

## XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

### AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DOS RECURSOS SUBTERRÂNEOS NO MUNICÍPIO DE BURITI DOS LOPES-PI

Geisy Candido da Silva<sup>1</sup>; Luane Barbara Rissi<sup>2</sup>; Denise Balestrero Menezes<sup>3</sup>.

**Resumo** - O município de Buriti dos Lopes-PI embora esteja localizado em uma região que sofre períodos longos de déficit hídrico, apresenta relevante abundância destes recursos superficiais e subterrâneos; porém a falta de gestão integrada e articulação entre área urbana e comunidades rurais, acarretam em dificuldades para atender a demanda de fornecimento de água de qualidade para todo município. Este estudo buscou avaliar a qualidade das águas subterrâneas através da condutividade elétrica e sua relação quanto aos Sólidos Totais Dissolvidos, abarcando também as interações com domínios hidrogeológicos e atividades econômicas. Os resultados obtidos podem subsidiar estudos mais específicos que avaliem outros fatores influentes nos altos valores de condutividade elétrica encontrados, além de propor diretrizes para melhor gestão ambiental no município.

**Abstract** – The municipality of Buriti dos Lopes-PI although located in a region that suffers long periods of drought, has plenty of these important surface and groundwater resources; however, the lack of integrated management and coordination between urban and rural communities, result in difficulties to meet the demands of providing quality water to every municipality. This study aimed to evaluate the quality of groundwater by the electrical conductivity and its relation to as Total Dissolved Solids, also covering interactions with hydrogeological areas and economic activities. The results may support more specific studies evaluating other influential factors in the high electrical conductivity values found, and propose guidelines for best environmental management in the municipality.

**Palavras-Chaves:** Condutividade elétrica, Recursos Subterrâneos e Gestão Ambiental.

---

<sup>1</sup> Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Ciências Ambientais. Rua: Clóvis Pacheco n° 75. CEP: 13563-110. São Carlos-SP, Fone: (16)3364-6160. E-mail: [silva\\_geisi@yahoo.com.br](mailto:silva_geisi@yahoo.com.br)

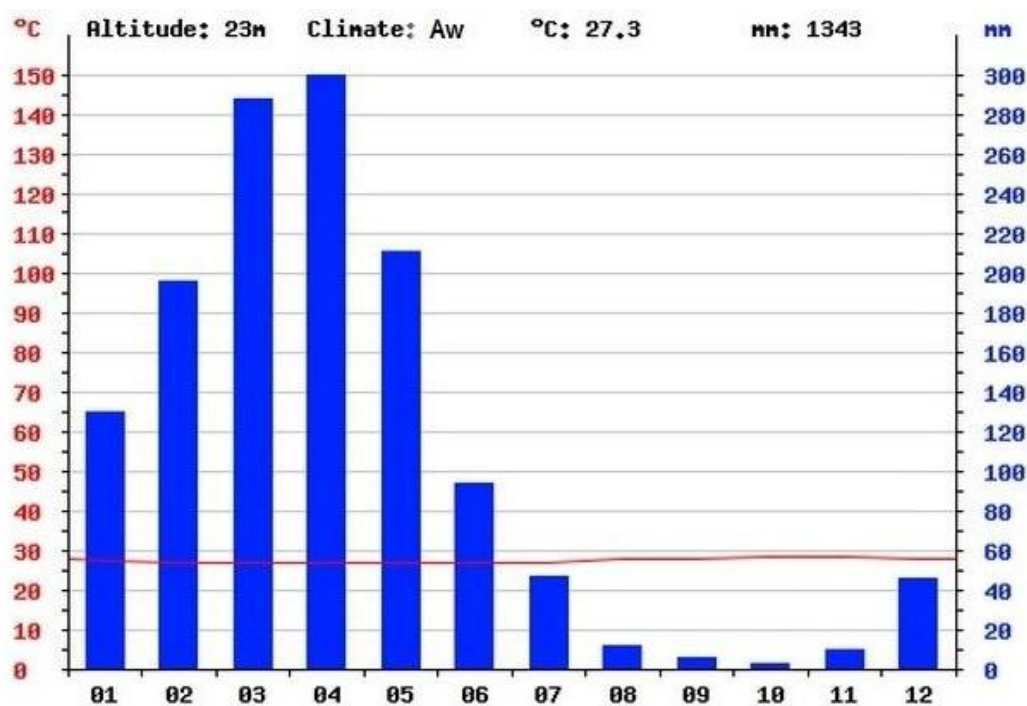
<sup>2</sup> Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Química. Rua: Estados Unidos n°444. CEP: 13566-050. São Carlos-SP, Fone: (16)98179-1437. E-mail: [luane.rissi@gmail.com](mailto:luane.rissi@gmail.com)

<sup>3</sup> Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Civil (Coordenadora). Rodovia Washington Luís km 235. CEP 13565-905. Caixa Postal: 676. São Carlos-SP, Fone: (16)3306-6442. E-mail: [denisebm@ufscar.br](mailto:denisebm@ufscar.br)

## 1 - INTRODUÇÃO

Buriti dos Lopes - PI possui área de 691,178 km<sup>2</sup> e está localizado na microrregião do litoral Piauiense. (IBGE, 2010a). A população é de 19.074 mil habitantes sendo 46,03% na zona rural, havendo vários núcleos rurais e também assentamentos estabelecidos, onde se desenvolvem atividades agrícolas, que contribuem para o desenvolvimento econômico da cidade e 53,97% na zona urbana (IBGE, 2010b).

As condições climáticas do município que possui altitude da sede a 50 m acima do nível do mar são de temperaturas mínimas de 27 °C e máximas de 34 °C, com clima quente tropical (Figura 1). A precipitação pluviométrica média anual é definida no Regime Equatorial Marítimo, com isoietas anuais entre 800 a 1.600 mm, cerca de 5 a 6 meses como os mais chuvosos e período restante do ano de estação seca (CPRM, 2004).



**Figura 1** - Climograma do Município de Buriti dos Lopes. Fonte: Modificada de THOMA (2002).

O município está em uma região de transição entre os domínios sub-úmido amazônico e o semi-árido nordestino, com vegetações de diferentes biomas, formando-se um mosaico de fisionomias (SANTOS-FILHO et al., 2010, in SANTOS-FILHO et al., 2013) de caatinga, cerrado e transicionais, como as matas de cocais.

O solo é de composição mista, com grupamento de planossolos eutróficos, solódicos e não solódicos, fraco a moderado, textura média, fase pedregosa e não pedregosa, com caatinga

hipoxerófila associada; solos hidromórficos, gleizados; solos aluviais, álicos, distróficos e eutróficos, referentes às transições vegetais caatinga/cerrado caducifólio e floresta ciliar de carnaúba/caatinga de várzea; solos arenosos essencialmente quartzosos, profundos, drenados, desprovidos de minerais primários, de baixa fertilidade, com transições vegetais, fase caatinga hiperxerófila e/ou cerrado e/ou carrasco (CPRM, 2004).

A rede hidrográfica principal é formada pelos rios Parnaíba, seus afluentes Longá e Pirangi além de diversas lagoas que se destacam como a Lagoa dos Porcos, do Salgado, Iracema e Grande dos Buritis.

Buriti dos Lopes-PI, com sede localizada um pouco afastada do rio Parnaíba, a oeste, entre os rios Longá, a sul e Pirangi, a norte, teve início de seu povoamento no século XIX, sendo elevada a vila no século XX e recebendo a denominação de cidade em 31 de dezembro de 1938. As atividades econômicas do município estão voltadas para o cultivo de arroz, suínos, ovinos e caprinos. (ARAÚJO & SOUSA, 2009)

Todavia, além da abundância de águas superficiais o município também apresenta disponibilidade de seis domínios hidrogeológicos, responsáveis pelo abastecimento de parte da população buritiense. Esses domínios são denominados como: rochas cristalinas, rochas sedimentares, basaltos da Formação Sardinha, coberturas Colúvio-eluviais, aluviões e depósitos de pântanos (CPRM, 2004).

A diversidade geológica acarreta em volume considerável de armazenamento de água subterrânea; porém os problemas decorrentes do déficit em infraestrutura de captação, tratamento de água e saneamento básico, tornam a gestão dos recursos hídricos complexa, dificultando a oferta de água de qualidade para as comunidades e para o centro urbano de Buriti dos Lopes.

Em levantamento realizado sobre cadastramento de poços destinados a exploração de água subterrânea (CPRM, 2004), foram avaliados 61 poços tubulares particulares e 52 poços tubulares públicos. Nestes pontos foram realizadas medidas “in loco”, onde foi possível determinar a condutividade elétrica da água, sendo uma variável importante para inferir a proporcionalidade com o teor de sais dissolvidos. Este estudo verificou que havia salinidade em 3 poços paralisados, os quais deveriam receber a instalação de equipamentos de dessalinização.

Os sais dissolvidos remetem diretamente aos Sólidos Totais Dissolvidos (STD), obtidos pela multiplicação da condutividade elétrica por um fator de correção (Equação 1). Este fator varia entre 0,55 a 0,75, determinado pela média do potencial de disponibilidade de íons do material geológico em contato com a água. Assim, para a abordagem desta análise será adotado o valor de correção igual a 0,65 (CPRM, 2004 e GIAMPÁ & GONÇALVES, 2013). Porém, os STD podem ser

referentes a outros constituintes minerais presentes na água, além de íons orgânicos, que em águas subterrâneas estão associados à contaminação.

$$STD = \Theta * CE$$

(Equação 1)

STD= Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L);

$\Theta$ = Fator de Correção (0,65);

CE: Condutividade elétrica ( $\mu\text{m}$ ).

Assim, através de atividades realizadas no município entre janeiro e fevereiro de 2014, houve a possibilidade de desenvolver este estudo, em seis comunidades rurais e o centro urbano de Buriti dos Lopes; procurou-se avaliar a qualidade da água frente aos valores de condutividade elétrica, à composição geológica, às formas de captação e às atividades econômicas predominantes no entorno. (Figura 2).



Figura 2 - Trecho do Mapa de Buriti dos Lopes, com destaque para as comunidades estudadas.

Fonte: IBGE, 2011.

## **2 - OBJETIVOS**

Os objetivos deste estudo estiveram centrados em avaliar os índices da condutividade elétrica da água de abastecimento de diferentes comunidades de Buriti dos Lopes-PI, tanto subterrânea quanto superficial. Assim, em cada local houve a caracterização dos tipos de captação, da formação geológica do subsolo e dos usos expressivos da água, possibilitando a avaliação de anomalias da Condutividade Elétrica e da proporção consequente dos Sólidos Totais Dissolvidos (STD). Os resultados das análises possibilitaram propor alternativas para a gestão e manutenção dos recursos hídricos, evitando colapsos futuros quanto ao abastecimento da população local.

## **3 - METODOLOGIA**

Durante as atividades do Projeto Rondon em Buriti dos Lopes-PI <sup>4</sup>foram amostras águas de nove pontos, sendo sete de poços de exploração de águas subterrâneas e dois de abastecimento por recursos superficiais. As amostras foram coletadas nas comunidades onde houve o desenvolvimento de oficinas do projeto, sendo estas: região urbana de Buriti dos Lopes, Assentamento Josué de Castro, comunidades Estreito, Barra do Longá, Salgadinho, Ponte do Jandira e Coroa de São Remijo.

Assim, para contextualizar o substrato geológico e correlacioná-lo com as características da água captada, foi organizada uma base de dados no Sistema de Informação Geográfica MapInfo v.11. Em ambiente SIG foi reproduzido o mapa geológico do município elaborado pelo CPRM (2004), com o Datum Horizontal SAD-69 e projeção Universal Transversa 23S, sobre o qual foram localizadas as comunidades estudadas, sendo possível determinar o domínio geológico de cada local.

Através de relatos de moradores, das observações “in situ” e das características socioambientais das comunidades, identificaram-se os principais usos da água, assim como as formas de captação e as principais atividades econômicas das comunidades.

### **3.1 - Caracterização das comunidades de Buriti dos Lopes**

O centro urbano de Buriti dos Lopes-PI é abastecido por águas superficiais e subterrâneas voltadas para residências, comércio, órgãos públicos, escolas. A captação de águas superficiais é

---

<sup>4</sup> Participação da Equipe UFSCar na Operação Velho Monge do Projeto Rondon, coordenada pela profa. Denise Balestrero Menezes e atividades realizadas pelas alunas, entre 17 de janeiro a 3 de fevereiro de 2014.

realizada no rio Longá e as principais atividades econômicas próximas à captação estão ligadas à criação de suínos e agricultura, principalmente o cultivo de arroz.

O município não possui estação de tratamento de água e nem coleta de esgoto, portanto, os resíduos domésticos e das atividades econômicas são lançados na superfície ou subsuperfície, em situação de risco à contaminação do solo e as águas subterrâneas. Há uma série de escolas de ensino médio e básico com poços próprios. Outra característica importante é que o centro urbano apresenta muitos poços privados de exploração de água subterrânea, nem sempre outorgados, que podem estar causando a depleção no nível do lençol freático, prejudicando a composição dos efluentes superficiais que abastecem o Brejo dos Buritis.

Coroa de São Remijo é a única comunidade rural que possui tratamento de água; apesar desta característica o local possui poços privados de exploração de água subterrânea. Esta captação fornece água para o Assentamento Josué de Castro, que desenvolve a produção de farinha de mandioca, plantios de culturas temporárias e criação de suínos. Neste assentamento verificou-se a existência de um poço comunitário que foi desativado, pela queda na vazão, e atualmente está seco.

A comunidade do Estreito é abastecida exclusivamente por recursos subterrâneos, por poços da associação de moradores e por poços privados. No período do estudo, houve relato dos moradores de que o novo poço próximo à Unidade Escolar Bernadino Leocádio do Rego, apresentava palatabilidade ferrífera, e que estava tornando a água distribuída de qualidade inferior quando distribuída juntamente à do poço antigo. O poço novo foi construído para suprir as demandas populacionais, uma vez que o poço central vinha apresentando queda na vazão.

A comunidade Ponte do Jandira é abastecida por poços de água subterrânea e pela captação dos recursos superficiais do Rio Parnaíba nas partes mais baixas e Pirangi na porção leste. O local é movido pela produção de arroz, mantendo uma usina de moagem e pela criação de suínos. Apesar, da ampla possibilidade de captação, esta comunidade é bastante carente quanto à infraestrutura de abastecimento e saneamento básico.

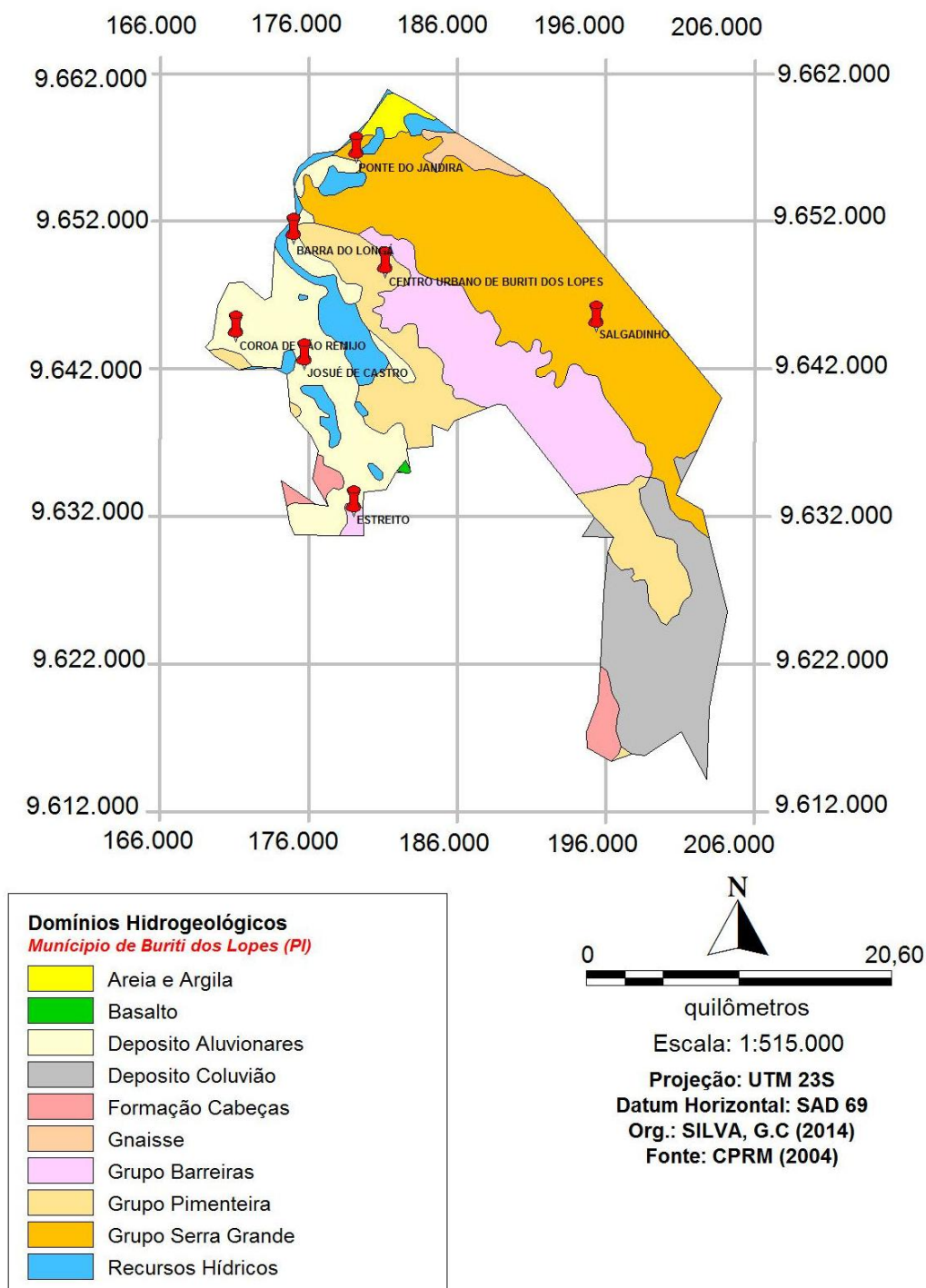
A Barra do Longá possui predominância de abastecimento de recursos superficiais provenientes do Rio Longá; é uma comunidade com infraestrutura de abastecimento mais consolidada com relação às comunidades anteriores, pelo fato de ser já bastante antiga e se encontrar próxima ao centro urbano possibilitando maior reivindicação por recursos financeiros e por possuir representantes comunitários muito ativos.

A comunidade do Salgadinho é abastecida prioritariamente por águas subterrâneas; é uma comunidade em meio a vários assentamentos na porção leste do município e, mesmo com carência de infraestrutura como os anteriores, possui um diferencial na dinâmica entre a população e o meio ambiente, com abundante vegetação nativa e organismos sensíveis quanto à qualidade ambiental.



Portanto, é possível observar que as comunidades apresentam bastante heterogeneidade, tanto da composição ambiental, quanto da dinâmica de captação de água, induzindo a ações diferenciadas de gerenciamento para atender as demandas de cada desenvolvimento e relação com o geoambiente.

Além desta diversidade, as comunidades também estão sobre domínios hidrogeológicos distintos, fator importante para avaliar a qualidade da água utilizada e do potencial da capacidade de suporte frente às demandas de captação (Figura 3).



**Figura 3** - Localização das Comunidades sobre domínios Hidrogeológicos do município de Buriti dos Lopes-PI. Fonte: modificada de CPRM (2004).

### 3.2 - Avaliação da condutividade elétrica de amostras de água das comunidades

Os pontos analisados encontram-se em escolas e residências do município. Portanto, nas amostragens foram utilizados os respectivos poços: Unidade Escolar Nossa Senhora de Fatima, na comunidade do Salgadinho; Centro Integral de Educação Fundamental, centro de Buriti dos Lopes; Unidade Infantil Tia Lúcia, centro de Buriti dos Lopes; Centro de Educação Infantil Padre Only Braga Sousa, na comunidade do Josué de Castro (água superficial); Escola Bernardino Leocádio do Rego, comunidade do Estreito; Poço da Associação de Moradores do Estreito; Unidade Escolar José Lucas Leódido, na comunidade Coroa de São Remijo; Praça Encontro das Águas, Barra do Longá; Unidade Escolar Nazila Sousa Pires, centro de Buriti dos Lopes; e Ponte do Jandira, residência (água superficial) (Tabela 1). Para análise de STD foram consideradas apenas as amostras de águas subterrâneas.

**Tabela 1:** Relação entre pontos amostrados, domínio Hidrogeológico, CE e STD.

Localização	LATITUDE (S)	LONGITUDE (W)	Domínio Hidrogeológico	Condutividade Elétrica (CE)	Sólidos Totais Dissolvidos (STD)
Unidade Escolar Nossa Senhora de Fatima (Salgadinho)	862.151	9.644.821	Grupo Serra Grande	200 µs/cm	130 mg/L
Centro Integral de Educação Fundamental (Buriti dos Lopes)	847.923	9.648.491	Grupo Pimenteira	148 µs/cm	96,2 mg/L
Unidade Infantil Tia Lúcia (Buriti dos Lopes)	848.114	848.114	Grupo Pimenteira	118 µs/cm	76,7 mg/L
Unidade Escolar Nazila Sousa Pires (Buriti dos Lopes)	848.853	9.649.008	Grupo Pimenteira	118 µs/cm	76,7 mg/L
Escola Bernardino Leocádio do Rego (Estreito)	845.983	9.632.633	Grupo Barreiras	290 µs/cm	188,5 mg/L
Associação de Moradores (Estreito)	845.867	9.632.306	Grupo Barreiras	260 µs/cm	169 mg/L
Encontro das Águas (Barra do Longá)	841.792	9.650.751	Depósito Aluvionares	206 µs/cm	133,9 mg/L

A comunidade do Estreito está sobre rochas do Grupo Barreiras, que tem áreas expostas em 10% do município, formada por arenito, conglomerado e intercalações de siltito e argilito (pouco permeáveis) e vazão deste domínio dependente da localidade. Já a comunidade do Salgadinho está sobre o Grupo Serra Grande formado por arenitos e conglomerados, com intercalações de siltitos e folhelhos, em direção ao topo do grupo a formação Pimenteira que é pouco permeável, mas com níveis arenosos permeáveis (CPRM, 2004).

O centro urbano de Buriti dos Lopes-PI assenta-se sobre rochas da Formação Pimenteiras, formada por folhelho, siltito, arenito, de pouco significado hidrogeológico, mas com boa permeabilidade dos níveis arenosos. Os depósitos Aluvionares, presentes na Barra do Longá são



compostos de sedimentos areno-argiloso que ocorrem próximos aos rios, com alta permeabilidade e baixa extensão (CPRM, 2004).

#### **4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com a identificação do substrato geológico das comunidades do município e dos aspectos de captação, infraestrutura, saneamento e atividades econômicas foi possível estabelecer relações entre a dinâmica geoambiental e os índices de condutividade elétrica que implicam proporcionalmente na quantidade de Sólidos Totais Dissolvidos.

Portanto, com a obtenção dos valores de condutividade elétrica é possível determinar a capacidade de transmissão de corrente elétrica por meio das substâncias dissolvidas. Essa variável depende do tipo, concentração, valência e mobilidade da espécie iônica e da temperatura. Em águas naturais a condutividade geralmente encontra-se entre 5  $\mu\text{s}/\text{cm}$  a 50  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , compondo um importante parâmetro para estudos hidroquímicos. Com relação às formações geológicas, altas condutividades estão relacionadas em geral ao contato de basaltos e calcários e as mais baixas ao contato com granitos e quartzitos (GIAMPÁ & GONÇALES, 2013).

Assim, na comunidade do Salgadinho, que tem boa preservação do ambiente natural, a água apresentou condutividade elétrica igual a 200  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , ou seja, é um índice elevado para águas subterrâneas naturais; porém ao considerar a formação Serra Grande como contato primário, sua composição arenosa pode estar liberando sais na água, acarretando em um alto índice de condutividade elétrica. Apesar desta anomalia, os moradores não relataram problemas com a palatabilidade e odor na água.

No centro urbano de Buriti dos Lopes ocorrem interferências relacionadas às mudanças na composição do meio físico, como pavimentação, aumento do escoamento superficial, acúmulo de lixo em locais inadequados, infiltração de esgoto em fossas, dentre outras atividades características da urbanização; porém, apesar destas intervenções, a condutividade elétrica da água subterrânea variou entre 118 a 148  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . Ao avaliar as características do Grupo Pimenteiras não foi possível inferir relações diretas do contato com rochas para estes valores e, portanto, seria necessária uma avaliação detalhada dos parâmetros físico-químicos da água para verificar sua causa, podendo inclusive significar contaminação.

Na comunidade do Estreito, os valores de condutividade elétrica foram bastante significativos, variando entre 260 e 290  $\mu\text{s}/\text{cm}$ . O domínio hidrogeológico é o Grupo Barreiras, que proporciona o contato direto com arenitos, conglomerados, siltitos e folhelhos. Este tipo de contato pode estar liberando íons na água, favorecendo os altos índices de condutividade elétrica; além desse aspecto é

possível que esteja ocorrendo o contato com níveis lateríticos, comuns na região, responsáveis pela palatabilidade ferrífera da água relatada por moradores, ultrapassando os limites de aceite, pois infringe diretamente nas condicionantes padrões da potabilidade (CONAMA, 2005). Embora não haja valores que impeçam o uso, a pequena quantidade de ferro dissolvida é suficiente para conferir gosto à água.

Todavia, na Comunidade Barra do Longá, o aquífero é caracterizado por depósitos Aluvionares, apresentando condutividade elétrica intermediária com relação às anteriores, em torno de 206  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , justificado por sua alta permeabilidade, o que permite a infiltração e percolação de diversas fontes, que possuem potencial para elevar a quantidade de íons dissolvidos na água.

Com relação à conversão da condutividade elétrica para Sólidos Totais Dissolvidos resultou em valores correspondentes a água classificada como doce, com índices menores que 500 mg/L (GIAMPÁ & GONÇALES, 2013), não indicando salinidade elevada.

## **5 - CONCLUSÃO**

O município de Buriti dos Lopes-PI é abundante em recursos hídricos e possui alto potencial de integração de suas comunidades e o centro urbano para uma gestão territorial ampla e coesa, que busque atender as necessidades populacionais. Entretanto, neste estudo foi possível observar a necessidade da correlação entre os aspectos sociais, ambientais e econômicos, compondo uma abrangência multidisciplinar de questões ambientais relacionais principalmente à escassez de água, que demanda ações cautelosas para uso deste bem.

Com base nos índices encontrados da condutividade elétrica e sua proporção com os Sólidos Totais Dissolvidos, não foram encontrados indícios de salinidade excessiva e estes valores relativamente altos de condutividade necessitam de maiores investigações, pois podem representar íons inorgânicos e também orgânicos, sendo estes últimos relacionados à contaminação bacteriana. A falta de esgotamento sanitário é em muitos dos casos fonte de contaminantes, sendo necessário em regiões com déficit hídrico mesmo que temporário.

As comunidades e pontos estudados possuem alternativas para captação de água, porém é preciso direcionar recursos financeiros e assistência para estas localidades, viabilizando a exploração sustentável da água subterrânea, considerando sua capacidade de suporte, a fim de evitar a superexploração do sistema, o que pode levar a colapsos e escassez. Não obstante, a ausência de água de qualidade distribuída pela municipalidade leva à captação particular de água, muitas vezes sem rigor técnico e outorga.

Além de viabilizar a exploração de águas subterrâneas, é necessário auxiliar na proteção dos poços construídos, evitando contaminação externa, a qual pode acarretar na contaminação do lençol; propor medidas para manter a estrutura da vegetação e do solo nos locais com características de recarga; gerar incentivos a práticas conscientes do uso da água e dos recursos ambientais, para que estes possam servir como uma fonte equilibrada de benefícios para a população. É importante salientar também a precariedade de proteção de muitos dos poços amostrados, evidenciando a pouca capacidade técnica das empresas construtoras; não se instalando selos sanitários e nem tampouco perímetros de proteção.

É preciso haver intervenções diretas para direcionar medidas que objetivem o equilíbrio ambiental, pois há uma conexão ecológica bastante intensa e complexa no ambiente, onde a composição da vegetação influencia na maturidade e umidade do solo, nas redes de drenagem e na permeabilidade do solo. Conseqüentemente ao incluir as ações antrópicas, que possuem a habilidade de modificar a estrutura do meio, os desequilíbrios causados podem ser irreversíveis.

Portanto, é explícita a necessidade da comunicação territorial para que a gestão dos recursos hídricos seja feita de forma integrada, avaliando o cenário atual, suas possibilidades e desafios, viabilizando o acesso digno à água de qualidade para a população.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J.L.L & SOUSA, A.R.P de. O Rio Longá e o Povoamento do Norte do Piauí. **História Revista** - Revista da Faculdade de História e do Programa de Pós-Graduação em História da Universidade Federal de Goiás. v. 14, n. 2, 16p. 2009. Edição Eletrônica. Disponível em: <http://www.revistas.ufg.br/index.php/historia/article/view/9557>. Acesso: 30 de abril de 2014.
- IBGEa. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Infográficos: Dados Gerais do Município**. In: Censo 2010. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 13 de maio de 2014.
- IBGEb. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico do Estado do Piauí**. In: Censo 2010. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas\\_pdf/total\\_populacao\\_piaui.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_piaui.pdf). Acesso: 13 de maio de 2014.
- IBGE. **Mapa Municipal Estatístico. Município Buriti dos Lopes – PI**. Edição: 2011. Escala 1:100.000. Código: 2202000.
- CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea – Piauí: Diagnóstico do Município de Buriti dos Lopes-PI**. MARÇO, 2004. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/rehi/atlas/piaui/relatorios/036.pdf>. Acesso: 14 de maio de 2014.
- GIAMPÁ, C. E. Q & GONÇALES, V.G. **Águas Subterrâneas e Poços Tubulares Profundos**. 2ª Edição/Atualizada e Revisada. Editora: Oficina de Textos. São Paulo-SP, 2013. ISBN: 978-85-7975-06-1.
- RESOLUÇÃO CONAMA nº 357, de março de 2005**. Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005. 58-63p. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso: 14 de maio de 2014.
- SANTOS-FILHO, F.S.; ALMEIDA JR, R.B de; SOARES, C.J dos. R.S. Cocais: Zona Ecotonal Natural ou Artificial?. **Revista Equador (UFPI)**, v.2, nº 1. 02-13p (Janeiro/Junho). 2013. Disponível em: <http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador/article/view/1043>. Acesso: 30 de abril de 2014.
- THOMA, H. **Clima: Buriti dos Lopes-PI**. Climate-Data, 2002. Disponível em: <http://pt.climate-data.org/location/44094/>. Acesso: 14 de maio de 2014.