocorre a recreação e a dessedentação animal, será observado o sugerido no item 2.18 da Licença n.º 200/2005 do IBAMA.

Caso a densidade de cianobactérias atinja o limite de 20.000 cel/mL, nos pontos de captação de água para abastecimento público, ou 50.000 cel/mL nas áreas de recreação de contato primário e dessedentação de animais, as cianotoxinas deverão ser monitoradas, como indicador da qualidade da água para proteção da saúde humana. Nessa condição, se destacam a microcistina, produzida por cepas tóxicas de *Microcystis spp*, e a cilindropermopsina, produzida por *Cylindropermopsis raciborskii*, comuns nos ambientes estudados.

Como outros indicadores ambientais da qualidade da água, serão adotados os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05, em função da classe de uso do corpo hídrico.

O enquadramento dos cursos d'água federais da bacia do rio São Francisco foi estabelecido pela Portaria Nº 715/89 do IBAMA, atualmente em vigor. Segundo esta portaria, o rio São Francisco na maior parte do seu estirão, incluindo o trecho associado ao Projeto de Integração, está enquadrado na Classe 2.

O rio Moxotó, cuja bacia é atendida diretamente pelo Projeto de Integração, desde a sua nascente até a sua foz, no rio São Francisco, está enquadrado na Classe 1.



A proposta de enquadramento feita no âmbito do Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (PBHSF – 2004-2013) considera que o enquadramento atual, para a calha principal do rio São Francisco deverá ser mantido.

Em relação ao rio Moxotó, o Plano aponta para a necessidade de um levantamento quantitativo e qualitativo das águas de sua bacia, que tenha como objetivos principais identificar os trechos intermitentes e perenes do rio, e verificar a possibilidade das águas apresentarem teores de sais que as classifiquem como salobras nos rios e açudes.

O Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco sugere a seguinte alternativa de enquadramento para o rio Moxotó:

- Classe 1: da nascente até a barragem Engenheiro Francisco Sabóia (Poço da Cruz);
- Classe 2: da barragem Engenheiro Francisco Sabóia até a foz no São Francisco.

Nas bacias receptoras do Projeto de Integração (rios Jaguaribe, Apodi, Piranhas-Açu e Paraíba), até o momento, todos os corpos d'água são considerados como Classe 2.

Assim, os padrões de águas doces Classe 2 da Resolução CONAMA 357/05 serão adotados para todos os pontos de monitoramento de qualidade da água, com exceção daqueles da bacia do rio Moxotó, para os quais serão adotados os padrões Classe 1, conforme apresentado, na Figura 22.1, a seguir.



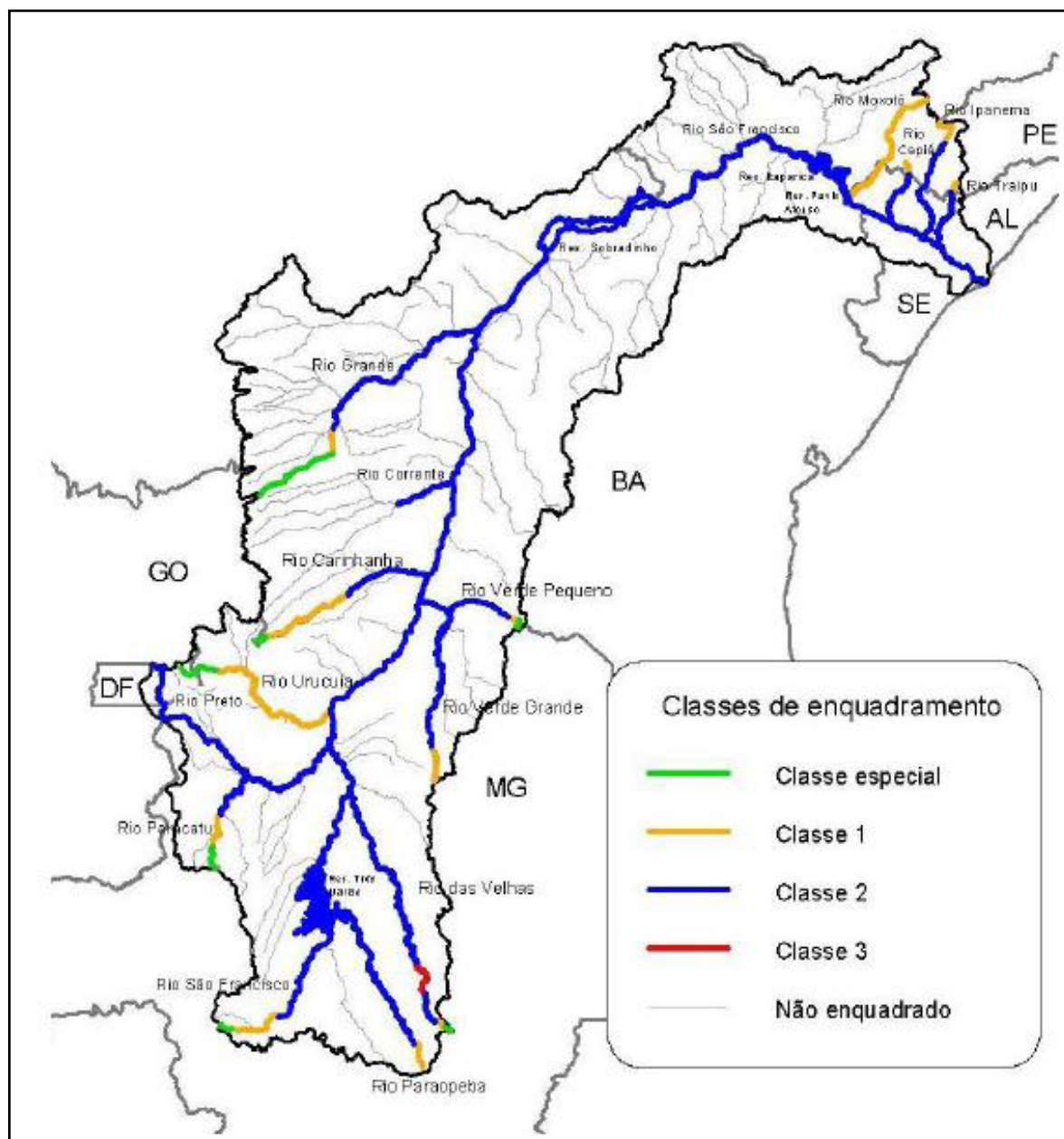


Figura 22.1. Enquadramento da Bacia do São Francisco Segundo Portaria MINTER/IBAMA N° 715/89.
Fonte: Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia do Rio São Francisco.

22.6. 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 de qualidade das águas da região.

De uma forma mais direta, o público alvo do Programa são as equipes técnicas das entidades federais, estaduais e municipais 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 campanhas estarão disponíveis para consulta pelos interessados, no escritório da coordenação do Programa.

À ANA, serão encaminhados, anualmente, os resultados do monitoramento dos parâmetros físico-químicos e dos registros pluviométricos, 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 diversas 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, saneamento básico, manejo agrícola e monitoramento hidrometeorológico. Caso solicitem, esses órgãos também poderão receber os relatórios de acompanhamento.

22.7. Metodologia e Descrição do Programa

O Programa de Monitoramento de Qualidade da Água e Limnologia, 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 na Licença, faz, entre outras, as seguintes recomendações:

- *“incluir no Programa de Monitoramento da Qualidade da Água e Limnologia, novos pontos de amostragem em todos os reservatórios, existentes ou a serem construídos, que se integram ao projeto”;*
- *“no âmbito do Programa de Monitoramento de Qualidade de Água e Limnologia, as alterações sazonais deverão ser investigadas nas épocas mais características do período*



de seca e chuva, definidas por meio de histórico pluviométrico dos meses de menor e maior precipitação”;

- *“elaborar modelo matemático prognóstico de qualidade da água nos reservatórios a serem construídos e demais corpos d’água que sofrerão alterações decorrentes da operação do empreendimento”;*
- *“o modelo matemático prognóstico da qualidade da água deverá considerar vazão, tempo de residência, alteração do regime hídrico, fontes de poluição pontuais e difusas, processos biogeoquímicos, autodepuração, biomassa submersa, dentre outros aspectos relevantes para modelagem de ambientes aquáticos. Com base na modelagem, deverão ser estimados os quantitativos mínimos de supressão da vegetação nas áreas dos reservatórios a serem construídos, com objetivo de mensurar a possível eutrofização destes, considerando também o aporte de nutrientes alóctones e manejo da vazão para redução das cargas autóctones. O modelo proposto deverá servir como ferramenta aplicável à gestão da qualidade das águas transpostas”.*

O programa de monitoramento aqui apresentado é destinado a identificar a qualidade da água, por meio de parâmetros físicos, químicos e biológicos, de maneira a gerar informações complementares para aferição e aperfeiçoamento do modelo prognóstico exigido na condicionante 2.17 da Licença IBAMA Nº 200/2005, e também, principalmente, para permitir o acompanhamento dos parâmetros qualitativos nos corpos d’água do Projeto e a ele integrados nas bacias receptoras, de modo a viabilizar medidas de controle e correção, que são relevantes para a saúde da população e dos animais.

O sistema de adução do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias do Nordeste Setentrional é composto por canais de concreto, estações de bombeamento, e reservatórios de passagem e regulação, além de túneis, aquedutos e usinas hidrelétricas. Este longo circuito é isolado e controlado na maior parte de sua extensão, não recebendo contribuição de águas além daquelas captadas no rio São Francisco.

A exceção fica por conta dos reservatórios distribuídos ao longo deste circuito, que recebem a drenagem superficial de suas pequenas bacias hidrográficas, principalmente por ocasião



das chuvas. A qualidade da água resultante dessa drenagem superficial está fortemente associada ao uso e ocupação das terras drenadas.

Por esse motivo, o Programa de Monitoramento proposto buscou abranger não só os reservatórios, mas também suas bacias hidrográficas. Considerando que essas bacias contribuintes poderão sofrer pressões antrópicas, eventualmente estimuladas pelo próprio Projeto de Integração, montou-se uma estratégia de monitoramento que inclui o controle das fontes de poluição difusas e pontuais situadas nessas bacias. Dessa forma, o gerenciamento da qualidade das águas dos corpos hídricos se fundamentará no acompanhamento sistemático de suas características físico-químicas, bacteriológicas e limnológicas e, ao mesmo tempo, no acompanhamento do processo de ocupação e uso do solo das bacias hidrográficas contribuintes.

O modelo prognóstico da qualidade da água, denominado genericamente MQUAL, é composto, basicamente, de um Sistema de Informações Georreferenciadas e de um Sistema de Modelos Matemáticos incluindo: (1) modelos simplificados de simulação hidrológica e qualidade da água; (2) modelos ecológicos de risco de eutrofização; e (3) ferramentas de tratamento de dados, análise estatística e produção gráfica.

O MQUAL, que será incorporado à gestão da qualidade da água, é uma ferramenta de apoio à decisão baseada no estabelecimento de relações causais entre o uso do solo na bacia e a qualidade da água dos reservatórios. Deverá orientar as ações preventivas e corretivas necessárias ao controle ambiental dos corpos hídricos ao longo do Sistema de Adução do Projeto.

De modo a atender às recomendações do IBAMA, foram selecionados como pontos de controle, quanto à qualidade de água e limnologia, todos os rios e açudes receptores das águas captadas no rio São Francisco e aduzidas pelo Projeto de Integração.

Em função das características das bacias hidrográficas receptoras envolvidas, situadas em região semi-árida e densamente ocupadas, com corpos hídricos utilizados para fins múltiplos, as questões da eutrofização e da salinização dos reservatórios se destacam como prioritárias.



Para isso, são propostas duas redes de monitoramento: uma rede primária composta por pontos fixos de monitoramento constante; e uma rede secundária móvel, especialmente concentrada por um determinado período, para levantamentos com medições intensivas de variáveis selecionadas.

O fornecimento sistemático dos resultados da rede primária, como dados de entrada dos modelos simplificados de qualidade de água e eutrofização, permitirá a realização de prognósticos e o direcionamento da rede secundária para as áreas mais vulneráveis.

Com isso, nos levantamentos concentrados, podem ser adicionadas outras variáveis, como o estado dos nutrientes nos sedimentos do fundo dos açudes e reservatórios. Quando concluído o período de medições intensivas, os recursos (pessoal e equipamentos) podem ser deslocados para outro local, retornando a uma mesma área após um, três ou, no máximo, cinco anos, em função dos riscos envolvidos indicados pela modelagem.

A experiência prática de diversos especialistas tem demonstrado que modelos simples, que juntam dados do monitoramento colhidos em diversas condições sazonais são, em sua maioria, bastante eficientes para os propósitos de gerenciamento de reservatórios.

Para isso, foi incluída, também, no presente programa, a identificação das diferentes fontes de poluentes (pontuais ou difusas) e a estimativa de suas cargas das bacias contribuintes aos 30 reservatórios projetados do sistema adutor, além do açude Atalho.

A sazonalidade do regime hídrico será caracterizada também por 10 estações pluviométricas instaladas em alguns reservatórios do sistema adutor.

Como o conjunto de canais de concreto, aquedutos, túneis e estações de bombeamento não permite o aporte de águas externas ao sistema, apenas nos reservatórios será possível uma contaminação das águas captadas no São Francisco. Com a identificação e acompanhamento das fontes poluidoras nas bacias contribuintes a esses reservatórios, pretende-se garantir a qualidade da água entregue nos açudes receptores, eventualmente envolvendo também intervenções gerenciais específicas.



Para execução do monitoramento propriamente dito, serão apresentados a seguir alguns aspectos a serem atendidos.

Redes de Monitoramento

A rede de monitoramento proposta abrange 86 locais, entre estações fluviométricas existentes e novos pontos de monitoramento. A rede primária é composta por 39 pontos, e a secundária por 47 pontos, conforme mapa apresentado no Anexo 22.2.

O Quadro 22.1, a seguir, apresenta a lista de estações e pontos de monitoramento de qualidade da água, com as seguintes informações sobre cada local:

- A rede (primária ou secundária) a que pertence;
- Número de identificação adotado no Mapa apresentado no Anexo 22.2, onde mostra-se a localização dos pontos;
- Código, tipo de monitoramento atual e início da operação quando é uma estação fluviométrica existente;
- Quando a estação faz parte também da rede de monitoramento do Programa de Cargas Sólidas Aportantes – PBA 28, assinalando-se com S na coluna de tipo de monitoramento atual;
- Entidade responsável pela operação da estação ou ponto de monitoramento.



Quadro 22.1. Estações e Pontos de Monitoramento de Qualidade da Água e Limnologia.

Rede	Ponto	Código ANA	Nome da Estação	Bacia	Tipo Atual de Monitoramento*	Início da Operação	Entidade Responsável
P	Q1	-	Reservatório de Sobradinho	São Francisco	-	-	SISF/MI
P	Q2	-	Foz do Rio Brígida	Brígida	-	-	SISF/MI
P	Q3	-	Rio São Francisco - Captação Eixo Norte	São Francisco	-	-	SISF/MI
P	Q4	-	Reservatório Tucutu	GI 5 - São Francisco	-	-	SISF/MI
P	Q5	-	Reservatório Terra Nova (projetado)	Terra Nova	-	-	SISF/MI
S	Q6	-	Reservatório Terra Nova (existente) - Eixo	Terra Nova	-	-	SISF/MI
S	Q7	-	Rio Terra Nova - Jusante do Reservatório Terra Nova (existente)	Terra Nova	-	-	SISF/MI
P	Q8	-	Reservatório Serra do Livramento	Terra Nova	-	-	SISF/MI
P	Q9	-	Reservatório Mangueira	Terra Nova	-	-	SISF/MI
P	Q10	-	Reservatório Negreiros	Terra Nova	-	-	SISF/MI
P	Q11	-	Reservatório Milagres	Terra Nova	-	-	SISF/MI
P	Q12	-	Reservatório Jati	Jaguaribe	-	-	SISF/MI
P	Q13	-	Açude Atalho - Remanso - CE	Jaguaribe	-	-	SISF/MI
P	Q14	-	Açude Atalho (Eixo)	Jaguaribe	-	-	SISF/MI
P	Q15	-	Reservatório dos Porcos	Jaguaribe	-	-	SISF/MI
P	Q16	-	Reservatório Cana Brava	Jaguaribe	-	-	SISF/MI
P	Q17	-	Reservatório Cipó	Jaguaribe	-	-	SISF/MI
P	Q18	-	Reservatório do Boi I	Jaguaribe	-	-	SISF/MI
P	Q19	-	Reservatório do Boi II	Jaguaribe	-	-	SISF/MI
P	Q20	-	Reservatório de Morros	Piranhas	-	-	SISF/MI
P	Q21	-	Reservatório Boa Vista (Cuncas)	Jaguaribe	-	-	SISF/MI
P	Q22	-	Reservatório Caiçara	Piranhas	-	-	SISF/MI
S	Q23	36290000	Rio Salgado - próximo a Icó - CE	Jaguaribe	FrDSQ	jan/57	ANA

Rede	Ponto	Código ANA	Nome da Estação	Bacia	Tipo Atual de Monitoramento*	Início da Operação	Entidade Responsável
S	Q24	-	Açude Orós - CE	Jaguaribe	-	-	SISF/MI
S	Q25	-	Rio Jaguaribe - Montante da confluência com o rio Salgado	Jaguaribe	S	-	SISF/MI
S	Q26	-	Açude Castanhão (Centro)	Jaguaribe	-	-	SISF/MI
S	Q27	-	Açude Castanhão (Eixo)	Jaguaribe			-
S	Q28	-	Rio Apodi - Montante do remanso do açude Angicos	Apodi	S	-	SISF/MI
S	Q29	-	Açude Angicos	Apodi	-	-	SISF/MI
S	Q30	-	Rio Apodi - Montante do remanso do açude Pau dos Ferros	Apodi	S	-	SISF/MI
S	Q31	-	Açude Pau dos Ferros (Eixo)	Apodi	-	-	SISF/MI
S	Q32	37030000	Rio Apodi – jusante do Açude Pau dos Ferros	Apodi	FDSQ	fev/63	ANA
S	Q33	-	Rio Apodi - Remanso do Açude Santa Cruz	Apodi	S	-	SISF/MI
S	Q34	-	Açude Santa Cruz	Apodi	-	-	SISF/MI
S	Q35	37080000	Rio Apodi - Pedra de Abelhas (brejo Apodi)	Apodi	FrDSQ	nov/10	ANA
S	Q36	-	Rio Piranhas - Montante do remanso do Açude Eng. Ávidos	Piranhas	S	-	SISF/MI
S	Q37	-	Açude Engenheiro Ávidos	Piranhas	-	-	SISF/MI
S	Q38	37215000	Jusante do Açude Engenheiro Ávidos	Piranhas	FrD	abr/69	DNOCS
S	Q39	-	Rio Piranhas - Remanso do Açude São Gonçalo - Remanso	Piranhas	S	-	SISF/MI
S	Q40	-	Açude São Gonçalo (Eixo)	Piranhas	-	-	SISF/MI
S	Q41	37237000	Rio Piranhas em São Domingos do Pomal - PB	Piranhas	FDQ	jan/00	ANA
S	Q42	-	Açude Coremas-Mãe d'Água	Piranhas	-	-	SISF/MI



Rede	Ponto	Código ANA	Nome da Estação	Bacia	Tipo Atual de Monitoramento*	Início da Operação	Entidade Responsável
S	Q43	-	Rio Piancó a montante do rio Piranhas	Piranhas	-	-	-
S	Q44	-	Rio Piranhas, na divisa dos estados PB/RN	Piranhas	-	-	-
S	Q45	37580000	Rio Piranhas em Oiticica II	Piranhas	FDQ	ago/04	ANA
S	Q46	-	Rio Açu – Remanso do Açude Aramando Ribeiro Gonçalves	Piranhas	-	-	-
S	Q47	-	Açude Armando Ribeiro Gonçalves (Centro)	Piranhas	-	-	SISF/MI
S	Q48	-	Açude Armando Ribeiro Gonçalves (Eixo)	Piranhas	-	-	-
S	Q49	-	Açude Chapéu	Brígida	-	-	SISF/MI
S	Q50	-	Açude Entremontes	Brígida	-	-	SISF/MI
P	Q51	-	Reservatório Várzea Grande	Jaguaribe	-	-	-
P	Q52	-	Reservatório Tamboril	Terra Nova	-	-	-
P	Q53	-	Reservatório Parnamirim	Brígida	-	-	-
P	Q54	-	Reservatório Itaparica - Captação Eixo Leste	GI 3 - São Francisco	-	-	SISF/MI
P	Q55	-	Reservatório Areias	GI 3 - São Francisco	-	-	SISF/MI
P	Q56	-	Reservatório Braúnas	GI 3 - São Francisco	-	-	SISF/MI
P	Q57	-	Reservatório Mandantes	GI 3 - São Francisco	-	-	SISF/MI
P	Q58	-	Reservatório Salgueiro	Pajeú	-	-	SISF/MI
P	Q59	-	Reservatório Muquém	Pajeú	-	-	SISF/MI
P	Q60	-	Reservatório Cacimba Nova	Pajeú	-	-	SISF/MI
P	Q61	-	Reservatório Bagres	Moxotó	-	-	SISF/MI
P	Q62	-	Reservatório Copiti	Moxotó	-	-	SISF/MI
P	Q63	-	Reservatório Moxotó	Moxotó	-	-	SISF/MI
P	Q64	-	Reservatório Barreiro	Moxotó	-	-	SISF/MI

Rede	Ponto	Código ANA	Nome da Estação	Bacia	Tipo Atual de Monitoramento*	Início da Operação	Entidade Responsável
P	Q65	-	Reservatório Campos	Moxotó	-	-	SISF/MI
P	Q66	-	Reservatório Barro Branco	Moxotó	-	-	SISF/MI
S	Q67	-	Afluente do Rio Monteiro - Montante do Açude Poções	Paraíba	-	-	-
S	Q68	-	Açude Poções (Eixo)	Paraíba	-	-	SISF/MI
S	Q69	-	Montante do Remanso do Açude Camalaú	Paraíba	S	-	SISF/MI
S	Q70	-	Açude Camalaú (Eixo)	Paraíba	-	-	SISF/MI
S	Q71	38830000	Rio do Meio - Caraúba/PB	Paraíba	FDQ	jan/70	ANA
S	Q72	-	Remanso Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)	Paraíba	-	-	-
S	Q73	-	Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)	Paraíba	-	-	SISF/MI
S	Q74	-	Jusante Açude Epitácio Pessoa (Boqueirão)	Paraíba			
S	Q75	38860000	Rio Paraíba - Bodocongó/PB	Paraíba	FrDSQ	dez/69	ANA
S	Q76	-	Rio Paraíba - Jusante do Acauã	Paraíba			
S	Q77	-	Afluente do Açude Barra do Juá	Pajeú	S	-	SISF/MI
S	Q78	-	Açude Barra do Juá	Pajeú	-	-	SISF/MI
S	Q79	-	Rio Pajeú - Após Confluência com Riacho do Navio	Pajeú	-	-	-
S	Q80	-	Afluente do Rio Moxotó e do Açude Poço da Cruz	Moxotó	S	-	SISF/MI
S	Q81	-	Açude Poço da Cruz	Moxotó	-	-	SISF/MI
S	Q82	-	Rio Moxotó - Jusante do Açude Poço da Cruz	Moxotó	-	-	-
S	Q83	49160000	Rio Moxotó - Inajá/PE	Moxotó	FrD	26390	ANA

Rede	Ponto	Código ANA	Nome da Estação	Bacia	Tipo Atual de Monitoramento*	Início da Operação	Entidade Responsável
P	Q84	-	Reservatório de Itaparica (Nova Petrolândia)	São Francisco	-	-	SISF/MI
P	Q85	-	Rio São Francisco - Orocó/PE	São Francisco	-	-	SISF/MI
P	Q86	-	Rio São Francisco - Ibó/PE	São Francisco	-	-	SISF/MI

*Legenda do item 'Tipo Atual de Monitoramento': "F" - Fluviométrica (medição de nível da água), "Fr" - Estação Fluviográfica (medição de nível da água contínua), "D" - Descarga líquida (medição de vazão), "S" - Sedimentométrica (medição de sedimentos em suspensão) e "Q" - Qualidade de água (medição de parâmetros de qualidade de água).



Áreas de Acompanhamento das Cargas Poluidoras

O acompanhamento das fontes e cargas poluidoras, pontuais e difusas, será realizado nas bacias contribuintes aos 31 reservatórios do sistema adutor do Projeto. As áreas que drenam para cada um dos reservatórios projetados variam de 2,0 (Bagres) a 504,0 km² (Moxotó). O açude Atalho existente drena uma área superior, com cerca de 2.064 km². O Quadro 22.2, a seguir, apresenta a lista das áreas a serem monitoradas.

Quadro 22.2. Áreas de Acompanhamento das Cargas Poluidoras.

Trecho	Reservatório	Área de Drenagem - (km ²)
I	Tucutu	8,1
I	Terra Nova	17,5
I	Serra do Livramento	4,6
I	Mangueira	31,7
I	Negreiros	12,5
I	Milagres	104,0
I	Jati	2,3
II	Atalho	2.064,0
II	dos Porcos	268,9
II	Cana Brava	15,0
II	Cipó	3,9
II	do Boi I e II	90,5
II	de Morros	4,0
II	Boa Vista	97,0
II	Caiçara	5,0
III	Várzea Grande	2,0
V	Areias	7,5
V	Braúnas	4,6
V	Mandantes	23,6
V	Salgueiro	6,6
V	Muquém	64,0
V	Cacimba Nova	196,2



Trecho	Reservatório	Área de Drenagem - (km ²)
V	Bagres	2,0
V	Copiti	8,9
V	Moxotó	504,0
V	Barreiro	5,2
V	Campos	41,2
V	Barro Branco	1,0
VI	Tamboril	2,1
VI	Parnamirim	2,6

Coletas de Amostras

Em cada estação ou ponto de monitoramento, serão definidos, durante a fase inicial do Programa, quantos pontos de coleta serão necessários para caracterizar cada variável a ser amostrada.

A coleta de material limnológico em reservatórios será realizada, pelo menos, em dois pontos: na margem e na zona pelágica. Durante o período de coleta, as margens dos reservatórios serão inspecionadas, de modo a observar se está ocorrendo crescimento exagerado de macrófitas aquáticas flutuantes ou submersas.

Todos os pontos de coletas de água para as análises físico-química, biológica e de determinação de poluentes (metais pesados, defensivos agrícolas e hidrocarbonetos) serão georreferenciados.

As amostras serão armazenadas e preservadas adequadamente até seu envio a laboratório devidamente credenciado para realização das análises.

As amostras destinadas à mensuração de metais pesados serão armazenadas em frascos de vidro âmbar, a fim de evitar qualquer processo de fotólise dos elementos a serem investigados, e fixadas, em campo, com ácido nítrico. As amostras destinadas à determinação de Coliformes serão coletadas em frascos de vidro autoclavados e enviadas ao laboratório dentro do limite de tempo hábil à preservação das mesmas.



Variáveis Físicas e Químicas

As variáveis físico-químicas a serem monitoradas serão redefinidas no decorrer do monitoramento em função dos resultados das campanhas e da modelagem. As profundidades de coleta das amostras também serão detalhadas posteriormente. Nos reservatórios, porém, as variáveis associadas ao estado trófico (oxigênio dissolvido, fósforo e nitrogênio) deverão sempre ser analisadas para diversas profundidades, de modo a abranger o hipolimnio e o epilimnio.

Para realização das campanhas, serão desenvolvidas as análises listadas a seguir:

- Alcalinidade Bicarbonato;
- Alcalinidade Carbonato;
- Alcalinidade Hidróxidos;
- Alcalinidade Total;
- Alumínio Dissolvido;
- Nitrogênio Amoniacal;
- Cádmio Total;
- Cálcio Total;
- Carbono Orgânico Total;
- Chumbo Total;
- Cloretos;
- Clorofila-a e feofitina;
- Cobre Dissolvido;
- Condutividade elétrica – medido no local (condutivímetro portátil);
- DBO;
- DQO;
- Dureza Total;



- Ferro Dissolvido;
- Fósforo total;
- Fósforo Reativo Solúvel;
- Fenóis Totais;
- Magnésio Total;
- Níquel Total;
- Nitrato;
- Nitrito;
- Nitrogênio Total;
- Oxigênio dissolvido;
- pH - medidor de pH digital, portátil, marca Horiba, mod.B-213;
- Potássio Total;
- Salinidade – método da condutividade;
- Sílica Total;
- Sódio Total;
- Sólidos Dissolvidos Totais;
- Sólidos Suspensos Totais;
- Sulfato Total;
- Temperatura da água - termômetro de mercúrio de 1,0°C de resolução;
- Transparência – medido no local com disco de Secchi (equipamento portátil);
- Turbidez - será processado pelo turbidímetro;
- Zinco Total.

As metodologias usadas para a realização destas análises seguirão:



- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION WATER, ENVIRONMENT FEDERATIONS. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21th ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2005.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos, 4 ed. São Paulo: MS, 2005.

Fitoplâncton

Para o exame da composição do fitoplâncton, as amostras serão coletadas em garrafas de polipropileno com capacidade para 1000mL, devidamente etiquetados e preservadas com lugol acético ou formalina 4%. Na eventualidade de serem realizadas amostras em profundidade, estas serão coletadas com garrafa de Van Dorn, de 3 litros de capacidade, em profundidades pré-determinadas.

A identificação dos organismos será feita utilizando-se um microscópio binocular, com até 1000 vezes de aumento, equipado com aparelho fotográfico.

A posição sistemática dos grupos de algas tem apresentado mudanças contínuas. Desta forma, com relação à situação sistemática dos táxons a serem identificados, serão utilizados diferentes sistemas de classificação, de acordo com o grupo de algas considerado.

A análise quantitativa do fitoplâncton será feita utilizando-se um microscópio invertido através do método de sedimentação de Utermöhl (1958), como descrita em Hino (1979).

As câmaras de sedimentação serão preparadas de acordo com a densidade dos organismos. A determinação dos procedimentos de contagem deverá atender os princípios da suficiência amostral, avaliados através de métodos de computação intensiva (“bootstrap”), considerando-se pelo menos a premissa preconizada por WETZEL et al. (1979), que estabelece para uma margem de erro de 20%, a contagem de 100 organismos da espécie mais freqüente. O tempo de sedimentação em horas será de três vezes a altura da cubeta.

As amostras de Clorofila-a e Feofitina serão coletadas em frascos de polietileno e concentradas sob refrigeração. Em laboratório serão filtradas por meio de fibra de vidro



Whatman GF/F de 47 mm de diâmetro. Como solvente será utilizada a acetona 90%. Após 24 horas de extração, no escuro e a baixa temperatura, as medidas de absorbância dos extratos serão feitas espectrofotometricamente a 665nm e 750nm de comprimento de onda, antes e após a acidificação com HCl a 1N. As concentrações de clorofila-a e feofitina serão obtidas através da fórmula proposta por NUSCH (1980).

Através das diversas categorias de discriminadores ambientais que utilizam o fitoplâncton na avaliação da qualidade da água, definir-se-á um conjunto de parâmetros indicadores que possibilite a elucidação da tipologia de águas superficiais em regiões tropicais semi-áridas, e proporcione uma adequada avaliação das condições ambientais dos ecossistemas em estudo, tendo como referencial o fitoplâncton. Os índices a serem utilizados são os seguintes, podendo ser incluídos novos indicadores, ou mesmo excluído alguns dos aqui propostos, em função dos resultados obtidos:

ÍNDICES	REFERÊNCIAS
Índice de Riqueza	Margalef (1958)
Índice de Diversidade	Shannon e Weaver (1963)
Índice de Equitabilidade	Pielou (1975)
Índice de Dominância	Simpson (1949)
Frequência de Ocorrência	Lobo e Leighton (1986)
Índice sapróbio	Leclercq e Manquet (1987)
Índice de Estado Trófico	Toledo et al. (1983) - Carlson (1977) - Kratzer & Brezonick (1981)

Macrófitas Aquáticas

As macrófitas serão coletadas e preparadas as escicatas para posterior identificação. Para a determinação da biomassa, será utilizado o método do quadrado (50 X 50cm) nos estandes das macrófitas aquáticas com indivíduo mais ou menos da mesma idade, tamanho e aspecto fenológico o mais semelhante possível.

Uma vez escolhido o estande, serão coletadas deste uma ou mais amostras. Todos os indivíduos dentro do quadrado serão coletados e colocados em saco plástico.

No campo, limpa-se o material, com sucessivas lavagens e com um pano para a retirada total do material agregado, principalmente Perifiton. Depois desse processo, o material é



acondicionado em isopor com gelo para o transporte e posteriormente mantido em freezer para posterior aferição do peso seco em laboratório.

O peso seco dará a quantidade de matéria orgânica e inorgânica da amostra. Depois de separadas por espécie, cada amostra foi levada a estufa a uma temperatura constante de 60°C e pesadas após atingir peso constante. Os dados serão apresentados em g/m² (gramas por m²) após cálculo de média, desvios-padrões e erro.

Bacteriologia

A detecção de coliformes totais e *E. coli* será feita utilizando o teste Colilet (IDEXX), da American Public Health Association (APHA) para a análise de águas potáveis em 1989 e para fontes de água em 1994.

A quantificação de coliformes totais e *E. coli* será feita através de quanti-Tray/2000 (IDEXX). Este método foi aceito pela American Public Health Association (APHA) em 1996.

Zooplâncton

As coletas serão realizadas duas vezes por ano, uma no período de chuva e outra no período de seca. Para a coleta do zooplâncton, será utilizada uma rede planctônica, com 12 cm de abertura de boca e 64 µm de poro de malha. As amostras serão coletadas através de arrasto superficial de 5 (cinco) minutos com auxílio da rede planctônica.

O material assim coletado será concentrado e conservado numa solução de formol a cerca de 4%. De cada ponto de amostragem serão retiradas 3 (três) amostras (réplicas), sendo que os valores apresentados representarão a média desses valores.

Em laboratório, as amostras serão observadas num microscópio binocular, com o auxílio de uma câmara do tipo Bogorov. Para a identificação das espécies deverá ser utilizada a Chave de Identificação de copépodes ciclopóides continentais sul americanos de vida livre, de REID (1985) e o atlas de zooplâncton de ROCHA E TUNDISI (1976) para os copépodes. Para os cladóceros, deverá ser utilizada a chave para cladóceros britânicos de SCOURFIELD & HARDING (1966), o trabalho sobre a Família Moinidae de PAGGI (1973) e o trabalho de REY



& VASQUEZ, sobre os cladóceros de alguns corpos de água da bacia média do Rio Orinoco (Venezuela) (1986). Para a identificação dos rotíferos, deverá ser utilizada a chave de RUTTNER-KOLISKO (1974) e as gravuras de KOSTE (1978). Ainda serão utilizadas as chaves de identificação de WARD & WHIPPLE (1959), para os três grupos acima referenciados.

Serão calculados os índices de riqueza, diversidade, e equitabilidade para todos os pontos de amostragem podendo ser incluídos novos indicadores, ou mesmo excluído alguns dos aqui propostos, em função dos resultados obtidos.

Sobre os indicadores, serão entregues relatórios com uma periodicidade anual. Assim sendo, no final de cada ano de execução do projeto, serão enviados os resultados obtidos e trabalhados de todas as análises ambientais desse ano.

Zoobentos

Em cada ponto de coleta serão obtidas amostras sedimentológicas da margem e em profundidade para retirada de organismos. Nos pontos da margem (0 – 1,5m de profundidade de lâmina d'água) a coleta será manual, sendo utilizado um quadrado com 50 cm de lado, o qual será lançado de forma aleatória até 2 cm de profundidade. O sedimento contido no interior do quadrado será recolhido, obtendo-se assim um volume em torno de 1,5 litros. Este sedimento será acondicionado em sacos plásticos, etiquetados e fixados com formalina a 4%.

Para as coletas dos sedimentos da zona profunda (5m de profundidade de lâmina d'água) foi utilizada uma draga tipo Petersen com área definida (345cm²). Todo o material será fixado em campo com formalina a 4% e colocado em sacos plásticos de boca larga e etiquetados.

A triagem do material será feita em bandejas iluminadas e estereomicroscópio binocular CARL ZEISS e os indivíduos encontrados serão colocados em frascos de vidro e conservados em álcool a 70%. Os resultados serão expressos em número de indivíduos por metro quadrado.



Invertebrados Associados a Macrófitas Aquáticas

Em locais que apresentarem vegetação aquática, as macrófitas serão envolvidas totalmente em sacos plásticos compondo um volume máximo 1,5 litros. A vegetação coletada será envolvida completamente, incluindo o rizoma e os sedimentos a ele associados. Todo o material foi fixado em formalina a 4% e então etiquetado.

Após a coleta das macrófitas, as amostras serão colocadas em sacos plásticos e em laboratório serão lavadas em água corrente sob peneiras de malha 0,20. O material retido será fixado em formol a 10% e as plantas serão pesadas para obter o peso fresco e, após a desidratação em estufa a 60°C até obter peso constante, serão pesadas novamente para obter o peso seco. A densidade dos indivíduos será determinada por indivíduos/100 gramas de peso seco.

Análise do Sedimento

A análise granulométrica será efetuada nas amostras de sedimento previamente secas em laboratório a temperatura ambiente. A seguir, o material será peneirado (Peneira de malha 3 mm) para a retirada da parte grosseira (detritos raízes, pedregulhos, etc.). O método da “pipeta” (descrito em KENITIRO, 1973) será usado para a determinação do percentual de silte (fração 0,05 - 0,005 mm) e de argila (fração < 0,005 mm) em subamostra (10 g), previamente seca em estufa a 105 °C por 12 horas. As diferentes frações de areia serão determinadas através de peneiramento diferencial.

A matéria orgânica do sedimento será determinada através da perda por ignição a seco (metodologia modificada e descrita em CÓ, 1979). Cinco gramas da amostra, anteriormente seca em estufa a 105°C, durante 12 horas, será queimada em mufla, a 600 °C, durante duas horas. O teor de matéria orgânica será obtido a partir da diferença entre o peso anterior e posterior à queima, sendo convertida no final em percentuais.

22.8. Inter-relação com Outros Programas

Entre os programas ambientais do Projeto de Integração, o Programa de Monitoramento de Qualidade da Água e Limnologia terá relação com os listados a seguir.



- Plano de Gestão, Supervisão e Auditoria Ambiental, pelo fornecimento de dados que subsidiem a tomada de decisões;
- Programa de Limpeza e Desmatamento dos Reservatórios, considerando que a eficiente execução desse Programa reduzirá o risco de problemas de qualidade de água na fase imediatamente após o enchimento dos reservatórios, o que poderá ser verificado através dos resultados do monitoramento;
- Programa de Conservação e Uso do Entorno e das Águas dos Reservatórios, que apresenta relação muito estreita com a qualidade de água, de modo que a conservação e uso do entorno interferem diretamente na qualidade da água, que por sua vez condiciona como será o uso do recurso hídrico disponível;
- Programa de Apoio às Ações de Vigilância da Qualidade da Água para o Consumo Humano, através do encaminhamento das informações e do controle e sobre a qualidade da água que será fornecida;
- Programa de Implantação de Infraestrutura de Abastecimento de Água, através do controle da qualidade da água que será fornecida;
- Programa de Conservação da Fauna e Flora – as informações obtidas sobre limnologia e qualidade da água serão importantes na compreensão de eventuais perturbações na vida aquática. As comunidades aqui monitoradas figuram-se como importantes fontes de alimento para diversas espécies de peixes;
- Programa de Monitoramento de Processos Erosivos, tendo em vista que os resultados de diversos parâmetros de qualidade da água poderão ser utilizados como elementos de acompanhamento dos processos erosivos;
- Programa de Monitoramento das Cargas Sólidas Aportantes, 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 nas bacias;
- Programa de Monitoramento do Sistema Adutor e das Bacias Receptoras, considerando que os hidrogramas de vazões nos rios são importantes para melhor caracterização das



condições hidrometeorológicas e sua relação com as características de qualidade da água;

- Programa de Comunicação Social, através da divulgação da qualidade das águas do Projeto de Integração, com base nos resultados consolidados do monitoramento;
- Programa de Educação Ambiental, através da orientação da população quanto aos cuidados para preservação dos mananciais, visando a manutenção e melhoria da qualidade da água;
- Programa de Fornecimento de Água e Apoio Técnico para Pequenas Atividades de Irrigação, através do controle das características da água que será fornecida;
- Programa de Monitoramento de Vetores e Hospedeiros de Doenças, através do compartilhamento de informações;
- Programa de Apoio ao Saneamento Básico, através da eventual indicação de áreas a serem priorizadas, com base no resultado do monitoramento e da modelagem prognóstica.

22.9. Instituições Envolvidas

No desenvolvimento do Programa de Monitoramento de Qualidade da Água e Limnologia deverão ser envolvidas instituições de órgãos federais, cujas funções e atribuições estão relacionadas com o monitoramento de qualidade das águas.

- ANA – Agência Nacional de Águas - Deverá atuar no compartilhamento de informações sobre parâmetros físico-químicos da água e registros pluviométricos, incorporando os resultados do monitoramento ao banco de dados do órgão e disponibilizando-os para consulta à comunidade técnica e científica em geral;
- Órgãos estaduais responsáveis pela preservação do meio ambiente e gestão dos recursos hídricos nos Estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte – No compartilhamento de informações sobre parâmetros físico-químicos da água e registros pluviométricos, assim como no fornecimento dos prognósticos sobre a evolução da qualidade da água;



- Órgãos estaduais e municipais responsáveis pelo abastecimento público e saneamento básico - No fornecimento das informações sobre a qualidade da água nos pontos de monitoramento e dos prognósticos sobre sua evolução.

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

22.10. Atendimento a Requisitos Legais e/ou Outros Requisitos

Os resultados do monitoramento deverão ser avaliados conforme os limites e condições das águas apresentados na Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional.

22.11. Recursos Necessários

Na realização dos serviços relacionados com o Programa serão necessárias duas equipes para os trabalhos de campo, sendo uma para a rede fixa e outra para a rede móvel, além de laboratórios credenciados para análise e emissão dos laudos sobre o material coletado.

Os equipamentos para os trabalhos de campo e laboratório deverão ser compatíveis com os métodos indicados anteriormente.

Para realização do Programa será necessária a instalação de 3 estações telemétricas de qualidade de água, equipadas com multisensor, para acompanhamento de eventuais alterações das características da água em tempo real.

Para correlação com as características da água, será necessária a instalação de 10 estações pluviométricas registradoras, localizadas nos reservatórios selecionados.

22.12. Cronograma Físico

A Cronograma deste programa encontra-se no Anexo 22.1.

22.13. Responsáveis pela Implantação do Programa

Este programa será implantado pelo Ministério de Integração Nacional.



22.14. 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.

22.15. Responsáveis pela revisão do Programa

Prof. Dra Maria do Carmo Sobral – Engenheira Civil e Ambiental, Cadastro Técnico Federal no IBAMA nº 238.965.

22.16. Bibliografia

APHA (1992). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association. Water Pollution Control Federation. Washington, USA.

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.

CEBALLOS, B. S. O. (1995). Utilização de indicadores microbiológicos na tipologia de ecossistemas aquáticos do trópico semi-árido. Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo (Tese de doutorado). São Paulo, SP.

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 (2001). Projeto de Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional. Programas Ambientais. Brasília, DF.

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.

PARANHOS, R. (1996). Alguns Métodos para Análise da Água. Cadernos Didáticos: 19. UFRJ. Rio de Janeiro, RJ.

SPERLING, E. (1999). Morfologia de Lagos e Represas. DESA/UFMG. Belo Horizonte, BH.

STRASKRABA, M. TUNDISI, J.G. (2000). Gerenciamento da Qualidade da Água de Represas. Diretrizes para Gerenciamento de Lagos: volume 9. ILEC. IIE. São Carlos, SP.

UNEP - IETC (2001). Planejamento e Gerenciamento de Lagos e Reservatórios: Uma Abordagem Integrada ao Problema da Eutrofização. Série de Publicações: 11P. Instituto Internacional de Ecologia. São Carlos, SP.

22.17. Anexos

Anexo 22.1: Cronograma Físico;

Anexo 22.2: Mapa da Rede de Monitoramento de Qualidade da Água e Limnologia.

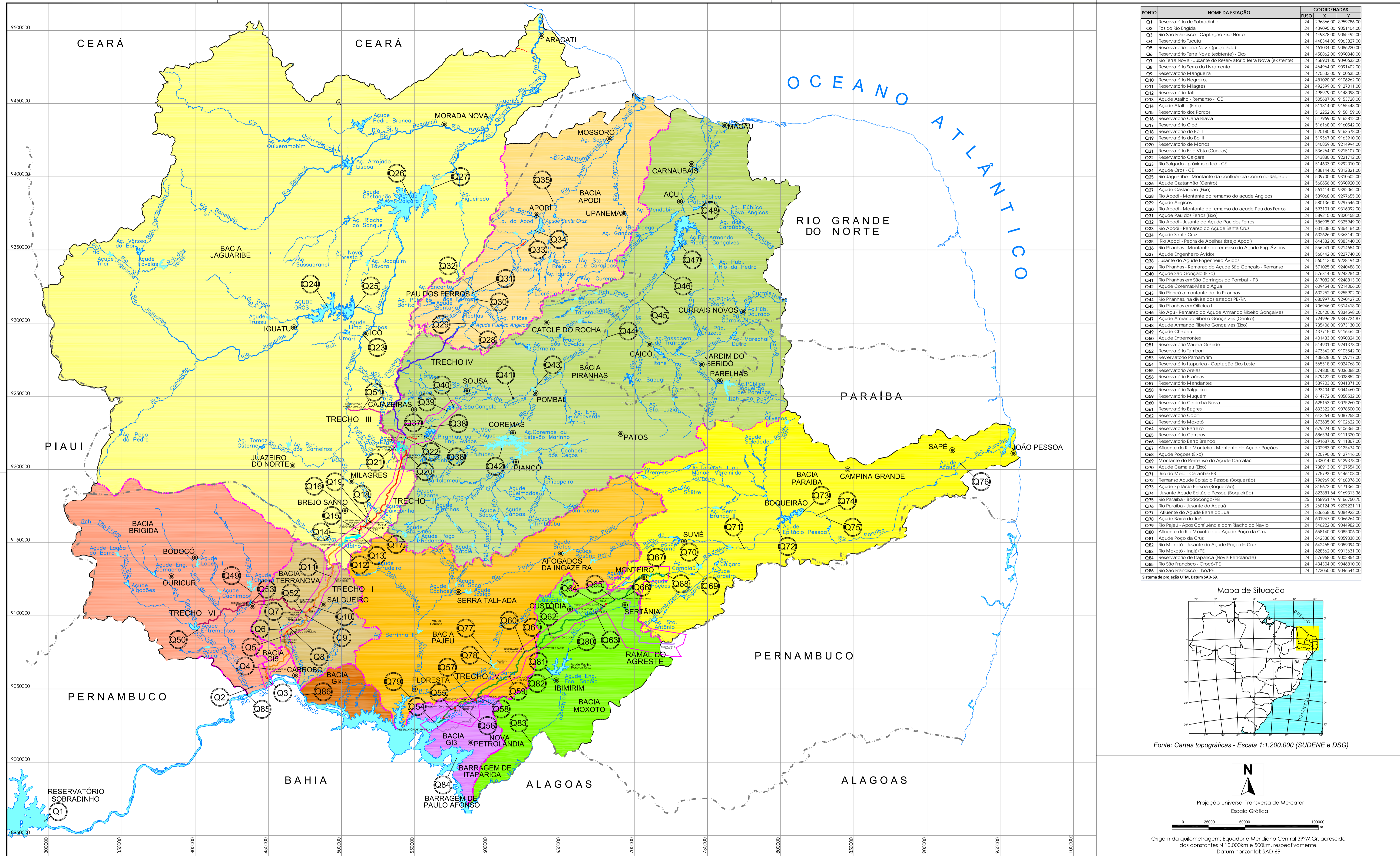


Anexo 22.1: Cronograma Físico

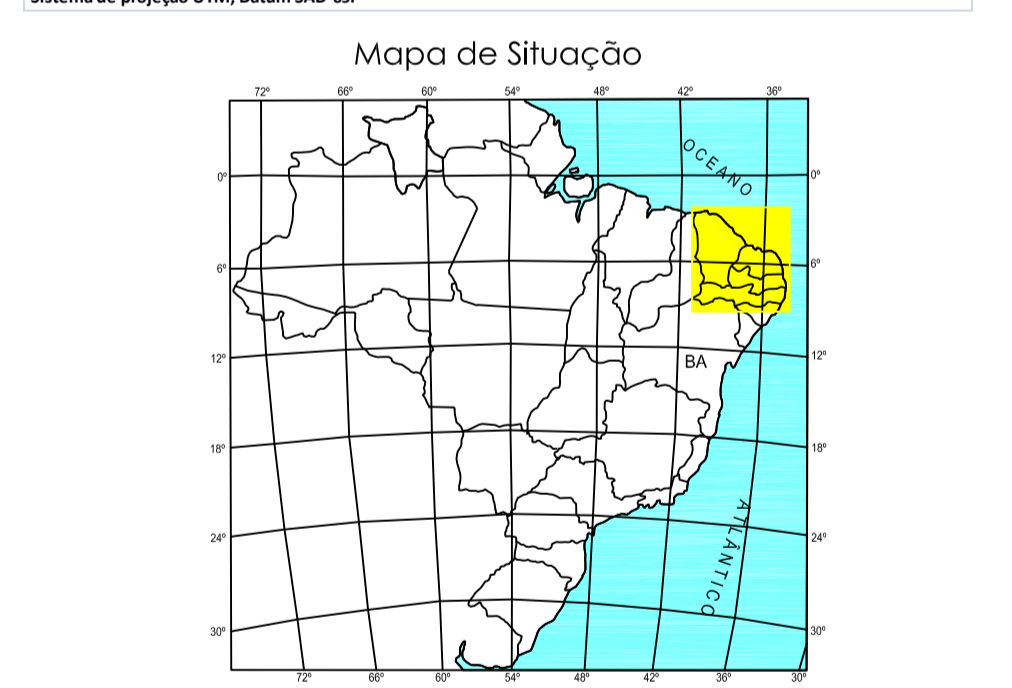


Anexo 22.2: Mapa da Rede de Monitoramento de Qualidade da Água e Limnologia





PONTO	NOME DA ESTAÇÃO	COORDENADAS	
		X	Y
Q01	Reservatório de Sobradinho	24 29666,00	959786,00
Q02	Foz do Rio Brígida	24 43909,00	905404,00
Q03	Rio São Francisco - Captação Eixo Norte	24 44878,00	905492,00
Q04	Reservatório Tucuru	24 44834,00	906327,00
Q05	Reservatório Terra Nova (projetado)	24 44104,00	906320,00
Q06	Reservatório Terra Nova (existente) - Eixo	24 45882,00	909933,00
Q07	Rio Terra Nova - Jusante do Reservatório Terra Nova (existente)	24 45891,00	909032,00
Q08	Reservatório Serra do Livramento	24 46494,00	909102,00
Q09	Reservatório Mangueira	24 47553,00	910063,00
Q10	Reservatório Negrinhos	24 48102,00	910626,00
Q11	Reservatório Milagres	24 49299,00	912011,00
Q12	Reservatório Jati	24 49879,00	914898,00
Q13	Acude Atalho - Remanso - CE	24 50567,00	915378,00
Q14	Acude Atalho (Eixo)	24 51184,00	915448,00
Q15	Reservatório dos Porcos	24 51252,00	915819,00
Q16	Reservatório Cana Brava	24 51769,00	916212,00
Q17	Reservatório Cipo	24 51618,00	916252,00
Q18	Reservatório do Boi I	24 52018,00	916357,00
Q19	Reservatório do Boi II	24 51956,00	916391,00
Q20	Reservatório de Morros	24 54059,00	921494,00
Q21	Reservatório Boa Vista (Cuncas)	24 53264,00	921517,00
Q22	Reservatório Caicó	24 54380,00	922112,00
Q23	Rio Salgado - próximo a Icó - CE	24 51463,00	929210,00
Q24	Acude Orós - CE	24 48814,00	931281,00
Q25	Rio Jaguaribe - Montante da confluência com o rio Salgado	24 50970,00	931052,00
Q26	Acude Castanhão (Centro)	24 56056,00	939029,00
Q27	Acude Castanhão (Eixo)	24 54114,00	939206,00
Q28	Rio Apodi - Montante do remanso do acude Angicos	24 58908,00	929765,00
Q29	Acude Angicos	24 58016,00	929754,00
Q30	Rio Apodi - Montante do remanso do acude Pau dos Ferros	24 59310,00	931692,00
Q31	Acude Pau dos Ferros (Eixo)	24 58925,00	932058,00
Q32	Rio Apodi - Jusante do Acude Pau dos Ferros	24 58995,00	932940,00
Q33	Rio Apodi - Remanso do Acude Santa Cruz	24 61536,00	926194,00
Q34	Acude Santa Cruz	24 63266,00	936342,00
Q35	Rio Apodi - Pedra de Abelhas (brejo Apodi)	24 64482,00	938440,00
Q36	Rio Piranhas - Montante do remanso do Acude Eng. Avidos	24 55621,00	921464,00
Q37	Acude Engenheiro Avidos	24 56042,00	922770,00
Q38	Jusante do Acude Engenheiro Avidos	24 56041,00	925947,00
Q39	Rio Piranhas - Remanso do Acude São Gonçalo - Remanso	24 57105,00	924048,00
Q40	Acude São Gonçalo (Eixo)	24 57614,00	924324,00
Q41	Rio Piranhas em São Domingos do Pomal - PB	24 61706,00	924813,00
Q42	Acude Coremas-Mãe d'Água	24 60945,00	921406,00
Q43	Rio Franca - montante do rio Piranhas	24 63252,00	925502,00
Q44	Rio Piranhas - na divisa dos estados PB/RN	24 69891,00	929012,00
Q45	Rio Piranhas em Olteica II	24 70646,00	931441,00
Q46	Rio Açú - Remanso do Acude Armando Ribeiro Gonçalves	24 72020,00	933498,00
Q47	Acude Armando Ribeiro Gonçalves (Centro)	24 72496,28	934712,81
Q48	Acude Armando Ribeiro Gonçalves (Eixo)	24 73406,00	937312,00
Q49	Acude Chapéu	24 63778,00	931846,00
Q50	Acude Entremontes	24 40143,00	909032,00
Q51	Reservatório Várzea Grande	24 51491,00	924137,00
Q52	Reservatório Tamboril	24 47342,00	910342,00
Q53	Reservatório Pamamirim	24 43828,00	910971,00
Q54	Reservatório Itapirica - Captação Eixo Leste	24 65516,00	902476,00
Q55	Reservatório Arinas	24 57483,00	903698,00
Q56	Reservatório Braunas	24 57942,00	903852,00
Q57	Reservatório Mandantes	24 58970,00	904131,00
Q58	Reservatório Salgueiro	24 59340,00	904460,00
Q59	Reservatório Muquém	24 61472,00	905852,00
Q60	Reservatório Cachimbe Nova	24 62163,00	907540,00
Q61	Reservatório Bagres	24 63332,00	907850,00
Q62	Reservatório Copiti	24 64264,00	908728,00
Q63	Reservatório Moxoto	24 67363,00	910262,00
Q64	Reservatório Barreiro	24 67922,00	910636,00
Q65	Reservatório Campos	24 68699,00	911320,00
Q66	Reservatório Barro Branco	24 69168,00	911186,00
Q67	Afluente do Rio Monteiro - Montante do Acude Poçoas	24 70293,00	912547,00
Q68	Acude Poçoas (Eixo)	24 72070,00	912716,00
Q69	Montante do Remanso do Acude Camalau	24 73301,00	912937,00
Q70	Acude Camalau (Eixo)	24 73893,00	912758,00
Q71	Rio do Meio - Caramù/PB	24 77292,00	914619,00
Q72	Remanso Acude Epitácio Pessoa (Boqueirão)	24 79649,00	916807,00
Q73	Acude Epitácio Pessoa (Boqueirão)	24 81567,00	917136,00
Q74	Jusante Acude Epitácio Pessoa (Boqueirão)	24 82381,64	916913,36
Q75	Rio Paraíba - Borborema/PB	25 16895,49	916670,75
Q76	Rio Paraíba - Jusante do Acude	25 26073,99	928221,11
Q77	Afluente do Acude Barra do Jus	24 40668,00	908492,00
Q78	Acude Barra do Jus	24 60197,00	906264,00
Q79	Rio Pajeú - Após Confluência com Riacho do Navio	24 54622,00	904482,00
Q80	Afluente do Rio Moxoto e do Acude Poço da Cruz	24 65810,00	906506,00
Q81	Acude Poço da Cruz	24 64238,00	905938,00
Q82	Rio Moxoto - Jusante do Acude Poço da Cruz	24 64246,00	905904,00
Q83	Rio Moxoto - Inajá/PE	24 62862,00	901363,00
Q84	Reservatório de Itapirica (Nova Petrolândia)	24 57698,00	900284,00
Q85	Rio São Francisco - Oroca/PE	24 43304,00	904610,00
Q86	Rio São Francisco - Iba/PE	24 47306,00	904644,00



Fonte: Cartas topográficas - Escala 1:1.200.000 (SUDENE e DSG)



Origem do quilômetro: Equador e Meridiano Central 37°W.Gr. acrescentado das constantes N 10.000km e 500km, respectivamente.
Datum horizontal: SAD-69

Legenda

- Traçado do Canal Trecho I - Eixo Norte
- Traçado do Canal Trecho II - Eixo Norte
- Traçado do Canal Trecho III - Eixo Norte
- Traçado do Canal Trecho IV - Eixo Norte
- Traçado do Canal Trecho V - Eixo Leste
- Traçado do Canal Trecho VI - Eixo Norte
- Traçado do Canal Trecho Ramal do Agreste - Eixo Leste

- Poligonal de desapropriação - Eixo Norte
- Poligonal de desapropriação - Eixo Leste
- ▲ EBI/EBV - Estação de bombeamento
- Aqueduto
- Túnel

- Sede dos Municípios
- Rios
- Reservatórios / Açudes
- Limite Estadual
- Limite das Bacias
- Estrada de ferro

- Bacia do Rio Jaguaribe
- Bacia do Rio Apodi
- Bacia do Rio Piranhas
- Bacia do Rio Paraíba
- Bacia do Riacho Brígida
- Bacia do Rio Terra Nova
- Bacia do Rio Pajeú
- Bacia do Rio Moxoto
- Bacia GI-3
- Bacia GI-4
- Bacia GI-5
- Q00 - Pontos de Controle de Qualidade da Água

Produzido por: João Carlos Machado

Verificado por: Marina Gonçalves Santos

Desenho por: C5

Rubrica:

Data: 26/01/2011

Folha nº: 01/01

Rubrica:

Localização: Bacias Hidrográficas do Nordeste

Revisão nº: 01

Escala: 1:1.200.000

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

REDE DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DA ÁGUA E LIMNOLOGIA
PARTE C - ITEM 22