

CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA DO SISTEMA LACUSTRE BONFIM, RIO GRANDE DO NORTE – BRASIL

Roberto Pereira¹, Gerson Cardoso da Silva Jr.², João Abner Guimarães Jr.³ & Andrea Léssa da Fonseca¹

Resumo - Neste trabalho objetiva-se a caracterização hidroquímica do Sistema Lacustre Bonfim, localizado no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil, a fim de subsidiar o entendimento do seu funcionamento hidrodinâmico. Possui a maior lagoa do Estado, Lagoa do Bonfim (9 km²), ponto de captação para um importante sistema adutor que abastece as populações do interior do Estado. Há dois domínios hidroquímicos distintos. No primeiro, a leste da Lagoa do Bonfim, as águas variam de cloretadas sódicas a cálcicas, com predominância desta última. São águas de caráter neutro, com pH em torno de 7-8. No segundo, o setor oeste, há dois aquíferos (semiconfinado e livre), ambos com águas de caráter ácido (pH em torno de 5-6). No aquífero livre há uma mudança de caráter cloretado-sódico para cálcico no sentido do fluxo. No aquífero semiconfinado acredita-se que a área de recarga coincide com a do aquífero livre. A concentração de sais é maior que do aquífero superior, refletindo maior tempo de residência. Teores elevados de nitrato no aquífero inferior podem indicar processo de drenança vertical antigo. Nota-se também através do uso de relações iônicas ($rCl/rHCO_3$ e outras), que o aquífero livre difere hidroquimicamente do semiconfinado, indicando a existência de outros processos. Os resultados indicam uma boa concordância com as hipóteses de funcionamento propostas pelos autores.

Palavras-chave - Aquíferos e lagos, Hidrogeoquímica.

1 - CEFET-RN, ENDEREÇO. Fone (0xx84) 2152636, Fax: (0xx184) 221.4005, E-mail: bobdudu@digicom.br, Natal – RN, Brazil.

2 - I. GEOCIÊNCIAS – UFRJ, I. do Fundão - Rio de Janeiro-RJ, CEP: 21949-900. Fone/FAX: (0xx21) 590-8091, E-mail: gerson@acd.ufrj.br, Rio de Janeiro – RJ, Brazil.

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

O Sistema Lacustre Bonfim, localizado no município de Nísia Floresta na região costeira do Estado do RN, distante 25 km em direção a sul de Natal, capital do Estado, é composto pelas lagoas do Bonfim, Redonda, Boa Água, Ferreira Grande, Carcará e Urubu e encontra-se inserido dentro de um bloco triangular, tendo, ao norte, o Rio Pium, ao sul, o Rio Trairi e, leste, a linha de costa do Oceano Atlântico (Fig. 1). A Lagoa do Bonfim é a maior lagoa do Estado e serve atualmente como ponto de captação para o maior sistema adutor do Estado do Rio Grande do Norte, a Adutora Agreste/Trairi/Potengi. A Lagoa do Bonfim tem um espelho d'água de 9 km², profundidade máxima de 33 m e acumula aproximadamente 83 milhões de m³ de água. Possui 315 km de extensão e deverá atender, até o horizonte do projeto, no ano 2016, uma população de aproximadamente 222.336 pessoas no interior do Estado, onde os recursos hídricos superficiais e subterrâneos são escassos e podem apresentar elevada salinidade.

Assim, este trabalho tem por objetivo fazer uma caracterização preliminar hidroquímica integrada do Sistema Lacustre Bonfim (lagoas, rios e aquífero livre e semi-confinado) visando subsidiar o entendimento do funcionamento hidráulico deste sistema.

ASPECTOS GERAIS DO SISTEMA LACUSTRE BONFIM

A região apresenta um clima caracterizado pela existência de condições quentes e úmidas, com estação seca, no verão, e chuvas, no outono-inverno, ou seja, nos meses de setembro a janeiro e fevereiro a agosto, respectivamente. A média pluviométrica anual gira em torno de 1270 mm, sendo os ventos provenientes predominantemente de sudeste, do mar.

A geologia apresenta um zoneamento na área de estudo. Nas porções oeste e sudoeste das lagoas ocorre, compondo um relevo de tabuleiros, a Formação Barreiras, com uma cobertura latossólica. Essa unidade é datada do Terciário e caracteriza-se por sedimentos areno-argilosos geralmente ricos em caulinita. Sotoposta a esta formação ocorre o embasamento hidrogeológico, representado por uma sequência sedimentar correlacionada ao Cretáceo, a qual é constituída por rocha carbonática e quartzarenito, ambos bastante

cimentados e de baixa condutividade hidráulica. Na porção central da área onde ocorrem as lagoas, está presente uma cobertura arenosa sobre a Formação Barreiras interpretada como lençóis eólicos. Na parte leste, margem esquerda do Riacho Boa Cica, encontram-se os campos de dunas parabólicas fixas do Quaternário. De um modo geral, pode-se dizer que a área apresenta poucas condições para escoamento superficial, apontando condições hidrogeológicas favoráveis que permitem a recarga desses mananciais pelas infiltração das águas de chuvas, principalmente no setor dos sedimentos eólicos, dada a sua elevada permeabilidade natural.

A orientação da Lagoa do Bonfim, com dois ramos alongados de direções azimutais 60° e 135° , estaria provavelmente dentro do contexto de uma tectônica Cenozóica (Bezerra, 1993), representando duas direções principais de fraturas e falhas afetando o pacote da Formação Barreiras, na Costa Leste do Rio Grande do Norte.

O Sistema Lacustre Bonfim constitui parte integrante da bacia hidrográfica do Riacho Boacica (Fig. 2), a qual inclui o Riacho Timbó. Possui dimensões pequenas, cerca de 80 km^2 , com baixa capacidade reguladora - da ordem de $18.000.000 \text{ m}^3/\text{ano}$. Por conseguinte, estando todo o complexo lagunar conectado pelo aquífero subterrâneo livre, o fluxo subterrâneo converge majoritariamente da lagoa do Bonfim, que está acima da cota 40 m, para o Riacho Boacica, na cota 3,6 m em relação ao nível do mar, dreno natural da Bacia. A zona principal de recarga subterrânea da Lagoa do Bonfim situa-se a oeste desta e tem apenas cerca de 25 km^2 .

Estudos prévios do IPT (1982) apontaram as águas da chuva na região como cloretadas sódicas. Melo e Feitosa (1998) identificaram no domínio oeste da Lagoa do Bonfim dois aquíferos, um superior do tipo livre e um outro inferior semi-confinado drenante, com carga hidráulica menor que o livre, separados por uma camada argilosa (aquitardo), de maneira que não há uma conexão hidráulica direta, visto que os níveis d'água dos poços rasos não reagiram ao bombeamento dos poços profundos. Os testes de aquífero realizados mostraram, porém, que a Formação Barreiras comporta-se como um sistema semi-confinado drenante, estando o aquífero inferior recebendo contribuições do aquífero superior por drenança vertical descendente significativa através do aquitardo. Entretanto, provavelmente a recarga principal do aquífero inferior deve ocorrer por sistemas de fluxos oriundos do aquífero livre da margem leste da Lagoa do Bonfim, onde estaria sob a influência do aquífero superior.

Enquanto a empresa de consultoria COSTA (1997) realizou análises físico-químicas das lagoas (Bonfim, Carcará, Ferreira Grande, Boa Água, Redonda e Urubu) e do aquífero livre a partir da coleta em poços tubulares sob condição de aquífero livre - os quais situam-se no entorno do sistema lacustre - Melo e Feitosa (1998) realizaram apenas análises físico-químicas do aquífero semi-confinado. A equipe do primeiro trabalho (COSTA, 1997) concluiu que, além de todas as águas serem consideradas como potáveis, não ocorre sensível diferença entre as águas dos poços e as águas das lagoas; as águas da região são ácidas, com valores de pH pouco acima de 5,0; são muito agressivas e classificam-se quanto ao tipo iônico, em cloretadas-sódicas. Já Melo e Feitosa (1998) também concluíram que as águas deste aquífero inferior são de excelente qualidade, de baixa salinidade e com condutividade elétrica da ordem de 220 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sólidos totais dissolvidos em média de 145,0 mg/l. Apresentam baixa dureza, da ordem de 16 mg/l de CaCO_3 , pH variando de 4,9 a 5,6 o que as caracteriza como águas ácidas do tipo cloretadas-sódicas, à semelhança das águas analisadas por COSTA (1997).

Duarte (1999) utilizou índices do estado trófico e de qualidade da água na caracterização limnológica e sanitária da Lagoa do Bonfim, no período compreendido entre dezembro de 1996 e dezembro de 1997 e também a considerou como de qualidade ótima. A partir de coletas nas três pontas desta lagoa, o pH apresentou uma média de 6,7, variando entre 5,7 e 7,3. Os valores da temperatura da água apresentaram, por sua vez, uma amplitude de 5° C, com média 28° C. A condutividade elétrica média foi 190 $\mu\text{S}/\text{cm}$, variando de 122 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 230 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Esses valores estão associados ao conteúdo de cloretos, os quais apresentaram média 54 mg/l, com máxima 70mg/l coincidindo com o final do período da estiagem e mínima 37 mg/l, ao término do período chuvoso. A alcalinidade e a dureza foram baixas, expressando baixas concentrações de bicarbonatos e dos principais cátions responsáveis pela formação dos sais de cálcio e magnésio (à semelhança de Feitosa & Melo, 1997). O cálcio, por exemplo, apresentou um valor médio de 2,9 mg/l e o magnésio de 4,1 mg/l. O sódio, por seu turno, tem uma concentração média de 56 mg/l e o potássio 2,6 mg/l. Entretanto, o sódio mostrou um aumento de concentração com o início da chuva e forte decréscimo com a ausência destas, o que pode significar a lixiviação de depósitos de sal de evaporação ou proveniente do aresolo marinho.

ASPECTOS GEOMÉTRICOS E DE FUNCIONAMENTO HIDRÁULICO DO AQUÍFERO INFERIOR

O mapeamento espacial da camada semi-confinante argilosa, através dos perfis dos poços profundos cadastrados na área, bem como de suas cargas hidráulicas e testes de aquíferos correspondentes, indicaram que a mesma está limitada apenas a oeste da Lagoa do Bonfim, grosseiramente orientada N-S. A potenciometria do aquífero inferior (Fig. 3) revela que o domínio oeste da Lagoa do Bonfim representa tanto a zona de recarga desta lagoa, quanto do aquífero inferior. Além disso, um intensivo programa de monitoramento também mostrou evidências de que a Lagoa do Bonfim apresenta uma conexão direta com o aquífero inferior, através do aumento concomitante da carga hidráulica deste aquífero com a elevação do nível da Lagoa do Bonfim, durante a estação chuvosa, sem que tenha ocorrido alterações nos níveis estáticos do aquífero livre. Esta situação é mais expressiva no setor SW deste lagoa e estaria, assim, representando uma fuga descentente das águas da Lagoa do Bonfim em direção ao Rio Trairi. Vale ressaltar que a própria geometria da Lagoa do Bonfim com seus dois ramos NE-SW e NW-SE expressa uma descontinuidade sob a mesma.

HIDROGEOQUÍMICA DO SISTEMA AQUÍFERO E LACUSTRE

O estudo de hidroquímica realizou-se a partir de visitas ao campo com a coleta de amostras no mês de outubro de 1999, período de estiagem, observação da condutividade através de um condutímetro portátil, coleta da temperatura do ar e da água, bem como do seu pH. As análises foram realizadas no laboratório de tecnologia ambiental do Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte. Onze amostras foram de águas superficiais (lagoas e riachos) e oito de águas subterrâneas, destas, duas foram do aquífero semi-confinado (tabela 01). Foram ainda realizadas 4 análises bacteriológicas de águas superficiais. Foram realizadas análises de íons majoritários mais fosfato, nitratos, sílica, nitrito e nitrogênio amoniacal e parâmetros físico-químicos como cor, odor, pH, etc.

Caraterização Básica

O comportamento do mapa de condutividade elétrica do aquífero livre (Fig. 4) mostra, de um modo geral, que as suas curvas de isocondutividade revelam um aumento em direção a Lagoa do Bonfim, onde a mesma atingiu 246 $\mu\text{S}/\text{cm}$, o que permite caracterizar dois comportamentos distintos, um a oeste e o outro a leste desta lagoa.

A oeste onde ocorre a Formação Barreiras a condutividade elétrica aumenta no sentido do fluxo subterrâneo. Por outro lado, no setor leste, onde verifica-se os sedimentos eólicos,

esta diminui no sentido do fluxo subterrâneo, em direção ao Riacho Boacica, indicando um processo de diluição a partir da Lagoa do Bonfim. Aumenta, apenas localmente, no sentido do Riacho Timbó, provavelmente sob à influência da recarga da Formação Barreiras, porquanto nota-se que as condutividade elétrica das águas subterrâneas a oeste da Lagoa do Bonfim, onde ocorre esta formação, são maiores que a leste desta, quando verifica-se os sedimentos eólicos.

A condutividade elétrica bastante elevada na Lagoa Papebinha deve ser devido, conforme verifica-se, ao retorno do regadio.

A condutividade elétrica medida em alguns poços rasos e profundos entre as lagoas Redonda e do Bonfim é inferior a desta última, indicando, possivelmente, que tanto os fluxos subterrâneos rasos quanto os profundos convergem para a Lagoa do Bonfim.

A condutividade do aquífero semi-confinado é nitidamente maior que a do aquífero livre, entretanto nota-se que o valor da condutividade do setor deste aquífero que sofre recarga de montante (oeste) atingiu 369 $\mu\text{S}/\text{cm}$ em um poço (poço 28), portanto bem superior ao valor da provável zona de fuga descendente da Lagoa do Bonfim, no qual se obteve 264 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (poço 52). Esta condutividade elétrica, embora ainda mais alta, é mais próxima desta lagoa, podendo ser um indício de uma mescla de água proveniente da Lagoa do Bonfim com as águas já circulantes no aquífero inferior.

A classificação das águas indica que todas as águas são do tipo cloretada. No domínio oeste da Lagoa do Bonfim, as águas do aquífero semi-confinado revelou-se como cloretada-sódica, quando submetidas aos fluxos de oeste, as quais são também cloretadas-sódicas. Entretanto, este aquífero inferior, no setor em que receberia recarga da Lagoa do Bonfim e repassaria para o Rio Trairi, tem águas do tipo cloretado-cálcico. Por outro lado, tendo a Lagoa do Bonfim apresentado águas cloretadas-sódicas - fato também confirmado por COSTA (1997), bem como por Duarte (1999) - estas demonstram pouca influência no aquífero inferior, podendo indicar uma reduzida fuga descendente natural desta lagoa, provavelmente justificada pela relativamente baixa condutividade hidráulica do aquífero neste setor.

As águas do aquífero livre a oeste são predominantemente do tipo cloretada-cálcica. Entre as lagoas do Bonfim e Redonda este aquífero também apresenta águas cloretadas-cálcicas, entretanto mais a leste do sistema lacustre grada a cloretada-sódica, mas já próximo da zona de transição para cálcica.

O Riacho Boacica, em compatibilidade com as águas provenientes da sua margem leste, bem como da Lagoa do Carcará, são também cloretadas-sódicas. Por outro lado, as águas do Riacho Timbó são principalmente bicarbonatada magnesiana, mas na transição para cloretada cálcica, indicando, provavelmente, que a área de recarga deste riacho é diferente da do anterior. Deve, neste caso, receber em parte água das lagoas Boa Água e Ferreira Grande, as quais são também cloretadas cálcicas ou devido as águas circulantes nas rochas carbonatadas sob este riacho, as quais constituem um alto do embasamento.

Razões Iônicas

Quanto ao aquífero livre e às lagoas, algumas razões iônicas, como Na/Ca, Mg/Cl e Mg/Ca, comportaram-se aleatoriamente, devido ao reduzido conteúdo salino e outros possíveis fatores intervenientes, como variabilidade das chuvas. A razão iônica Cl/HCO₃ apresenta valores abaixo de 4,5, à exceção das lagoas do Bonfim e Redonda que atingiram valores em torno de 7,2. A Lagoa Redonda provavelmente deve representar uma situação particular, de maior concentração em cloretos, tendo em vista que a partir de dados de perfis de poços a mesma apresenta-se em nível suspenso, pelo menos parcialmente, conforme presença de material argiloso no seu entorno, bem como com uma pequena área de recarga subterrânea já que ela repassa à água para as lagoas do Urubu e Boa Água.

Com relação ao aquífero semi-confinado todas as razões iônicas anteriormente citadas indicaram sensível diferença entre a margem NW (poço 28) e SW (poço 52) da Lagoa do Bonfim. No caso específico da razão iônica Cl/HCO₃ para este aquífero inferior, o mesmo apresentou valores acima de 5,0 e que o mesmo aumentou da margem NW (poço 28) para a SW (poço 52) da Lagoa do Bonfim, no sentido do fluxo subterrâneo, atingindo valores mais próximos desta lagoa.

Os Nitratos no Sistema Hídrico do Bonfim

Da lagoa do Bonfim para leste, as concentrações de NO³ nas amostras das águas superficiais das lagoas (Bonfim, Urubu, Redonda, Boa Água, Ferreira Grande, Carcará, Papebinha e Pium) e dos riachos (Timbó e Boacica, assim como na confluência destes dois), bem como das águas subterrâneas de alguns poços, foram iguais ou próximos de zero, devendo-se, este fato, à pequena atividade antrópica impactante sobre a bacia nestes setores.

Por outro lado, no domínio da margem oeste da Lagoa do Bonfim, onde verifica-se maior atividade antrópica que normalmente envolve liberação de nitrogênio, manifestada pela presença de granjas, atividades de irrigação ou mesmo expansão urbana da cidade de São José de Mipibu com a implantação de fossas e sumidouros, nota-se a presença mais significativa de nitratos. Entretanto, em nenhuma amostra os teores de nitratos excederam os limites permitidos pela Organização Mundial de Saúde que é de 45mg/l, mas já apontam para processos de contaminação. No aquífero livre, por exemplo, obteve-se valores de até 22mg/l (poço 38).

Nota-se, também, que a comparação dos valores de nitratos entre os poços do aquífero livre, de 12 mg/l a 24 mg/l, com os respectivos poços próximos conectados com o aquífero semi-confinado (de 3 mg/l a 8 mg/l), pode apontar efeitos de drenança vertical. Aparentemente, há um processo de contaminação em andamento, que tende a se agravar com o tempo.

CONCLUSÕES

- As águas subterrâneas do aquífero livre e semi-confinados no setor a oeste da Lagoa do Bonfim, além desta lagoa, apresentaram caráter ácido, em torno de 5,2. Por outro lado, tanto as águas superficiais das lagoas e riachos como as subterrâneas, com exceção daqueles poços que estão na margem da Lagoa do Bonfim, apresentaram caráter básico, em torno de 7,9. Este último dado difere das observações de COSTA (1997), que as detectou como ácidas. Isto se deve, talvez, à influências sazonais;

- Não foram observadas diferenças expressivas nas temperaturas entre as águas das lagoas e dos aquíferos livre e o semi-confinado, as quais atingiram médias em torno de 29º, sem grande amplitude;

- As águas da região do Sistema Lacustre Bonfim foram classificadas em dois grandes grupos, cloretadas-sódicas e cálcicas, com exceção do Riacho Timbó, a qual é bicarbonatada-magnesiânica, mas próxima da transição para cálcica. A presença generalizada de águas cloretadas indica a forte influência marinha através dos aerossóis;

- Enquanto o aquífero livre nos setores mais afastados da Lagoa do Bonfim, oeste e leste do Sistema Lacustre, é cloretada-sódica, à semelhança das análises realizadas por COSTA (1997), no entorno da lagoa do Bonfim, esta demonstra características cálcicas. As águas do aquífero semi-confinado, por seu turno, apresentam um caráter mais sódico na margem NW desta lagoa e cálcico em sua margem SW. No caso das águas superficiais,

apresentaram aleatoriamente características sódicas e cálcicas. No entanto pode-se perceber uma tendência de a maioria das análises serem cálcicas, exceto nos casos da Lagoa do Bonfim e Riacho Boacica, o que precisa ser melhor investigado;

- Os teores de nitratos mais elevados a oeste da Lagoa do Bonfim, justamente onde situa-se a zona de recarga desta lagoa, já apontam para a necessidade de organização do uso do solo. Não se pode ignorar, porém, o setor leste da área por ser o mais frágil de todos dado à sua elevada permeabilidade. A presença de nitratos no aquífero inferior, pode ser devido a um processo natural dado à sua pequena quantidade ou um indício do processo de drenança vertical, com a conseqüente tendência de aumento do problema;

- De um modo geral, nota-se que o aquífero livre no domínio dos sedimentos eólicos ocorre um processo de diluição dos sais dissolvidos pela diminuição da condutividade elétrica ao longo da linha de fluxo, em um processo de mescla total;

- As maiores condutividades do aquífero semi-confinado em relação ao aquífero livre deve refletir maior tempo de residência destas águas;

-Pelas diferenças nos dados hidroquímicos observados no aquífero inferior é possível que as zonas de recarga deste aquífero ocorram por sistema de fluxos oriundos da Lagoa do Bonfim e da sua própria área de contribuição. Adicionalmente, o fato das análises de Melo e Feitosa (1998) classificarem também as águas do setor SW da Lagoa do Bonfim como cloretadas-sódicas, pode ser devido a um efeito sazonal;

-Através da condutividade elétrica pode-se inferir, também, que o divisor hidrogeológico entre as lagoas Redonda e do Bonfim deve ter expressão em profundidade, podendo funcionar como uma barreira hidráulica entre estes dois domínios;

-Pelo exame das razões iônicas, a Lagoa do Bonfim tem um comportamento diferente das lagoas menores situadas a leste dela. Nota-se também, através destas que o aquífero livre difere do semi-confinado;

-As análises bacteriológicas realizadas nos riachos Boacica, Timbó, na confluência destes, exutório do sistema lacustre, bem como na Lagoa do Pium constataram a presença de coliformes totais maior que 1,600 e fecais acima de 210 bact./100ml;

-Considerando que as análises químicas refletem apenas um momento recomenda-se o monitoramento hidroquímico continuado a fim de fornecer mais subsídios para o entendimento do funcionamento do sistema.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio Grande do Norte (CEFET) e ao Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) pelo apoio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEZERRA, F. H. 1993. Estruturação neotectônica do litoral de Natal-RN, com base na correlação entre dados geológicos, geomorfológicos e gravimétricos. *In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ESTUDOS TECTÔNICOS*, 4, Belo Horizonte. Anais...Belo Horizonte: SBG Núcleo MG, Bol. 12: 317-321.
- COSTA - Consultoria e Serviços Técnicos e Ambientais Ltda./SERHID 1997. Estudos da disponibilidade hídrica da Lagoa do Bonfim.
- DUARTE, M.A.C. 1999. Utilização dos Índices do Estado Trófico (IET) e de qualidade da água (IQA) na caracterização limnológica e sanitária das Lagoas de Bonfim, Extremóz e Jiqui – RN. 144 p. (Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba).
- IPT - 1982. Estudos Hidrogeológico Regional Detalhado do Estado do Rio Grande do Norte. Secretaria de Indústria e Comércio do Rio Grande do Norte, Vol.1, 389 p..
- MELO, J.G. & FEITOSA, E.C. 1998. Pesquisa Hidrogeológica do Complexo Lagunar do Bonfim. Convênio UFRN/SEHID.

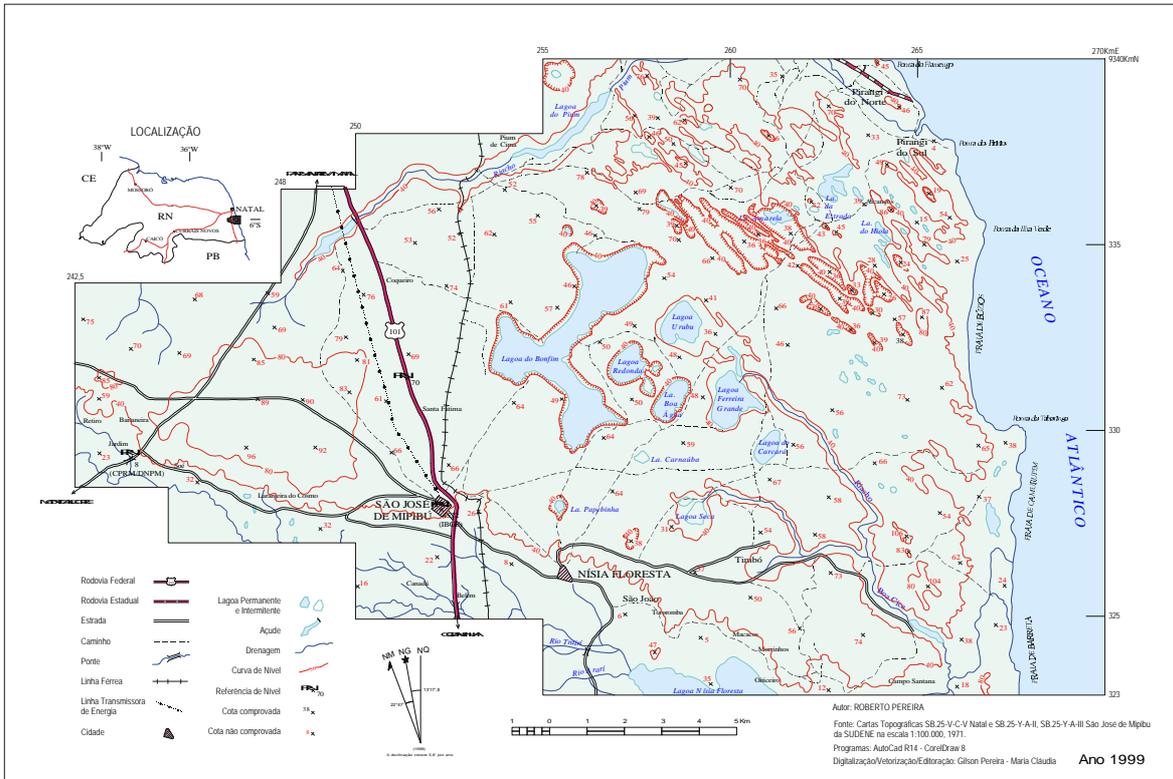


Figura 01 - Mapa de localização do Sistema Lacustre Bonfim - RN

Tabela 01 - Resumo das principais análises físico - químicas do Sistema lacustre Bonfim - RN												
PARÂMETROS	L.Bonfim	L.Urubu	L.Red.	L.Bagua	L.F.Grande	L.Carc.	R.B.ica	R.Timbó	P204	P51	P207	P38
Temp. da água(°C)/do ar (°C)	27,7/30	29/30,5	28,7/30,5	27,2/32	28,5/30	28,2/30	27,9/31,3	27,7/31,3	29,7/30	27,9/30	29,2/30	28,9/27,8
Cor(UH)	1	18	30	21	15	25	0	31	15	8	0	0
Odor	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Sabor	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Turbidez	0	4	6	4	6	5	0	6	0	0	0	0
pH de lab.	6,4	7,6	7,6	8,8	7,9	7,9	8,5	7,4	5,3	4,7	8,7	4,3
Condut. elétrica, µS/cm a 25°C	233	1123	269	236	115	131,6	113,8	198,7	114,3	159,1	95,7	192,3
Sólidos totais a 105°C, mg/l	157,8	100,5	180,2	160,8	77,6	99,1	97,5	150,1	87,1	120,9	85,7	110,1
Sólidos./Res. Seco(105°C), mg/l	106,2	47,1	122,3	107,5	48,4	56,7	48	88,8	43,9	72,3	39,7	86,9
Sólidos em suspensão, mg/l	51,6	53,4	57,9	53,3	29,2	42,4	49,5	61,3	43,2	48,6	46	23,2
Alcalinidade total, mg/l CaCO ₃	18	32	20	46	28	18	48	72	14	16	16	14
Alcal. de hidróx., mg/l CaCO ₃	0	0	0	0	0	0	49,5	0	0	0	0	0
Alcal. carbonato, mg/l CaCO ₃	0	0	0	0	0	0	48	0	0	0	0	0
Alcal. bicarbonato, mg/l CaCO ₃	18	32	20	46	28	18	0	72	14	16	16	14
Fosfato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Silica	30,496	28,904	30,148	30,252	32,596	49,7095	48	30,532	31,148	30,484	27,78	30,592
Dureza total, mg/l CaCO ₃	60	60	72	96	72	36	0	96	36	48	36	48
Nitrog. Amônia, mg/l NH ₄	0	0	0	0	0	0	29,372	0	0	0	0	0
Nitrito, mg/l NO ₂	0	0	0	0	0	0	84	0	0	0	0	0
Nitrato, mg/l (meq/l) NO ₃	0 (0)	0,0(0,0)	0,0(0,000)	0,0(0,000)	0,0(0,0000)	0,3(0,004	0	1,15(0,018	12,4(0,20	11,9(0,19	0,8(0,012	24,0(0,387)
Cálcio, mg/l Ca ⁺⁺	0 (0)	19,2(0,958	9,6(0,4790)	28,8(1,437	9,6(0,4790)	14,4(0,71	0	38,4(1,916	9,6(0,479	14,4(0,71	9,6(0,479)	14,4(0,718)
Magnésio, mg/l (meq/l) Mg ⁺⁺	14,3(1,174	5,1(0,4227)	12,5(1,033	9,1(0,7516)	12,5(1,0337)	1,7(0,140	0,6(0,0097)	4,57(0,375	4,0(0,328	4,57(0,37	4,0(0,328	4,57(0,375)
Sódio, mg/l (meq/l) Na ⁺	39,5(1,718	3,9(0,1696)	35,6(1,548	18,1(0,787	9,4(0,4089)	20,0(0,86	24(1,1976)	6,60(0,287	33,5(1,45	12,2(0,53	19,4(0,84	23,6(1,026)
Potássio, mg/l (meq/l) K ⁺	2,6(0,0666)	0,3(0,0077)	2,9(0,0742)	2,5(0,0639)	0,5(0,0143)	1,1(0,028	8,5(0,7048)	0,32(0,008	2,3(0,058	1,1(0,028	0,77(0,01	1,5(0,0384)
Ferro, mg/l (meq/l) Fe	0,0(0,000)	0,0(0,0000)	0,0(0,000)	0,0(0,0000)	0,0(0,0000)	0,0(0,000	1,8(0,0783)	0,00(0,000	0,0(0,000	0,0(0,000	0,0(0,000	0,0(0,0000)
Carbonato, mg/l (meq/l) CO ₃	0,0(0,0000)	0,0(0,0000)	0,0(0,0000)	0,0(0,0000)	0,0(0,0000)	0,0(0,000	0,5(0,0128)	0,00(0,000	0,0(0,000	0,0(0,000	0,0(0,000	0,0(0,0000)
Bicarb., mg/l (meq/l) HCO ₃	21,9(0,359	39,0(0,639	24,4(0,399	56,2(0,921	34,2(0,5605)	21,9(0,35	0,0(0,0000)	87,8(1,439	17,1(0,27	19,5(0,31	19,5(0,31	17,1(0,2799)
Sulfato, mg/l (meq/l) SO ₄	9,4(0,1957)	0(0,0000)	0(0,0000)	0,0(0,0000)	0,0(0,0000)	0,0(0,000	0,0(0,0000)	0,00(0,000	0,0(0,000	0,0(0,000	0,0(0,000	18,9(0,3945)
Cloreto, mg/l (meq/l) CL ⁻	93,6(2,639	34(0,9588)	102,1(2,87	76,6(2,160	51,0(1,4382)	51,0(1,43	58,6(0,960	42,5(1,198	68,1(1,92	42,5(1,19	51,0(1,43	42,5(1,1985)