

ASPECTOS AMBIENTAIS NA MICROBACIA DO RIO MIPIBU – RN

Elis Sandra Cardnalle Victor De Lima¹; Roberto Pereira²; Janine Reginalda Guimarães Vieira³; João Maria Soares do Nascimento⁴; Ildefonso Gomes Barreto⁵ & Ederson William de Figueiredo Nunes⁶

Resumo – A microbacia do rio Mipibu-RN vem sendo palco de degradações ambientais. Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo analisar a qualidade físico-química e microbiológica da água do rio Mipibu, além de entender a interação das águas superficiais e subterrâneas, juntamente com as fontes poluidoras. As coletas foram feitas em amostras de águas superficiais e subterrâneas, cujos dados foram comparados com a legislação específica. A caracterização da qualidade da água do rio Mipibu apresentou resultados microbiológicos que comprometem seu uso sem tratamento prévio pela população. Além disso, a qualidade da água dos poços também apresentou concentração de nitrato acima do permitido para consumo humano, indicando a necessidade de diluição ou outro tratamento previamente ao consumo humano. Através do presente estudo foi possível confirmar, portanto, que o rio e os poços analisados, pertencentes à microbacia do rio Mipibu, necessitam de ações de planejamento do uso e ocupação do solo, que minimizem os impactos ambientais nos recursos hídricos.

Abstract – The Mipibu river in the context of its basin has been the scene of environmental degradations. In this context the present study aims to analyze the quality physicochemical and microbiological water of the Mipibu river, besides to understand the interaction of surface water and groundwater and polluting sources. The collections were made on samples of surface water and groundwater, whose data were compared with the specific resolution. The results of water quality characterization of the Mipibu river analyzed showed microbiological findings that compromise their use without pretreatment by population. Moreover, the quality of the water from the Wells also presented nitrate concentration above the permitted for human consumption, indicating the need for dilution. Through this study can confirm therefore that the river and the wells tested belonging to Mipibu river basin need to use planning actions and land occupation, which minimize the environmental impacts on water resources.

Palavras-Chave – qualidade das águas, poluição, água subterrânea, rio Mipibu.

1 - INTRODUÇÃO

¹ Especialista em Gestão Ambiental no IFRN – Prefeitura de São José de Mipibu-RN, cardnallevictor@yahoo.com.br

² Departamento de Recursos Naturais - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, roberto.pereira@ifrn.edu.br

³ Secretaria Municipal de Saúde de Natal – RN, janineeq@hotmail.com

⁴ Companhia de Águas e Esgoto do RN (CAERN), jmsngeo@ig.com.br

⁵ Companhia de Águas e Esgoto do RN (CAERN), ildefonsogomes@bol.com.br

⁶ Companhia de Águas e Esgoto do RN (CAERN), edersonunes@yahoo.com.br

O rio Mipibu, inserido na bacia hidrográfica do rio Trairi, aflora os inúmeros olheiros ou vertentes formando a nascente deste manancial que na língua Tupi significa “surgir subitamente”, conforme denominação dada pelos índios da aldeia Mopebu. Sendo os índios Tupis os primeiros habitantes da região, viviam nas proximidades desse rio que nasce na fonte da Mata da Bica e percorre quatro quilômetros até desaguar no rio Trairi (IDEMA, 2011). Esta representa um dos pontos mais antigos da captação de água para os aldeídos desde o século XVII e depois para os moradores da vila de São José do Rio Grande, criada em 22 de fevereiro de 1762 e finalmente para a cidade emancipada em 16 de outubro de 1845, com o nome definitivo de São José de Mipibu. A sede do município de São José de Mipibu está localizada geograficamente na latitude: 6° 04' 30" Sul e longitude: 35° 14' 16,8" Oeste, distando da capital cerca de 37 Km, sendo seu acesso, a partir de Natal, efetuado através da rodovia pavimentada BR-101 (Figura 1). Situa-se na mesorregião Leste Potiguar e na microrregião Macaíba E abrange uma área de 293 km² e, segundo o censo de 2010, a população total residente é de 39.776 habitantes com uma densidade demográfica de 137,00 hab/Km² (IBGE, 2011). Dados pluviométricos históricos do antigo posto de São José de Mipibu indicam uma média de 1273,2 mm, sendo o período chuvoso principal de maio a julho.



Figura 1 - Localização do município de São José de Mipibu-RN.

Nesse contexto, o trabalho tem por objetivo geral analisar os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas das amostras de água coletadas no rio Mipibu, visando conhecer as concentrações de poluentes deste meio aquático e compará-la com a legislação específica. Além disso, como objetivo específico pretende-se entender a interação das águas superficiais e subterrâneas e caracterizar as fontes poluidoras.

2 - METODOLOGIA

Para se atingir os objetivos da pesquisa foram realizadas pesquisas do tipo exploratório com cinco campanhas de amostragem desde o final do período de estiagem (dezembro de 2010) até próximo ao final do período chuvoso (julho) de 2011. Também foram realizados levantamentos de trabalhos anteriores da área para o entendimento preliminar do funcionamento hidrológico do sistema em estudo. As coletas foram executadas em cinco pontos amostrais de águas superficiais para a análise físico-química e microbiológica, dos seguintes parâmetros: condutividade elétrica, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), potencial hidrogeniônico (pH), nitrogênio amoniacal, nitrato e nitrito, fósforo total e coliformes termotolerantes. As amostras coletadas foram analisadas no Laboratório de Análises de Águas e Efluentes do Departamento Acadêmico de Recursos Naturais do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). É no compartimento sul, descrito no próximo item (Figura 02), que se encontram a localização dos pontos de monitoramento do rio. De jusante para montante os pontos foram assim enumerados: R1, R2, R3 e R4. O ponto R5 refere-se a um lançamento de água servida. Os poços da CAERN correspondente ao sistema de abastecimento de São José de Mipibu foram assim enumerados: P_{C1}, P_{C2}, P_{C3} e P_{C4}, já os poços cadastrados neste trabalho foram denominados de: P₁, P₂, P₃, P₄ e P₅, sendo que apenas o P₄ é tubular, com 40 m de profundidade, e os demais são poços amazonas, onde o mais profundo é o P₅, com 33 m.

Para cada tipo de análise as amostras foram coletadas em frascos apropriados e devidamente etiquetados e preservados, seguindo os padrões descritos em APHA et al. (1995) e Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (2005). Os dados obtidos nas análises permitiram a comparação com a Resolução CONAMA N° 357 de 17/03/2005 e a Portaria 518 Ministério da Saúde, de 25/03/2004. A metodologia aplicada para a delimitação da micro-bacia hidrográfica do rio Mipibu, e seus respectivos compartimentos, foi através da utilização do software ArcGIS e imagem de satélite disponibilizada pelo IBGE, além da ferramenta do GOOGLE EARTH. O emprego dessas ferramentas também possibilitou a elaboração do mapa de uso do solo e inserção de outras informações como o fluxo subterrâneo, pontos de coleta, etc.

3 - CARACTERIZAÇÃO DA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MIPIBU-RN

O rio Mipibu é um afluente do rio Trairi e corresponde ao único corpo de água superficial nas imediações da área urbana da cidade de São José de Mipibu. A sua microbacia está localizada na porção sudoeste da lagoa do Bonfim (Figura 2) e está dividida em dois compartimentos: um a montante e outro a jusante (Foco do estudo), sendo que entre a foz (altitude de 9 m) e o ponto mais

distante dessa bacia (altitude de 77 m) existe um desnível da ordem de 68 m. A área total estimada da microbacia é de aproximadamente 14,2 Km² e possui uma vazão pequena, da ordem de 20 L/s (medida no dia 25/03/11, através de flutuadores para o cálculo da velocidade). Em toda a área ocorre, em superfície, a Formação Barreiras. Segundo Pereira (2001) e outros autores, através da observação de vários perfis de poços tubulares, tal formação geológica é mais areno-conglomerática na base, passando a níveis areno-argilosos em direção ao topo. Esta formação geológica é considerada o principal aquífero do litoral leste do RN.

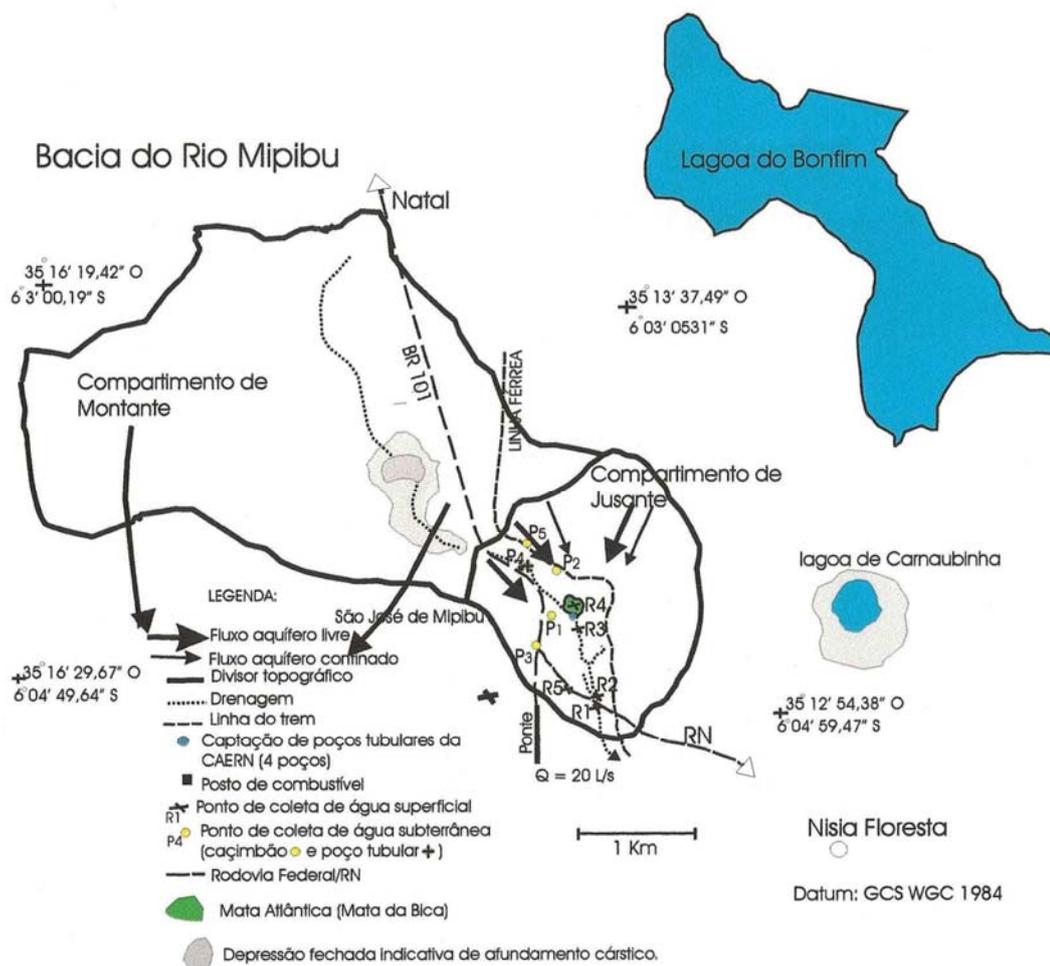


Figura 2 - Microbacia hidrográfica do rio Mipibu – RN.

3.1 - Compartimento de Jusante

O compartimento de jusante tem por sua vez uma área em torno de 4,3 Km², o qual é separado em duas partes, praticamente iguais, pela linha férrea de direção N-S, sendo a parte leste pertencente ao município de Nísia Floresta e a porção oeste ao município de São José de Mipibu. Assim, embora o rio seja totalmente pertencente ao município de São José de Mipibu, a microbacia é Estadual, pois os seus divisores englobam os dois municípios supracitados. Isto implica que um

consórcio intermunicipal será necessário para uma melhor gestão hídrica desta microbacia, ao menos deste compartimento, já que o de montante beneficia principalmente São José de Mipibu. O lençol freático neste setor apresenta profundidade menor que 5 m de tal modo que aflora na Mata da Bica, formando a nascente do rio Mipibu, caracterizando uma interconexão hidráulica entre ambos. Segundo Pereira (2001), isso fica também evidente quando se analisa o fluxo subterrâneo do aquífero livre, pois nitidamente alimenta o rio Mipibu tornando-o perene. Em direção ao exutório se verifica um terreno alagadiço com pequenos riachos afluentes, tanto na margem esquerda quanto na margem direita. Todavia, tais riachos sofrem uma dispersão na planície fluvial do rio Trairi.

4 - USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MIPIBU

4.1 - Compartimento de Jusante

No compartimento de jusante da microbacia do rio Mipibu as atividades antrópicas impactantes são bem evidentes conforme serão descritas a seguir (Figura 3).

4.2.1 - Mata Ciliar

A mata ciliar tem um papel importante como barreira protegendo a lixiviação de poluentes e evitando processos erosivos na margem do rio. Um exemplo típico é a Mata da Bica (Figura 4). Esta fica na parte central do compartimento sul e se revela como um vestígio ligeiramente circular da Mata Atlântica. Apenas algumas árvores de grande porte ainda restam um pouco abaixo da mesma ao longo do rio. Nas imediações da mesma observa-se a presença de lixo, o qual deve contribuir para a poluição do rio Mipibu.

4.2.2 - Lavagem de roupa

A lavagem de roupa ocorre junto à Mata da Bica (abaixo do ponto R4) com lançamentos de efluentes provenientes dos sabões, detergentes, alvejantes e outros materiais utilizados neste processo (Figura 5). Também são observados contatos primários ocasionais para fazer uso de higiene (Ponto de amostragem R2). A presença de caramujos pode ser indicadora de doenças de veiculação hídrica, como a esquistossomose.

4.2.3 - Captação Mata da Bica (CAERN)

Na Mata da Bica existe o Sistema de Abastecimento de Água Municipal através da captação de quatro poços tubulares da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte - CAERN: P_{C1}, P_{C2}, P_{C3} e P_{C4}.

4.2.4 - Lançamento de Esgoto e Criação de Animais

O principal lançamento de esgoto observado é proveniente de São José de Mipibu e ocorre próximo ao exutório (ponto de coleta R1) (Figura 06). O ponto de coleta foi definido como R5. O esgoto é lançado de forma “in natura”, pois não existe estação de tratamento de esgoto (ETE) nesta cidade. Fica evidente que a vazão medida de 20 L/s no rio é incapaz de auto-depurar este processo e, além de provocar um cheiro forte, principalmente na planície do rio Trairi, desvaloriza as propriedades vizinhas e impede qualquer atividade de recreação neste trecho do rio. Água servida também é lançada em pequenas quantidades em valas de pouca profundidade em ruas, oriundas das ocupações subnormais e escoadas em direção ao rio na Mata da Bica. Um ponto de lançamento de esgoto também ocorre acima da Mata da Bica proveniente de um posto de combustível e residências locais. Um sistema antigo de lançamento de esgoto ocorria na parte central do rio Mipibu, próximo ao ponto de coleta R3 cujo efluente era proveniente da rodoviária, a qual ainda se localiza nas proximidades.

Na parte sul, ocupando a pastagem, ocorre à criação de gado e próximo às ocupações subnormais verificou-se um ponto de criação de porcos, que apesar de bem higienizado, os efluentes deste sistema devem afetar o rio (Figura 07). Além de dejetos verificados dos porcos, também constatamos a criação de gado pelos moradores da região, fator esse que contribui para piorar a qualidade d’água do rio. Percebe-se também carcaça de animal morto (sapos, por exemplo) próximo à margem do rio, junto à Mata da Bica.

4.2.5 - Posto de Combustível e Urbanização

À montante da Mata da Bica encontra-se um posto de combustível e geralmente em atividades desta natureza são lançados na rede de esgoto óleos e graxas provenientes do lava jato. Além disso, podem ocorrer vazamentos de combustíveis no tanque de armazenamento.

Na parte nordeste deste compartimento a urbanização é intensa, ocasionando a impermeabilização do solo, gerando escoamento superficial e diminuindo a infiltração. A mudança de coloração amarelada da água do rio no período de chuva demonstra também uma turbidez elevada, provavelmente resultante da lavagem laminar do terreno compactado ou cimentado, pois processos de erosão linear são insignificantes. A cidade apresenta ainda um sistema difuso de fossas e sumidouros.

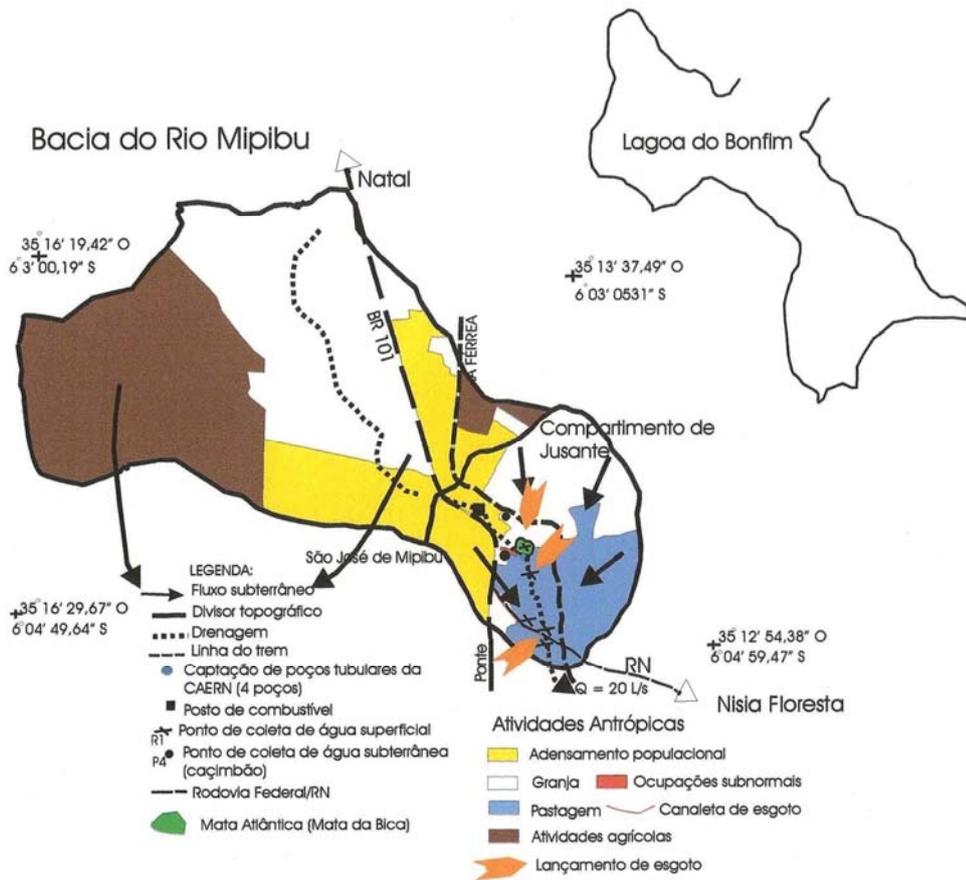


Figura 3 - Mapa de usos e ocupação do solo na microbacia do rio Mipibu-RN.



Figura 4 - Mata da Bica.



Figura 5 - Lavagem de roupa no rio Mipibu.



Figura 06 - Lançamento de água servida (ponto de coleta R5).



Figura 07 - Criação de porcos.

5 - QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO MIPIBU

5.1 Coliformes Termotolerantes

A concentração de coliformes na água é considerada um parâmetro indicador da existência de contaminação de origem fecal e, portanto, a potencialidade da água em transmitir doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, disenteria bacilar e cólera, entre outras. No rio Mipibu, a presença de coliformes indica a poluição por esgotos domésticos associada a fontes de poluição locais representadas pelas ocupações residenciais e criação de animais. Os resultados analíticos das amostras de águas superficiais (Figura 08) mostraram que o ponto de coleta R4 apresentou comportamento distinto, registrando concentração de coliformes fecais de 93 NMP/ 100 mL no período seco e variação de 34 e 5400 NMP/ 100 mL no período chuvoso.

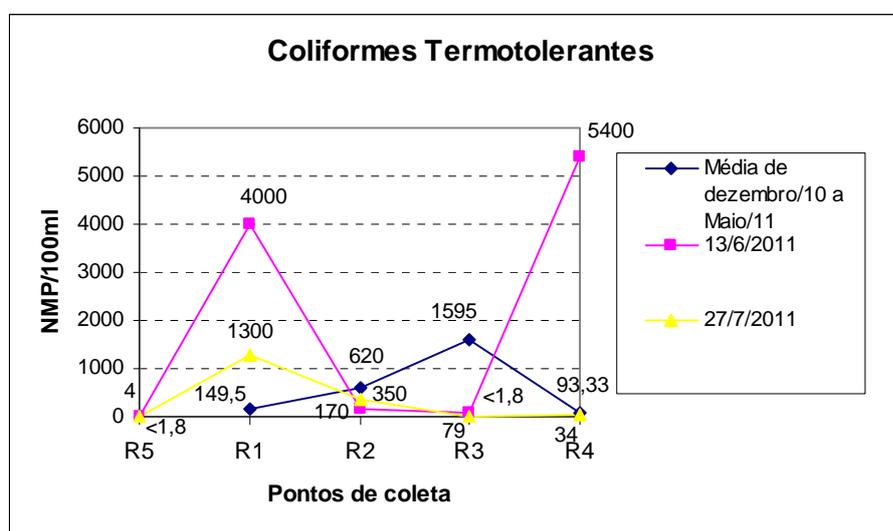


Figura 08 - Variação da concentração de coliformes termotolerantes ao longo de rio Mipibu/RN.

Além do ponto R4 o ponto R1 também apresentou elevados níveis de coliformes fecais com concentração em 100 mL variando de 4000 no período chuvoso e 149 no período seco. Os resultados mostram que as maiores concentrações de coliformes foram verificados no período chuvoso, podendo este fato estar relacionado ao escoamento superficial e ao grande aporte de matéria orgânica carregada pelas chuvas para as águas do rio. Este incremento de valores nas águas sugere a existência de coliformes acumulados nos solos oriundo de material fecal animal, associado a capacidade de movimentação desses organismos por mecanismos de transporte hidrológicos. Além disso, a montante do ponto R4 há recepção de uma rede de captação pluvial, fato que juntamente com a ligação de esgotos clandestinos pode ter contribuído para o aumento de

coliformes fecais. A exceção ocorreu no ponto de coleta R3 o qual apresentou maior concentração de coliformes fecais no período seco (1595 NMP/100mL). A contaminação deste ponto está possivelmente relacionada às contribuições anteriores provenientes da rodoviária de São José de Mipibu (lançamento de esgoto desativado) e a existência de agrupamento de casas e criatórios de animais localizados nas proximidades.

O aumento da concentração de coliformes em eventos chuvosos também foram constatados por LITTLE et. al. (2003) apud HADDAD (2007), que observaram picos nas concentrações de coliformes durante períodos chuvosos. Quanto a classificação das águas superficiais pela variável microbiológica, a Resolução CONAMA 357/05 determina que as águas de contato primário deverão obedecer a Resolução CONAMA 274/00 a qual avalia a condição da água em própria ou imprópria. Esta última classifica as águas em excelente (máximo de 250 coliformes termotolerantes), muito boa (máximo de 500 coliformes termotolerantes) e satisfatória (máximo de 1000 coliformes termotolerantes). Para os demais usos, não deverá exceder um limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mL.

5.2 - Nutrientes Nitrogênio e Fósforo

O nitrogênio juntamente com o fósforo são nutrientes essenciais à manutenção da vida de determinados microorganismos como algas e plantas aquáticas. A presença desses elementos em corpos d' água naturais é resultante principalmente da descarga de esgotos sanitários, efluentes de indústrias químicas, alimentícias e farmacêuticas, detergentes fosfatados, pesticidas, lixiviações de fertilizantes e criatórios de animais, etc.. Vários autores têm apontado para as doenças causadas pela ingestão de água com altas concentrações de nitrato e nitrito, através das águas de abastecimento. As altas concentrações desses nutrientes podem significar uma grande atividade bacteriana e carência de oxigênio em ambientes aquáticos, cenário semelhante ao encontrado nas margens da cidade do Rio Grande (BAUMGARTEN E NIENCHESKI, 1995). No meio aquático, o nitrato é resultante da oxidação bacteriana do amônio, tendo o nitrito como íon intermediário (BAUMGARTEN E POZZA, 2001). No presente estudo foi observado que na série nitrogenada o principal elemento a ser considerado no rio Mipibu foi o nitrato, já que o nitrogênio amoniacal e o nitrito apresentaram valores insignificantes e respectivamente menores que 0,5 mg/L N. O nitrato apresentou os maiores valores na nascente no ponto de coleta R4, conforme apresentado na figura 09, a qual também mostra que houve uma diminuição de montante para jusante. Provavelmente a retenção do esgoto na Mata da Bica tenha favorecido a degradação biológica naquele ponto, influenciando as maiores concentrações de nitrato. Entretanto, todos os valores de nitrato

permaneceram abaixo do limite de 10 mg/L N estabelecido pela Resolução 357/05 do CONAMA para águas doces de classe 1.

O fósforo total apresentou o valor máximo de 0,04 mg/L em R2 e nos outros pontos valores abaixo de 0,02 mg/L, não ultrapassando, portanto, em nenhum trecho o limite estabelecidos para águas doces de classe 2 onde, segundo o padrão CONAMA, o limite deve ser até 0,050 mg/L em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico.

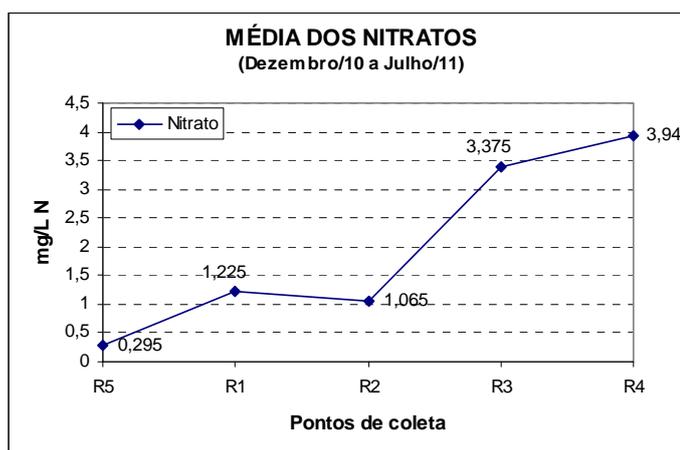


Figura 09 - Concentrações médias de nitrato ao longo do rio Mipibu/RN.

5.3 - Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH representa o grau de acidez ou basicidade do meio e é considerado um parâmetro bastante importante por influir diretamente nos ecossistemas aquáticos naturais devido aos seus efeitos na fisiologia da espécies aquáticas. O equilíbrio da biota aquática é dependente de faixas específicas do pH, já que alterações bruscas podem levar ao desaparecimento delas. Além disso, esse parâmetro também condiciona a solubilidade de diversos solutos incluindo contaminantes. O pH pode ser resultado de fatores naturais e antrópicos. Valores altos de pH (alcalino) de sistemas hídricos pode estar associado a proliferação de vegetais em geral, pois com o aumento da fotossíntese há consumo de gás carbônico e portanto, diminuição do ácido carbônico da água e conseqüente aumento do pH (VON SPERLING, 1996). Segundo a Resolução CONAMA 357/05, a faixa ideal de pH para a proteção da vida aquática em corpos de água naturais deve variar de 6 a 9. Já para águas de consumo humano pela Portaria 518/04 do MS, o pH deve apresentar valores entre 6,5 a 8,5. O pH apresentou valores próximos a neutralidade com variação de 6,11 em R4 a 7,63 em R5. Portanto, todos os valores obtidos para o pH ficaram dentro do limite estipulado pelo padrão CONAMA para manutenção da vida aquática.

5.4 - Demanda Biológica e Química de Oxigênio

Os parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) e Demanda Química de Oxigênio (DQO) correspondem ao consumo de oxigênio exercido por microrganismos aeróbios na estabilização da matéria orgânica. Entretanto, a DBO expressa apenas a matéria orgânica passível de ser estabilizada biologicamente enquanto na DQO está incluída a parcela estabilizada quimicamente, ou seja, são oxidadas tanto a fração biodegradável quanto a fração inerte do despejo tendo, portanto, valor sempre superior. Em locais que contêm substâncias tóxicas para as bactérias decompositoras, a única maneira de determinar se a carga orgânica é pela DQO ou carbono orgânico total, já que a DBO, não pode ser aplicada, pois há morte das bactérias. Quando uma amostra possui somente nutriente e não compostos tóxicos, o resultado da DQO pode também ser usado para estimar a DBO carbonácea (PEREIRA, 2003). Os resultados analíticos para as amostras de água superficial mostraram que a DBO calculada apresentou valor máximo de 2,85 mg/L no ponto de coleta R2 e mínimo de 1,77 mg/L no ponto R4, enquanto que a DQO apresentou valor mínimo de 4,0 mg/L no ponto de coleta R1 e 40,0 mg/L na nascente do rio (R4). A elevada relação DQO/DBO expressa a alta presença de material inerte. São apresentadas duas hipóteses nesse trabalho para explicar essa relação. A primeira está provavelmente relacionada ao descarte de efluentes brutos provenientes de um posto de gasolina existente à montante e próximo ao ponto R4. A segunda hipótese pode estar relacionada a outros fenômenos naturais que possam estar ocorrendo na área, tais como a bioacumulação de sedimentos presentes na biota local. Entretanto, este indicativo não é conclusivo. Segundo Von Sperling (1996), a relação DQO/DBO alta indica elevada fração inerte. Em esgotos brutos essa relação varia em torno de 1,7 a 2,4. Já em esgotos industriais, essa relação pode variar amplamente. O mesmo autor cita ainda que em um efluente de esgoto já biodegradado a fração biológica já está bastante reduzida, ao passo que a parte inerte continua inalterada e os valores da relação DQO/DBO tendem a serem superiores a 3,0. Embora a DBO tenha sido inferior ao limite permitido pela Resolução CONAMA 357/05, que é de 3,0 mg/L para águas doces de classe 1, foi observado elevada DQO em todos os pontos amostrados quando comparado aos valores de DBO. Há necessidade de maiores estudos para compreender melhor o comportamento dessas variáveis no meio avaliado.

5.5 - Sólidos Totais Dissolvidos (STD)

Os sólidos totais dissolvidos têm uma relação direta com a condutividade elétrica, a qual está relacionada à presença de íons presentes na água. Através da figura 10 pode ser observado que os maiores níveis de STD ocorreram nos pontos R3 e R5 com valores máximos e mínimos respectivos de 326,5 mg/L e 97,45 mg/L. Provavelmente, o valor mais elevado do ponto R5 está

relacionado a contribuições de esgotos domésticos observadas *in loco* durante os períodos de coleta, pois o mesmo é parte parcial de um sistema de esgotamento sanitário do município de São José do Mipibu. O ponto R3 também apresentou concentração de STD maior em relação aos pontos R1, R2 e R4. Este fato pode também estar relacionado ao lançamento de efluentes domésticos das ocupações subnormais, conforme observado no mapa de uso e ocupação do solo (figura 3). Todos os resultados obtidos para sólidos totais dissolvidos se apresentaram abaixo do limite de 500 mg/L estabelecido pelo padrão CONAMA para águas doces classe 1.

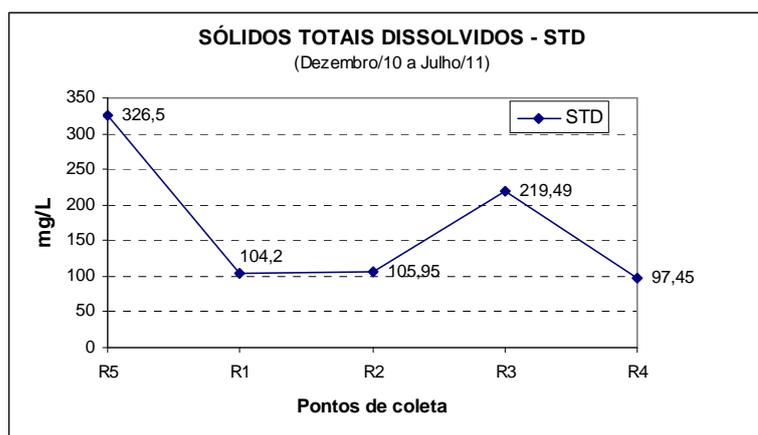


Figura 10 - Concentrações médias de STD ao longo do rio Mipibu/RN.

6 - CARACTERIZAÇÃO HIDROGEOLÓGICA

6.1 - Estrutura Hidrogeológica

Na Mata da Bica existe o sistema de abastecimento de água de São José de Mipibu através da captação de quatro poços tubulares da CAERN. O primeiro poço perfurado na década de 70 (P_{C3}) demonstrou ser surgente, com nível estático 2,0 m acima da superfície do terreno. Não há registro de que os demais poços tenham também apresentado este comportamento, provavelmente porque este confinamento é limitado, conforme discussão a seguir.

Os estudos de Pereira (2001) descreveram detalhadamente a ocorrência de uma compartimentação hidrogeológica na região oeste da lagoa do Bonfim (Figura 11). Assim, ficou constatado que a ocorrência da mesma era caracterizada por dois aquíferos: um superior, do tipo livre, até a profundidade média de 49,0 m, e o outro inferior, do tipo semi-confinado (com carga hidráulica menor do que o primeiro), separados por uma camada argilosa com características de aquitardo e espessura média de 6,0 m. Nesse estudo foi observado que não há uma conexão hidráulica direta entre esses aquíferos, visto que os níveis d'água dos poços rasos não reagiram ao bombeamento dos poços profundos. Esta compartimentação foi extrapolada para sul, a qual se

uma variação lateral de granulometria da camada confinante da parte NW (poços P_{C1} e P_{C2}) para a parte SE (poços P_{C3} e P_{C4}). Isto porque no poço P_{C2} verifica-se uma fácies argila siltica com 5,0 m de espessura e o poço P_{C01} apresenta um siltito arenoso compacto com raros seixos e espessura de 2,0 m. Por outro lado, o poço P_{C3} revela um arenito com espessura de 3,0 m e granulometria fina a siltica, com muitos grãos médios a grossos, além da presença de seixos. No poço P_{C4} , essa camada “confinante” também é descrita como um arenito, embora este seja argiloso. Essas observações estão sintetizadas em mapa da figura 20.

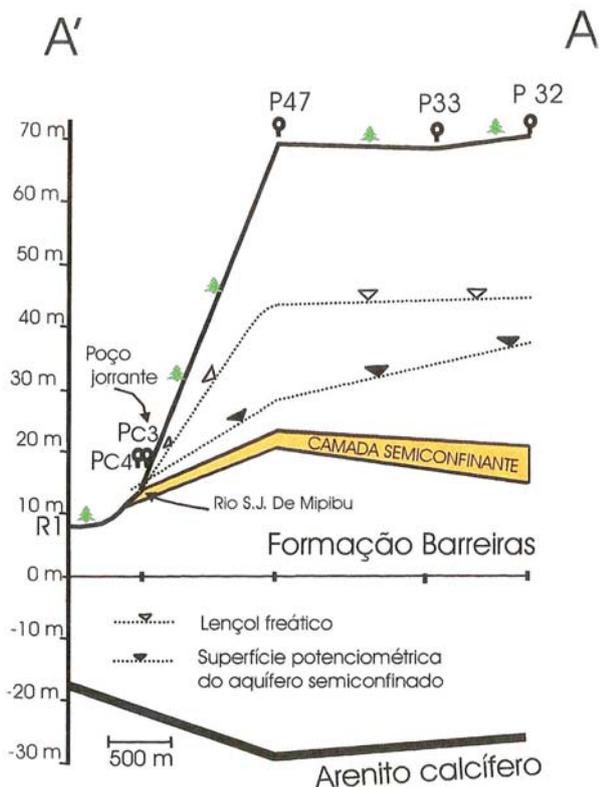


Figura 12 - Perfil hidrogeológico AA' (N-S) mostrando a compartimentação hidrogeológica, a qual finaliza nas imediações da Mata da Bica (Ver figura 11 para localização). P47, P33 e P32 são numerações de Pereira (2001).

6.2 - Análise dos Nitratos

O mapa de isovalores de nitratos na região da Mata da Bica, construído com dados de junho de 2011, relativo ao compartimento sudeste da microbacia do rio Mipibu, mostra dois setores principais de aumento da contaminação (Figura 14).

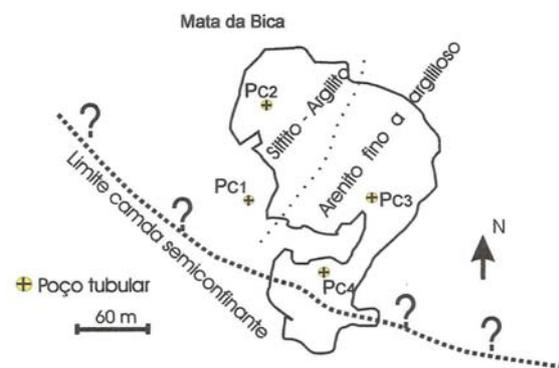


Figura 13 - Mapa simplificado de localização dos poços tubulares da CAERN e a variação lateral de fácies sedimentares.

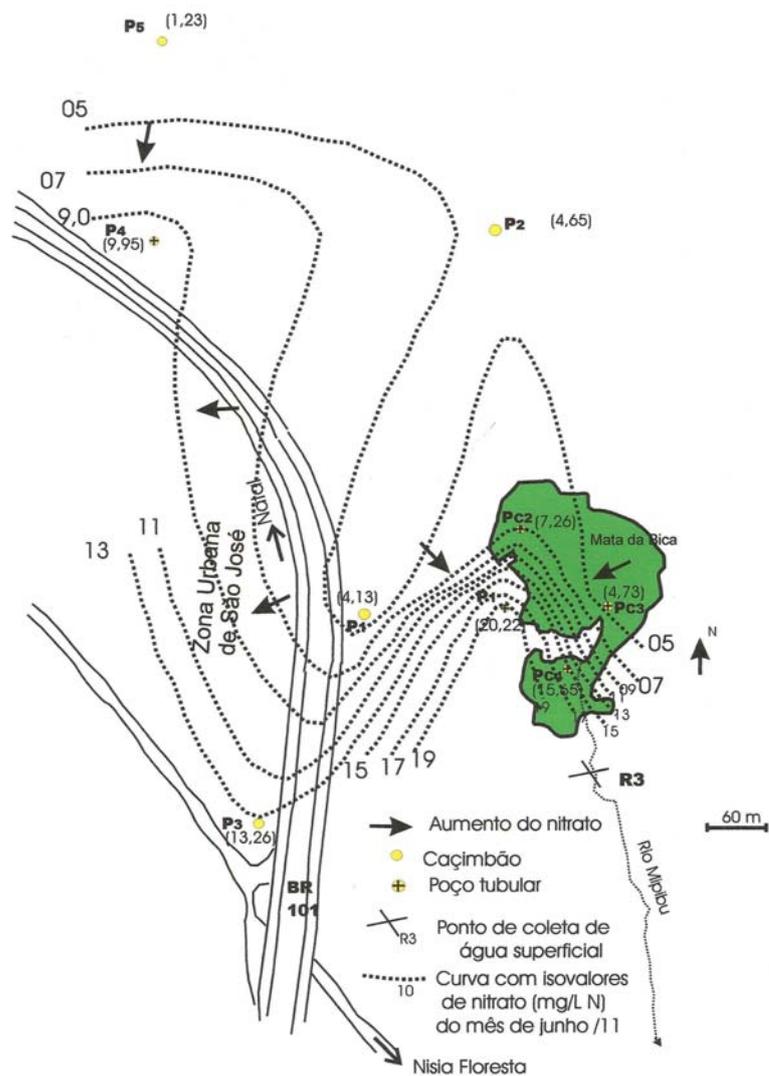


Figura 14 - Mapa de isovalores de nitratos (mg/L de N) na região da Mata da Bica (Junho de 2011).

O primeiro, a oeste da BR-101, situa-se justamente na zona urbana de São José de Mipibu, com valores máximos de 13,26 mg/L N (poço P₃), acima dos 10 mg/L N permitido pela Portaria 518/04 do Ministério da Saúde. A fonte de contaminação evidentemente deve ser difusa e está associada à biodegradação dos excrementos humanos em fossas e sumidouros. Além disso, as atividades de campo permitiram a identificação de cacimbões que foram transformados em fossa. Outros estão simplesmente abandonados, facultando uma fonte direta de poluição do aquífero.

Outro setor com valores elevados de contaminação por nitrato ocorre associado aos poços PC₁ (20,22 mg/L N) e PC₄ (15,66 mg/L N) na Mata da Bica, cujos valores mais uma vez estão acima do permitido pela Portaria 518/04 do M.S. Embora no mês de junho o poço PC₁ apresente maior valor, verifica-se que em termos médios, a partir de análises de monitoramento realizadas pela CAERN em 25/08/09, 03/03/10, 05/08/10, 16/08/10 e 06/06/11, os dois poços apresentam teores similares (13,97 mg/L N para o PC₁ e 12,97 mg/L N para o PC₄). Os teores medidos para o

íon nitrato, além de outros parâmetros, diferem dos demais poços (P_{C2} e P_{C3}) (Tabela 1). As análises químicas do poço P₃ também foram incluídas nesta tabela para comparação com a qualidade da água na zona urbana de São José de Mipibu, pois, embora os teores médios de nitratos estejam um pouco abaixo dos teores dos poços P_{C1} e P_{C4}, mostram um comportamento discrepante dos outros parâmetros físico-químico, indicando uma interferência mais significativa das atividades antrópicas, mesmo porque o poço P₃ trata-se de um poço raso (Poço amazonas).

Tabela 1 - Síntese dos parâmetros físico-químicos médios dos poços tubulares da CAERN e de um cacimbão (P₃) particular situado na zona urbana de São José de Mipibu.

PARÂMETROS	POÇO P _{C1}	POÇO P _{C2}	POÇO P _{C3}	POÇO P _{C4}	P ₃
Nitrato (mg/L N)	13,97	5,39	4,6	12,97	9,79
STD (mg/L)	177,23	109,24	95,78	175,5	326
pH	5	5,65	5,5	5,168	6,06
Cloreto (mg/L)	43,64	27,5	23,44	40,91	112,6
Sódio (mg/L)	45,2	29,66	26,5	41,33	93,2
Magnésio (mg/L)	8,49	3,96	3,08	7,39	11,57
Potássio (mg/L)	9,7	6,27	6,96	12,53	23,4

É bastante provável que a fonte de contaminação dos nitratos na Mata da Bica esteja associada aos lançamentos de esgoto neste setor, conforme mapa de uso e ocupação do solo (Figura 3), a qual deve ser contínua em função da presença de coliformes termotolerantes nas águas superficiais em quantidades significativas (Figura 16), além dos valores mais elevados de nitratos ocorrerem justamente nos pontos R3 (3,37 mg/L N) e R4 (3,94 mg/L N), conforme figura 17. Desse modo, a Mata da Bica, se por um lado provoca a mineralização do esgoto aumentando a concentração de nitrato neste setor de montante do rio, os quais também funcionam como nutrientes, por outro lado auxilia na infiltração dos nitratos e passa a comprometer a qualidade da água subterrânea. Informações de lançamento de esgoto desativado nesta localidade proveniente da rodoviária pode ainda estar influenciando na geração de nitratos, já que o nitrato age de forma persistente no meio subterrâneo.

Embora os valores de nitrito e nitrogênio amoniacal estiveram, na maioria das vezes, dentro dos limites permitidos pela Portaria 518 do M.S. nas amostras dos poços tubulares e amazonas, exceção feita para o P₂ que em 13/06/11 indicou 4,35 mg/L de nitrito (NO₂⁻-N), a presença de coliformes termotolerantes em praticamente todas as análises dos poços amazonas (atingindo valor máximo de 280 NMP/100ml) e algumas vezes nos profundos, indicam contaminação recente, além de reforçar a interconexão hidrodinâmica acentuada entre os aquíferos discutidos. Os valores do pH

caracterizam uma água ácida e estão abaixo do limite de potabilidade recomendado pela Portaria 518/04 do MS.

A figura 15 expressa na forma de um gráfico os dados da tabela 1 e mostra que as características hidroquímicas são muito semelhantes em relação aos cloretos, sódio e STD, praticamente superpondo os valores em alguns casos. Esses dados reforçam a fonte de contaminação das águas desses poços pelas águas servidas, as quais são ricas nestes parâmetros.

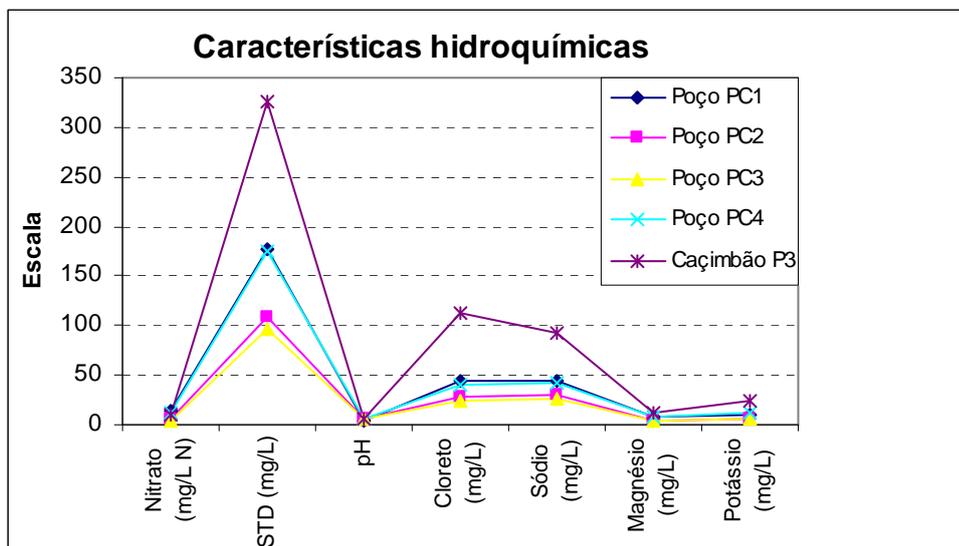


Figura 15 - Comportamento hidroquímico da água subterrânea na região da Mata da Bica.

7 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação à qualidade físico-química do rio Mipibu, os parâmetros nitrato, nitrito, STD e DBO ficaram em todos os pontos de coleta dentro dos limites permitidos pela Resolução 357/05 para águas doces classe 1. A exceção foi o ponto de coleta R3, onde foi observada concentração de fósforo total permitido para águas doces classe 2. Já o parâmetro microbiológico coliformes fecais apresentou concentração em alguns trechos do rio acima do limite máximo de 1000 coliformes fecais/100 mL estabelecido pela Resolução CONAMA 274/00, sendo considerada, nesses locais, imprópria para qualquer uso direto pela população sem tratamento prévio. Além disso, em todos os trechos avaliados do rio foi verificada a presença de coliforme fecal em 100 mL, não atendendo, portanto, em toda a extensão estudada, os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria 518/04 do M. S..

As informações hidrogeológicas e hidroquímicas indicam que a área é vulnerável à contaminação por infiltração de esgotos domésticos.

Devido a essa contaminação das águas subterrâneas por nitrato, o sistema de abastecimento necessita de um processo de diluição para que a concentração de nitratos fique abaixo dos 10 mg/L N, conforme recomendação da Portaria 518/04 do M.S. para potabilidade.

Recomenda-se o aterramento de cacimbões abandonados ou transformados em fossas e proteção sanitária dos poços do Sistema de Abastecimento Público na Mata da Bica.

Conclui-se que tanto o rio quanto os poços analisados pertencentes à microbacia do rio Mipibu necessitam de cuidados, sendo recomendado que os poços e o rio sejam monitorados para garantir a qualidade de suas águas. Destaca-se como primordial a implantação de um sistema de esgotamento sanitário eficiente na zona urbana, a fim de minimizar os impactos ambientais na qualidade das águas superficiais e subterrâneas nesta microbacia.

Dentre outras recomendações, destaca-se ainda a necessidade de:

- planejamento do uso do solo com restrição ao uso da parte central do compartimento de montante da microbacia, tendo em vista a mesma funcionar como importante área de recarga associada a uma bacia fechada;

- investigação da bacia de montante como futura área de exploração de água subterrânea para suprir o abastecimento público municipal;

- preservação do rio Mipibu e da Mata da Bica tendo em vista o valor histórico e ambiental para a cidade;

- construção detalhada de um mapa de fluxo subterrâneo para identificação e preservação da área de contribuição subterrânea que alimenta o sistema de abastecimento público de São José de Mipibu;

- estudos para a verificação da interferência do rebaixamento provocado pelo bombeamento dos poços tubulares profundos da CAERN nos poços rasos e no próprio rio Mipibu, a fim de melhor quantificar a vulnerabilidade do meio hidrogeológico.

- adequação das condições de lançamento de efluentes conforme à Resolução CONAMA 430/11.

8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER ENVIROMENT FEDERATION (WEF). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 1995.
2. BAUMGARTEN, M. G. Z.; NIENCHESKI, L. F. **Qualidade das águas que margeiam a cidade do Rio Grande: nutrientes e detergentes dissolvidos**. *Atlântica*. 1995.v.p.17.

3. BAUMGARTEN, M. G. Z.; POZZA, S. A. **Qualidade de Águas. Descrição de Parâmetros Químicos referidos na Legislação Ambiental.** Rio Grande: Editora da FURG, 2001. 166p.
4. CAMPBELL, J. Nitrogen excretion. IN: PROSSER, C. L. **Comparative animal physiology.** Philadelphia: W.B. Saunders, 1973. p. 279 - 316.
5. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Ministério do Meio Ambiente. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama/>>. Acesso em: 14 mai. de 2011.
6. CPRM (Serviço Geológico do Brasil) 2005. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do Município de São José de Mipibu, Estado do Rio Grande do Norte.** Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Saulo de Tarso Monteiro Pires, Donaldson Eliezer Guedes Alcoforado da Rocha, Valdecir Galvão Duarte de Carvalho. Recife: CPRM/PRODEEM <http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/rgnorte/relatorios/SJDM138.PDF>.
7. CUNHA, C. L. N.; FERREIRA, A. P. Mathematical modeling to assess the effects of organic waste dumping on sanitary conditions of environmental waters. Cad. Saúde Pública., Rio de Janeiro, 2006.v. 22, n. 8.
8. HADDAD, E. A. **Influência antrópica na qualidade da água da bacia hidrográfica do rio São Miguel, Carste do alto São Francisco, Minas Gerais.** 156 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, 2007.
9. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.(IBGE) **Censo Demográfico 2010. Cidades.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 15 de maio, 2011.
10. INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E MEIO AMBIENTE.(IDEMA) **Estudo sócio econômicos: Perfil – Seu Município,** 2003. Disponível em:<http://www.rn.gov.br/secretarias/idema/perfil_municipio.asp>. Acesso em: 15 de maio, 2011.
11. LEBO, M.E., Particle-bound phosphorus along an urbanized coastal plain estuary. Mar. Chem., 34: 225-246. 1991.

12. MABESOONE J. M. *et al.* 1991. Nota Explicativa dos Mapas. In : **Estudos Geológicos: Revisão Geológica da Faixa Costeira de Pernambuco, Paraíba e Parte do Rio Grande do Norte**, UFPE - Recife, Série B, v. 10, p. 21-31.
13. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria n.º 1469, de 29 de dezembro de 2000.**
14. MORREL, J. M.; CORREDOR, J. E. **Sediment Nitrogen Trapping in a Mangrove Lagoon. Estuarine**, Coastal and Shelf Science. 1993.v.37, n.203-212.
15. PEREIRA, R. 2001. Caracterização Hidrológica do Sistema Lacustre Bonfim – RN, Brasil. Tese de doutorado. 212 p..
16. PEREIRA, R. S. **Processos que regem a qualidade da água da Lagoa dos Patos, segundo o modelo Delft3D**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) - Fundação Universidade Federal do Rio Grande, 2003. 149p.
17. SILVA, G.S.; JARDIM, W. F. **A new water quality index for protection of aquatic life applied to the Atibaia River, region of Campinas/Paulínia cities – São Paulo State**. Quím. Nova., São Paulo, 2009. v. 29, n. 4.
18. SUDENE 1990. **Dados Pluviométricos Mensais do Nordeste**. Recife (Série Pluviométrica , 4).
19. VON SPERLING, E.. **Afinal, quanta água temos no planeta?** Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH), 2006. v. 11, n.4. Out/Dezembro. p. 189-199.
20. VON SPERLING, M. **Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos**. 2 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.
21. VALENTE, J. P. S.; PADILHA, P. M.; SILVA, A. M. M. **Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu - SP**. Eclét. Quím. 1997.