

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM

DHT – DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

RECONHECIMENTO HIDROGEOLÓGICO PRELIMINAR DA REGIÃO DO DISTRITO DE IRRIGAÇÃO DO PERÍMETRO IRRIGADO DE MIRORÓS - DIPIM



MARÇO DE 2012

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

Edison Iobão
Ministro de Estado

**SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

Cláudio Scliar
Secretário

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL

Manoel Barretto da Rocha Neto
Diretor Presidente

Thales de Queiroz Sampaio
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Roberto Santos Ventura
Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Antônio Carlos Bacelar Nunes
Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Eduardo Santa Helena
Diretor de Administração e Finanças

Frederico Cláudio Peixinho
Chefe do Departamento de Hidrologia

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM

DHT – DIRETORIA DE HIDROLOGIA E GESTÃO TERRITORIAL

**RECONHECIMENTO HIDROGEOLÓGICO PRELIMINAR
DA REGIÃO DO DISTRITO DE IRRIGAÇÃO DO
PERÍMETRO IRRIGADO DE MIRORÓS - DIPIM**

Organização do Texto:

Fernando A. C. Feitosa

Hidrogeólogo – Coordenador Executivo da DHT

João Alberto O. Diniz

Hidrogeólogo – Supervisor da Superintendência de Recife

MARÇO DE 2012

SUMÁRIO

1. Introdução	04
1.1 A barragem Manoel Novais (Mirorós): uma história de conflitos.....	04
1.2 O conflito atual.....	05
2. Aspectos Fisiográficos.....	06
2.1 Clima.....	06
2.2 Pluviometria.....	07
2.3 Evaporação.....	07
3. Geologia e Hidrogeologia Regional.....	07
3.1 Geologia.....	07
3.2 Aspectos Estruturais.....	10
3.3 Hidrogeologia.....	11
4. Equipe e Trabalhos Realizados.....	11
4.1 Equipe.....	11
4.2 Trabalhos Realizados.....	12
5. Aspectos Geológicos da Área.....	12
6. Aspectos Hidrogeológicos da Área.....	17
7. Interação Água de Superfície <i>versus</i> Água Subterrânea.....	25
7.1 Balanço Hídrico do Açude.....	25
7.2 Análises Isotópicas – O ¹⁸ e D.....	29
8. Conclusões e Recomendações.....	32
9. Referências Bibliográficas.....	34
10. Anexos.....	35

1. INTRODUÇÃO

1.1 A barragem Manoel Novais (Mirorós): uma história de conflitos

O Rio Verde é afluente da margem direita do Rio São Francisco, com nascentes na Serra da Mangabeira no município de Ipupiara – BA, em altitudes superiores a 1.400 m. Tem uma extensão total de 295 km, e bacia hidrográfica compreendida entre os meridianos de 41°30' e 42°30' de longitude oeste e os paralelos 10°00' e 12°00' de latitude sul. Seus principais afluentes pela margem direita são os riachos Guariba, da Piedade, Baixão do Gabriel e Santo Euzébio, enquanto que pela margem esquerda destacam-se a veredas das Lajes e do Lajedo, e os riachos da Solda, do Brejinho e Capim Grosso.

A barragem Manoel Novais, ou barragem de Mirorós, situa-se em seu alto curso, localizada na divisa dos municípios baianos de Gentio do Ouro e Ibipeba, como ilustrado na figura 01. É uma estrutura construída em terra e enrocamento, com altura máxima de 75,0 m, comprimento de 340,0 m, possuindo ainda um vertedouro de concreto armado, com 2 comportas e vazão de 1.000 m³/s. Quando cheia possui uma capacidade volumétrica de 158.000.000 m³, gerando um lago de aproximadamente 780 ha. Está incluída na mesorregião do Centro Norte Baiano e inserida na microrregião de Irecê.

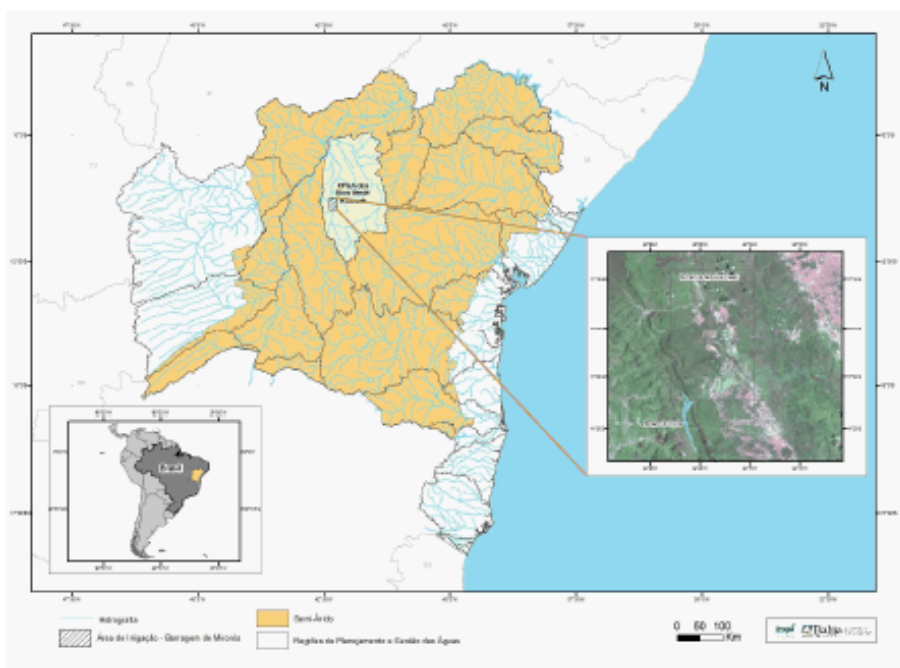


Figura 01 – Localização da Barragem de Mirorós (Fonte: Lima *et. al.* 2010)

Os primeiros estudos referentes à área onde está inserido o reservatório remontam ao ano de 1963, quando a empresa Lasa - Hidrobrasileira, desenvolveu para a antiga CVSF – Comissão do Vale do São Francisco, investigações sobre as possibilidades de aproveitamento hidroagrícola das Bacias do Rio Verde e Jacaré. Esses estudos recomendaram o aproveitamento de uma superfície de aproximadamente 200.000 Ha, distribuída em diversas áreas, sendo tida como prioritária a denominada Zona de Mirorós.

No ano de 1966 se concretizou o plano geral de aproveitamento do potencial hídrico da bacia do Rio Verde, na região de Mirorós, contemplando estudos mais detalhados, incluindo o anteprojeto da barragem de Mirorós e do perímetro de irrigação. O projeto básico da barragem foi efetuado pela MILDNER KAYSER, este, acompanhado de um estudo hidrológico desenvolvido pela GEOTÉCNICA S.A.

Em 20 de julho de 1984 a barragem foi inaugurada, ficando o reservatório sem qualquer utilização por mais de uma década. Com a inauguração da adutora do feijão, em 1994, foi iniciado o aproveitamento da água para abastecimento público na microrregião de Irecê, com vazão de projeto de 700 L/s. Em 1996 teve início o projeto de exploração agrícola, através do perímetro de irrigação de Mirorós, com uma vazão de 1.300 L/s. Além destas demandas, a barragem fornece ainda água para perenização do Rio Verde, com vazão de projeto de 250 L/s.

Logo após a inauguração da barragem surgiram os primeiros problemas do uso múltiplo da água do reservatório, iniciados com o conflito entre o órgão gestor da barragem na época (CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco) e os irrigantes à sua jusante, no município baiano de Itaguaçu. Ao longo dos seus 18 anos de existência surgiram vários outros conflitos, envolvendo:

EMBASA – Empresa Baiana de Saneamento *versus* Prefeitura Municipal de Ibipêba;
EMBASA *versus* moradores dos lotes do perímetro irrigado de Mirorós;
CODEVASF/DIPIM *versus* agricultores de vazante do povoado de Mirorós;
CODEVASF/DIPIM *versus* pecuaristas a montante da barragem.

1.2 O Conflito Atual

Atualmente a barragem de Mirorós opera com um volume inferior a 10% de sua capacidade de acumulação, gerando um novo conflito envolvendo a EMBASA e o DIPIM, encarregado da gestão do perímetro de irrigação. Em função do rápido esgotamento do reservatório, a ANA – Agência Nacional de Águas estabeleceu as condições de uso de seus recursos hídricos, através das Resoluções nº 784/2009, 785/2009 e 273/2010, restando aos usuários o seu atendimento. Em 2010, por força da Resolução nº 273, de 31/05/2010, da ANA, foi instalada calha vertedoura de medição de vazão no leito do Rio Verde e a sua vazão foi reduzida de 250 para 90 L/s.

Em outubro de 2011, com o agravamento da crise, o presidente da ANA, Dr. Vicente Andreu, iniciou uma série de reuniões com a comunidade de Mirorós, visando ajustar as outorgas a patamares que permitissem a convivência com a crise minimizando eventuais prejuízos às populações atingidas, através do procedimento denominado alocação negociada de água. Foram realizadas mais 2 (duas) reuniões, em dezembro e no final de fevereiro/2012, quando foi anunciada, em função da escassez de chuvas, a interrupção da irrigação, em atendimento às outorgas de água estabelecidas pela Resolução ANA Nº 273/2010, permanecendo os usos da EMBASA e do Rio Verde. A ANA, contudo, promoveu articulações com o governo do estado da Bahia, obtendo a posição de reduzir a irrigação em 50%, a partir de 01/03/2012; de 75%, a partir de 15/03/2012; e de 100%, a partir de 01/04/2012.

Em função deste problema, a CODEVASF, o DIPIM, o governo da Bahia, através da Companhia de Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos da Bahia (CERB) e irrigantes iniciaram em 2009 a construção de poços tubulares à jusante da barragem, para aumentar a oferta hídrica e garantir a viabilidade da irrigação. Estes poços captam, em sua grande maioria, os calcários da Formação Salitre e produzem atualmente cerca de 24.000 m³/dia como incremento na oferta de água para irrigação. Informações mais detalhadas sobre o histórico do conflito são apresentadas no Anexo 01, que reproduz a **Nota de Esclarecimento** publicada pela CODEVASF em seu *site* na internet.

Dentro deste quadro complexo surgiu um questionamento que levantava a hipótese dos poços terem uma ligação direta com o açude e estarem contribuindo para aceleração de seu esgotamento. Esta questão tornou-se polêmica, sendo cogitada, até, a paralisação dos poços para preservação da água do açude que será, por determinação da ANA, destinada prioritariamente ao abastecimento público (EMBASA) e, em condições mínimas, à continuidade da vazão ecológica do Rio Verde.

Em função desta polêmica, o presidente da CODEVASF, Dr. Guilherme Almeida, convidou no dia 29/02/2012 o Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Dr. Thales Sampaio, para uma reunião onde foi solicitada a participação da CPRM no sentido de emitir um parecer técnico sobre a questão. Como desdobramento desta reunião inicial, no dia 01/03/2012 ocorreu uma nova reunião com a participação do Exmo. Sr. Governador da Bahia, Jaques Wagner, o Exmo. Sr. Ministro de Estado da Integração Nacional, Fernando Bezerra Coelho, o presidente da Codevasf, Dr. Guilherme Almeida, e o Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Dr. Thales Sampaio. Nesta reunião ficou acordado que a CPRM enviaria técnicos especialistas em Hidrogeologia e Geologia ao local, acompanhados por técnicos da Codevasf, para realizar um diagnóstico sobre a conexão poços/açude e levantar informações para uma análise preliminar sobre a exploração de água subterrânea no local.

Este relatório apresenta os resultados da visita técnica realizada, com conclusões sobre a questão da ligação poços / açude, uma análise inicial sobre a exploração de água subterrânea no local, baseada principalmente em dados fornecidos pela Codevasf e, por fim, recomendações pertinentes à questão.

2. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS

2.1. Clima

Os índices de pluviosidades na região variam pouco abaixo de 400 mm e próximos a 1.000 mm, com clima do tipo BSh', segundo a classificação de *Köppen* (clima seco de estepe), caracterizando-se por um inverno seco e ocorrência de chuvas no verão. A temperatura média anual é da ordem de 26,5°C, não variando muito ao longo do ano. O período mais quente compreende os meses de setembro e novembro, e o mais frio, de junho a agosto, com temperaturas oscilando em torno de 18°C e 33°C.

2.2. Pluviometria

Na região semiárida da Bahia as maiores precipitações ocorrem nos meses de novembro e dezembro. De junho a agosto ocorre um período seco de inverno, podendo se prolongar até setembro. A precipitação pluviométrica média anual é inferior a 700 mm, com as chuvas concentradas em cinco meses (de novembro a março). Na tabela 01 estão as séries históricas de dados médios mensais de vinte estações pluviométricas da região, num período mínimo de vinte e sete anos, até 1990 (adaptado de Silva, 2005).

ORDEM	CÓDIGO	ESTAÇÕES	X (DG)	Y (DG)	PERÍODO	OPERADOR	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
1	940012	Fortaleza	-40,413	-9,861	1963 a 1990	SUDENE	67,7	97,5	96,7	52,9	7,9	7,2	3,1	1,2	5,8	16,6	50,0	78,2	474,8
2	1041002	Jaquaraci	-41,583	-10,900	1917 a 1990	DNOCS	76,0	70,5	82,7	37,9	5,6	1,1	0,9	2,5	5,0	24,9	81,7	108,4	497,2
3	1042001	Bom Sucesso	-42,317	-10,433	1937 a 1990	SUDENE	103,7	80,6	97,9	50,4	7,0	2,0	1,2	0,5	7,8	30,1	102,0	133,6	616,8
4	1140010	Gentio do Ouro	-40,600	-11,553	1963 a 1990	SUDENE	113,7	102,1	105,3	75,4	9,4	3,8	2,2	1,0	9,0	47,5	118,0	139,9	727,1
5	1141005	Ibititá	-41,967	-11,550	1963 a 1990	SUDENE	117,9	89,5	82,1	53,0	9,1	5,7	2,3	2,1	8,1	51,4	112,8	136,6	670,6
6	1141007	Irecê	-41,870	-11,300	1937 a 1990	DNOCS	97,3	72,5	99,3	37,5	5,2	2,6	1,1	0,9	7,6	29,2	109,6	120,4	583,2
7	1141008	Arrecife	-41,883	-11,017	1963 a 1990	SUDENE	85,0	77,8	102,3	54,5	7,3	3,9	1,3	2,6	4,3	35,5	98,0	104,8	577,4
8	1141011	Canarana	-41,767	-11,667	1963 a 1990	SUDENE	104,6	68,2	92,8	40,8	12,4	5,5	2,8	1,0	5,5	46,7	103,1	108,8	592,1
9	1142003	Central	-42,120	-11,150	1962 a 1990	SUDENE	80,5	85,0	93,9	46,9	6,4	5,4	1,1	0,5	6,1	31,8	87,1	111,0	555,7
10	1142011	Ibipepa	-42,033	-11,650	1963 a 1990	SUDENE	115,2	77,3	87,3	42,4	12,4	4,3	2,2	2,1	8,9	36,8	105,8	121,0	615,7
11	1142013	Ipupiara	-42,617	-11,817	1937 a 1990	DNOCS	92,4	79,0	92,4	42,5	7,4	2,0	1,7	1,2	13,0	36,4	129,8	132,5	630,5
12	1142016	Uibai	-42,133	-11,333	1963 a 1990	SUDENE	128,0	101,8	127,3	64,9	3,6	4,9	1,3	0,4	3,6	47,5	116,5	123,5	723,3
13	1241011	Lençóis	-41,383	-12,567	1911 a 1990	DNOCS	137,0	132,0	163,0	135,7	79,7	56,2	57,1	40,6	35,7	80,1	166,8	177,6	1261,8
14	1241012	Iraquara	-41,616	-12,253	1960 a 1990	DNOCS	118,6	77,4	95,7	63,0	17,3	23,1	10,2	4,2	17,6	37,9	98,8	114,3	678,1
15	1241018	Wagner	-41,170	-12,288	1937 a 1990	DNOCS	79,2	82,0	96,2	67,8	33,8	30,9	26,8	15,4	15,2	38,5	109,2	139,5	734,5
16	1241022	Seabra	-41,767	-12,417	1911 a 1990	DNOCS	105,8	92,1	84,8	57,4	23,2	15,4	11,3	4,7	11,8	33,6	124,7	135,5	700,3
17	1242006	Brotas de Macaúbas	-42,633	-12,000	1937 a 1990	DNOCS	133,5	87,8	104,6	54,5	7,0	1,4	2,0	0,7	11,9	41,4	115,5	147,1	707,3
18	1242012	Ibitiara	-42,217	-12,650	1938 a 1990	SUDENE	104,3	92,0	110,9	51,3	10,5	1,7	1,0	1,2	12,5	54,2	136,4	144,0	720,1
19	1341006	Piatã	-41,783	-13,150	1938 a 1990	DNOCS	123,3	104,7	120,4	119,0	62,5	77,3	57,0	40,8	35,8	85,0	168,6	151,1	1145,5
20	1342004	Água Quente	-42,141	-13,416	1963 a 1990	DNOCS	138,8	107,7	98,0	54,3	6,9	3,1	1,1	1,6	9,4	70,5	147,2	162,0	800,6
MEDIAS		MENSAIS					106,1	88,9	101,2	60,1	16,7	12,9	9,4	6,3	11,7	43,8	114,1	129,5	700,6

Tabela 1 - Precipitação pluviométrica média mensal – 1963/1990 (adaptado de Silva, 2005).

2.3. Evaporação

A evaporação anual média, medida continuamente nas estações meteorológicas de Irecê e Mirorós, em Tanques Classe A com espelhos d'água bastante representativos, fornece valores de 2.805,4 mm e 2.627 mm, respectivamente. Com uma evaporação média, para estas duas estações, da ordem de 2.716,4 mm anuais, e com a precipitação média anual de 700,6 mm/ano, obtém-se um déficit hídrico médio de 2.015,8 mm/ano.

3. GEOLOGIA E HIDROGEOLOGIA REGIONAL

3.1 Geologia

As litologias que compõem o substrato rochoso da área da barragem de Mirorós são distribuídas em um intervalo de idade que se estende desde o Mesoproterozóico até o Quaternário. Distinguem-se, da base para o topo o Grupo Chapada Diamantina, o Supergrupo São Francisco e formações superficiais terció-quaternárias, como a Formação Caatinga e Sedimentos Recentes.

Grupo Chapada Diamantina

O Grupo Chapada Diamantina aflora circundando toda a bacia hidrográfica da barragem e a área do perímetro irrigado. É constituído, da base para o topo, pelas Formações Tombador, Caboclo e Morro do Chapéu, com mergulho para o centro da bacia.

Formação Tombador - depositada discordantemente sobre as Formações do Grupo Paraguaçu, é constituída predominantemente por metaconglomerados, metarenitos e metassiltitos.

Formação Caboclo - em contato concordante gradacional sobre a Formação Tombador, é composta de metassiltitos e metargilitos passando para metarenitos pouco espessos ou para folhelhos escuros, com níveis subordinados de calcário, na parte mediana do conjunto.

Formação Morro do Chapéu - em contato brusco sobre a Formação Caboclo, é constituída por metassiltitos, quartzitos e metaconglomerados.

Supergrupo São Francisco

O Supergrupo São Francisco é subdividido nos Grupos Una e Bambuí. Na área da barragem e do perímetro de irrigação de Mirorós ocorre apenas a Formação Salitre, pertencente ao Grupo Una.

Formação Salitre - é subdividida, da base para o topo, nas unidades Nova América, Jussara e Irecê, sendo que apenas a Formação Jussara aflora na área do perímetro irrigado, constituída predominantemente por calcarenitos finos, calcarenitos médios e calcarenitos grossos oolíticos e/ou oncolíticos.

Formações Superficiais

Formação Caatinga – compreendem depósitos detrito-lateríticos, colúvio-eluvionares, eólicos, aluvionares e carbonáticos. Os depósitos detrito-lateríticos foram identificados em dois patamares distintos: NdI1 – com cotas entre 720 e 1200 metros, esculpido sobre as rochas dos supergrupos Espinhaço e São Francisco, e outro patamar, com cotas entre 420 e 720 metros. Estes depósitos ocorrem irregularmente, dispostos em manchas e associados a areia (fina a grossa), silte, cascalho, argila e uma crosta laterítica que sustenta o relevo. Os depósitos carbonáticos da Formação Caatinga têm sua origem relacionada à dissolução e reprecipitação *in situ* dos calcários da Formação Salitre.

Depósitos Aluvionares Recentes – areias com intercalações de argila e cascalho, com restos de matéria orgânica.

Na figura 02, apresentada a seguir, é mostrado um mapa geológico na escala aproximada 1:100.000, que retrata as unidades acima descritas.

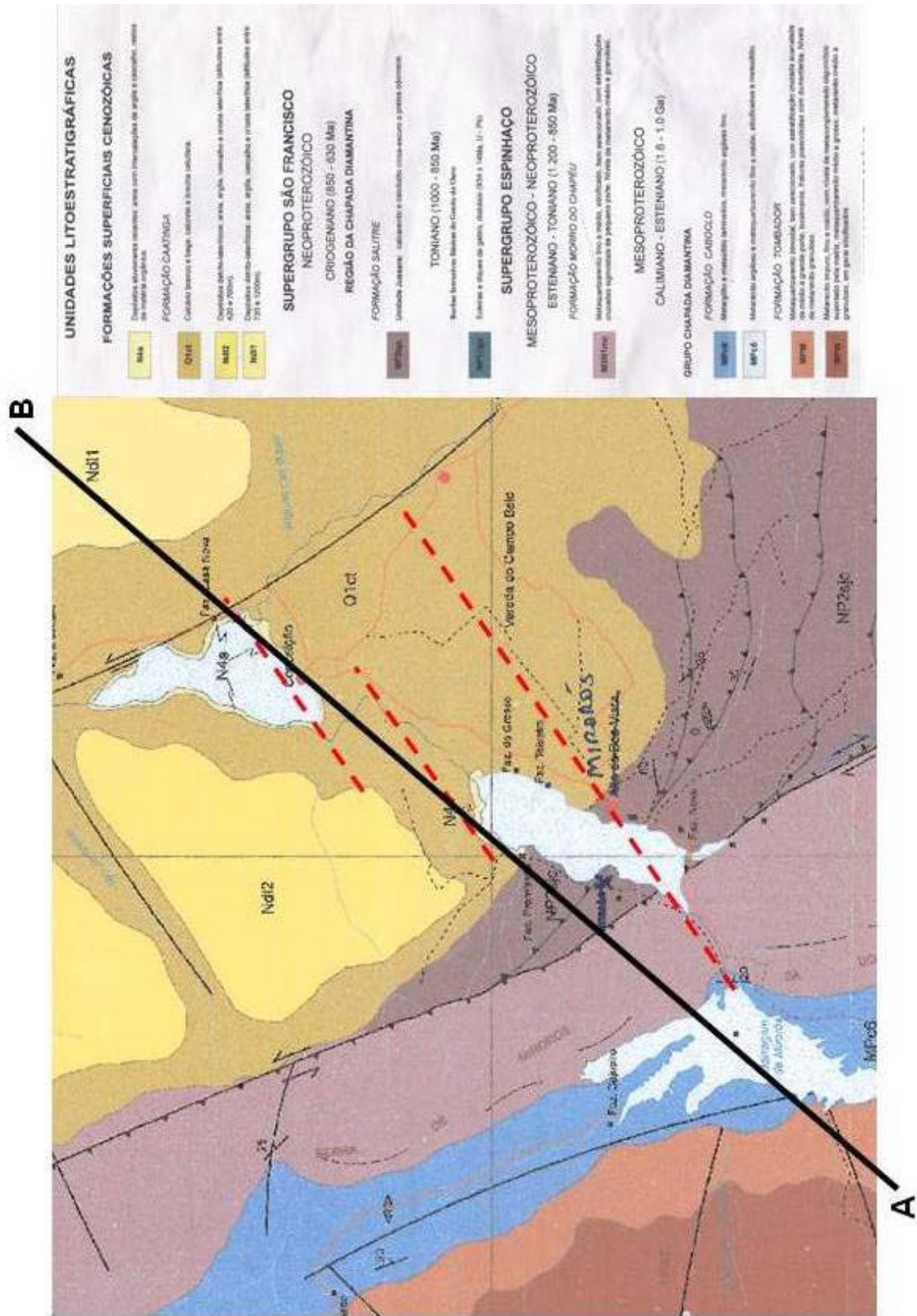


Figura 02 – Mapa Geológico da Região de Mirorós – Escala aproximada 1:100.000 (Fonte: CPRM,2010)

3.2 Aspectos Estruturais

Na região do DIPIM, mostrada na figura 03 pelo círculo vermelho, as rochas da Formação Salitre estão em contato com os metapsamitos do Grupo Chapada Diamantina (Formação Morro do Chapéu), a oeste, através de uma falha transcorrente dextral. Esta falha funcionou como uma rampa lateral para o deslocamento dos calcários para o sul, reflexo dos esforços compressivos provenientes da faixa Riacho do Pontal. Regionalmente, as estruturas resultantes desse deslocamento são dobras assimétricas com vergência para sul. É claramente visível a existência de um apêndice da Formação Morro do Chapéu, a leste da área do projeto, estruturado na forma de um anticlinal com eixo de caimento para NW e paralelo às falhas do contato oeste da Formação Salitre. Como as camadas de quartzito a oeste mergulham para nordeste, é presumível que a “língua” de calcários de direção NW, espremida entre os quartzitos Morro do Chapéu, esteja no centro de uma calha sinclinal de vergência para sul. Na imagem é mostrada a posição do perímetro de irrigação dentro da estreita faixa de calcários entre os quartzitos Morro do Chapéu.

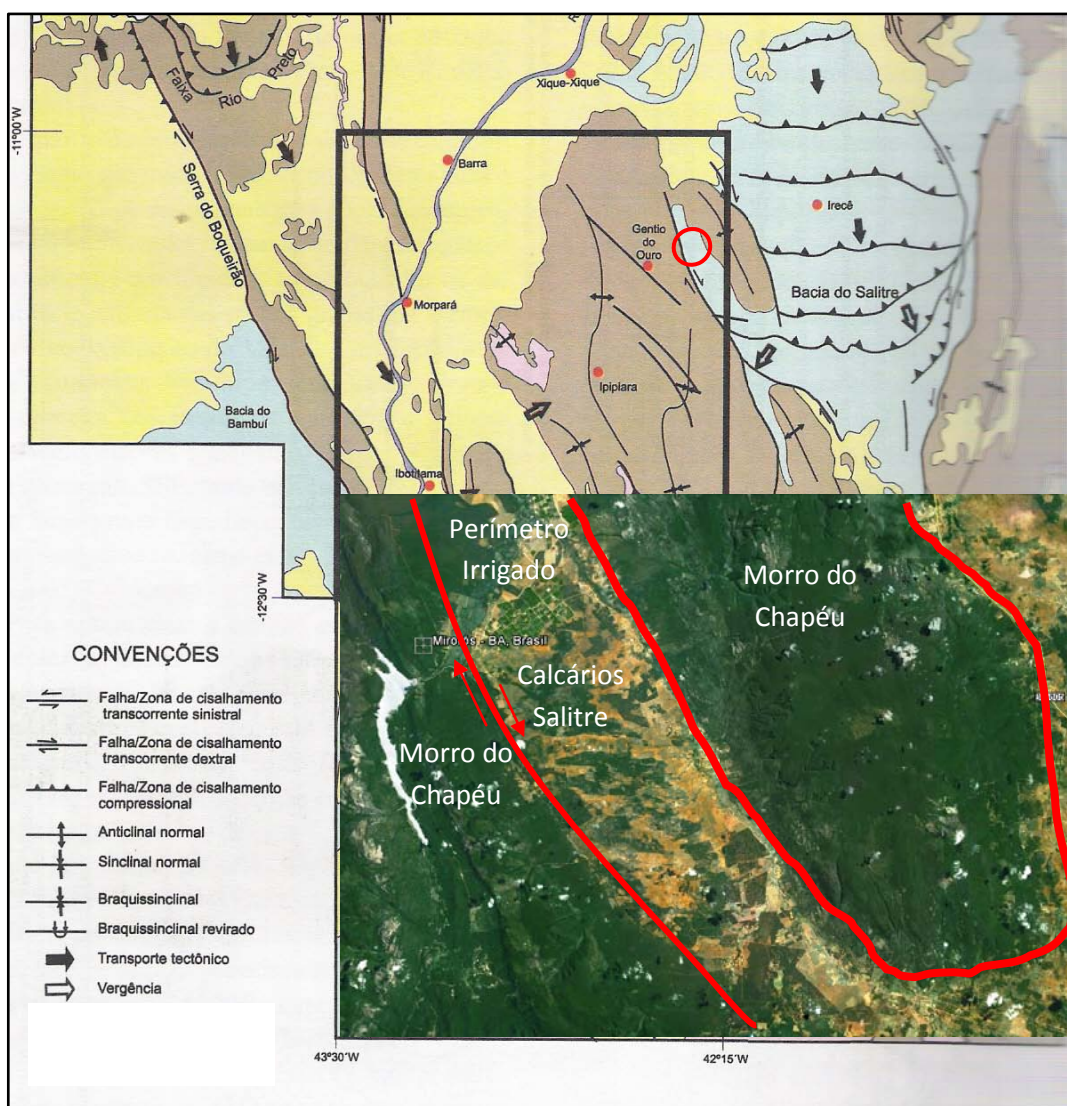


Figura 03 – Aspectos estruturais da região de Mirorós (CPRM/CBPM, 2010)

3.3 Hidrogeologia

O aquífero explotado na área à jusante da barragem de Mirorós é a Unidade Jussara, da Formação Salitre, formada por rochas de composição carbonática. Em função de porosidades e permeabilidades primárias muito baixas, a ocorrência e o fluxo da água subterrânea nestas rochas são condicionados por uma porosidade secundária, representada por zonas de dissolução. Devido à composição química básica dos calcários, a água aproveita-se das zonas de fraqueza (falhas, fraturas, contatos etc.), se infiltra e proporciona gradativamente a dissolução dos carbonatos formando grandes espaços vazios onde se acumula (cavernas, condutos, dolinas, uvalas, poljes, simas etc). Logo, o comportamento hidrogeológico do aquífero é anisotrópico, sendo complexo e difícil o controle e conhecimento preciso da ocorrência e fluxo da água subterrânea. Somente estudos geológicos estruturais e tectônicos, associados à análise de perfis construtivos de poços e levantamentos geofísicos de detalhe (principalmente eletrorresistividade) podem proporcionar o entendimento do comportamento hidráulico do aquífero, permitindo, então, estimativas de reservas e recursos explotáveis.

4. EQUIPE E TRABALHOS REALIZADOS

Os trabalhos de campo, desenvolvidos na região do perímetro irrigado de Mirorós, ocorreram no período de 06 a 09 de março de 2012. Entre 12 e 23 de março de 2012 foram realizadas as análises isotópicas e físico-químicas, organizados e tratados os dados coletados e elaborado o relatório.

4.1 Equipe

A equipe participante nos trabalhos foi a seguinte:

Serviço Geológico do Brasil - CPRM

Amilton de Castro Cardoso – Hidrogeólogo (SUREG /Salvador)

Erison Soares Lima – Geólogo (SUREG /Salvador)

Fernando A. C. Feitosa - Hidrogeólogo (DHT)

João Alberto O. Diniz – Hidrogeólogo (SUREG /Recife)

Cia. de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e Parnaíba - CODEVASF

Isaias Nery Santana - Chefe do Escritório da CODEVASF em Mirorós

João Tomio Shimabukuro - Geólogo (Administração Central)

Márcio Adalberto Andrade - Engenheiro Agrícola (Administração Central)

Distrito de Irrigação do Perímetro Irrigado de Mirorós - DIPIM

Edmar Paiva Neiva – DIPIM/Mirorós

Marcelo Lima Rocha - Engenheiro da ATER

Cia. de Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos da Bahia - CERB

Godofredo Correia Lima Junior – Geólogo (Salvador)

(Acompanhou os trabalhos desenvolvidos, como observador, durante o dia 08/03 2012)

4.2 Trabalhos Realizados

a) Levantamento de Dados em Escritório e Apoio Técnico

Os dados relevantes ao problema (balanço hidrológico do açude, dados técnicos dos poços perfurados, monitoramento dos poços (volumes e níveis), estudos anteriores etc.) foram levantados nos arquivos da CODEVASF e do DIPIM, organizados e repassados à CPRM pelo Engenheiro Agrícola Márcio Adalberto Andrade. Todo o apoio técnico e logístico necessário ao desenvolvimento dos trabalhos de campo, inclusive parte do transporte terrestre, foi proporcionado pela CODEVASF no local, através do Sr. Isaías Nery Santana.

b) Reconhecimento Geológico de Detalhe

Etapa de campo desenvolvida pelos geólogos Erison Soares Lima (CPRM) e João Tomio Shimabukuro (CODEVASF) no açude de Mirorós e nas regiões de contato dos calcários Salitre com os quartzitos Morro do Chapéu, para uma visão mais detalhada do arcabouço geológico onde se encontra o açude e a existência de estruturas que possam favorecer a recarga dos calcários.

c) Visita Técnica aos Poços e ao açude Mirorós

Esta etapa foi desenvolvida pelos hidrogeólogos da CPRM Amilton de Castro Cardoso, Fernando A. C. Feitosa e João Alberto O. Diniz, acompanhados pelo técnico da ATER, Marcelo Lima Rocha, e do DIPIM, Edmar Paiva Neiva. Teve como objetivo a coleta de dados *in loco* (coordenadas com GPS, condutividade elétrica da água, níveis estáticos e dinâmicos) e coleta de amostras de água para análises isotópicas (O-18 e D) e físico-químicas. Observações de caráter geomorfológico e geológico foram realizadas e foram coletadas informações verbais de moradores locais sobre os poços, comportamento da rede de drenagem e áreas alagadas e zonas com subsidência do terreno. O açude Mirorós foi visitado e foram coletadas amostras de água para análises isotópicas.

d) Organização e Tratamento dos dados, Interpretações e Elaboração do Relatório

Etapa desenvolvida pelos Hidrogeólogos da CPRM, Fernando A. C. Feitosa e João Alberto O. Diniz, com apoio de alguns especialistas (Eber de Andrade Pinto, na área de Hidrologia e Erison Soares Lima, na área de Geologia) durante o período de 12 a 23 de março de 2012. Nesta etapa, houve apoio da infraestrutura de informática e geoprocessamento da Unidade Regional de Recife da CPRM.

5. ASPECTOS GEÓLOGICOS DA ÁREA

Na imagem retratada na figura 04 é mostrada a região do açude Mirorós e do perímetro irrigado, com indicação das litologias que compõem a geologia local e posição do mergulho das camadas. Na figura 05 apresenta-se o contexto da geologia em profundidade, através do perfil geológico esquemático AB, de direção SW-NE, baseado no mapa da figura 02.

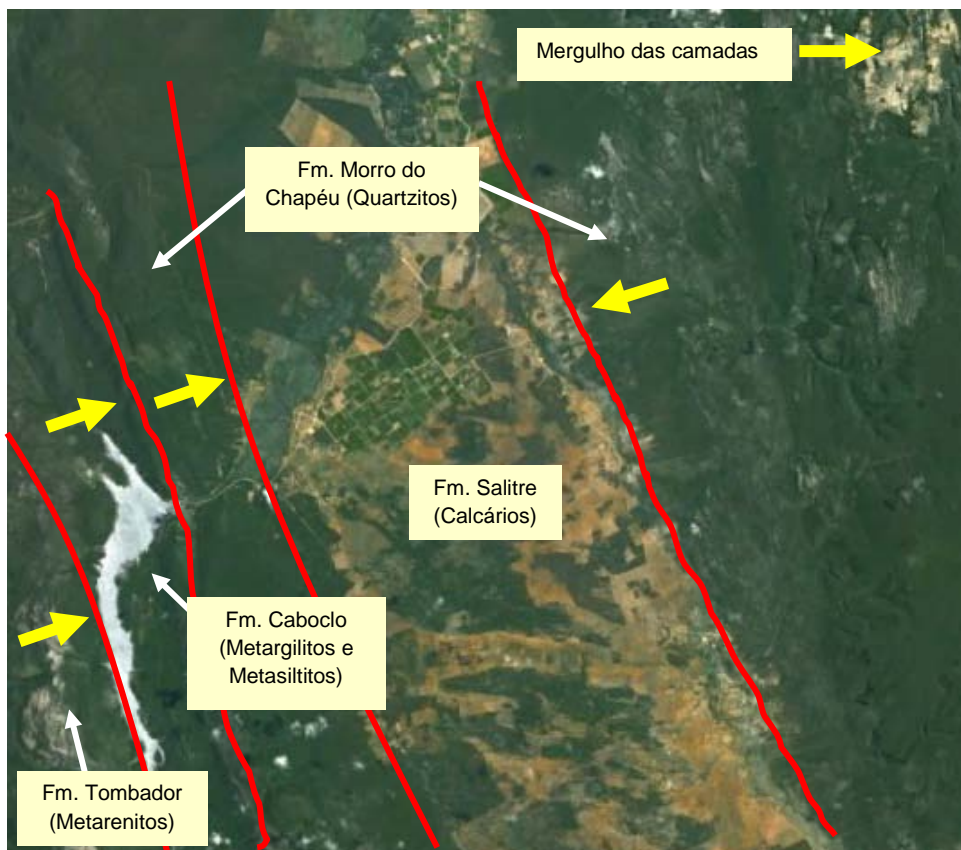


Figura 04 – Imagem mostrando o açude Mirorós e o perímetro irrigado com indicação da geologia local (imagem do Google Earth)

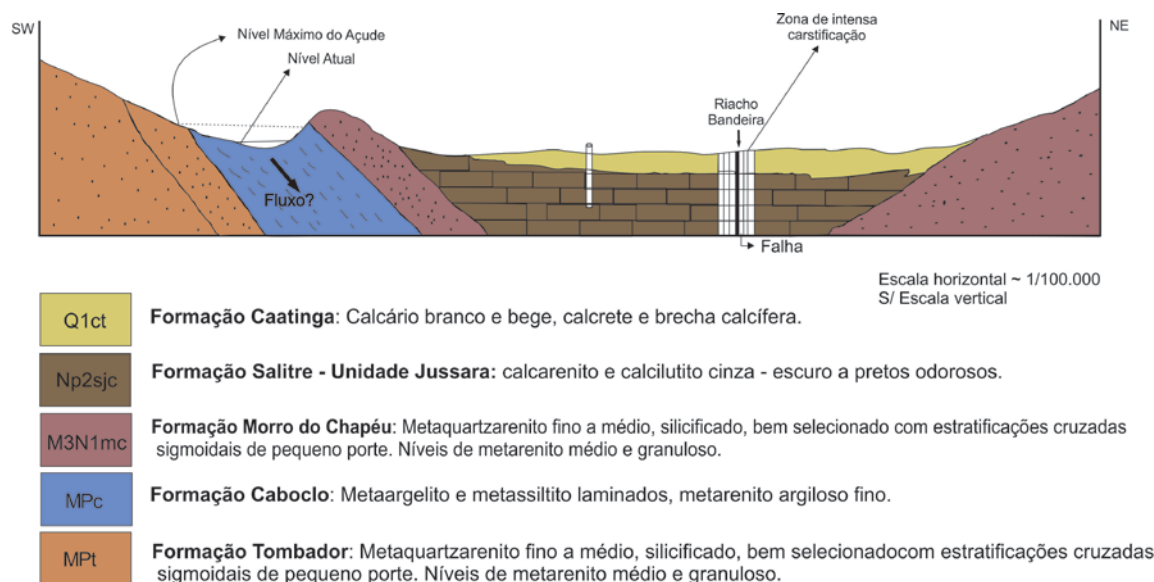


Figura 05 – Perfil geológico esquemático AB.

Como pode ser observado nas figuras 02 e 04, o eixo da barragem de Mirorós fica posicionado exatamente no contato entre as Formações Caboclo e Morro do Chapéu (Foto 01), enquanto sua área de inundação se estende sobre os psamitos da Formação Caboclo. A inspeção técnica realizada pelo Geólogo da CPRM, Erison Soares Lima, possibilitou uma série de considerações. Afirma o Erison:

“A barragem de Mirorós está assentada sobre os litotipos do Grupo Chapada Diamantina, mais precisamente sobre os metasiltilitos e metargilitos da Formação Caboclo. Superpostos ocorrem os metarenitos da Formação Morro do Chapéu, sem nenhuma influencia no arcabouço geológico da barragem (Foto 01).

Os metasiltilitos apresentam coloração avermelhada, são rochas de granulação muito fina a síltica, com estruturas primárias onduladas e lenticulares (Foto 02). Ocorrem a partir da cota 519 metros. A fácies metargilito possui coloração arroxeada de granulação menor que 0,004 mm. Encontra-se sob os metasiltilitos e é o litotipo principal em que está assentada a massa d’água da barragem. Estas rochas apresentam uma condutividade hidráulica muito baixa, da ordem de 10^{-7} a 10^{-10} m/s (Cruz, 2008).

As principais estruturas planares encontradas são falhas e fraturas de caráter regional com direções N55E/67NW e N05E/59NW. Estas estruturas de forma geral estão fechadas. Foi observada, também, falha normal de direção N30W/40SW com rejeito de 20 a 50 cm localizada 56 metros a montante do eixo da barragem, possui aberturas que variam de 5 a 20 cm de espessura, que estão parcial a totalmente preenchidas (Foto 03).

Foram observadas também fraturas e juntas originadas a partir do alívio de tensão do corte da barragem, principalmente nos metassiltitos. Estas estruturas apresentam direções N80W/90, N05E/90 e N42W/26NE concordante com o plano do acamamento (Fotos 04 e 05).”

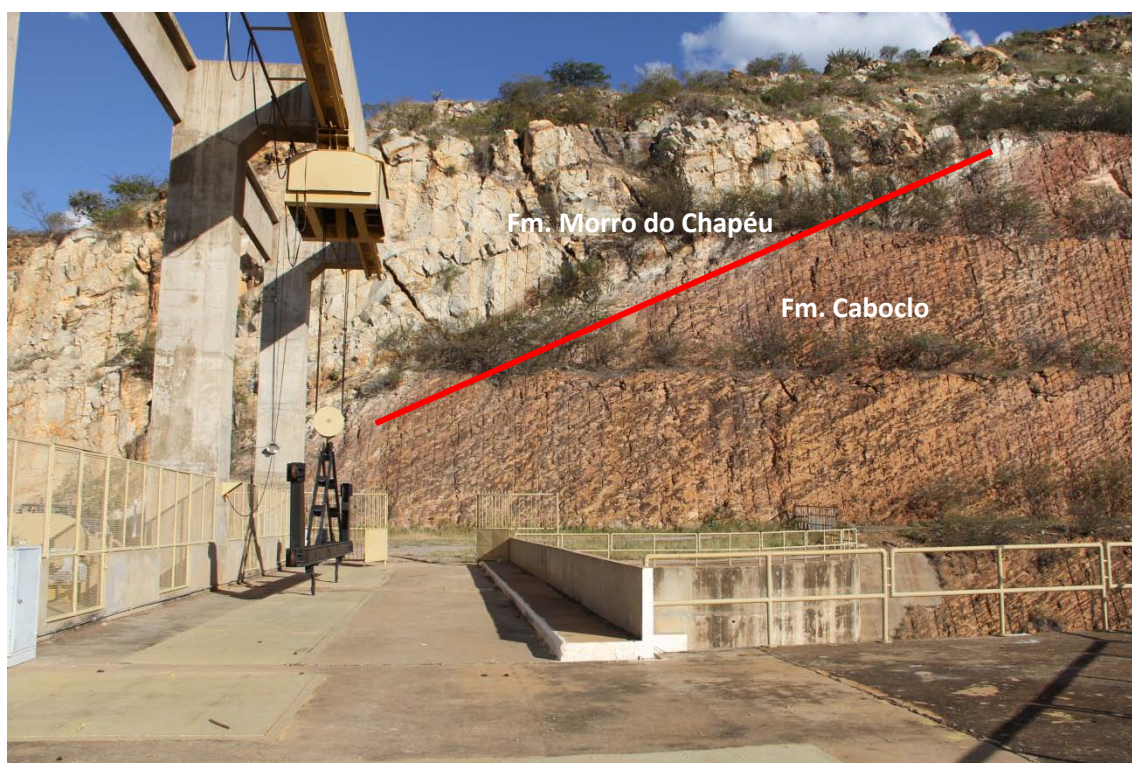


Foto 01 – Vista parcial do eixo da barragem; ao fundo o contato entre a Formação Morro do Chapéu e Formação Caboclo.



Foto 02 – Metasilite com estruturas onduladas e lenticulares da Fm. Caboclo.



Foto 03 – Detalhe da falha normal nos metasilites.



Foto 04 – Juntas de alívio e falha normal observada na Formação Caboclo.



Foto 05 – Detalhe de junta de alívio formada no acamamento dos metasilites.

Com base nas considerações apresentadas, conclui o Erison:

“As principais zonas de perda de água da barragem são as fraturas e juntas de alívio encontradas nos metasiltilitos acima da cota de 519 metros. Uma vez que estas estruturas não possuem extensão regional, a possibilidade de perdas consideráveis de água é muito remota.

A barragem está assentada principalmente em metargilitos da Formação Caboclo, uma rocha de condutividade hidráulica muito baixa, com falhas e fraturas regionais seladas. Não foram observadas juntas de alívio, como ocorre na fácies metasiltilito, o que lhe garante uma estanqueidade considerável.”

Em função das conclusões emitidas pela inspeção geológica de detalhe e considerando que o nível atual da barragem está na cota 499 metros (Foto 06), pode-se concluir que na situação atual, do ponto de vista geológico, não existem perdas de água significativas através de infiltração. Por outro lado, observando-se o perfil esquemático da figura 05, verifica-se que, caso houvesse perdas de água por infiltração, o fluxo se daria através da Formação Caboclo que está posicionada estratigraficamente abaixo da Formação Salitre e, portanto, sem uma provável conexão com a água explotada pelos poços no perímetro irrigado.

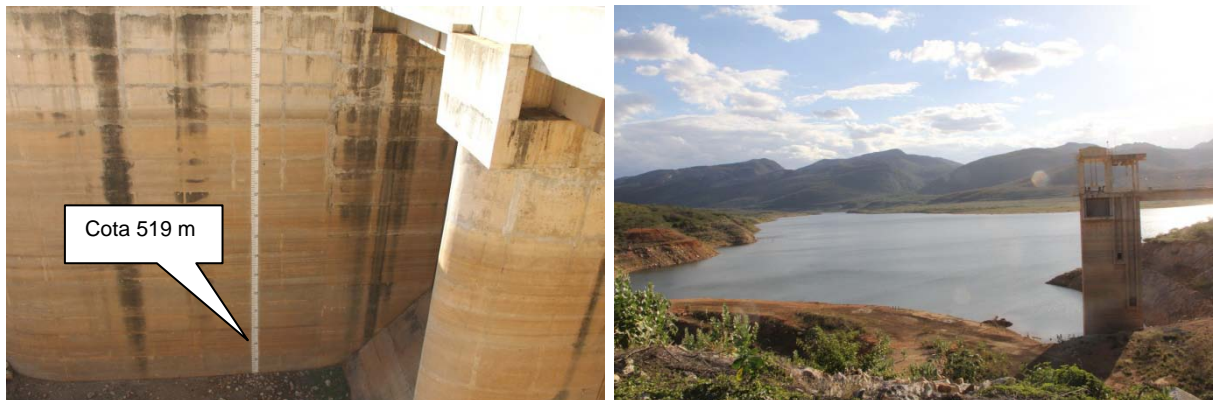


Foto 06 – Régua linimétrica próxima à comporta da barragem de Mirorós e nível atual da barragem na cota 499 metros.

Considerando apenas os aspectos geológicos, a única feição que poderia proporcionar um contato entre o açude e os poços seria um sistema de falhas/fraturas indiferenciadas, de direção SW-NE, que aparece com frequência no mapa geológico 1:100.000, folha Central. Embora não mapeada no local da barragem, este sistema de fraturas (inferida no mapa da figura 2 em vermelho) deve ser responsável pela inflexão do Rio Verde de sua direção preferencial NW antes da barragem, para a direção NE, até seu encontro com o Rio Bandeiras, na área do perímetro irrigado. Entretanto, a conexão entre o açude e os poços através destas estruturas pode ser descartada, em função de aspectos hidrológicos e hidrogeológicos, descritos adiante. Estas estruturas, contudo, parecem contribuir de forma decisiva para o processo de carstificação da Formação Salitre, inclusive auxiliando a formação de dolinas.

6. ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS DA ÁREA

As rochas carbonáticas da Formação Salitre encontram-se aprisionadas entre cristas impermeáveis de quartzitos da Formação Morro do Chapéu, dispostas segundo direção preferencial NE-SW. A Formação Salitre, na maior parte da área, está encoberta pelas brechas calcárias da Formação Caatinga ou por depósitos aluvionares recentes, que funcionam como condutos para a infiltração das águas pluviais ou de superfície (Figura 02).

As diferenças de cotas entre as cristas quartzíticas e o vale onde se situa o projeto são da ordem de até 600 metros, ocupando extensa área com alta declividade. A maior parte da precipitação incidente nestas serras escoam para o vale adjacente, alimentando a rede de drenagem local. Esta drenagem comandada pelas estruturas existentes (falhas e fraturas) proporciona, então, excelentes condições de recarga ao aquífero, já que é ao longo dessas mesmas drenagens que a carstificação se desenvolve com mais intensidade.

Na região do perímetro irrigado, portanto, o Rio Verde e seus afluentes pela margem direita, Riacho da Piedade e Riacho do Bandeira, são fundamentais, tanto para o processo de carstificação quanto para a recarga do aquífero. Desta forma, foram desenvolvidas dolinas na intersecção destas drenagens, que representam zonas importantes e de interesse para o estudo hidrogeológico da área. Na figura 06 é apresentado um mapa mostrando o controle estrutural da rede principal de drenagem que pode estar associado diretamente com os processos de carstificação da área. Na foto 07 são mostradas dolinas na região conhecida como Salinas, onde se localizam os poços de maiores vazões em funcionamento.

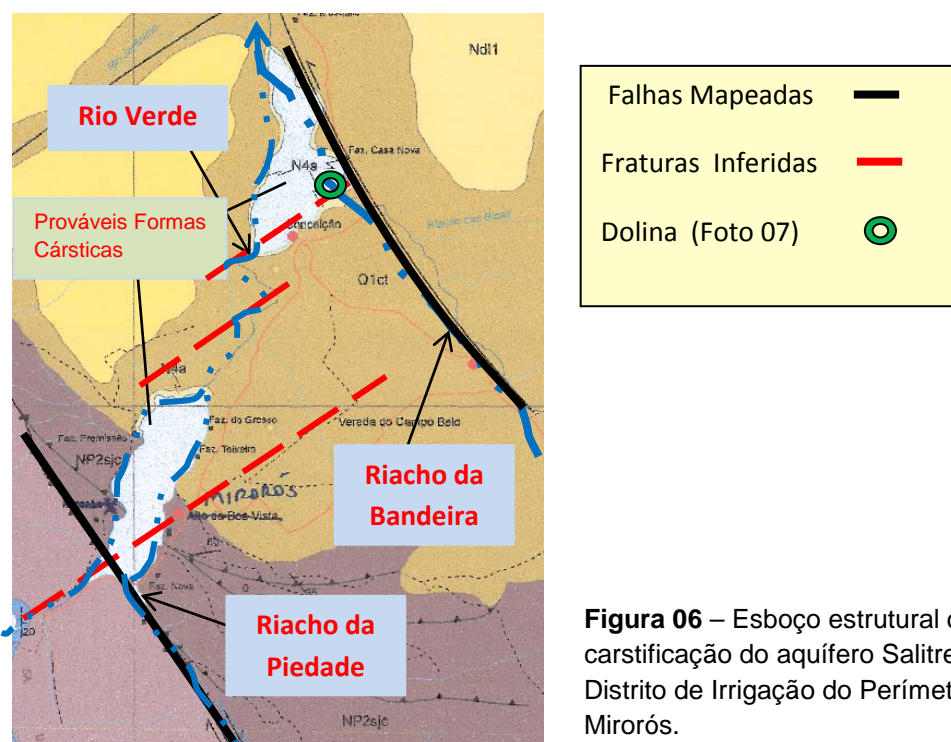


Figura 06 – Esboço estrutural do controle de carstificação do aquífero Salitre na região do Distrito de Irrigação do Perímetro Irrigado de Mirorós.



Foto 07 – Afundamento de teto de dolinas localizadas na confluência do riacho do Bandeira com provável zona de fratura (área alagada da Salinas).

6.1 A Exploração de Água Subterrânea no Perímetro Irrigado

Conforme a **Nota de Esclarecimento** da CODEVASF (Anexo 01), atualmente existem cerca de 150 poços perfurados na área do Perímetro, entre privados e públicos, com a expectativa da produção de um volume aproximado de 120.000 m³/dia (considerando o regime de bombeamento praticado atualmente, 21/24 horas). Entretanto, deste total foi possível contar com os dados de um universo de 34 poços, cujas informações foram repassadas pela Codevasf e coletadas *in situ* quando da visita técnica ao local. A quantidade pequena de poços analisados em relação ao total, cerca de 23%, deve-se aos seguintes fatos: (a) a grande maioria dos poços não está funcionando e, portanto, não existem dados de monitoramento e não foi possível coletar amostras de água; (b) inexistem dados de perfuração ou os dados fornecidos pelas empresas de perfuração são extremamente precários.

Na tabela 02 é apresentada uma síntese dos dados dos 34 poços utilizados na análise. Deste total, 22 poços estão em funcionamento, sendo 21 poços públicos (de uso coletivo) e 1 poço particular (de uso individual), 7 estão na condição de não instalados e 5 foram considerados não viáveis, em função de seu baixo rendimento. Os poços de uso coletivo em funcionamento são bombeados num regime de 21/24 horas, produzindo cerca de 24.000 m³/dia que são lançados no canal de irrigação (Foto 08).



Foto 08 – Poços bombeando e lançando água no canal de irrigação.

CPRM	Identificação	Coordenadas		Cota(*) (m)	Prof. (m)	Diametro Poço (")	Revest (m)	Entradas de água (m)	Q (m³/h)			NE (m)	ND (m)	s (m)	Q esp. (**) (m³/h/m)	Data teste vazão	CE µS/cm
		Lat	Long						Perf.	Teste	Explot.						
MP-01	Canteiro	-11,443	-42,316	497	100	6	46	40 e 57	36,00	44,00	45,00	18,57	21,29	2,72	16,18	03/08/10	730,00
MP-02	Vila	-11,443	-42,315	497	-	8	-	-	-	-	73,00	-	-	-	-	-	600,00
MP-03	Setor 1 (saída canal enterrado)	-11,433	-42,312	495	180	6	44	46; 52; 54 e 137	110,00	113,00	85,00	16,91	18,44	1,53	73,86	19/10/10	1.110,00
MP-04	Proxímo BC 02 (G-7)	-11,43	-42,307	500	102	8	42	68	-	-	90,00	21,50	-	-	-	-	1.860,00
MP-05	EP 01	-11,429	-42,309	495	80	6	42	46;50;64 e 72	150,00	99,00	82,00	15,27	15,80	0,53	186,79	05/08/10	1.810,00
MP-06	Fundo lote 02	-11,426	-42,308	492	100	8	42,5	65;70;74 e 95	100,00	60,92	102,00	18,70	19,52	0,82	74,29	28/05/11	1.820,00
MP-07	Setor 1 (fundo do lote 5)	-11,424	-42,307	493	100	8	46	24; 40; 64 e 84	76,00	56,57	73,00	16,98	22,24	5,26	10,75	08/08/10	2.130,00
MP-08	EP 02	-11,421	-42,301	495	-	6	-	22 e 75	30,00	34,43	41,80	17,70	25,35	7,65	4,50	20/08/10	2.600,00
MP-09	G4 - Lote 40	-11,424	-42,298	502	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.410,00
MP-10	Setor 3 (área sequeiro lote 223)	-11,423	-42,299	500	140	6	42	20; 22; 28; 44; 72 e 85	180,00	113,14	81,80	17,40	38,26	20,86	5,42	24/10/10	2.550,00
MP-11	BC 02	-11,419	-42,296	493	180	6	41	27; 55 e 98	30,00	31,68	40,00	14,61	15,95	1,34	23,64	27/05/10	2.150,00
MP-12	Setor 3 (em frente ao lote 223)	-11,416	-42,295	494	100	8	30	39; 60; 65 e 84	56,00	34,43	40,00	15,37	34,07	18,70	1,84	09/08/10	2.400,00
MP-13	Setor 4 (salina-estrada vereda)	-11,393	-42,275	474	117	8	19	20; 41; 45 e 111	420,00	414,66	92,00	2,51	7,11	4,60	90,14	23/10/10	-
MP-14	Setor 4 (salina ladeira)	-11,39	-42,278	471	100	8	33,5	35; 43; 45 e 76	400,00	396,00	112,00	4,74	7,39	2,65	149,43	12/08/10	1.720,00
MP-15	Salina (lote Frutop)	-11,388	-42,277	471	86	6	41	45; 53; 65 e 70	200,00	264,00	40,00	0,20	2,22	2,02	130,69	-	1.660,00
MP-16	Salina (lote Edmar)	-11,389	-42,276	477	109	6	48,7	39; 43; 58; 80 e 99	200,00	198,00	55,00	1,77	2,59	0,82	241,46	26/05/10	1.950,00
MP-17	Setor 4 (peixe)	-11,377	-42,278	488	100	6	60	33; 44 e 77	24,00	20,31	19,00	18,34	55,27	36,93	0,55	20/10/10	660,00
MP-18	Fundo lote 153 (Gustavo)	-11,366	-42,28	490	60	8	44	46; 52 e 60	90,00	52,80	30,00	24,43	24,93	0,5	105,60	22/06/11	3.560,00
MP-19	Setor 5 (desvio estrada)	-11,365	-42,28	492	100	6	76	40; 62 e 74	72,00	52,80	49,00	23,96	27,13	3,17	16,66	10/08/10	2.650,00
MP-20	G-16 - Em frente lote de Edilson	-11,359	-42,282	491	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.970,00
MP-21	Poço do Netão - Particular	-11,352	-42,2830	491	120	6	56,00	87, 115	-	132,00	-	26,24	29,87	3,63	36,36	03/11/10	60,00
MP-22	EP 03	-11,413	-42,291	496	100	6	42	26;40;44;56;84 e 92	54,00	66,00	66,60	17,47	25,59	8,12	8,13	08/08/10	2.190,00
MP-23	Salina (estrada velha)	-	-	-	136	6	24	27 e 30	100,00	132,00	-	0,20	6,62	6,42	20,56	-	-
MP-24	Setor 5 (lote Geneci)	-	-	-	150	6	40	75	30,00	31,60	-	12,86	25,68	12,82	2,46	-	-
MP-25	Setor 3 (lote Euricles)	-	-	-	150	6	43	40; 87 e 92	55,30	49,50	-	37,30	55,10	17,80	2,78	26/10/10	-
MP-26	Lote 23	-	-	-	100	6	48	42;51;63;78;80;89 e 96	36,00	39,60	-	29,03	29,54	0,51	77,65	12/08/10	-
MP-27	Salina (prox jorrante)	-	-	-	100	8	22	45	150,00	88,00	-	7,35	9,35	2,0	44,00	17/06/11	-
MP-28	Em frente à lote Edilson	-	-	-	135	8	-	-	35,00	36,38	-	-	-	-	-	-	-
MP-29	Codevasf - prox Embasa	-	-	-	42	6	36	8; 24; 35 e 39 a 42	55,00	39,60	-	4,20	19,74	15,54	2,55	14/08/10	-
MP-30	Prox EP 03 (lado eq canal)	-	-	-	120	8	39	56; 64 e 85	25,00	2,83	-	20,12	68,12	48,0	0,06	17/06/11	-
MP-31	Fundo lote 09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MP-32	Setor 2 (lote Neidilson)	-	-	-	226	6	41	187	1,20	0,83	-	38,87	124,55	85,68	0,01	-	-
MP-33	Lote 199/200	-	-	-	128	6	17	47; 73 e 126	2,60	-	-	-	-	-	-	-	-
MP-34	Fundo lote Rodolfo/Divino	-	-	-	120	8	54	68	2,00	1,00	-	-	-	-	-	29/05/11	-

Poços instalados

Poços não instalados

(*) - Cota retirada do MDT

(**) - Vazão específica ao final do teste de bombeamento

Tabela 2 – Dados levantados e fornecidos pela Codevasf dos poços da região do Perímetro Irrigado de Mirorós

Uma análise de frequência da distribuição das profundidades das entradas d'água, apresentada na figura 07, mostrou que o intervalo de carstificação mais frequente fica entre 30 e 80 metros, com mediana em torno de 40 metros. Informações verbais durante a visita técnica relataram a condição de diminuição drástica de entradas d'água nos poços após os 100 metros. A relação quantidade de entradas de água *versus* a vazão, mostrada no gráfico da figura 08 ilustra que a maior parte dos poços apresenta 4 entradas de água e que o aumento de entradas de água não condiciona um aumento de vazão.

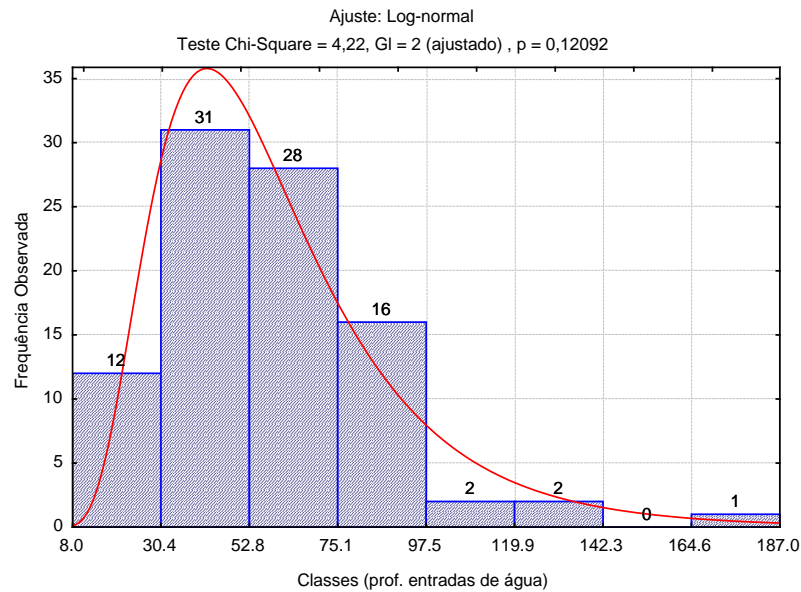


Figura 07 – Análise de frequência das entradas d'água nos poços

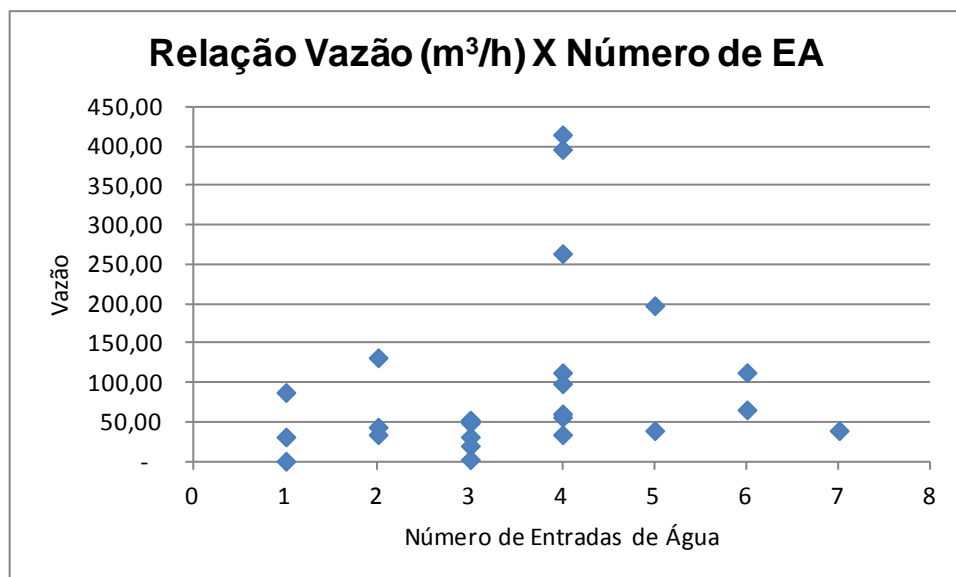


Figura 08 – Relação quantidade de entradas de água *versus* vazão.

A distribuição da condutividade elétrica (CE) da água dos poços e da vazão de teste (Q) é mostrada na figura 09. Como a distribuição, nos gráficos, obedece à ordem de visita aos poços em campo, é possível acompanhar espacialmente as variações mostradas nos gráficos no mapa apresentado na figura 10.

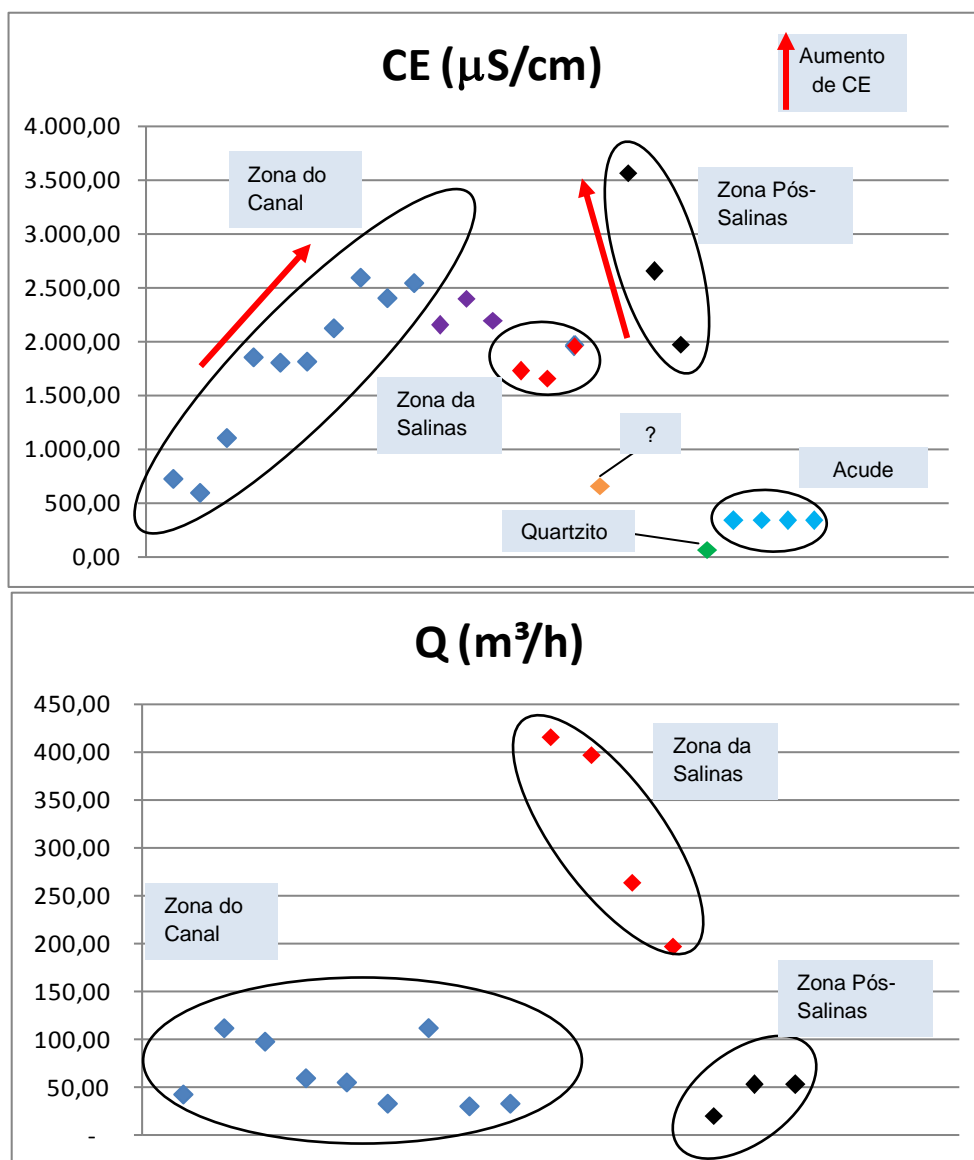


Figura 09 – Distribuição da condutividade elétrica da água e da vazão dos poços do perímetro irrigado. As vazões consideradas foram as de teste.

Analisando-se conjuntamente os gráficos da figura 08, é possível individualizar três nítidas zonas, aqui denominadas: (a) zona do canal; (b) zona da Salinas; e (c) zona pós-Salinas. Na zona do canal, as vazões mantêm-se oscilando dentro de uma faixa entre 40 e 120 m³/h, enquanto a CE cresce nitidamente à medida que os poços adentram a faixa de calcários e se afastam da provável principal zona de recarga, representada pelo Riacho da Piedade e o Rio Verde. Na zona da Salinas, os poços apresentam vazões muito elevadas, ultrapassando 400 m³/h, e a CE, embora mantenha valores elevados, decresce em relação aos poços finais da zona

do canal, sugerindo condições de recarga mais favoráveis. Esta zona está associada ao Riacho do Bandeira, sendo provavelmente a zona de maior carstificação da região do perímetro. Na zona pós-Salinas os poços apresentam as maiores CE, fato que sugere uma recarga menos intensa ou um maior tempo de residência, e as vazões máximas atingem apenas a faixa dos 50 m³/h. Nesta zona, aparentemente os calcários diminuem de espessura e, conseqüentemente, de potencialidade para produção de água subterrânea. O poço MP-21 já capta água de quartzitos, que ocorre a 80 metros de profundidade no local.

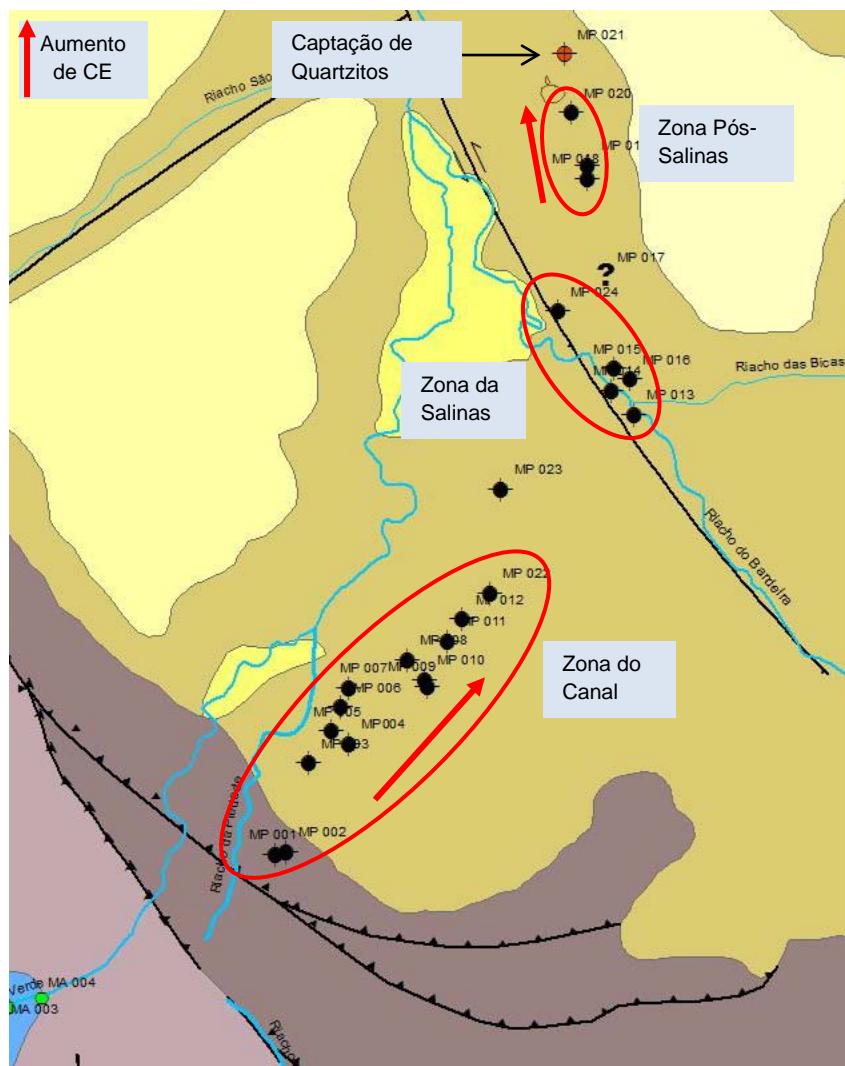


Figura 10 – Distribuição espacial dos poços em produção com indicação das zonas do canal, Salinas e pós-Salinas.

A CODEVASF e o DIPIM vêm monitorando, desde 2010, os níveis dinâmicos (ND) dos poços e os volumes de água produzidos pelo bombeamento, através de hidrômetros. Com base nesses dados, fornecidos pela CODEVASF, foram elaborados os gráficos apresentados na figura 11, que ilustram a evolução dos níveis dinâmicos dos poços ao longo do tempo. O monitoramento revelou-se descontínuo e com muitas inconsistências, o que impediu uma análise mais apurada. Em função da descontinuidade dos dados, a escala de tempo foi descontínua e os gráficos não devem ser comparados entre si.

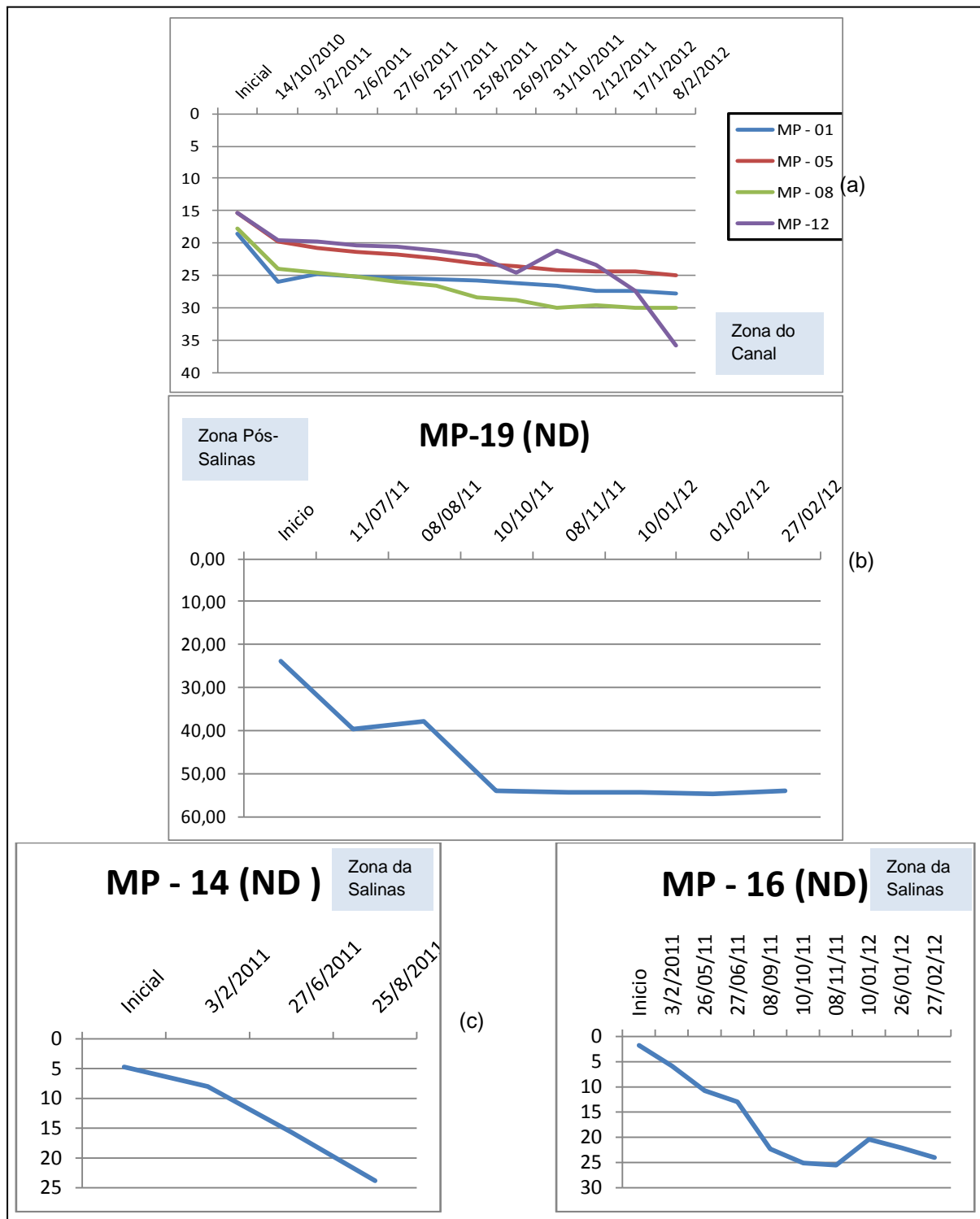


Figura 11 – Evolução dos níveis dinâmicos no tempo nas zonas do canal, salinas e pós-salinas.

Os gráficos da figura 11 mostram que desde o início do bombeamento, todos os poços analisados vêm rebaixando seus níveis progressivamente, ou seja, estão sendo explotados em ritmo de exaustão com a água saindo do armazenamento do aquífero. Embora nas estações chuvosas de 2010 e 2011 tenha ocorrido precipitação perto da média, 494 e 596 mm, respectivamente, não se nota nenhum efeito de recarga nas curvas.

Na zona do canal (figura 11a) os poços vêm rebaixamento de forma contínua, praticamente mantendo o mesmo ritmo. Apenas o poço MP-12, a partir de outubro de 2011 acelerou seu rebaixamento de forma muito acentuada, o que merece um nível de atenção imediato quanto à sua produção. Ao contrário, o poço MP-08 vem se mantendo aparentemente estabilizado, comportamento normal em aquíferos fraturados e cársticos, quando o nível atinge uma entrada de água. Este fato é bem evidente na figura 11b, que mostra o comportamento do poço MP-19, na zona pós-Salinas. O nível estabilizou na entrada de água aos 40 metros durante cerca de 30 dias, até o esgotamento total do volume de água armazenado. Neste momento, o nível rebaixou acentuadamente até o topo da próxima entrada de água, onde estabilizou ou está rebaixando muito lentamente. A figura 11c, mostra o comportamento dos poços MP-14 e MP-16, com níveis evoluindo acentuadamente.

Na figura 12 é apresentado um esboço da potencimetria regional do perímetro de irrigação. A figura 12a retrata as condições iniciais com o fluxo regional na direção N-NE, acompanhando, praticamente, o Rio Verde. Na figura 12b aparece o efeito do bombeamento dos poços, com a formação de grandes zonas de depressão do nível da água.

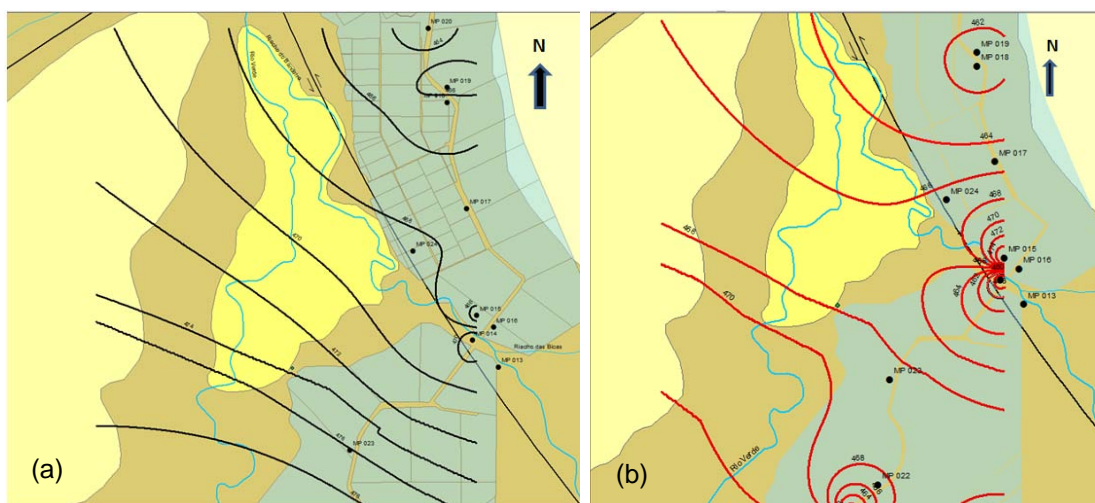


Figura 12 – (a) Potencimetria inicial, antes do bombeamento dos poços, mostrando o fluxo regional acompanhando o Rio verde; e, (b) potencimetria atual mostrando os efeitos do bombeamento na região da salinas e, também, na zona do canal.

Embora o objetivo básico do reconhecimento realizado não estivesse focalizado na qualidade, foram coletadas cinco amostras de água de poços visando verificar se esta água estava associada ao aquífero cárstico. Em função de dificuldades operacionais de transporte, as amostras não chegaram ao laboratório no tempo previsto e alguns parâmetros não puderam ser medidos. O resultado das análises é apresentado no anexo 02 enquanto que na tabela 03 é mostrado um resumo com os parâmetros julgados mais importantes para a questão analisada. Foram analisadas águas de quatro poços captando calcários (MP-02, MP-08, MP-12 e MP-18) e um poço captando quartzitos (MP-21).

Poço	STD (mg/L)	Dureza Total (mg/L CaCO ₃)	Alcalinidade Bicarbonatos (mg/L CaCO ₃)	Cloretos (mg/L Cl)	Sulfatos (mg/L SO ₄)	Nitratos (mg/L N-NO ₃)
MP - 02	300,00	290,00	258,00	39,60	11,50	3,95
MP - 08	1.687,00	1.110,00	240,00	718,00	51,50	22,00
MP - 12	1.770,00	997,00	249,00	520,00	48,40	40,00
MP - 18	1.867,00	1.197,00	274,00	730,00	71,40	13,00
MP - 21	39,00	18,80	14,70	8,72	(*)	1,10

(*) Abaixo do limite de detecção pelo método utilizado

Tabela 03 – Síntese dos resultados das análises físico-químicas

Na figura 13 é mostrada a distribuição da dureza total e da alcalinidade de bicarbonatos dos cinco poços analisados. Conforme já verificado quando da análise da distribuição da condutividade elétrica (CE), existe um aumento de Sólidos Totais Dissolvidos (STD) em direção ao centro da faixa de calcários, refletido também na Dureza Total e indicando o enriquecimento da água em carbonatos. Entretanto, todos os poços que captam calcários mantêm a mesma faixa de alcalinidade. O poço que capta quartzito, como era de se esperar conforme o seu valor de CE medido em campo, apresenta um nível muito baixo de STD e, respectivamente, de Dureza Total. A alcalinidade também é muito baixa, indicando que a água deve ter uma acidez elevada. Chama a atenção o nível alto de cloretos encontrado na água dos calcários, fato que deve ser analisado com mais detalhe, pois pode trazer problemas quanto ao uso da água para irrigação. Foram encontrados níveis de nitrato acima do limite (10 mg/L N-NO₃) em três poços, fato que pode indicar o início de um processo de contaminação através de fertilizantes.

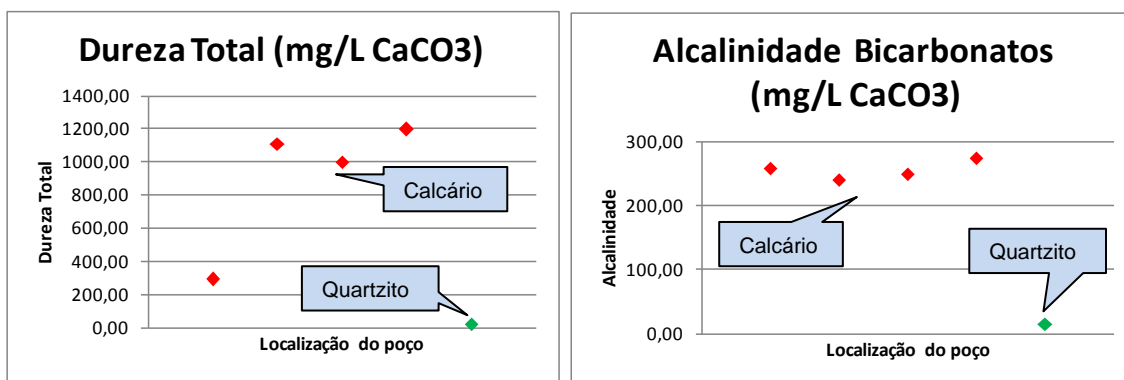


Figura 13 – Distribuição da dureza Total e da Alcalinidade de Bicarbonatos. Em vermelho poços captando calcários e em verde poço captando quartzito.

7. INTERAÇÃO ÁGUA DE SUPERFÍCIE VERSUS ÁGUA SUBTERRÂNEA

7.1 Balanço Hídrico do Açude Mirorós

O balanço hídrico do açude Mirorós, no período de janeiro/2008 a fevereiro/2012, foi realizado pelo Engenheiro Márcio Adalberto Andrade, da CODESVASF, e repassado para a CPRM.

No período considerado, o açude vem sendo utilizado em ritmo de exaustão, ou seja, a quantidade de água que é liberada (saídas) é superior à quantidade de água que entra no reservatório (entradas). O gráfico da figura 14 mostra a variação do volume acumulado no tempo e os períodos de precipitação (caixas em azul), ilustrando claramente esta condição. A quantidade de água que o reservatório tem recebido nos períodos chuvosos (normalmente entre dezembro e abril) só tem sido suficiente para equilibrar a demanda durante um período muito curto, sendo o ritmo de depleção retomado logo após as chuvas.

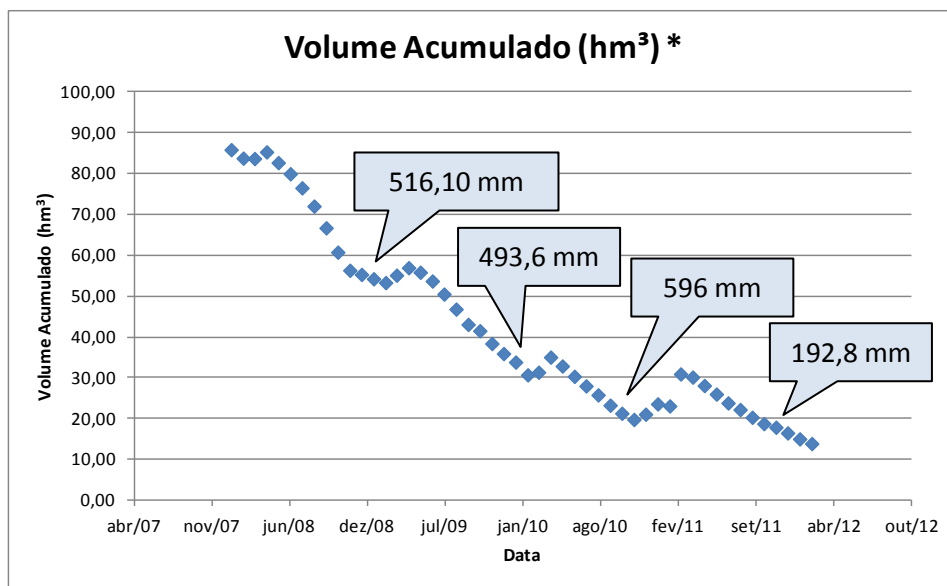


Figura 14 – Variação do volume acumulado no tempo – Açude Mirorós

O ritmo acentuado da depleção do reservatório está associado a um desequilíbrio no balanço, com saídas bastante superiores às entradas, como observado na figura 15. Embora a demanda (saídas) venha diminuindo ao longo do tempo, passando de um patamar um pouco superior a 4 hm³/mês para um patamar inferior a 3 hm³/mês, o ritmo de exaustão do manacial continua acelerado.

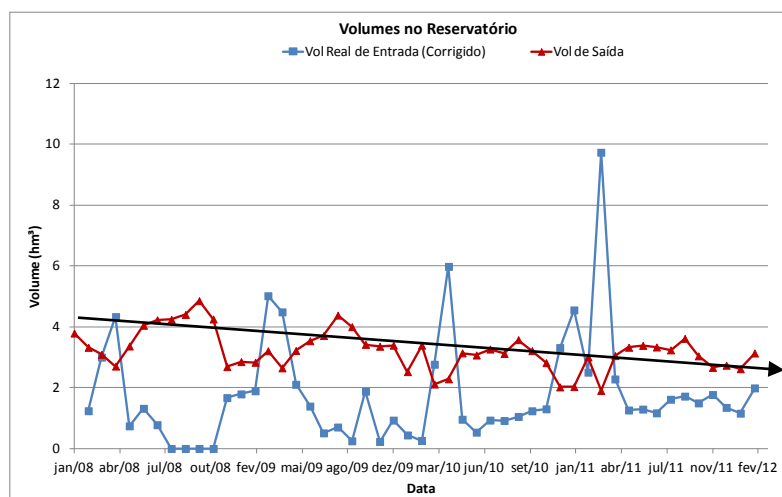


Figura 15 – Entradas e saídas de água no açude Mirorós ao longo do tempo

O balanço hídrico do açude Mirorós foi analisado e ajustado pelo Engenheiro Hidrólogo da CPRM, Eber José de Andrade Pinto, cujo resultado é apresentado no anexo 03. Com base na análise realizada, afirma Eber:

“Nesta análise considerei que a relação Cota x Área x Volume estava correta. Encontrei pequenos problemas no cálculo do volume de entrada real e os corrigi (anexo 03). Há uma subestimativa das demandas nos meses de setembro e outubro de 2008. Analisando os volumes de entrada (Precipitação + Vazão afluente) e saída [Irrigação (DIPIM) + Ribeirinhos (Rio Verde) + EMBASA + Evaporação] acumulados ao longo do período (tabela 04), observa-se que a demanda acumulada foi sempre superior aos volumes afluentes acumulados, conforme ilustrado na figura 16. Essa situação gerou um déficit de 71,934 hm³.”

Data	Volume Real de Entrada Acumulado Corrigido (hm ³)	Volume Saída Acumulado (hm ³)	Data	Volume Real de Entrada Acumulado Corrigido (hm ³)	Volume Saída Acumulado (hm ³)	Data	Volume Real de Entrada Acumulado Corrigido (hm ³)	Volume Saída Acumulado (hm ³)
jan-08	0	0,000	jun-09	27,35	59,504	nov-10	48,26	114,294
fev-08	1,24	3,323	jul-09	27,87	63,214	dez-10	51,57	116,315
mar-08	4,24	6,414	ago-09	28,57	67,595	jan-11	56,12	118,348
abr-08	8,57	9,121	set-09	28,82	71,597	fev-11	58,63	121,355
mai-08	9,32	12,486	out-09	30,70	75,017	mar-11	68,36	123,260
jun-08	10,63	16,533	nov-09	30,93	78,376	abr-11	70,64	126,310
jul-08	11,42	20,762	dez-09	31,86	81,769	mai-11	71,90	129,636
ago-08	11,19	25,003	jan-10	32,31	84,293	jun-11	73,20	133,022
set-08	10,28	29,405	fev-10	32,57	87,688	jul-11	74,37	136,354
out-08	9,17	34,260	mar-10	35,34	89,804	ago-11	75,98	139,593
nov-08	8,99	38,513	abr-10	41,32	92,091	set-11	77,70	143,210
dez-08	10,66	41,202	mai-10	42,28	95,232	out-11	79,20	146,252
jan-09	12,45	44,056	jun-10	42,81	98,301	nov-11	80,97	148,916
fev-09	14,35	46,888	jul-10	43,75	101,567	dez-11	82,32	151,651
mar-09	19,37	50,098	ago-10	44,67	104,687	jan-12	83,48	154,270
abr-09	23,85	52,746	set-10	45,72	108,261	fev-12	85,47	157,406
mai-09	25,96	55,964	out-10	46,95	111,475	Déficit	71,934 hm³	

Tabela 04 – Volumes de entrada e saída acumulados no tempo

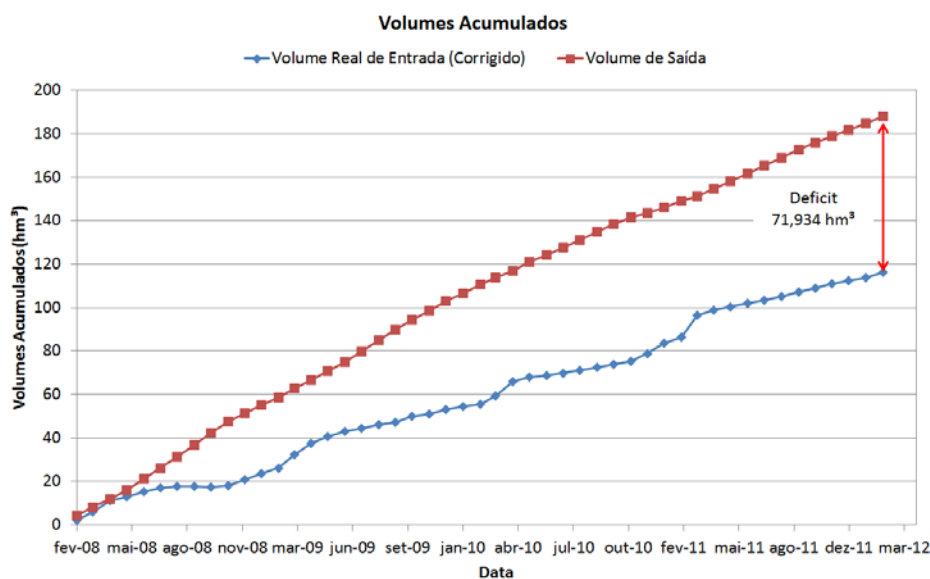


Figura 16 – Gráfico mostrando volumes acumulados e o déficit hídrico do açude Mirorós.

Ao final da análise conclui o Eber:

“Sendo assim, para atender às demandas utilizou-se o volume armazenado no reservatório gerando o seu deplecionamento. No final de janeiro/2008, o volume armazenado era de 85,98 hm³ e para atender às demandas do período (fevereiro/2008 - fevereiro/2012) foi necessário liberar 71,934 hm³ do reservatório, de forma que no final de fevereiro de 2012 o volume armazenado era 14,048 hm³. Portanto, as demandas apresentadas no balanço hídrico explicam o rebaixamento do nível de armazenamento do reservatório.”

Uma simples análise visual do ritmo de depleção do reservatório de Mirorós, realizada na figura 17, permite observar que no segundo semestre de 2008 houve um incremento associado diretamente com um aumento da demanda (ver saídas no anexo 03). Entre 2009 e metade de 2011 o ritmo permaneceu praticamente constante e sofreu uma atenuação visível a partir de agosto de 2011, provavelmente associada a uma diminuição mais efetiva das saídas. A exploração de água subterrânea dos calcários, à jusante da barragem, foi iniciada a partir de dois poços em agosto de 2010, vindo, a partir daí, aumentando progressivamente. Atualmente existem cerca de 21 poços da CODEVASF/DIPIM produzindo cerca de 0,72 hm³/mês. Na figura 18 é apresentada a evolução da produção de água subterrânea no perímetro, desde a instalação de hidrômetros para medição de vazões. Conforme facilmente observado na figuras 17 e 18, o aumento de produção de água subterrânea coincide com uma diminuição do ritmo de depleção do reservatório, caracterizando mais uma evidência da falta de conexão entre o açude Mirorós e as águas subterrâneas armazenadas nos calcários Salitre. A diminuição do ritmo de depleção está, provavelmente, associada à redução da saída de água do reservatório pelo incremento da oferta hídrica fornecida pelos poços.

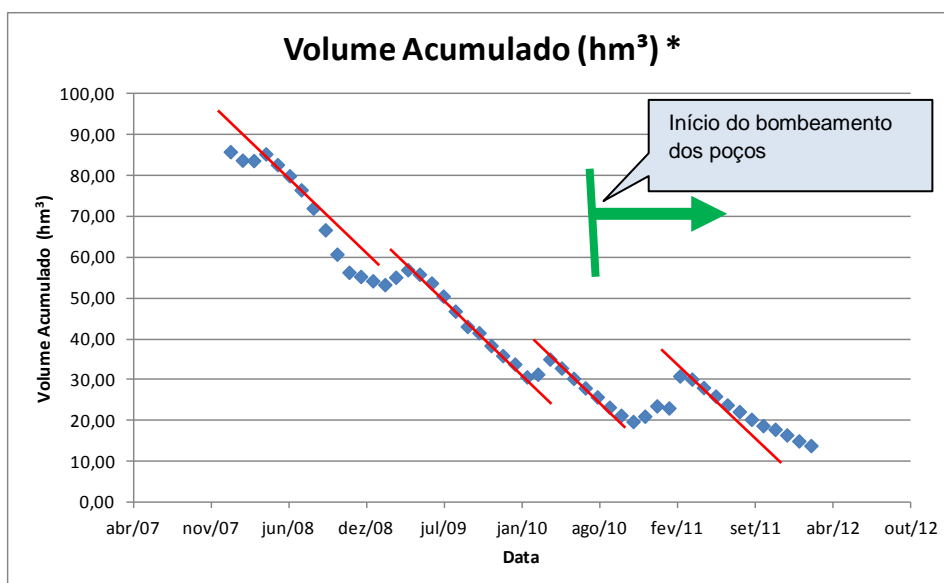


Figura 17 – Ritmo de depleção do reservatório de Mirorós com indicação do início do bombeamento dos poços

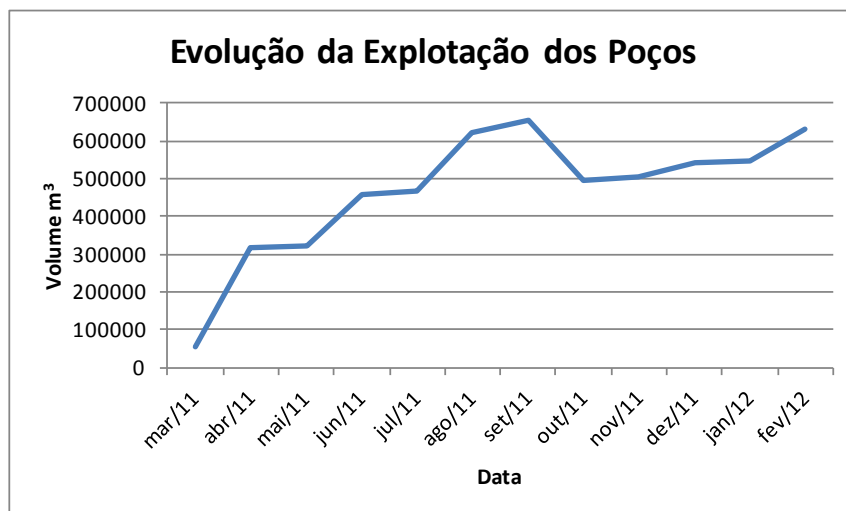


Figura 18 – Evolução da exploração de água subterrânea do DIPIM.

7.2 Análises Isotópicas – O¹⁸ e D

Segundo Santiago *et al.*, 2008 (*in* Feitosa *et al.*, 2008) “uma das importantes contribuições da ciência moderna para o conhecimento das reservas hídricas é o desenvolvimento de técnicas nucleares aplicadas para medir a concentração dos isótopos ambientais nas águas. Estas técnicas, juntamente com dados convencionais, permitem obter informações que não são acessíveis por outros métodos ou são difíceis de serem obtidas. Elas se aplicam aos recursos hídricos superficiais e subterrâneos e suas interações.

Isótopo estável é aquele que nunca se transforma em outro por decaimento radioativo. São excelentes traçadores para acompanhar a água no ciclo hidrológico, a partir da formação das chuvas, durante sua permanência em superfície e na infiltração, até chegar aos aquíferos, pois os diversos estágios do ciclo imprimem neles as suas marcas. O O¹⁸ (oxigênio 18) e o D (deutério) são os isótopos estáveis mais pesados do oxigênio e do hidrogênio. São traçadores perfeitos, pois não acompanham a água, como acontece com um corante, mas são constituintes da própria água.

As águas superficiais, expostas à evaporação, exibem valores mais elevados de $\delta^{18}\text{O}$ e δD do que as águas subterrâneas. Esta elevação depende do grau de vaporização sofrido pela água. Especialmente em clima tropical, esta marcação é forte. Em águas de açudes no Nordeste, encontram-se valores de $\delta^{18}\text{O}$ de até 8‰, muito superior ao valor médio das chuvas regionais que fica em torno de -3‰. Considerando um erro de somente $\pm 0,15\%$ para este tipo de medida, esta diferença é muito elevada (73 vezes o erro). Como são evidentes as diferenças entre os valores de $\delta^{18}\text{O}$ e δD para águas superficiais e para as águas subterrâneas, fica fácil identificar contribuições de um tipo de água no outro.”

Com o objetivo de dirimir quaisquer dúvidas referentes à conexão hidráulica entre os poços tubulares que exploram o aquífero cárstico Salitre e o açude de Mirorós, foram coletadas amostras de água para a realização de análises isotópicas

de ^{18}O e D. As amostras foram coletadas (Foto 09), em recipientes plásticos de 100 mL, com tampa apropriada para evitar evaporação e armazenadas em caixa térmica de isopor até sua entrega ao laboratório.



Foto 09 – Coleta de água para análise isotópica: (a) poço tubular; (b) açude.

As análises foram realizadas no Laboratório de Física Nuclear Aplicada da Universidade Federal da Bahia (LFNA-CPGG/IF-UFBA) sendo utilizado um sistema de espectrometria de massas composto por: um espectrômetro de massas - MS Finnigan MAT Delta Plus, um sistema de preparação GasBenchII da Finnigan e um reator automático H-Device Thermo Quest Finnigan, específico para a análise da razão D/H.

Os resultados obtidos, apresentados na figura 19, mostram que as águas dos poços (MP) e a água do açude (MA) têm razões isotópicas D/H muito diferentes, não havendo nenhum indício de uma conexão hidráulica.

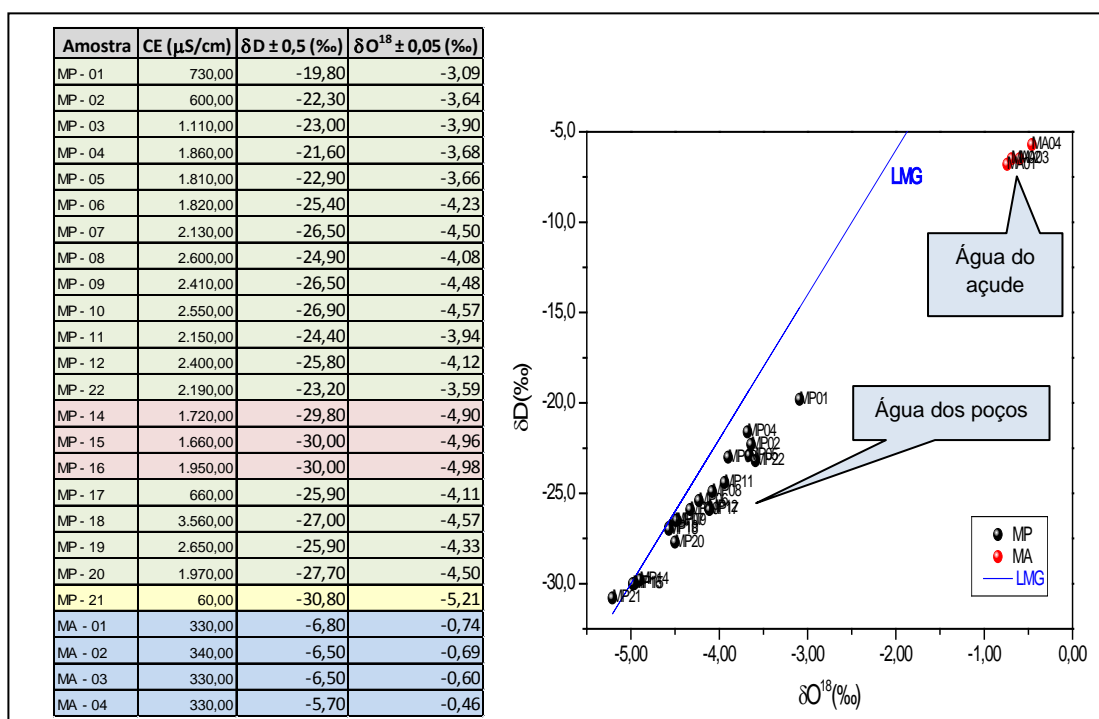


Figura 19 – Resultado das análises de O^{18} e D.

Também é possível verificar que os poços da zona da Salinas recebem uma recarga imediata e direta durante o período das chuvas, pois as razões isotópicas das águas dos poços MP-14, MP-15 e MP-16 apresentam valores compatíveis com o da Reta Meteórica Mundial, ou seja, a água infiltra praticamente sem sofrer processos de evaporação. A água do poço MP-21, que capta quartzitos, também apresenta características de água de chuva, logo, a infiltração deve ser imediata a partir da precipitação nas serras de quartzito que ficam a nordeste do perímetro. Na zona pós-Salinas, os resultados apontam para uma recarga rápida, com forte influência da precipitação, mas com alguns indícios de influência da drenagem local. Na zona do canal, a influência da recarga através de água superficial (drenagem) já é marcante e aumenta nitidamente na direção do povoado de Mirorós. O poço MP-01 é o que apresenta o maior enriquecimento, tanto em oxigênio-18 quanto em deutério, portanto, sua recarga tem uma forte influência de água superficial que sofreu evaporação. É muito provável que o Riacho da Piedade e o Rio Verde, através de sua vazão ecológica, representem um papel importante na recarga do aquífero nesta região.

A associação entre a condutividade elétrica (CE), δO^{18} e δD , permite agrupar águas com as mesmas características e, portanto, possibilita a separação de águas com origens diferentes. Na figura 20 pode-se ver claramente que a água dos calcários, a água do poço que capta quartzito e a água do açude Mirorós são completamente independentes entre si.

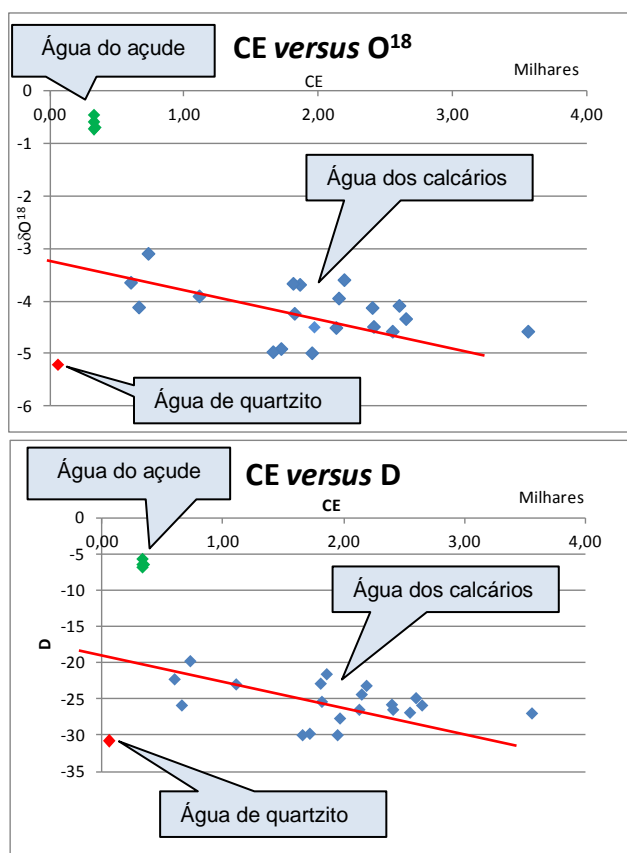


Figura 20 – Relações entre a condutividade elétrica (CE), δO^{18} e δD .

8. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Com base em tudo que foi exposto é possível se estabelecer as seguintes conclusões:

- A área de inundação do açude Mirorós está assentada sobre a fácies metargilito da Formação Caboclo, o que lhe confere um significativo grau de estanqueidade;
- Nestes metargilitos não foram identificadas estruturas (falhas, fraturas, juntas etc.) abertas, que possam proporcionar perda significativa de água. Fraturas de alívio foram identificadas na fácies metassiltito (superior aos metargilitos) da Formação Caboclo, acima da cota 519 metros. Entretanto, além destas fraturas não terem expressão regional (apresentam pouca penetração), a cota atual do açude está em 499 metros, 20 metros abaixo;
- O sistema de fraturas de caráter regional que condicionou a flexão do Rio Verde para Nordeste e comanda a drenagem à jusante do açude, não apresenta indícios significativos nos psamitos da Formação Caboclo, parecendo ter uma influência maior sobre os quartzitos da Formação Morro do Chapéu;
- O aquífero captado à jusante do açude é representado pelos calcários do Membro Jussara da Formação Salitre, associados à cobertura representada pelos carbonatos da Formação Caatinga. Estes calcários estão espremidos numa estreita faixa (entre 8 e 10 km de largura) entre os quartzitos da Formação Morro do Chapéu. Portanto, pode-se considerar como um aquífero restrito em termos de área;
- A drenagem local e, conseqüentemente, os processos de carstificação e recarga são controlados por um sistema regional de fraturas N-NE e por falhamentos NW;
- Os poços estão sendo explorados em regime de exaustão, já que os níveis dinâmicos estão evoluindo continuamente no tempo, sem quaisquer evidências consistentes de estabilização ou sinais de recarga (recuperação dos níveis), o que sugere a falta de conexão açude/poços;
- Em relação à quantidade de poços existentes (já perfurados), pode-se considerar que os poços em bombeamento representam entre 15 e 20% da disponibilidade. Entretanto, os efeitos do bombeamento já são bastante expressivos, de forma que o aumento da exploração pode gerar problemas significativos associados à subsidência de terreno (já existe um caso no local) e/ou exaustão do manancial;
- O poço MP-01, que capta quartzitos perto do contato nordeste da Formação Salitre com a Formação Morro do Chapéu, pode ser um indicativo de um novo potencial para exploração de água subterrânea, já que apresenta uma vazão muito alta e qualidade de água excelente;

- Em função da análise de produtividade dos poços (vazões de teste) e qualidade da água (CE), é possível considerar, como uma hipótese de trabalho, a existência de três domínios distintos no aquífero: zona do canal, a zona da Salinas e a zona pós-Salinas. Entre elas, a zona da Salinas, associada ao Riacho da Bandeira, representa o local de maior carstificação e melhores condições de recarga, sendo a região de maior potencialidade entre as exploradas até agora;
- A análise do balanço hídrico do açude Mirorós indica que desde 2008 ele vem sendo operado em ritmo de exaustão. O seu esgotamento está associado apenas ao fato das demandas (saídas) serem maiores que as entradas. O início do bombeamento dos poços coincide com uma desaceleração do ritmo de exaustão do açude, fato que contrapõe totalmente a hipótese de uma conexão hidráulica poços/açude;
- O resultado das análises isotópicas O¹⁸ (oxigênio-18) e D (deutério) atestam **em caráter definitivo** a ausência de conexão hidráulica entre o açude Mirorós e os poços à jusante. Estes mesmos resultados, indicam que a recarga da zona da Salinas é rápida e imediata, durante os períodos de precipitação, e que na zona do canal, principalmente em direção ao povoado de Mirorós, a recarga é mais lenta e associada à drenagem superficial.

As conclusões acima estabelecidas permitem que sejam feitas as seguintes recomendações:

- No que se refere à hidrogeologia do sistema cárstico Salitre, as conclusões aqui apresentadas, baseadas numa visita técnica de reconhecimento e no tratamento e interpretação de dados fornecidos pela CODEVASF, devem ser encaradas como preliminares. Algumas proposições apresentadas são hipóteses de trabalho que devem ser confirmadas ou descartadas com o aumento do conhecimento sobre a questão;
- Entretanto, em função das restrições espaciais do aquífero explorado e ao comportamento evolutivo dos níveis dinâmicos dos poços, associados com a baixa pluviometria (abaixo da média) que ocorreu em 2012, é imperativo a necessidade de um estudo hidrogeológico de detalhe no local, antes da ampliação da exploração de água subterrânea;
- Este estudo deve contar com levantamentos geofísicos detalhados (eletrorresistividade) com o objetivo de mapear e definir as zonas cársticas, de forma a se entender bem os processos de recarga e fluxo que ocorrem na área. Além disso, deve ser realizado um balanço hídrico englobando as bacias do Rio Verde e os Riachos da Piedade e do Bandeira, para que se possa avaliar com precisão valores de recarga do sistema. Devem ser buscados os dados construtivos e, principalmente, litológicos dos poços perfurados. Caso não for possível a recuperação destes dados, pelo menos os poços ainda não instalados devem ser perfilados através de métodos que permitam a recuperação desta informação;

- A CODEVASF/DIPIM vem monitorando descargas e níveis dos poços sob a sua responsabilidade. Estes dados, fornecidos para este trabalho, embora com inconsistências e descontinuidades, revelaram-se fundamentais para avaliação do comportamento do aquífero como resposta a exploração. Sendo, assim é muito importante que este monitoramento seja otimizado e ampliado para abranger todos os poços em funcionamento na área. É recomendável a instalação de sensores automáticos de medição de nível, o que permitiria um controle contínuo e mais consistente;
- Já existe uma concentração muito grande de poços próximos ao canal de irrigação. Esta concentração pode provocar acréscimo de rebaixamento dos níveis e acelerar o esgotamento dos reservatórios e, até, provocar subsidências do terreno. Desta forma, é aconselhável que, caso sejam perfurados novos poços, estes sejam feitos com uma equidistância mínima (a ser definida no estudo hidrogeológico), ao longo do Rio do Bandeira para sudeste;
- É recomendável que seja feito um monitoramento de subsidência do terreno ao longo do canal de irrigação (onde se alinham a maior parte dos poços) e prioritariamente na região da Salinas, onde já existem dolinas rebaixadas.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barragem de Mirorós Completa 20 anos – Informação coletada na internet no site http://www.codevasf.gov.br/noticias/2004/20040805_02

CBPM-COMPANHIA BAINA DE PESQUINA MINERAL / CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2009. **Geologia e Recursos Minerais da Parte Norte do Corredor de Deformação do Parnamirim (Projeto Barra-Oliveira dos Brejinhos)**. CBPM/CPRM, 118 P. Il. Salvador, BA.

CODEVASF-COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E PARNAÍBA, 2012. **Dados do Balanço Hídrico do Açude Mirorós; Dados de monitoramento de níveis dos poços; Dados de produção (volumes) dos poços**. Escritório da CODEVASF em Mirorós. Mirorós, Ibipeba, BA.

CPRM- SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2010. **Mapa Geológico da Folha Central**. Escala 1:100.000. CPRM, Salvador, BA.

CRUZ, F., 2008. **Mecânica dos Solos Apontamentos Técnicos**, ISEC.

CUNHA, T. B., 2009. **Conflitos pelo Uso da Água Envolvendo a Barragem Manoel Novais (Mirorós): o caso dos irrigantes no município de Itaguaçu da Bahia**. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa –PB, Curso de Geografia, Monografia.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA, 1968. **Mapa Planialtimétrico**, Folha Central – SC-23-X-II. Escala 1:100.000, IBGE, 1968. Rio de Janeiro, RJ.

LIMA, M. G.; SOBRINHO J.N; ROCHA, D. I; NASCIMENTO, M. C.; PINHEIRO, L. H., 2010. **Conflitos de Uso de Água em Torno da Barragem de Mirorós no**

Semi-Árido Baiano. III ENCONTRO LATINOAMERICANO CIÊNCIAS SOCIAIS E BARRAGENS, Novembro, 2010, Belém, Pará. ATAS. Belém, PA.

NOSSA, T. C. B., 2011. **Avaliação da Vulnerabilidade do Aquífero Cárstico Salitre-Bahia, Através de Análises Hidroquímicas, Isotópicas e Aplicação da Metodologia COP.** Universidade Federal da Bahia, Tese de Doutorado, Salvador, BA.

SANTIAGO, M. F.; FRISCHKORN, H.; Silva, C. M. S. V. , 2008. **Métodos Isotópicos** in FEITOSA F. A. C. *et. al.*, 2008, Hidrogeologia: conceitos e aplicações, CPRM, 812 p. II. Rio de Janeiro, RJ, 2008.

SILVA A. B. da, 2008. **Hidrogeologia dos Meios Cársticos** in FEITOSA F. A. C. *et. al.*, 2008, Hidrogeologia: conceitos e aplicações, CPRM, 812 p. II. Rio de Janeiro, RJ, 2008.

SILVA, H. M. da, 2005. **Sistema de Informações Geográficas do Aquífero Cárstico da Micro-Região de Irecê, Bahia: subsídio para a gestão integrada dos recursos hídricos das bacias dos Rios Verde e Jacaré.** Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências, Dissertação de Mestrado, Salvador, BA.

10. ANEXOS

10.1 Nota de Esclarecimento da CODEVASF

Brasília, DF – 02.03.12

NOTA DE ESCLARECIMENTO

A Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf), visando a implantação do Perímetro de Irrigação Mirorós, construiu, no período de 1981 a 1985, a barragem Manoel Novaes ou barragem de Mirorós, no leito do rio Verde, no município de Ibipeba, estado da Bahia. Com o objetivo de abastecer a cidade de Irecê e comunidades da região, foi também construída a Adutora do Feijão, cuja captação é feita no reservatório da barragem de Mirorós, tornando-se esta uma das principais fontes de abastecimento de água potável da região.

A barragem de Mirorós é uma estrutura construída em terra e enrocamento, com altura máxima de 75,0 m, comprimento de 340,0 m, possuindo ainda um vertedouro de concreto armado, com 2 comportas e vazão de 1.000 m³/s . O reservatório possui uma capacidade de 158,4 milhões de m³ e abrange uma superfície máxima de 780 ha. Existe também uma estrutura de tomada d'água com capacidade de vazão de 5,0 m³/s, a partir da qual é feita a captação e, em seguida, a distribuição para 3 (três) atendimentos a saber :

- 1 - ADUTORA DO FEIJÃO - sob a responsabilidade da Embasa, para atendimento a cerca de 15 comunidades urbanas, incluindo a cidade de Irecê, com vazão de projeto de 700 litros/segundo;
- 2 - PERÍMETRO DE IRRIGAÇÃO MIRORÓS - com 2.055 ha irrigáveis e vazão de projeto de 1.300 litros/segundo;
- 3 - VAZÃO DE PERENIZAÇÃO DO RIO VERDE - com vazão de projeto de 250 litros/segundo.

As comunidades atendidas pela Adutora do Feijão são América Dourada, Barra do Mendes, Barro Alto, Cafarnaum, Canarana, Central, Ibipeba, Ibitiá, Irecê, João Dourado, Jussara, Lapão, Presidente Dutra, São Gabriel e Uibaí .

O Perímetro de Irrigação Mirorós entrou em operação em 1996, possui cerca de 2.055 ha irrigáveis, sendo 1.037 ha em áreas de pequenos produtores e 1.018 há em áreas empresariais. A área irrigável está distribuída entre 241 lotes agrícolas, sendo 201 de pequenos produtores e 40 de empresas agrícolas. Hoje, a área efetivamente irrigada totaliza cerca de 1.550 hectares e a cultura predominante é a da banana. Os serviços de água do Perímetro são executados desde 1998 pelo Distrito de Irrigação do Perímetro Mirorós (DIPIM), por delegação de competência da Codevasf, conforme dispositivos da Lei n. 6662/79 e Decreto n. 89.496/84. A vazão máxima de consumo (demanda d'água) prevista para este atendimento é de 1,3 m³/s.

A perenização do rio Verde é uma necessidade resultante da existência de usuários ribeirinhos ao longo do trecho de jusante e a vazão de projeto estabelecida para este atendimento é de 250 l/s.

Histórico

Com a irregularidade das chuvas, característica peculiar da região semiárida nordestina, com o crescimento da população e com a atividade agrícola irrigada no Perímetro Mirorós e também no vale do rio verde, cresceu muito a demanda por água e o reservatório da barragem Manoel Novaes passou a ser insuficiente para o atendimento a todas as necessidades.

A partir do início do ano 2008, diante da situação de escassez e de iminente conflito pelo uso da água, iniciaram-se discussões entre a Codevasf e outras entidades locais envolvidas, tais como INGA (Instituto de Gestão das Águas e Clima da Bahia), Embasa (Empresa Baiana de Águas e Saneamento), CERB (Companhia de Engenharia Rural da Bahia), UNIPPI (União das Prefeituras do Platô de Irecê) e comunidades locais, com a mediação da Agência Nacional de Águas (ANA). Visando maior controle dos usos de água do reservatório e no exercício de suas atribuições como Órgão Regulador, a ANA, através de seus quadros técnicos especializados em hidrologia, vem analisando tecnicamente a questão e promovendo a alocação negociada dos usos dos recursos hídricos do reservatório de Mirorós. Editou algumas Resoluções em que são estabelecidas as outorgas de usos da água para todos os usuários e as cotas de nível de água do reservatório para os respectivos controles. O uso para atendimento às comunidades, pela legislação vigente, é prioritário.

Quanto à análise registrada no relatório N° 6.733/2010, da ANA, em suas conclusões, verificam-se alguns pontos importantes:

- a Embasa e o DIPIM estão praticando consumos inferiores aos necessários;
- A Codevasf, na busca de alternativas de fontes hídricas para o Perímetro, deverá atentar para a legalidade da ação, com a obtenção de autorização para a perfuração e das outorgas de uso junto ao INGA;
- A Embasa deve levar a efeito a adoção de alternativa para o atendimento à população, com a diminuição da dependência do açude Mirorós;
- A Embasa deve adotar medidas de racionamento do uso da água, priorizando o consumo humano e coibindo usos diversos, como irrigação de jardins, lavagem de carros, calçadas, etc.
- O INGA é peça chave para a resolução dos conflitos, referentes aos usos a jusante da barragem de Mirorós e com as autorizações para a perfuração de poços e de suas outorgas.
- A ANA deve articular e induzir o processo de busca das soluções junto às entidades envolvidas, para dirimir o conflito do uso da água do reservatório Mirorós.

A ANA também promoveu junto ao DIPIM, Embasa, INGA e Codevasf, de forma negociada, novas condições de uso da água do reservatório. Admitiu-se a falta de dados fluviométricos e pluviométricos de longo período para as simulações de modelo matemático visando a exata determinação das vazões e volumes máximos a serem utilizados de forma a permitir o uso racional e sustentável da água disponível no reservatório. Contudo, foram propostas alterações nas outorgas dos usuários e outras providências.

A ANA estabeleceu as condições de uso dos recursos hídricos do reservatório de Mirorós, através das Resoluções N° 784/2009, 785/2009 e 273/2010, restando aos usuários o seu atendimento.

Em 2010, por força da Resolução N° 273, de 31/05/2010, da ANA, foi instalada calha vertedoura de medição de vazão no leito do rio Verde e a sua vazão foi reduzida para 90 l/s. O

INGA assumiu compromisso de efetuar levantamento referente aos usos de água a jusante da barragem de Mirorós.

A Codevasf, por sua vez, vem empreendendo outras ações, em conjunto com o DIPIM, visando a mitigação dos efeitos da escassez hídrica, quais sejam:

- convênio N° 0.05.09.0081 firmado com o DIPIM, cujo objeto é a execução de projeto-piloto para indução de chuvas localizadas na bacia hidrográfica do rio Verde, a montante da barragem Manoel Novaes. Valor Codevasf: R\$ 264.572,00; contrapartida DIPIM: R\$ 113.388,00. Situação: concluído.
- convênio N° 2.00.09.0013 firmado com o DIPIM, cujo objeto é a realização de estudos hidrológicos para diagnóstico do percentual hídrico subterrâneo e perfuração de poços artesianos pilotos, em áreas adjacentes ao Perímetro Mirorós. Valor Codevasf: R\$ 98.000,00; contrapartida DIPIM: R\$ 2.550,00. Situação: concluído.

Em 2009, a Codevasf contratou e executou a batimetria do reservatório da barragem, chegando ao resultado de 54 milhões de m³ acumulados naquele mês de julho.

No período entre 2009 e 2010, a Codevasf implantou 7 (sete) poços, sendo que 5 (cinco) destes tiveram sua instalação concluída, com execução direta. O governo do estado da Bahia, através da CERB, implantou 10 poços, sendo que 9 (nove) foram considerados viáveis, tendo sido concluídas as instalações de 3 (três) poços em 2010. Os irrigantes perfuraram 5 (cinco) poços, sendo que 4 (quatro) foram instalados e 1 (um) foi considerado inviável (baixa vazão). Os 12 (doze) poços em operação somam uma vazão de 750 m³/h, ou seja, 208 l/s.

Estão sendo executadas ainda outras ações de reabilitação e modernização da infraestrutura de irrigação de uso comum do Perímetro de Irrigação, pleiteadas e indicadas pelo DIPIM, inscritas no Programa de Aceleração do Crescimento, no montante de R\$ 22 milhões, a serem investidos pela Codevasf no período 2011 a 2014, sendo as principais atividades:

- Melhoramento do sistema de distribuição de água;
- Melhoramento das estações de bombeamento;
- Reabilitação dos canais;
- Melhoramento do sistema de distribuição de água da barragem;
- Reabilitação do sistema de drenagem coletora do Perímetro;
- Perfuração e instalação de 25 poços para reforço de suprimento hídrico do Perímetro;
- Pavimentação de 40 km da estrada Ibipeba-Mirorós.
- Elaboração do Plano Diretor do Perímetro;
- Atendimento a condicionantes ambientais.

Além disso, a Codevasf executa de forma continuada os serviços de Assistência Técnica e Extensão Rural – ATER aos produtores do Perímetro, sendo este um importante apoio para o uso racional da água na agricultura irrigada. Verificam-se dados importantes do agronegócio em desenvolvimento no Perímetro e a amplitude dos benefícios às comunidades e empresários da área de abrangência do Perímetro de Irrigação. Alguns dados referenciais podem ser obtidos. No ano 2010, o valor bruto da produção estimado foi da ordem de R\$ 23 milhões de reais. Os pequenos produtores auferiram em média R\$ 70 mil por produtor/ano. A área empresarial atingiu R\$ 225 mil por produtor/ano ou R\$ 8.840,00 por hectare/ano.

A gestão da barragem de Mirorós é de responsabilidade da Codevasf, assim como da infraestrutura de uso comum do Perímetro. Porém, a gestão do Perímetro foi delegada ao DIPIM, de acordo com os dispositivos legais pertinentes. O DIPIM é uma organização de direito privado, sem fins econômicos, criada com o fim específico de executar os serviços de administração, operação e manutenção da infraestrutura de irrigação de uso comum do Perímetro Mirorós.

Quanto à questão específica da implantação de poços para o reforço hídrico, há de se observar que foram efetuados estudos pelo DIPIM através do convênio N° 2.00.09.0013, que foram considerados superficiais e insuficientemente conclusivos quanto ao potencial hídrico subterrâneo na região. Seriam necessários maiores investimentos para um estudo mais completo, incluindo atividades de prospecção. Ainda assim, a depender dos resultados encontrados, deverão ser considerados os impactos físicos e ambientais da exploração de poços e sua operação deve ser submetida à autorização da entidade ambiental do estado da Bahia. Sabido que as demandas de água para irrigação são altas, as possibilidades de atendimento às necessidades do Perímetro são uma incógnita. Existem numerosos estudos e pesquisas efetuados por órgãos públicos e por universidades que mencionam a irregularidade das chuvas em tempo, quantidade e espaço na região semiárida e especificamente de Irecê. Outros analisam a questão dos poços naquela região, quanto às variações dos níveis, em função das recargas e dos usos, assim como de outras sérias consequências decorrentes da exploração efetuada nos últimos anos, como recalques dos solos e formação de fissuras na superfície dos terrenos da região.

Diante do exposto, evidenciam-se os esforços e a atuação da Codevasf, reconhecidos pelo próprio DIPIM, no sentido de apoiar as comunidades afetadas pela escassez hídrica da barragem Manoel Novaes a superarem esta difícil situação, haja vista os investimentos realizados, na medida da disponibilidade de recursos públicos, e as articulações com as comunidades, com as organizações públicas e privadas, com destaque para a ANA, mediadora do conflito.

Em outubro de 2011, com o agravamento da crise, o presidente da ANA, Vicente Andreu, iniciou uma série de reuniões com a comunidade de Mirorós, visando ajustar as outorgas a patamares que permitissem a convivência com a crise minimizando eventuais prejuízos às populações atingidas, através do procedimento denominado alocação negociada de água. Foram realizadas mais 2 (duas) reuniões, em dezembro e no final de fevereiro/2012, quando anunciou-se, em função da escassez de chuvas, a interrupção da irrigação, em atendimento às outorgas de água estabelecidas pela Resolução ANA N° 273/2010, permanecendo os usos da EMBASA e do rio verde. Contudo a ANA promoveu articulações com o governo do estado da Bahia, obtendo a posição de reduzir a irrigação em 50 % a partir de 01/03/2012, de 75% a partir de 15/03/2012 e de 100 % a partir de 01/04/2012.

O governado do estado da Bahia promoveu articulações com o Ministério do Planejamento e com o Ministério da Integração Nacional visando a adoção de providências para agilizar a execução da 3 (três) etapas da adutora do São Francisco para Irecê e também para a implantação de poços para minimizar os efeitos sobre o perímetro de irrigação. Na ocasião, foram informados os seguintes aspectos quanto aos poços :

- Existem cerca de 150 poços perfurados na área do Perímetro, entre privativos e públicos, inclusive 25 recém perfurados pela Codevasf, com recursos do PAC.

- A vazão total esperada é de 5.600 m³/h (1.555 l/s)

- Dados do Perímetro :

Lotes agrícolas:

Colonos : 72 - área irrigada : 971,11 ha

Empresas : 30 - área irrigada : 657,95 ha

Totais : 102 lotes - 1.599,06 ha

Principais culturas:

Banana - 1.471 ha

Pinha - 22 ha

Goiaba - 26 ha

Manga - 11 ha

- Vazão atual captada no reservatório Mirorós, pelo DIPIM : 700 l/s

- Dados de abastecimento de água EMBASA :

Número de municípios atendidos - 15

População - 350 mil habitantes

Vazão atual captada no reservatório Mirorós - 650 l/s

- Ribeirinhos do rio Verde:

Cerca de 80 famílias

Vazão captada no reservatório Mirorós - 90 l/s

- Após entendimentos, a Codevasf ficou responsável pela perfuração dos poços e pela compra dos equipamentos para sua instalação. A execução da instalação ficou a cargo do DIPIM.

- Ações em andamento, referentes a poços:

. perfuração de 25 poços - concluído. Aguardando as fichas técnicas para dimensionamento dos equipamentos de bombeamento. Previsão de entrega das fichas: 02/03/2012;

. aquisição de 10 equipamentos de bombeamento - concluído e entregues no Perímetro;

. foram concluídos até 25/02/2012 instalação e start-up de 3 poços pelo DIPIM, com apoio de equipe da Codevasf; demais instalações em andamento, mas dependem de energia elétrica para sua operação.

Providências imediatas:

- efetuar estudos hidrogeológicos para verificar as potencialidades de exploração e a viabilidade de implantação do sistema de poços perfurados: responsável Dr. Thales Sampaio / CPRM; conclusão até dia 16/03/2012;

- concluir a instalação dos poços existentes, em regime emergencial;

- fornecimento de equipamentos: contratar IMEDIATAMENTE o mesmo fornecedor para o fornecimento de mais 25 equipamentos pelos mesmos preços do fornecimento recém-concluído; após, serão contratados mais 25 equipamentos após avaliação dos estudos hidrogeológicos;

- perfuração de novos: após avaliação dos estudos, contratar emergencialmente a mesma empreiteira pelos preços do contrato recém concluído;

- articulação junto ao governo da Bahia visando a Coelba agilizar redes elétricas para atendimento a 25 poços na fase inicial e demais a posteriori, a depender dos estudos hidrológicos;

Conclusões e recomendações:

Diante da grave situação apresentada e considerando que as previsões climáticas para a região são extremamente desfavoráveis, pois que já se finaliza o período de possibilidades de chuvas na região em abril, alerta-se para a SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA que se apresenta para a oferta de água para irrigação no Perímetro de Irrigação de Mirorós, agravando sua situação sócio-econômica, razão pela qual esta empresa (Codevasf) solicita ao Ministério da Integração Nacional e ao governo do estado da Bahia a decretação de EMERGÊNCIA na região de Irecê (BA).

Mais informações: www.codevasf.gov.br

Contato: Assessoria de Comunicação e Promoção Institucional da Codevasf

Fone: (61) 3312 - 4860/4627/4769

E-mail: divulgacao@codevasf.gov.br

10.2 Análises Físico-Químicas

Relatório de Ensaios LABDEA Nº 0052/12

Revisão 00

Cliente	CPRM - Serviço Geológico do Brasil	Telefone	71 2101-7363
Endereço	Av - Ulysses Guimarães, 2862 - CAB	Contato(s)	Luciana Barboza
e-mail	luciana.barboza@cprm.gov.br	Fax	
Amostra(s)	Águas Brutas	Recepção	12/03/12

Amostra	Ibipeba - Distrito de Mirorós / MP - 002			Código	0052/12-01	Coleta em	08/03/12
Ensaio	Resultado	Unidade	LDM	Método		Data do Ensaio	
Alcalinidade Bicarbonato	258	mg/L CaCO ₃	3,0	SM 2320B 21ªEd		13/03/12	
Alcalinidade Carbonato	0,00	mg/L CaCO ₃	3,0	SM 2320B 21ªEd		13/03/12	
Alcalinidade Hidróxido	0,00	mg/L CaCO ₃	3,0	SM 2320B 21ªEd		13/03/12	
Cloretos	39,6	mg/L Cl	3,0	SM 4500-Cl B 21ªed		16/03/12	
Cor aparente	<LDM	mg/L Pt-Co	5,0	SM 2120C 21ªEd		14/03/12	
Dureza Total	290	mg/L CaCO ₃	3,0	SM 2340C 21ªEd		15/03/12	
Fluoretos	0,25	mg/L F	0,02	SM 4500-F D e G 21ªEd		13/03/12	
Fósforo reativo	<LDM	mg P/L	0,01	SM 4500-P D 21ªEd		14/03/12	
Nitratos	3,95	mg/L N-NO ₃	0,01	SM 4500-NO ₃ E 21ªEd		16/03/12	
Nitritos	<LDM	mg/L N-NO ₂	0,005	SM 4500-NO ₂ B 21ªEd		14/03/12	
Residuo seco	432	mg/L	10	SM2540		19/03/12	
Sólidos Dissolvidos	300	mg/L	10	SM 2540C 21ªEd		19/03/12	
Sulfatos	11,5	mg/L SO ₄	1,5	SM 4500-SO ₄ E 21ªEd		13/03/12	
Turbidez	0,50	NTU	--	SM 2130B 21ªEd		14/03/12	

Amostra	Ibipeba - Distrito de Mirorós / MP - 008			Código	0052/12-02	Coleta em	08/03/12
Ensaio	Resultado	Unidade	LDM	Método		Data do Ensaio	
Alcalinidade Bicarbonato	240	mg/L CaCO ₃	3,0	SM 2320B 21ªEd		13/03/12	
Alcalinidade Carbonato	0,00	mg/L CaCO ₃	3,0	SM 2320B 21ªEd		13/03/12	
Alcalinidade Hidróxido	0,00	mg/L CaCO ₃	3,0	SM 2320B 21ªEd		13/03/12	
Cloretos	718	mg/L Cl	3,0	SM 4500-Cl B 21ªed		16/03/12	
Cor aparente	<LDM	mg/L Pt-Co	5,0	SM 2120C 21ªEd		14/03/12	
Dureza Total	1110	mg/L CaCO ₃	3,0	SM 2340C 21ªEd		15/03/12	
Fluoretos	0,21	mg/L F	0,02	SM 4500-F D e G 21ªEd		13/03/12	
Fósforo reativo	<LDM	mg P/L	0,01	SM 4500-P D 21ªEd		14/03/12	
Nitratos	22,0	mg/L N-NO ₃	0,01	SM 4500-NO ₃ E 21ªEd		16/03/12	
Nitritos	<LDM	mg/L N-NO ₂	0,005	SM 4500-NO ₂ B 21ªEd		14/03/12	
Residuo seco	1927	mg/L	10	SM2540		19/03/12	
Sólidos Dissolvidos	1687	mg/L	10	SM 2540C 21ªEd		19/03/12	
Sulfatos	51,5	mg/L SO ₄	1,5	SM 4500-SO ₄ E 21ªEd		13/03/12	
Turbidez	0,74	NTU	--	SM 2130B 21ªEd		14/03/12	

Amostra	Ibipeba - Distrito de Mirorós / MP - 012			Código	0052/12-03	Coleta em	08/03/12
Ensaio	Resultado	Unidade	LDM	Método		Data do Ensaio	
Alcalinidade Bicarbonato	249	mg/L CaCO ₃	3,0	SM 2320B 21ªEd		13/03/12	
Alcalinidade Carbonato	0,00	mg/L CaCO ₃	3,0	SM 2320B 21ªEd		13/03/12	
Alcalinidade Hidróxido	0,00	mg/L CaCO ₃	3,0	SM 2320B 21ªEd		13/03/12	
Cloretos	520	mg/L Cl	3,0	SM 4500-Cl B 21ªed		16/03/12	
Cor aparente	<LDM	mg/L Pt-Co	5,0	SM 2120C 21ªEd		14/03/12	
Dureza Total	997	mg/L CaCO ₃	3,0	SM 2340C 21ªEd		15/03/12	
Fluoretos	0,21	mg/L F	0,02	SM 4500-F D e G 21ªEd		13/03/12	
Fósforo reativo	<LDM	mg P/L	0,01	SM 4500-P D 21ªEd		14/03/12	
Nitratos	40,0	mg/L N-NO ₃	0,01	SM 4500-NO ₃ E 21ªEd		16/03/12	
Nitritos	<LDM	mg/L N-NO ₂	0,005	SM 4500-NO ₂ B 21ªEd		14/03/12	
Residuo seco	2020	mg/L	10	SM2540		19/03/12	
Sólidos Dissolvidos	1770	mg/L	10	SM 2540C 21ªEd		19/03/12	
Sulfatos	48,4	mg/L SO ₄	1,5	SM 4500-SO ₄ E 21ªEd		13/03/12	
Turbidez	0,37	NTU	--	SM 2130B 21ªEd		14/03/12	

Os resultados referem-se apenas às amostras analisadas.

O relatório somente deverá ser reproduzido por completo. A reprodução parcial requer autorização por escrito do laboratório.

Relatório de Ensaios LABDEA Nº 0052/12

Revisão 00

Cliente	CPRM - Serviço Geológico do Brasil	Telefone	71 2101-7363
Endereço	Av - Ulysses Guimarães, 2862 - CAB	Contato(s)	Luciana Barboza
e-mail	luciana.barboza@cprm.gov.br	Fax	
Amostra(s)	Águas Brutas	Recepção	12/03/12

Amostra	Ibipeba - Distrito de Mirorós / MP - 018			Código	0052/12-04	Coleta em	08/03/12
Ensaio	Resultado	Unidade	LDM	Método		Data do Ensaio	
Alcalinidade Bicarbonato	274	mg/L CaCO ₃	3,0	SM 2320B 21ªEd		13/03/12	
Alcalinidade Carbonato	0,00	mg/L CaCO ₃	3,0	SM 2320B 21ªEd		13/03/12	
Alcalinidade Hidróxido	0,00	mg/L CaCO ₃	3,0	SM 2320B 21ªEd		13/03/12	
Cloretos	730	mg/L Cl	3,0	SM 4500-Cl B 21ªed		16/03/12	
Cor aparente	2,00	mg/L Pt-Co	5,0	SM 2120C 21ªEd		14/03/12	
Dureza Total	1197	mg/L CaCO ₃	3,0	SM 2340C 21ªEd		15/03/12	
Fluoretos	0,14	mg/L F	0,02	SM 4500-F D e G 21ªEd		13/03/12	
Fósforo reativo	<LDM	mg P/L	0,01	SM 4500-P D 21ªEd		14/03/12	
Nitratos	13,0	mg/L N-NO ₃	0,01	SM 4500-NO ₃ E 21ªEd		16/03/12	
Nitritos	<LDM	mg/L N-NO ₂	0,005	SM 4500-NO ₂ B 21ªEd		14/03/12	
Resíduo seco	2140	mg/L	10	SM2540		19/03/12	
Sólidos Dissolvidos	1867	mg/L	10	SM 2540C 21ªEd		19/03/12	
Sulfatos	71,4	mg/L SO ₄	1,5	SM 4500-SO ₄ E 21ªEd		13/03/12	
Turbidez	1,50	NTU	--	SM 2130B 21ªEd		14/03/12	

Amostra	Ibipeba - Distrito de Mirorós / MP - 021			Código	0052/12-05	Coleta em	08/03/12
Ensaio	Resultado	Unidade	LDM	Método		Data do Ensaio	
Alcalinidade Bicarbonato	14,7	mg/L CaCO ₃	3,0	SM 2320B 21ªEd		13/03/12	
Alcalinidade Carbonato	0,00	mg/L CaCO ₃	3,0	SM 2320B 21ªEd		13/03/12	
Alcalinidade Hidróxido	0,00	mg/L CaCO ₃	3,0	SM 2320B 21ªEd		13/03/12	
Cloretos	8,72	mg/L Cl	3,0	SM 4500-Cl B 21ªed		16/03/12	
Cor aparente	<LDM	mg/L Pt-Co	5,0	SM 2120C 21ªEd		14/03/12	
Dureza Total	18,8	mg/L CaCO ₃	3,0	SM 2340C 21ªEd		15/03/12	
Fluoretos	0,07	mg/L F	0,02	SM 4500-F D e G 21ªEd		13/03/12	
Fósforo reativo	<LDM	mg P/L	0,01	SM 4500-P D 21ªEd		14/03/12	
Nitratos	1,10	mg/L N-NO ₃	0,01	SM 4500-NO ₃ E 21ªEd		16/03/12	
Nitritos	<LDM	mg/L N-NO ₂	0,005	SM 4500-NO ₂ B 21ªEd		14/03/12	
Resíduo seco	39,0	mg/L	10	SM2540		19/03/12	
Sólidos Dissolvidos	39,0	mg/L	10	SM 2540C 21ªEd		19/03/12	
Sulfatos	<LDM	mg/L SO ₄	1,5	SM 4500-SO ₄ E 21ªEd		13/03/12	
Turbidez	0,37	NTU	--	SM 2130B 21ªEd		14/03/12	

Legenda

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21th. Edition, 2005.

LDM: Limite de Detecção do Método.

Informações de Coleta

Coleta efetuada pelo cliente.

A descrição do material ensaiado é de inteira responsabilidade do cliente.

Preservação e distribuição dos itens de ensaio (por amostra)					
Código da preservação	Código do Laboratório	Descrição resumida da preservação		Quantidade aproximada	Recipiente
AP	FQ	Temperatura ambiente		1500mL	Plástico

Salvador, 22 de março de 2012.

Thelma Soares da Rocha
Thelma Soares da Rocha
Química
CRQ BA 07100406
Físico-Química

Magda Beretta
Magda Beretta
Química
CRQ RS 05200423
Coordenação Geral

Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos

10.3 Balanço Hídrico do Açude Mirorós

