

AVALIAÇÃO HIDROGEOQUÍMICA DOS RECURSOS HÍDRICOS NA ÁREA DE ABRANGÊNCIA DO PARQUE ESTADUAL DO UTINGA – BELÉM(PA)

Vânia Eunice Bahia¹; Norbert Fenzl²; Luíz Rogério Bastos Leal³ Gundisalvo Piratoba Morales⁴

RESUMO

Belém, a maior cidade da Amazônia, convive com graves problemas de degradação ao meio ambiente. A cidade cresce de forma confusa e caótica e problemas ambientais agravam a situação da saúde pública e criam, entre outras coisas, problemas sérios para áreas de proteção ambiental.

O Parque Estadual do Utinga, com uma área total de 8.989.500 m², abrange os Lagos Bolonha e Água Preta, que são os dois grandes reservatórios de água superficial que a Região Metropolitana de Belém dispõe desde a década de 30 e responsáveis atualmente pelo abastecimento de sua população. Devido a pressão urbana com o surgimento de favelas sem saneamento básico, desmatamento e a ocupação de terra com fins especulativos, esta área de proteção ambiental vem sofrendo impactos e processo de degradação ambiental crescentes.

O presente projeto de pesquisa, teve como objetivo, realizar uma avaliação hidrogeoquímica das águas desta área de proteção ambiental, visando conhecer seus condicionantes ambientais e melhorar os serviços prestados à população local.

Os resultados analíticos obtidos para com os principais parâmetros analisados nas amostras das águas naturais, refletiram características geoquímicas e climáticas da área, além de influência antropogênica, alterando algumas características geoquímicas tanto das águas superficiais, quanto das subterrâneas, em períodos sazonais distintos.

¹ Curso de Pós-Graduação em Geologia/UFBA: Rua Barão de Geremoabo, S/N - Campus Universitário de Ondina - CEP: 40170-280 – Salvador (BA) - Fone: (71) 3283-8534 - Fax: (71) 3283-8501 – E-mail: vbahia@ufpa.br;

² Núcleo de Altos Estudos Amazônicos/UFPA: Campus Universitário do Guamá – Setor Profissional - Av. Perimetral, S/N^o – Belém (PA) - CEP: 66075-110 - Fone/Fax: (91) 3201-7868 – E-mail: norbert@ufpa.br;

³ Curso de Pós-Graduação em Geologia/UFBA: Rua Barão de Geremoabo, S/N - Campus Universitário de Ondina - CEP: 40170-280 – Salvador (BA) - Fone: (71) 3283-8619 - Fax: (71) 3283-8501 – E-mail: lrogerio@ufba.br.

⁴ Centro de Ciências Naturais e Tecnologia-CCNT/UEPA: Trav. Enéas Pinheiro, 2626 – CEP: 66000-000 – Belém (PA) - Fone: (91) 3276-4011 – E-mail: gundy_morales@yahoo.com.br

ABSTRACT

Belém, the largest city in Amazonia, is confronted with serious issues regarding environmental degradation. A chaotic and mixed up growth, plus environmental problems caused by the city expansion deteriorate the public health conditions, while escalating environmental protection problems, on the other hand, constantly threat the communities.

The State Park of Utinga, with area of 8,989,500 sq meters, located in the Metropolitan Region of Belém, encompasses the Bolonha and Água Preta lakes, which are the two great superficial water reservoirs supplying water for the population of the Metropolitan Region of Belém since the 30's. Due to urban pressure with the sprouting of slum quarters without basic sanitation, land deforestation and occupation with speculative ends, this protected environmental area is suffering impacts and an environmental degradation process.

This research project had as main objective, a hydrogeochemical evaluation of water the area of environmental protection, in order to assess its environmental condition and improve services for local people.

The chemical analysis results obtained from the main tested parameters performed in natural water samples collected in the study area, reflected geochemical characteristics of the area, and anthropogenic influence, which modified some geochemical characteristics of both surface and ground water in different seasonal periods.

Palavras-Chaves: Hidrogeoquímica, Parque Estadual do Utinga, Degradação Ambiental

1 – INTRODUÇÃO

Em Belém, metrópole da Amazônia, são visíveis as formas de degradação ao meio ambiente. Problemas ambientais decorrentes de sua expansão se configuram sobre o meio ambiente oriundos principalmente do crescimento urbano, havendo por isso um quadro sócioambiental permissivo e favorecedor de agravos à saúde da população, que ocorrem em grande número, gravidade e proporção (Bahia, 2003).

O abastecimento da capital paraense é feito basicamente através da captação de águas superficiais e em alguns casos por aproveitamento de águas subterrâneas. No Parque Estadual do Utinga, estão localizados os mananciais responsáveis por 75% do abastecimento da população de Belém (CENSA/COSANPA, 1983). É importante salientar que estes mananciais foram definidos e

hierarquizados como uma das cinco prioridades ambientais do Estado do Pará, com base nos problemas ambientais existentes e em documentos elaborados que apontam alternativas de contribuição ao desenvolvimento sustentável do Estado, como a Agenda Positiva e o Plano Plurianual do Estado do Pará – PPA/2000-2003 (PARÁ, 2000). Portanto, a proteção das águas desses mananciais é um tema considerado de grande impacto social, relacionado com a melhoria das condições sanitárias e da qualidade de vida da população da Região Metropolitana de Belém.

Na década de 90, com o agravamento do problema de captação de águas destinadas ao abastecimento da cidade, houve a necessidade de se aprimorar os instrumentos legais para que fossem preservadas as áreas de entorno dos mananciais de abastecimento da cidade. Portanto, através do Decreto Nº 1551, de 03 de maio de 1993, foi criada a Área de Proteção Ambiental dos Mananciais de Abastecimento de Água de Belém, com a finalidade de assegurar a potabilidade da água dos mananciais através da restauração e da manutenção da qualidade ambiental dos lagos Água Preta e Bolonha, do rio Aurá e respectivas bacias hidrográficas, com base em critérios urbanísticos e ecológicos do uso do solo.

A problemática do Parque Estadual do Utinga existe em decorrência da urbanização crescente e desordenada, que se verifica nos municípios de Belém e Ananindeua, levando ao surgimento de bairros, conjuntos residenciais e à multiplicação de favelas, o que vem afetando as principais nascentes das bacias hidrográficas localizadas na área de estudo, algumas já seriamente comprometidas.

Diante deste quadro apresentado ao longo de décadas, ratificam-se preocupações no intuito de garantir a manutenção desta área de preservação. Impactos ambientais, seja pela poluição hídrica, através de esgoto a céu aberto, seja pelo desmatamento e acelerada ocupação desse espaço, ameaçando-os progressivamente, com inevitáveis prejuízos ecológicos, se refletem não apenas na erosão e diminuição da capacidade de reserva dos mananciais, como também, na poluição das águas e na alteração biológica inevitável do ecossistema como um todo.

1.1 – LOCALIZAÇÃO E ACESSO À ÁREA DE ESTUDO

A Região Metropolitana de Belém abrange os municípios de Belém, Ananindeua e parte de Benevides. O Parque Estadual do Utinga está localizado na área do Utinga, pertencente ao município de Belém, situado na Zona de Proteção de Recursos Naturais (ZPRN), ratificada como área pertencente ao município de Belém pelo protocolo celebrado entre a Prefeitura Municipal de Belém e a Prefeitura Municipal de Ananindeua, em outubro de 1991 (IDESP, 1991) (Figura 1).

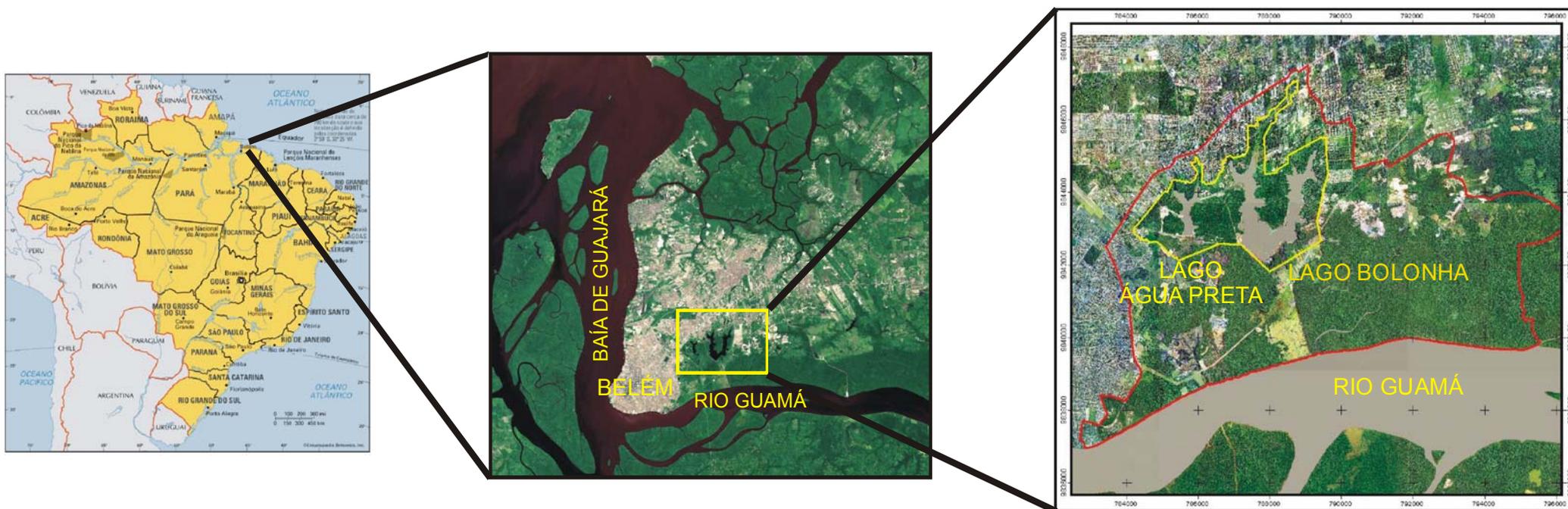


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.

2 – CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

2.1 - GEOLOGIA

A área estudada está situada em uma província geológica de cobertura Cenozóica, cujos terrenos se constituem de rochas sedimentares que podem atingir até 4 km de espessura e que pertencem à Bacia Sedimentar do Amazonas, sobrejacente a um substrato granito-gnaíssico. Segundo Farias et al. (1992), as observações geológicas de superfície identificaram que os terrenos de Belém e seus arredores são formados em quase sua totalidade por sedimentos arenosos da unidade Pós-Barreiras.

2.2 – HIDROLOGIA

A rede hidrográfica da área em estudo é representada principalmente pelo rio Aurá, principal tributário do rio Guamá, os lagos Bolonha e Água Preta, que se encontram localizados no sistema hídrico do Parque Estadual do Utinga, que compreende um conjunto de bacias superficiais e subterrâneas, formada por drenagens de pequeno porte e de pouca extensão, como os igarapés Santo Antônio, Pescada, Juvêncio, Juruca e Santana, com nascentes no próprio local.

2.3 – HIDROGEOLOGIA

Os principais aquíferos da Região Metropolitana de Belém são constituídos pelos sedimentos clásticos arenosos do Quaternário, do Grupo Barreiras e da Formação Pirabas.

3 – METODOLOGIA

3.1 – TRABALHO DE CAMPO

3.1.1 – Localização dos pontos de amostragem das águas subterrâneas

A localização dos poços de monitoramento, foi baseada em áreas com intensa influência antropogênica, próximas à áreas de grande expansão urbana. Para a instalação e construção dos poços de monitoramento, foram seguidas as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1997) (Figura 2).

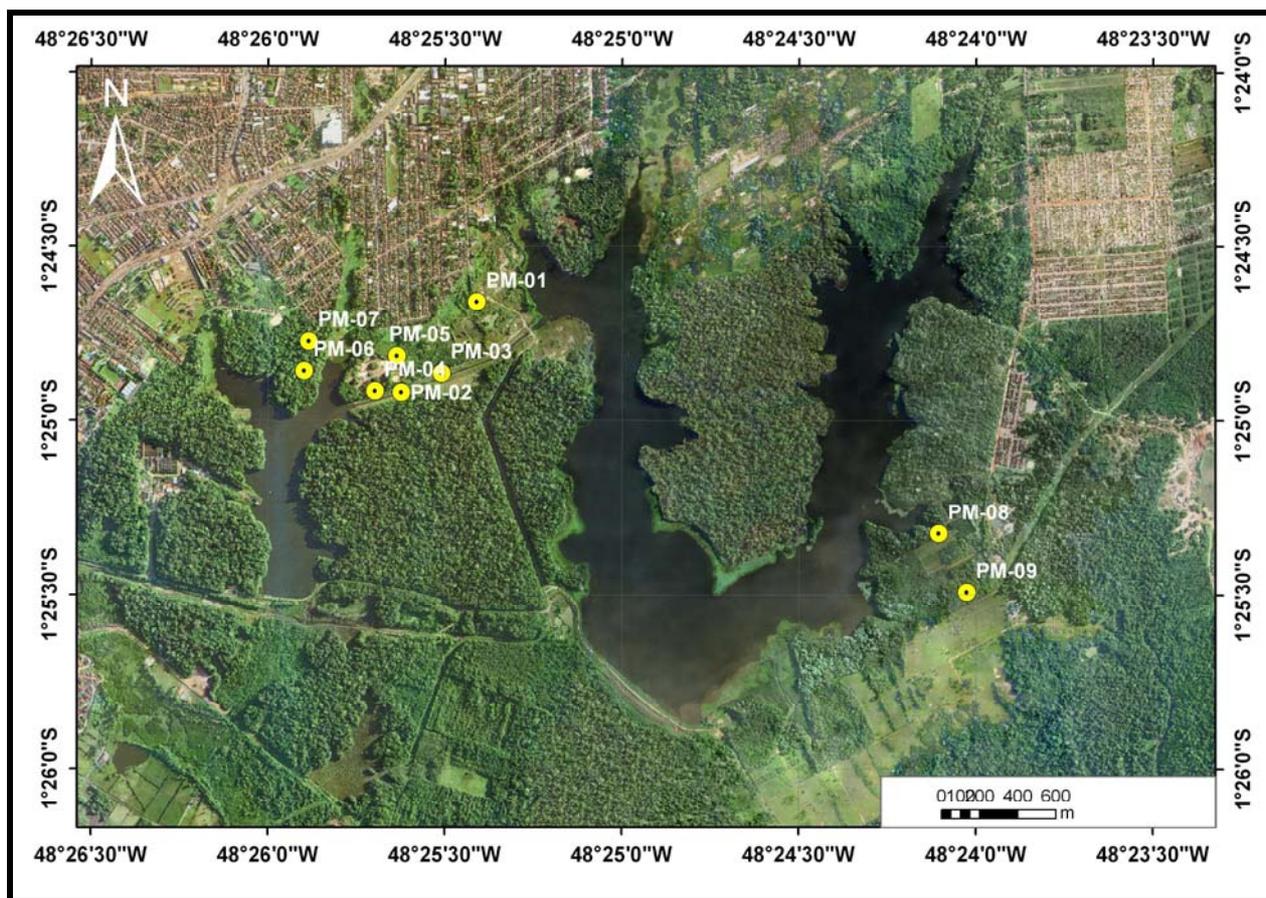


Figura 2 – Localização dos poços de monitoramento na área de estudo.

3.1.2 – Localização dos pontos de amostragem das águas superficiais

A coleta de amostras de águas superficiais foi realizada na área de abrangência do Parque Estadual do Utinga, principalmente nos Lagos Bolonha e Água Preta, por serem considerados as principais fontes de abastecimento da Região Metropolitana de Belém (Figura 3).

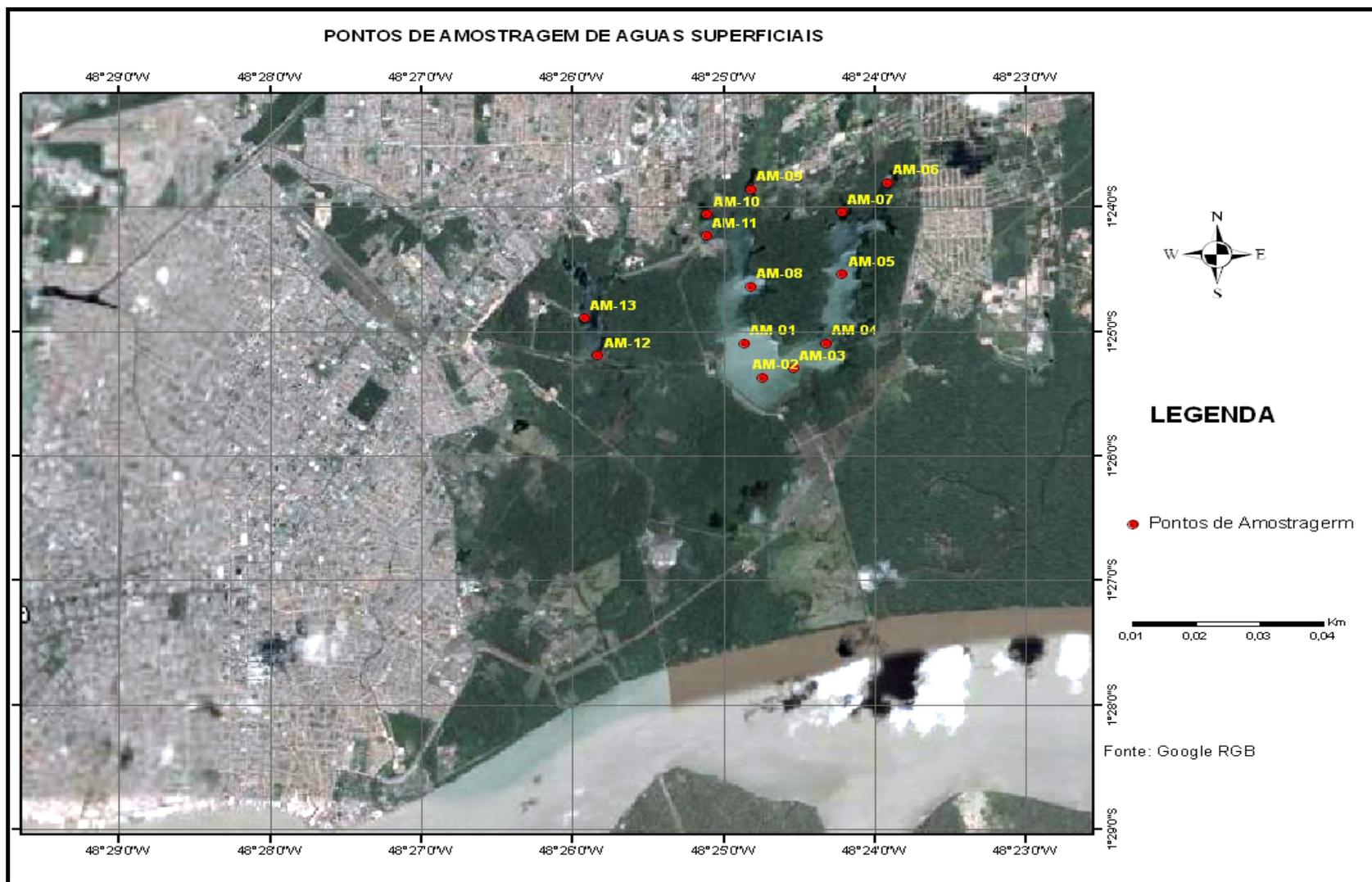


Figura 3 – Localização dos pontos de amostragem de águas superficiais na área de abrangência do Parque Estadual do Utinga.

3.1.3 – Coleta de amostras

A coleta de água ocorreu tanto nos períodos de estiagem, quanto no período chuvoso. As medidas de pH e condutividade elétrica foram realizadas nos locais da amostragem. A coleta e preservação das outras amostras foram realizadas de acordo com as orientações do Guia de Coleta e Preservação de Amostras d'água da CETESB (1987).

3.1.4 – Preservação das amostras

Foram seguidos os critérios de preservação e tempo de execução das análises indicadas segundo a CETESB (1987) e APHA-AWWA-WPCF (1980).

3.2 – TRABALHO DE LABORATÓRIO

As diferentes análises físico-químicas e bioquímicas foram realizadas no laboratório de Hidrocarbonetos do CCNT/UEPA, seguindo as metodologias convencionalmente reconhecidas.

3.2.1 – Parâmetros químicos analisados em Laboratório

- **Oxigênio Consumido (O_2C):** Obtido através de titulação com $MnO_4^- - C_2O_4^{2-}$.

- **Sódio (Na^+), Cálcio (Ca^{2+}), Magnésio (Mg^{2+}), Potássio (K^+):** Espectrometria de Emissão Atômica Seqüencial por Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-AES), com visualização Radial do Plasma cobrindo uma faixa espectral de 189 a 940 nm.

- **Cloreto (Cl^-):** Determinado pelo método volumétrico, utilizando nitrato de prata ou nitrato de mercúrio (*Standard Methods* APHA-AWWA-WPCF, 1980).

- **Sulfato (SO_4^{2-}):** Determinado pelo método turbidimétrico (*Standard Methods* APHA-AWWA-WPCF, 1980).

- **Nitrito (NO_2^-):** Determinado pelo método de Bendschneider & Robinson (Aminot & Chaussepied, 1983).

- **Demanda Química de Oxigênio (DQO):** obtido pelo método da oxidação de dicromato de potássio em meio ácido, (Standard Methods APHA-AWWA-WPCF, 1980).

- **Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO):** método da incubação por 5 dias a 20°C, segundo APHA-AWWA-WPCF (1980).

- **Metais pesados (Fe, Cd, Zn, Ni):** Espectrometria de Emissão Atômica Seqüencial por Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-AES), com visualização Radial do Plasma cobrindo uma faixa espectral de 189 a 940 nm (Standard Methods APHA-AWWA-WPCF, 1980).

4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - RESULTADOS ANALÍTICOS DO SISTEMA HÍDRICO SUPERFICIAL DO PARQUE ESTADUAL DO UTINGA

Os resultados analíticos realizados nas amostras de águas superficiais na época de estiagem e de chuva foram, foram organizados e sistematizados computacionalmente. As Tabelas 1 a 4 mostram os resultados da média dos resultados obtidos em ambos os períodos sazonais. Para efeitos de discussão, os resultados foram comparados com os padrões de qualidade legislados no Artigo 15 da Resolução CONAMA Nº 357 de 17/03/2005.

Os resultados de pH em todas as amostras coletadas, ficaram dentro da faixa de aceitação legal. O pH das amostras de água superficial, ficaram mais acidas na época de chuva (média de 6,0) do que na época de estiagem (média de 6,3). O pH das amostras coletadas na época de chuva, mostraram menor variabilidade como refletido no desvio padrão de 0,8 menor que 1,8, que foi o desvio padrão mostrado pelas amostras na época de estiagem. Como se esperava, as amostras mostraram pH na faixa ácida, o que é causado principalmente pela abundante vegetação na área de estudo, característica comum das águas continentais da região. Portanto, os valores de pH obtidos, podem ser considerados normais para ambientes da região amazônica.

A condutividade mostrou variação significativa, ao se comparar os resultados obtidos na época de seca e de chuva. As amostras coletadas na época de chuva mostraram valores menores de condutividade (média de 36,9 uS/cm) em comparação com os valores obtidos na época de estiagem (média de 79,3 uS/cm). Normalmente as águas de chuva apresentam menores valores na condutividade elétrica por causa do menor conteúdo de sais dissolvidos.

O comportamento dos Sólidos Totais Dissolvidos (STD), mostraram o mesmo comportamento mostrado pela condutividade, com valores menores na época de chuva se comparado com os valores de STD registrados na época de estiagem.

A concentração de cloreto mostrou um comportamento similar ao observado pela condutividade e dos STD, com maiores valores na época de estiagem (média de 11,8 mg/L) e valores menores na época de chuva (média de 9,2 mg/L).

Comportamento inverso ao mostrado pela condutividade, STD e cloreto foi mostrado pelo bicarbonato. O valor da média na época de estiagem (média de 37,8 mg/CaCO₃) foi maior que a média mostrada na época de chuva (média de 29,4). Aparente alcalinidade ou a variação do pH podem ser as causas do comportamento um tanto anômalo do bicarbonato.

O comportamento da turbidez mostrou valores aleatórios, com maiores valores na época de estiagem (média de 11,0 UNT) do que na época de chuva (17,5 UNT). A cor mostrou comportamento contrário ao da turbidez, com menores valores na época de chuva (35,0 UC) e maiores na época de estiagem (média de 45,2 UC).

Em geral os resultados dos componentes catiônicos principais (Ca Mg, Na e K), mostraram maiores teores na época de estiagem se comparados ao período chuvoso. Estudos anteriores realizados nos recursos hídricos locais sempre evidenciaram o mesmo comportamento, com maiores teores na época de estiagem.

Os valores da Demanda Bioquímica de Oxigênio (BDO) e a Demanda Química de Oxigênio (DQO) se mostraram compatíveis com as características ambientais e climáticas da região de clima tropical úmido, com valores elevados na temperatura e pluviosidade. Os valores da DBO mostraram-se maiores na época de estiagem (média de 8,3 mg/L) se comparados com os teores observados na época de chuva (média de 5,9 mg/L), embora os dois valores estejam acima de 5,0 mg/L, que é o máximo valor aceito pela legislação vigente. Quantitativamente, a DQO acompanhou o comportamento da DBO com maiores teores na época de estiagem (média de 56,5 mg/L), se comparados com a época de chuva (média de 12,7 mg/L).

Considerando o parâmetro de oxigênio dissolvido (OD), todas as amostras coletadas na época de estiagem e de chuva, mostraram boas taxas de oxigenação com teores dentro do padrão de qualidade (8, mg/L), sendo que os valores de OD ficaram maiores na época de chuva e menores na época de estiagem.

Em relação ao ferro, todas as amostras coletadas, tanto na época de estiagem como na época de chuva, mostraram valores aleatórios com médias (3,0 mg/L), no limite máximo permitido pela legislação. Os metais pesados (Cd, Cu, Zn e Pb) ficaram abaixo do nível de detecção do aparelho nas quatro campanhas de amostragem.

Tabela 1 - Resultados analíticos obtidos em amostras de águas superficiais, na área de abrangência na época de chuva.

Parâmetro	T	pH	Condutividade	STD	Cl	Alcalinidade	HCO3	NH3	Cor	Turbidez	Sulfato	DQO
Amostra			uS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mgPtCo	NTU	mg/L	
AM-01	27,0	6,2	26,9	12,0	10,2	32,4	32,3	0,0	40,0	23,0	5,0	14,7
AM-02	28,0	6,2	26,5	12,0	10,2	32,4	32,3	0,1	50,0	24,0	5,0	10,3
AM-03	29,0	6,1	24,8	12,0	8,5	29,4	29,4	0,1	55,0	24,0	6,0	5,9
AM-04	28,0	6,1	29,3	14,0	12,0	32,4	32,3	0,0	25,0	26,0	5,0	7,6
AM-05	28,0	6,1	34,0	16,0	6,8	38,2	38,2	0,0	30,0	12,0	4,0	19,8
AM-06	28,0	5,8	48,8	23,0	6,8	38,2	38,2	0,0	15,0	6,0	4,0	12,9
AM-07	29,0	6,0	40,8	19,0	10,2	47,1	47,1	0,0	25,0	6,0	4,0	12,2
AM-08	29,0	6,1	31,8	15,0	6,8	35,3	35,3	0,0	50,0	21,0	4,0	7,1
AM-09	28,0	5,9	48,8	23,0	13,7	44,1	44,1	0,0	25,0	13,0	4,0	14,0
AM-10	28,0	5,9	47,8	22,0	10,2	47,1	47,1	0,0	40,0	23,0	4,0	16,5
AM-11	29,0	6,1	42,0	18,0	6,8	38,2	38,2	0,0	45,0	21,0	4,0	13,6
AM-12	30,0	5,9	37,7	18,0	6,8	38,2	38,2	0,1	30,0	13,0	4,0	15,5
AM-13	30,0	5,9	39,9	20,0	10,2	38,2	38,2	0,0	25,0	15,0	5,0	15,3
Média	28,54	6,0	36,9	17,2	9,2	37,8	37,8	0,0	35,0	17,5	4,5	12,7
Desvio Padrão	0,88	0,14	8,66	4,09	2,26	5,61	5,61	0,04	12,42	6,97	0,66	4,03
Máximo	30,0	6,2	48,8	23,0	13,7	47,1	47,1	0,1	55,0	26,0	6,0	19,8
Mínimo	27,0	5,8	24,8	12,0	6,8	29,4	29,4	0,0	15,0	6,0	4,0	5,9

Tabela 2 - Resultados analíticos obtidos em amostras de águas superficiais, na área de abrangência na época de chuva (Cont.).

Parâmetro	DBO	NO3	Fe	Ca	Cd	Cu	K	Mg	Mn	Na	Pb	Zn
Amostra				mg/L								
AM-01	5,5	0,850	0,200	0,625	0,004	0,018	0,291	0,917	n.d.	0,294	0,232	0,000
AM-02	4,5	0,780	0,230	0,560	n.d.	0,020	0,290	0,925	n.d.	0,285	0,006	n
AM-03	6,3	1,630	0,350	0,153	n.d.	0,002	0,227	0,803	0,002	0,283	0,149	n
AM-04	2,8	0,680	0,250	0,819	n.d.	0,016	0,417	1,001	n.d.	0,321	0,055	n
AM-05	6,3	1,040	0,230	1,373	n.d.	0,017	0,363	1,071	n.d.	0,401	0,069	0,001
AM-06	5,3	5,200	0,350	0,994	n.d.	0,016	0,348	0,812	n.d.	0,864	n	n
AM-07	4,6	1,530	0,450	2,819	n.d.	0,020	0,553	1,310	n.d.	0,520	0,048	n
AM-08	6,8	1,230	0,260	1,287	n.d.	0,021	0,388	1,078	n.d.	0,369	0,047	n
AM-09	4,8	1,470	0,340	3,330	n.d.	0,020	0,778	1,363	n.d.	0,580	0,049	0,000
AM-10	6,7	1,900	0,420	3,359	n.d.	0,016	0,683	1,380	n.d.	0,585	0,285	n
AM-11	8,7	1,290	0,250	1,723	n.d.	0,002	0,418	1,160	n.d.	0,410	n	n
AM-12	8,7	0,560	0,130	2,082	0,001	0,007	0,517	1,179	n.d.	0,444	n	n
AM-13	6,3	2,780	0,320	2,489	n.d.	0,024	0,712	1,259	n.d.	0,498	0,026	n
Média	5,9	1,6	0,3	1,7	0,0	0,0	0,5	1,1	0,0	0,5	0,1	0,0
Desvio Padrão	1,65	1,231	0,090	1,073	0,002	0,007	0,175	0,199	0,000	0,163	0,094	0,000
Máximo	8,7	5,200	0,450	3,359	0,004	0,024	0,778	1,380	0,002	0,864	0,285	0,001
Mínimo	2,8	0,560	0,130	0,153	0,001	0,002	0,227	0,803	0,002	0,283	0,006	0,000

Tabela 3 - Resultados analíticos obtidos em amostras de águas superficiais, na área de abrangência na época de estiagem.

Parâmetro	T	pH	Condutividade	STD	Cl	Alcalinidade	HCO₃	NH₃	Cor	Turbidez	Sulfato	DQO
Amostra			uS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mgPtCo	NTU	mg/L	
AM-01	28,0	6,2	57,0	31,3	12,8	29,8	29,8	0,0	50,4	14,1	0,1	74,8
AM-02	28,0	6,1	55,8	28,2	12,8	29,0	29,0	0,1	65,3	16,8	0,1	40,7
AM-03	29,0	6,3	51,7	32,2	11,0	29,2	29,2	0,2	70,3	18,0	0,1	24,4
AM-04	27,0	6,4	59,7	31,9	15,4	29,8	29,8	0,0	32,3	13,9	0,1	30,8
AM-05	27,5	6,5	71,2	45,1	8,6	30,1	30,1	0,0	39,0	8,4	0,1	73,4
AM-06	27,0	6,5	110,1	70,9	8,9	30,3	30,3	0,0	19,1	3,2	0,0	56,8
AM-07	28,0	6,5	95,9	57,2	13,3	30,9	30,8	0,0	31,7	4,2	0,1	60,8
AM-08	28,0	6,6	72,1	40,1	8,9	31,7	31,7	0,1	65,2	12,7	0,1	34,1
AM-09	29,0	6,5	106,0	65,9	17,8	30,0	30,0	0,0	32,6	9,6	0,1	71,3
AM-10	30,0	6,4	105,4	64,0	13,3	30,5	30,5	0,0	51,2	11,7	0,1	64,3
AM-11	30,0	5,9	81,3	52,8	8,8	27,2	27,2	0,0	59,1	13,5	0,1	54,5
AM-12	30,0	5,8	88,4	50,7	8,7	28,0	28,0	0,1	39,2	8,3	0,1	77,1
AM-13	31,0	5,6	76,3	46,0	13,5	25,7	25,7	0,0	31,8	8,0	0,1	71,5
media	28,65	6,3	79,3	47,4	11,8	29,4	29,4	0,0	45,2	11,0	0,1	56,5
Desvio Padrão	1,28	0,32	20,48	14,34	2,96	1,62	1,62	0,05	16,16	4,49	0,03	18,27
Máximo	31,0	6,6	110,1	70,9	17,8	31,7	31,7	0,2	70,3	18,0	0,1	77,1
Mínimo	27,0	5,6	51,7	28,2	8,6	25,7	25,7	0,0	19,1	3,2	0,0	24,4

Tabela 4 - Resultados analíticos obtidos em amostras de águas superficiais, na área de abrangência na época de estiagem (Cont.).

Parâmetro	DBO	NO3	Fe	Ca	Cd	Cu	K	Mg	Mn	Na	Pb	Zn
Amostra				mg/L								
AM-01	11,0	0,325	0,309	2,047	Nd	Nd	2,302	3,279	nd	0,385	nd	nd
AM-02	10,0	0,217	0,294	2,805	Nd	Nd	1,608	3,243	nd	0,375	nd	nd
AM-03	5,6	0,461	0,381	1,421	Nd	Nd	1,282	2,644	nd	0,371	nd	nd
AM-04	5,1	0,160	0,397	2,368	Nd	Nd	1,806	3,847	nd	0,409	nd	nd
AM-05	8,0	0,250	0,232	1,331	Nd	Nd	0,961	2,196	nd	0,512	nd	nd
AM-06	12,9	0,283	0,353	2,008	Nd	Nd	1,301	2,226	nd	1,087	nd	nd
AM-07	7,0	0,195	0,143	2,238	Nd	Nd	1,638	3,216	nd	0,683	nd	nd
AM-08	8,5	0,211	0,341	1,308	Nd	Nd	1,171	2,055	nd	0,469	nd	nd
AM-09	6,0	0,427	0,427	2,276	Nd	Nd	2,397	4,206	nd	0,759	nd	nd
AM-10	11,2	0,250	0,289	1,872	Nd	Nd	2,392	3,183	nd	0,752	nd	nd
AM-11	6,8	0,486	0,228	1,401	Nd	Nd	1,036	2,003	nd	0,536	nd	nd
AM-12	9,0	0,165	0,422	1,588	Nd	Nd	1,303	2,162	nd	0,567	nd	nd
AM-13	7,0	0,357	0,455	3,162	Nd	Nd	1,626	3,392	nd	0,634	nd	nd
Média	8,3	0,3	0,3	2,0	0,000	0,000	1,6	2,9	0,000	0,6	0,000	0,000
Desvio Padrão	2,40	0,111	0,091	0,583	0,000	0,000	0,499	0,728	0,000	0,205	0,000	0,000
Máximo	12,9	0,486	0,455	3,162	0,000	0,000	2,397	4,206	0,000	1,087	0,000	0,000
Mínimo	5,1	0,160	0,143	1,308	0,000	0,000	0,961	2,003	0,000	0,371	0,000	0,000

4.2 - RESULTADOS ANALÍTICOS DO SISTEMA HÍDRICO SUBTERRÂNEO DO PARQUE ESTADUAL DO UTINGA

Serão aqui apresentados os resultados obtidos com os poços de monitoramento PM-3, PM-5, PM-6, PM-7, PM-8. Os resultados das diferentes análises químicas foram organizados e sistematizados computacionalmente (Tabelas 5 a 8). Os resultados foram comparados com os padrões de qualidade legislados no Artigo 15 da Resolução CONAMA Nº 357 de 17/03/2005.

Os resultados de pH em todas as amostras coletadas ficaram fora da faixa de aceitação legal (menores que 6,0, que é o limite inferior de aceitação). Comparativamente o pH das amostras ficou mais ácido na época de chuva (média de 4,98) que na época de seca (média de 4,56). O pH das amostras coletadas na época de chuva mostrou maior variabilidade, conforme refletido no desvio padrão de 0,407, ao se comparar com o de 0,15 que foi o desvio padrão mostrado pelas amostras na época de estiagem. Como se esperava, as amostras mostraram pH na faixa ácida, causados principalmente pelas características geoquímicas, além da presença de alumínio, ferro e manganês, características das águas subterrâneas locais.

A condutividade elétrica mostrou ligeira variação nas amostras coletadas na época de seca e de chuva. Na época de chuva, mostraram valores maiores de condutividade (média de 110,0 uS/cm) em comparação com os valores de condutividade na época de seca (média de 87,0 uS/cm).

Os Sólidos Totais Dissolvidos (STD), praticamente não mostraram diferença nas épocas de seca (média de 52,8 mg/L) e de chuva (média de 52,0 mg/L), embora o STD tenha apresentado valores elevados em seu desvio padrão tanto na época de seca (49,7 mg/L) quanto na época de chuva (46,5 mg/L). Os elevados valores no desvio padrão dos STD nas duas épocas, pode ser resultado de alterações na qualidade ambiental.

A concentração de cloreto mostrou um comportamento similar ao da condutividade, com valores ligeiramente maiores na época de seca (media de 13,2 mg/L) e menores na época de chuva (media de 10,7 mg/L). O cloreto também é um dos principais constituintes iônicos das águas subterrâneas e a sua presença está diretamente relacionada com fontes pontuais e difusas de contaminação antrópica e pelas características geológicas e geoquímicas dos aquíferos da área.

O valor médio da concentração de bicarbonato foi maior na época de seca (média de 12,27 mg CaCO₃) e ligeiramente menor na época de chuva (média de 10,78 mg/L de CaCO₃).

Os valores da cor e da turbidez nas águas subterrâneas mostram valores maiores na época de chuva (média de 130 UC e 433 UNT) em relação aos valores na época de seca (média de 97,0 UC e 18,4 UNT). A presença de elevados valores na cor e na turbidez nas águas subterrâneas, pode está

relacionado com o desenvolvimento deficiente dos poços no momento da sua construção ou por atividades antrópicas.

Em geral, os resultados dos componentes catiônicos principais (Ca Mg, Na e K) mostraram comportamento aleatório, onde os valores se apresentaram ligeiramente maiores na época de seca se comparados com os da época de chuva.

Os valores da DBO mostraram-se maiores na época de seca (média de 6,0 mg/L) se comparado com os teores observados na época de chuva (média de 1,69 mg/L). Esses valores se encontram acima do máximo permitido pela legislação vigente. Quantitativamente, a DQO acompanhou o comportamento da DBO, com maiores teores na época de seca (média de 30,6 mg/L) se comparados com os da época de chuva (com média de 25,8 mg/L).

Em relação ao ferro dissolvido, todas as amostras coletadas tanto na época de seca (média de 1,69 mg/L) mostraram valores acima do valor máximo permitido (3,0 mg/L). Já os valores de ferro dissolvido na época de chuva, mostraram valores dentro do padrão de qualidade com média de 0,21 mg/L.

Todas as amostras de águas subterrâneas mostraram valores elevados de OD (7,76 mg/L na época de chuva e 6,23 mg/L na época de seca). Normalmente as águas subterrâneas apresentam baixas taxas de oxigenação. Os elevados teores de oxigenação podem ter sido causados pela turbulência no momento da coleta da amostra mediante o processo de bombeamento.

Os metais pesados Cd, Cu, Zn e Pb ficaram abaixo do nível de detecção do aparelho nas quatro campanhas de amostragem, portanto se encontram dentro do padrão de qualidade.

Diferenças significativas foram observadas entre o ferro total e o ferro dissolvido, indicando que a técnica analítica é determinante neste resultado. A presença de material particulado em suspensão representado especialmente por argilas, pode ter causado esses valores elevados do ferro total. O parâmetro de ferro total não apresenta padrão de qualidade na Resolução CONAMA Nº 357/2005.

Tabela 5 - Resultados analíticos obtidos em amostras de águas subterrâneas, na área de abrangência na época de chuva.

Parâmetros	pH	Condutividade	Cor	Turbidez	Alcalinidade	STD	NO3	HCO ₃	Cloreto	Sulfato	DQO
Unidades		µS/cm	mgPtCo	NTU	mg/L CaCO ₃	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
PMN - 3	5,23	39,5	282,9	943,0	8,0	25,0	0,70	8	7,8	1,2	27,25
PMN - 5	4,67	280	63,3	211,0	8,0	39,0	0,64	8	5,3	1,7	25,98
PMN - 6	4,65	96	24	57,8	8,0	45,0	0,76	8	10,5	0,75	27,25
PMN - 7	4,63	82	280	1000,0	12,0	133,0	0,57	12	22,4	1,2	24,28
PMN - 8	5,51	52,8	2,5	4,84	28	18,0	0,95	28	7,9	0,2	24,7
CONAMA	6 A 9		75	100	NR	500	1	NR	250	250	NR
MÉDIA	4,938	110,06	130,54	443,32	12,8	52,00	0,723	12,80	10,78	1,01	25,89
DESVIO PADRÃO	0,407	97,62	139,47	488,47	8,67	46,54	0,143	8,67	6,75	0,56	1,38

Tabela 6 - Resultados analíticos obtidos em amostras de águas subterrâneas, na área de abrangência na época de chuva (Cont.)

Parâmetros	DBO	O.D.	O.C.	Fe sol.	Fe total	Na	Ca	K	Mg	Cd	Ni	Zn
Unidades	mg/L O ₂	mg/L O ₂	mg/L O ₂	mg/L	mg/L	Mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
PMN - 3	2,2	7,69	2,9	0,25	6,66	0,122	1,49	1	0,257	0,004	0	0,035
PMN - 5	1,73	8,00	2,2	0,24	0,395	0,197	0,235	5	0,299	0,004	0	0,028
PMN - 6	2,2	8,31	2,9	0,26	0,087	0,917	0,266	0,971	0,169	0,004	0	0,105
PMN - 7	1,1	7,37	1,3	0,23	1	2	3	3	1	0,004	0	0,206
PMN - 8	1,25	7,47	1,5	0,1	0,12	0,188	0,947	1	0,149	0,004	0	0,066
CONAMA	5	5	NR	0,3	NR	NR	NR	NR	NR	0,001	0,025	0,18
MÉDIA	1,696	7,768	2,16	0,216	1,66	0,7516	1,2658	2,418	0,3878	0,004	0	0,088
DESVIO PADRÃO	0,516	0,388	0,754	0,066	2,822	0,942	1,299	1,894	0,384	0,000	0,000	0,073

Tabela 7 - Resultados analíticos obtidos em amostras de águas subterrâneas, na área de abrangência na época de estiagem.

Parâmetros	pH	Condutividade	Cor	Turbidez	Alcalinidade	STD	NO3	HCO3	Cloreto	Sulfato	DQO
Unidades		µS/cm	mgPtCo	NTU	mg/L CaCO3	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
PMN - 3	4,46	28,6	95,6	159,5	12,9	18,04	0,50	12,9	4,94	0,13	34,00
PMN - 5	4,67	233,2	98,1	79,3	10,4	139,71	0,83	10,4	33,76	0,60	30,19
PMN - 6	4,65	68,8	117,3	157,6	11,3	42,95	0,77	11,3	12,13	0,25	32,30
PMN - 7	4,63	64,3	93,6	189,9	15,6	40,79	0,68	15,6	10,55	0,19	27,35
PMN - 8	5,51	40,4	80,5	249,0	42,3	22,67	0,97	42,3	4,98	0,08	29,22
CONAMA	6 A 9	0,0	75	100	NR	500	1	NR	250	250	NR
MÉDIA	4,564	87,068	97,019	167,061	18,490	52,832	0,751	18,490	13,273	0,251	30,611
DESVIO PADRÃO	0,150	83,368	13,192	61,403	13,467	49,776	0,175	13,466	11,902	0,207	2,602

Tabela 8 - Resultados analíticos obtidos em amostras de águas subterrâneas, na área de abrangência na época de estiagem (Cont).

Parâmetros	DBO	O.D.	O.C.	Fe sol.	Fe total	Na	Ca	K	Mg	Cd	Ni	Zn
Unidades	mg/L O2	mg/L O2	mg/L O2	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
PMN - 3	7,80	6,0	10,7	1,5	5,2	0,07	1,3	0,3	0,17	0	0	0
PMN - 5	5,61	6,3	7,7	1,6	4,3	0,83	8,1	3,1	0,92	0	0	0
PMN - 6	5,87	5,9	7,4	1,8	6,3	0,34	3,1	0,8	0,40	0	0	0
PMN - 7	5,08	6,4	6,5	2,1	6,6	0,29	2,6	0,7	0,39	0	0	0
PMN - 8	5,68	6,6	6,8	1,5	5,1	0,13	1,2	0,4	0,15	0	0	0
CONAMA	5	5	NR	0,3	NR	NR	NR	NR	NR	0	0,025	0,18
MÉDIA	6,009	6,231	7,815	1,691	5,527	0,334	3,247	1,044	0,408	0,000	0,000	0,000
DESVIO PADRÃO	1,045	0,274	1,682	1,5	5,2	0,07	1,3	0,3	0,17	0	0	0

5 – CONCLUSÕES

Nos estudos realizados, os resultados analíticos das amostras de águas superficiais e subterrâneas nas amostras oriundas da campanha realizada na área de abrangência do Parque Estadual do Utinga, tanto na época de estiagem quanto na época de chuva, permitiram inferir o seguinte:

- As características geoquímicas das águas superficiais se mostraram influenciadas pelas características geoquímicas e climáticas da área.

- Os resultados analíticos das amostras de águas superficiais nos lagos Bolonha e Água Preta indicam alteração nas características ambientais nas amostras de água coletadas nos pontos mais extremos do avanço da fronteira urbana. Esgoto doméstico foi o principal efluente identificado e causador das alterações na qualidade ambiental referida.

- As amostras de águas subterrâneas, na época de seca, mostraram características geoquímicas diferentes em relação às águas superficiais.

- Os resultados analíticos dos principais parâmetros geoquímicos realizados nas amostras de água subterrânea, refletiram características ambientais dos recursos hídricos da área. Do ponto de vista legal, os parâmetros cor e turbidez mostraram valores acima dos valores máximos permitidos. Os metais pesados Cd, Zn, Fe, Zn mostraram valores menores que os limites de detecção do aparelho.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT. 1997. *ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS*, NBR 13895 *Construção de poços de monitoramento e amostragem*. 21p.
- AMINOT, A. & CHAUSSEPIED, M. 1983. *Manuel des analyses chimiques en milieu marin*. Centre National pour L'Exploitation des Océans. CNEXO, BNDO Documentation. 395p.
- APHA (American Public Health Association). 1980. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 15 ed. Boston. 1134p.
- BAHIA, V. E. 2003. *Estudo hidrogeológico da área localizada entre o Depósito de Lixo Metropolitano de Belém (Aurá) e o Lago Água Preta*. Belém. Universidade Federal do Pará. Centro de Geociências. 117 p. (Dissertação de Mestrado).
- CENSA/COSANPA. 1983. *Diagnóstico do estudo urbanístico de proteção sanitária dos lagos Bolonha e Água Preta*. II: Estudo da qualidade de proteção das águas. Belém, Consultoria – Engenharia / Companhia de Saneamento do Pará. 279p.
- CETESB. 1987. *Guia de coleta e preservação de amostras de água*. 1ª ed. São Paulo. 155p.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). 2005. Resolução Nº 357. Ministério do Meio Ambiente. Diário Oficial República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 mar. 23p.
- FARIAS, E.dos S.; NASCIMENTO, F.S. do; FERREIRA, M.A.A. 1992. *Mapeamento da área Belém-Outeiro*. Estágio de campo III. Relatório Final. Belém, UFPA. 247p.
- IDESP. 1991. *Estudo ambiental do Utinga, vida útil do sistema de abastecimento de água de Belém* Relatório de Pesquisa Nº 19. Belém, Instituto de Desenvolvimento Econômico Social do Pará. 24p.
- PARÁ. 2000. *Guia Ambiental do Estado do Pará: O que você precisa saber sobre Gestão Ambiental*. Governo do Estado do Pará, SECTAM. 34p.
- PEREIRA, S.F.; OU Z.Y. & KIMBLE H. J. 1994. *Backaction evading measurement for quantum nondemolition detection and quantum optical tapping*. Phys. Rev. Lett. 72:214 .