



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

IRANILDO CARDOSO DE UMGRIA

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA REGIÃO NORTE DO BRASIL

ARIQUEMES – RO

2018

Iranildo Cardoso de Umgría

**QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA
REGIÃO NORTE DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, como requisito para a obtenção do grau de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Prof. Orientador: Dr. Driano Rezende

Ariquemes – RO

2018

FICHA CATALOGRÁFICA

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Júlio Bordignon – FAEMA**

U48q UMGRIA, Iranildo Cardoso de

Qualidade das águas subterrâneas na região norte do Brasil. / por Iranildo Cardoso de Umgría – Ariquemes: FAEMA, 2018.

36 p.

Trabalho de Conclusão de Curso – Tecnologia em Gestão Ambiental - Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA.

Orientador: Prof. Dr. Driano Rezende.

1. Águas subterrâneas. 2. Geoquímica. 3. Gestão das águas. I. Rezende, Driano. II. Título. III. FAEMA.

Bibliotecário Responsável

EDSON RODRIGUES CAVALCANTE
CRB 677/11

Iranildo Cardoso de Umgria

**QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA REGIÃO
NORTE DO BRASIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Tecnologia em Gestão Ambiental da Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, como requisito à obtenção do grau de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

COMISSÃO EXAMINADORA

Professor Orientador: Dr. Driano Rezende
Faculdade de Educação e Meio Ambiente

Professor Me. Felipe Cordeiro de Lima
Faculdade de Educação e Meio Ambiente

Professor Me. Jhonattas Muniz de Souza
Faculdade de Educação e Meio Ambiente

Ariquemes, 11 de dezembro de 2018

AGRADECIMENTOS

Ao dono de toda ciência, sabedoria e poder, que me deu de beber da água da fonte da vida: “Jesus”!

A minha amada esposa Morgana Rodrigues dos Anjos de Umgría que é minha fonte de inspiração com seu amor, força, apoio e incentivo na minha vida.

A meu filho Caio Henrique Rocha de Umgría que tem sido uma alegria em minha vida.

Aos meus amados pais e irmã, minha família nuclear, meus mais sinceros agradecimentos por compreenderem minhas horas de ausência e por me apoiarem integralmente nesta jornada do conhecimento, desde a primeira palavra que pronunciei.

Ao meu orientador prof. Dr. Driano Resende, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

Aos colegas de turma, por me ensinarem que o caminho do sucesso é o equilíbrio e que é compartilhando conhecimento que se multiplica a sabedoria.

“A maior recompensa para o trabalho do homem não é o que ele ganha com isso, mas o que ele se torna com isso.” JOHN RUSKIN

RESUMO

As águas subterrâneas possui grande valor para a sociedade, porém este recurso está perdendo a disponibilidade e qualidade devido a fatores naturais e antrópicos. Devido ao fato este trabalho buscou investigar através de pesquisa bibliográfica a composição geoquímica das águas subterrâneas da região norte do Brasil. Em sete estudos realizados na Região Norte e tiveram seus resultados confrontados com a Portaria de Consolidação Nº 5/2017, do Ministério da Saúde (Anexo XX) e Resolução 396/2008 do CONAMA. A Política Nacional dos Recursos Hídricos através da Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos, deveria proporcionar uma gestão das águas subterrâneas eficiente. Mas a falta de entendimento da sociedade e gestores públicos sobre a importância deste recurso para a população, deixa este recurso vulnerável aos efeitos antrópicos.

Palavras-chave: Águas subterrâneas, geoquímica, gestão das águas.

ABSTRACT

Groundwater has great value for society, but this resource is losing its availability and quality due to natural and man-made factors. Due to the fact this work sought to investigate through bibliographical research the geochemical composition of the groundwater of the northern region of Brazil. In seven studies carried out in the North Region, their results were confronted with the Consolidation Ordinance No. 5/2017 of the Ministry of Health (Annex XX) and Resolution 396/2008 of CONAMA. The National Water Resources Policy through the Granting of Right to Use Water Resources should provide efficient groundwater management. But the lack of understanding of society and public managers about the importance of this resource for the population, leaves this resource vulnerable to the anthropic effects.

Keywords: Groundwater, geochemistry, water management.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| INTRODUÇÃO..... | 8 |
| 2 OBJETIVOS | 9 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL..... | 9 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 9 |
| 3 METODOLOGIA..... | 10 |
| 4 REVISÃO DE LITERATURA | 11 |
| 4.1 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS..... | 11 |
| 4.2 ÁREA DE ESTUDO | 13 |
| 4.3 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA REGIÃO NORTE..... | 13 |
| 4.4 IMPORTÂNCIA DA OUTORGA E MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS | 28 |
| CONCLUSÃO | 30 |
| REFERÊNCIAS | 31 |

INTRODUÇÃO

Segundo Ribeiro (2009), mais de 50% da humanidade necessita da água subterrânea para abastecimento público. As águas subterrâneas correspondem em mais de 95% da água doce disponível no planeta e é um recurso natural indispensável para a conservação da vida e dos ecossistemas.

Conforme Nunes et al. (2012), as águas subterrâneas vem passando por sérios impactos referentes a contaminação de origens antrópicas. Destacando o nitrato, nitrito e metais pesados como contaminantes de maior incidência no manancial subterrâneo.

O valor máximo admissível (VMA), para a concentração de nitratos na água é de 50 mg.L⁻¹ de NO₃⁻ que é o equivalente a 11,3 mg.L⁻¹ de NO₃⁻ – N, as águas que contenham ou apresentem risco de conter uma concentração de nitratos superiores ao VMA são consideradas poluídas. A toxicidade dos nitratos é principalmente atribuída à sua redução a nitrito no organismo humano, sendo o maior efeito biológico dos nitritos em humanos é o seu envolvimento na oxidação da hemoglobina (Hb) a metahemoglobina (metHb). Concentrações de nitrato elevadas causam meta-hemoglobinemia severa em recém-nascidos e adultos. (VALE; HAIE, 2006).

Conforme Steffen; Steffen e Antonioli (2011), os íons e os compostos orgânicos ou inorgânicos, proveniente da deposição de substâncias e/ou compostos alóctones ao ambiente, podem ser os poluentes do solo e as águas superficiais e subterrâneas. As atividades agrícolas é uma das principais fontes de contaminação por compostos inorgânicos como o nitrato, o fosforo, os metais pesados. Os agrotóxicos manuseados de forma incorreta causam sérias consequências ao meio ambiente e a saúde humana, através da exposição direta no manuseio do produto, ou exposição indireta através dos alimentos e as águas.

Nesse contexto o presente estudo irá apresentar uma revisão bibliográfica de estudos realizados sobre águas subterrâneas na região Norte do Brasil.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar uma pesquisa bibliográfica referente a composição geoquímica das águas subterrâneas da região norte do Brasil.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever os principais aquíferos presentes na região Norte do Brasil;
- Levantar os principais contaminantes encontrados nos aquíferos;
- Caracterizar a composição físico-química das águas provenientes dos aquíferos na Região Norte do Brasil.

3 METODOLOGIA

Conforme mencionado por Moreira (2004), trabalhos de revisão de literatura são de grande importância para leitores e pesquisadores. Esses materiais possuem em seu escopo diferentes pesquisas relacionadas com os temas específicos, de modo a indicar, discutir e facilitar a compreensão de determinados assuntos científicos, relacionados com a área de estudo.

Nesse sentido o presente trabalho foi realizado por meio de revisão de literatura. Foram utilizados como fonte de pesquisa livros e artigos (físicos e online) da Biblioteca “Júlio Bordignon” – FAEMA, também provenientes de pesquisas de artigos científicos no Google acadêmico, página da Agência Nacional de Águas (ANA), página da Presidência da República Casa Civil, portal Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os documentos pesquisados foram 22 artigos, 2 teses de doutorado, 2 trabalhos de conclusão de curso e um livro, que se limitaram entre os períodos de 1997 a 2018, todos no idioma português, tendo como palavras chave: Águas subterrâneas; Aquíferos; Hidrogeoquímica.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Segundo Souza (2010), as águas subterrâneas são às encontradas abaixo da superfície da Terra, ocupando as lacunas entre as partículas de solo, rochas e fissuras, que são denominados aquíferos. Segundo Ferreira et al. (2007), existem diferentes tipos de aquíferos, sendo:

- Livres: Aquíferos que se localizam mais próximos à superfície.
- Confinados: possui uma pressão maior do que à atmosférica, devido a existência de uma camada pouco permeável.
- Poroso: Possui suas águas armazenadas nas lacunas entre as partículas de solo, formados no decorrer da formação da rocha; um exemplo são as rochas sedimentares.
- Fissural (cristalino/embasamento cristalino): A água movimenta através das rachaduras proveniente do fraturamento das rochas impermeáveis (ígneas ou metamórficas).
- Cársticos: São os aquíferos formados em rochas carbonáticas (sedimentares, ígneas ou metamórficas). Estabelece um tipo específico de aquífero fraturado, com a possibilidade de encontrar grandes aberturas, devido à dissolução do carbono pela água, formando rios subterrâneos.

A Figura 1 e 2 exemplificam os diferentes tipos de aquíferos.

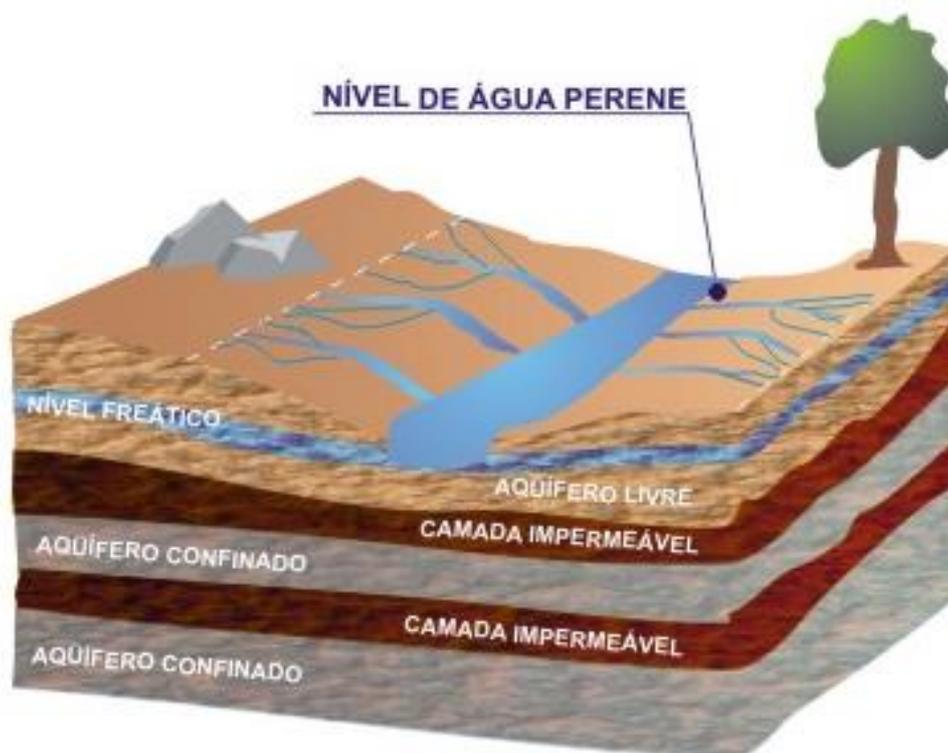


Figura 1 – Tipos de aquíferos: livres e confinados
 Fonte: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS)

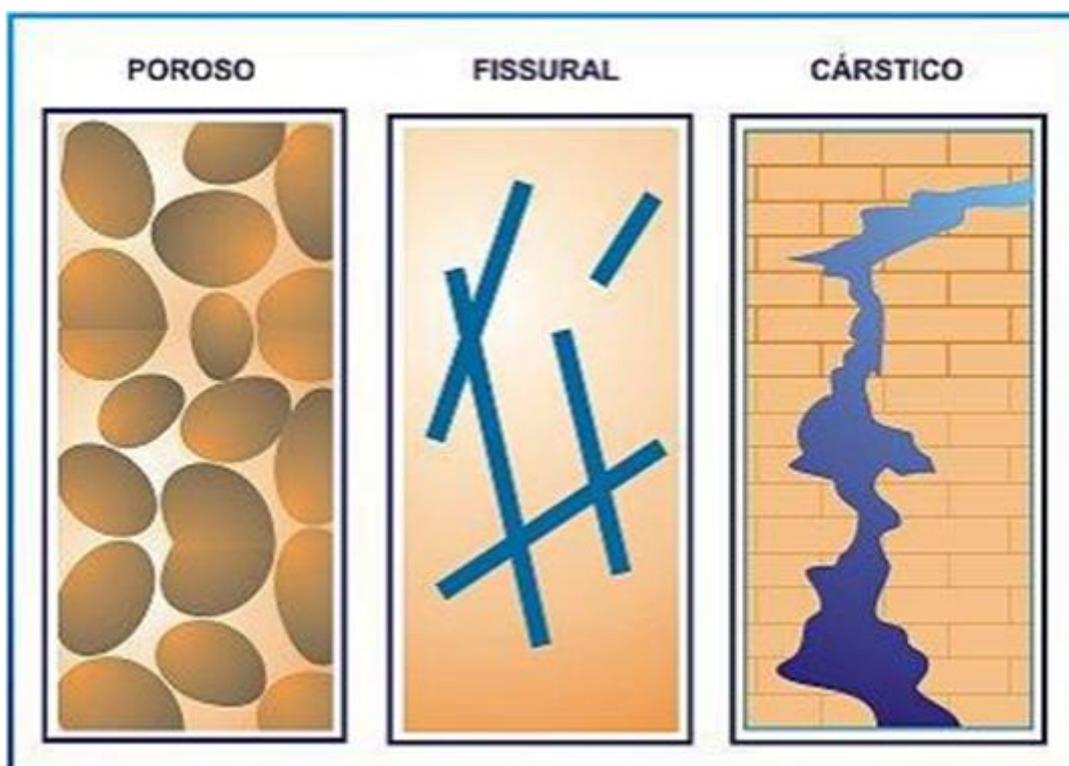


Figura 2 – Tipo de aquíferos quanto à formações geológicas
 Fonte: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS)

Segundo Agência Nacional de Águas (ANA, 2017), conforme a revisão das estimativas de 2008 realizadas pelos estados brasileiros. Em Janeiro de 2008, existiam cerca de 145 mil fontes de abastecimento de água subterrânea no país, que configura quase o total representados por poços tubulares. Em outubro de 2016, eram 278 mil poços cadastrados no total. Em estimativa quanto a totalidade de poços tubulares existentes no país aponta um total de 1,2 milhões, representando um crescimento de 22% ao ano em referência à estimativa de 2008.

4.2 ÁREA DE ESTUDO

A Região Norte é a maior região brasileira em extensão de área, com o bioma Amazônico predominando em quase sua totalidade e abriga a Floresta Amazônica, maior floresta tropical úmida do mundo abrigando milhares de espécies de flora e de fauna. Quanto a recursos hídricos possui a maior bacia hidrográfica do mundo (Bacia Amazônica), possui 1100 afluentes e abrange uma área de cerca de 6 milhões de km². O rio mais importante é o Rio Amazonas, que lança cerca de 175 milhões de litros por segundo no Oceano. Área, população e unidades federativas do Brasil, demonstrados na Tabela 1:

Tabela 1 - Estados, população e área da Região Norte

| Estado | Capital | População | Área (km²) |
|-----------------------|----------------|------------------|------------------------------|
| Acre (AC) | Rio Branco | 733.559 | 164.122,280 |
| Amapá (AP) | Macapá | 669.526 | 142.827,897 |
| Amazonas (AM) | Manaus | 3.483.985 | 1.559.161,682 |
| Para (PA) | Belém | 7.581.051 | 1.247.950,003 |
| Rondônia (RO) | Porto Velho | 1.562.409 | 237.590,864 |
| Roraima (RR) | Boa Vista | 450.479 | 224.301,040 |
| Tocantins (TO) | Palmas | 1.383.445 | 277.621,858 |
| Região Norte | - | 15.864.454 | 3.853.575,624 |

Fonte: Adaptado de IBGE (2010)

4.3 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA REGIÃO NORTE

Segundo Souza (2010), a água subterrânea na Região Norte é utilizada praticamente em sua totalidade para abastecimento público, e 10% do total é utilizado pelas indústrias que estão concentradas nas maiores cidades (Belém e Manaus).

Conforme pesquisa realizada pela ANA (2010), realizada em todas as 5.565 sedes municipais do país, aponta que 58% das cidades da Região Norte tem seu abastecimento exclusivo por águas subterrâneas e 41% utilizam mananciais superficiais ou mistos, conforme tabela 2.

Tabela 2 – Tipos de mananciais utilizados para abastecimento público na Região Norte

| Estados | Nº de mun. | Man. Sub. | % | Man. sup./ misto | % | não inf. | % |
|----------------|-------------------|------------------|----------|-------------------------|----------|-----------------|----------|
| AC | 22 | 4 | 18,18% | 18 | 81,81% | - | - |
| AP | 16 | 4 | 25,00% | 12 | 75,00% | - | - |
| AM | 62 | 44 | 70,97% | 18 | 29,03% | - | - |
| PA | 143 | 108 | 75,52% | 34 | 23,77% | 1 | 0,69% |
| RO | 52 | 10 | 19,23% | 42 | 80,77% | - | - |
| RR | 15 | 9 | 60,00% | 6 | 40,00% | - | - |
| TO | 139 | 84 | 60,43% | 55 | 39,57% | - | - |
| Total | 449 | 263 | 58,57% | 185 | 41,20% | 1 | 0,22% |

Fonte: Adaptado de ANA (2010)

Em estudos hidrogeológicos realizados por Melo Junior et al., (2010), executados no município de Rio Branco AC na região conhecida por 2º Distrito, com o objetivo de elaborar o Plano de Gestão para o Aquífero Rio Branco (PGARB) onde a avaliação da qualidade das águas foi realizada com base na resolução CONAMA 396/2008.

O estudo foi realizado através de coletas de vinte e quatro amostras em poços para análise de coliformes termo tolerantes, coliformes totais, alcalinidade total, DQO, dureza, alumínio (Al), bário (Ba), cálcio (Ca), estrôncio (Sr), crômio (Cr), ferro (Fe), Magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K), Manganês (Mn), silício (Si), amônia (NH₄), flúor (F⁻), cloro (Cl⁻), nitrito (NO₂⁻), nitrato (NO₃⁻) e sulfato (SO₄⁼).

As análises das águas subterrâneas do aquífero Rio Branco coletadas nos poços, apontaram um resultado superior ao estabelecido pela Resolução CONAMA 396/2008 para os parâmetros de nitrato, ferro total, manganês e alumínio, demonstrados na tabela 3.

Tabela 3 – Parâmetros em desacordo com a legislação vigente

| Poço | pH | NO ₃ ⁻ (mg/L) | Fe (mg/L) | Mn (mg/L) | Al (mg/L) |
|-------------------------------|--------------------|--|--------------|--------------|--------------|
| RB-01 | 5.110 | 0.484 | 0.077 | 0.036 | 0.011 |
| RB-02 | 4.590 | 5.870 | 0.032 | 0.035 | 0.098 |
| RB-03 | 4.910 | 1.115 | 0.008 | 0.012 | 0.016 |
| RB-04 | 4.500 | 2.132 | 0.049 | 0.046 | 0.069 |
| RB-05 | 5.120 | 9.615 | 0.011 | 0.036 | 0.013 |
| RB-06 | 4.980 | 3.405 | 0.006 | 0.012 | 0.005 |
| RB-07 | 4.910 | 3.354 | 0.106 | 0.069 | 0.037 |
| RB-08 | 4.350 | 41.639 | 0.009 | 0.407 | 1.333 |
| RB-09 | 4.310 | 8.854 | 0.008 | 0.068 | 0.121 |
| RB-10 | 4.740 | 1.063 | 0.080 | 0.034 | 0.020 |
| RB-11 | 5.010 | 8.558 | 1.215 | 0.347 | 0.077 |
| RB-13 | 4.350 | 6.760 | 0.044 | 0.060 | 0.194 |
| RB-14 | 4.140 | 12.359 | 0.003 | 0.189 | 0.288 |
| RB-15 | 4.550 | 5.979 | 0.118 | 0.108 | 0.107 |
| RB-16 | 4.720 | 6.284 | 0.010 | 0.163 | 0.013 |
| RB-17 | 4.950 | 1.504 | 0.512 | 0.071 | 0.011 |
| RB-18 | 4.410 | 47.372 | 0.008 | 0.483 | 0.242 |
| RB-19 | 4.090 | 41.229 | 0.002 | 0.302 | 0.734 |
| RB-22 | 5.300 | 15.919 | 0.234 | 0.084 | 2.740 |
| RB-23 | 4.930 | 13.906 | 0.533 | 0.539 | 3.800 |
| RB-24 | 5.780 | 12.593 | 1.807 | 1.565 | 0.014 |
| RB-25 | 5.190 | 34.406 | 0.461 | 0.258 | 0.025 |
| RB-26 | 5.360 | 16.102 | 1.214 | 0.308 | 0.043 |
| RB-31 | 4.210 | 8.181 | 0.226 | 0.365 | 0.177 |
| Res. CON. 396/2008 | 6,00 a 9,50 | 10,0 | 0,3 | 0,1 | 0,2 |

Fonte: Melo Junior et al. (2010)

Mediante os resultados das análises, o pH, o nitrato, o ferro, manganês e o alumínio apresentaram resultados em desconformidade com a Resolução CONAMA 396/2008, com destaque para o contaminante nitrato que está associado a origem antrópica.

Quanto classificação das águas subterrâneas em relação ao teor de cátions e ânions, foi utilizado o digrama de Piper. Que classificou as águas com valores moderados de nitrato ou seja sem contaminação, como sódicas ou bicarbonatadas sódicas. Já as com valores elevados de nitrato, foram classificadas como bicarbonatadas, cloretadas ou cloretadas sódicas.

Segundo Bahia et al. (2011), as águas subterrâneas da Região Amazônica possui baixos valores de pH, características de climas tropicais com alto índice de precipitações pluviométricas, que percola facilmente até o lençol freático. Também está relacionado aos altos índices de lixiviação, que predominam elementos com menor mobilidade geoquímica, como ferro, alumínio e manganês.

Em estudo realizado por Mesquita (2018), no município de Cruzeiro do Sul – Acre, no Sistema Aquífero Içá-Solimões, onde foram realizadas coletas de amostra de água em 6 poços e uma do rio Juruá para análise química laboratorial, a campanha de campo ocorreu no período de 05 a 10 de outubro de 2016. As coletas foram realizadas por membros do HIDROGEO integrantes do Projeto Tikuna (financiador da campanha de campo e das análises). E também foi integrado ao estudo a análise do poço (JR 234), efetuada pela CPRM em 2013 por meio da Rede Integrada de Monitoramento Água Subterrânea (RIMAS). A identificação e profundidade segue apresentados na tabela 4.

Tabela 4 - Identificação do projeto e identificação correspondente do SIAGAS e suas profundidades

| ID Projeto | Prof (m) |
|-------------------|-----------------|
| BRAC01p | 120 |
| BRAC02p | 200 |
| BRAC03p | 150 |
| BRAC07p | 176 |
| BRAC08p | 6 |
| BRAC09p | 150 |
| BRAC11r | Superficial |
| JR 234 | 150 |

Fonte: Mesquita (2018)

Com objetivo de obter teores dos principais cátions e ânions dissolvidos na água, que juntos somam quase o total de elementos dissolvidos nas águas subterrâneas, as análises físico-química investigaram os parâmetros de: bicarbonato (HCO_3^-), cloreto (Cl^-), sulfato (SO_4^{2-}), nitrato (NO_3^-), sódio (Na^+), potássio (K^+), cálcio (Ca^{+2}) e magnésio (Mg^{+2}) (CPRM, 2010). A concentração dos principais íons seguem apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 - Tabela de concentração dos principais íons por amostra.

| ID | HCO ₃ ⁻ (mg/L) | Cl ⁻ (mg/L) | SO ₄ ²⁻ (mg/L) | NO ₃ ⁻ (mg/L) | Na ⁺ (mg/L) | K ⁺ (mg/L) | Ca ²⁺ (mg/L) | Mg ²⁺ (mg/L) |
|-----------------------|---|---------------------------|---|--|---------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
| BRAC01p | 311 | 0,26 | 1,43 | 0,011 | 116 | 4,3 | 10 | 2,15 |
| BRAC02p | 339 | 0,2 | 1,45 | 0,067 | 124 | 4,45 | 9,6 | 2,71 |
| BRAC03p | 363 | 0,22 | 1,52 | 0,026 | 138 | 4,87 | 7,91 | 2,17 |
| BRAC07p | 349 | 8,66 | 57,1 | 0,15 | 153 | 4,35 | 20,6 | 6,16 |
| BRAC08p | 7,63 | 2,43 | 3,16 | 8,89 | 13,2 | 0,57 | 2,29 | 0,28 |
| BRAC09p | 201 | 0,11 | 0,38 | 0,063 | 17,6 | 2,99 | 37,7 | 6,67 |
| BRAC11r | 86,9 | 0,45 | 4,37 | 1,37 | 7,44 | 2,15 | 21,5 | 3,05 |
| JR 234 | 16.531 | 3,857 | 0,284 | 7,857 | 2,6 | 5,92 | 0,919 | 0,915 |
| Res. CON. 396/2008 | - | 250 | 250 | 10 | 200 | - | - | - |
| Por. MS anexo xx | - | 250 | 250 | 10 | 200 | - | - | - |

Fonte: Mesquita (2018)

Por meio dos resultados obtidos na Tabela 5, os autores elaboraram o diagrama de Piper (Figura 3).

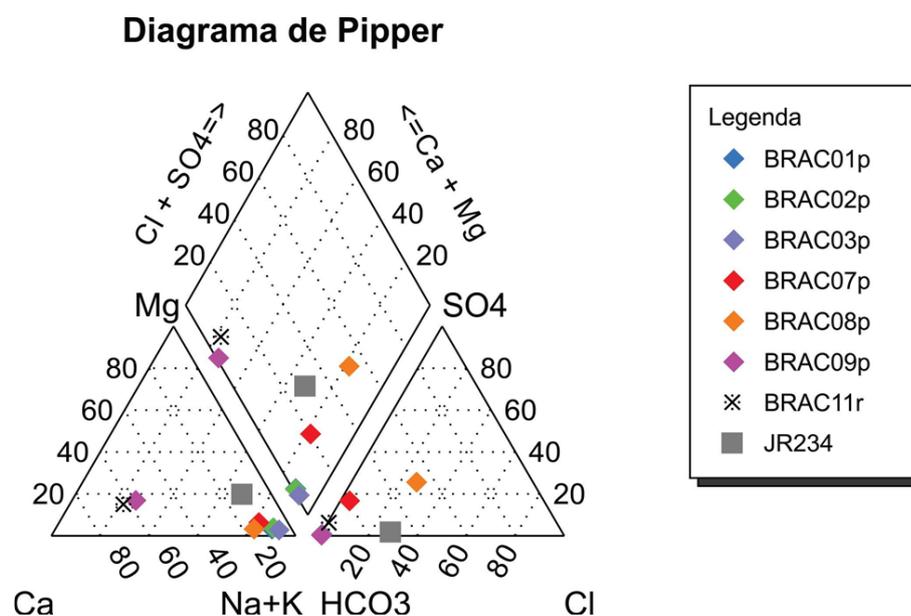


Figura 3 - Diagrama de Piper das análises químicas das amostras
Fonte: Mesquita (2018)

Conforme Figura 3, observam-se dois grupos diferentes: águas bicarbonatadas cálcicas nos poços BRAC09p e BRAC 11r e águas bicarbonatadas sódicas nos poços BRAC01p, BRAC02p, BRAC03p, BRAC07p, BRAC08p e JR234.

Em estudo realizado por Lages, (2016), nas cidades de Itacoatiara e Manacapuru-AM, foram selecionados seis poços em Itacoatiara e seis poços em

Manacapuru para coleta de amostras do Sistema Aquífero Alter do Chão que é caracterizado como sendo livre e confinado. Em análise físico-químico foram analisados os seguintes elementos: Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{2-} e PO_4^{3-} . Segue abaixo Tabela 6 referente ao estudo citado, a saber:

Tabela 6 - Composição química da água subterrânea (média \pm desvio padrão em mg L^{-1}) e valores da Normalização do Balanço das Cargas Inorgânicas – NBCI – nas duas cidades estudadas

| Variável | Itacoatiara | | | | | |
|--------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Na^+ | 4.00 \pm 2.58 | 6.56 \pm 3.67 | 5.11 \pm 1.76 | 11.3 \pm 5.78 | 22.6 \pm 10.36 | 6.08 \pm 6.87 |
| K^+ | 6.44 \pm 2.98 | 4.2 \pm 0.46 | 4.78 \pm 1.46 | 3.85 \pm 3.31 | 3.39 \pm 0.89 | 1.05 \pm 0.70 |
| NH_4^+ | 12.1 \pm 9.25 | 12.9 \pm 8.94 | 10.4 \pm 7.58 | 9.40 \pm 7.93 | 8.61 \pm 7.47 | 2.93 \pm 4.43 |
| Mg^{2+} | 2.54 \pm 2.42 | 2.18 \pm 0.97 | 2.23 \pm 0.60 | 1.73 \pm 2.34 | 1.2 \pm 1.36 | 0.46 \pm 0.66 |
| Ca^{2+} | 5.69 \pm 4.26 | 4.02 \pm 1.64 | 3.92 \pm 1.55 | 2.06 \pm 1.67 | 1.28 \pm 0.93 | 0.48 \pm 0.33 |
| Cl^- | 2.95 \pm 3.94 | 4.12 \pm 2.84 | 1.28 \pm 0.93 | 9.44 \pm 5.25 | 19.8 \pm 6.49 | 4.82 \pm 2.45 |
| HCO_3^- | 23.6 \pm 1.19 | 23.5 \pm 0.70 | 23.6 \pm 0.73 | 17.10 \pm 0.89 | 12.7 \pm 8.76 | 17.3 \pm 0.75 |
| NO_3^- | 0.17 \pm 0.32 | 2.29 \pm 0.76 | 1.93 \pm 2.24 | 17.2 \pm 11.82 | 25.4 \pm 9.75 | 3.42 \pm 0.99 |
| NO_2^- | 3.60 \pm 6.03 | 3.03 \pm 4.04 | 4.7 \pm 5.81 | 0.05 \pm 0.09 | 2.6 \pm 3.05 | 0.07 \pm 0.13 |
| SO_4^{2-} | 5.22 \pm 4.59 | 1.49 \pm 1.08 | 1.32 \pm 1.10 | 2.41 \pm 1.90 | 4.04 \pm 3.71 | 0.24 \pm 0.27 |
| NICB | 0.25 \pm 0.35 | 0.20 \pm 0.17 | 0.24 \pm 0.11 | -0.03 \pm 0.12 | -0.02 \pm 0.47 | -0.12 \pm 0.29 |
| Variável | Manacapuru | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Na^+ | 14.0 \pm 8.2 | 23.1 \pm 6.8 | 1.83 \pm 0.35 | 3.02 \pm 0.68 | 14.1 \pm 3.27 | 2.69 \pm 1.48 |
| K^+ | 7.54 \pm 3.54 | 5.96 \pm 1.50 | 9.34 \pm 3.02 | 10.2 \pm 4.90 | 4.10 \pm 1.04 | 5.95 \pm 4.94 |
| NH_4^+ | 2.51 \pm 3.16 | 1.51 \pm 1.23 | 0.91 \pm 0.88 | 3.58 \pm 4.20 | 0.58 \pm 1.15 | 0.52 \pm 0.77 |
| Mg^{2+} | 1.80 \pm 0.09 | 1.44 \pm 0.45 | 2.69 \pm 0.23 | 5.87 \pm 3.26 | 1.10 \pm 0.73 | 3.76 \pm 3.85 |
| Ca^{2+} | 5.26 \pm 3.00 | 5.44 \pm 0.85 | 5.25 \pm 0.62 | 14.5 \pm 8.92 | 3.87 \pm 1.33 | 8.49 \pm 8.66 |
| Cl^- | 14.8 \pm 10.0 | 25.6 \pm 10.4 | 0.81 \pm 0.87 | 1.23 \pm 0.70 | 16.4 \pm 0.72 | 2.02 \pm 0.72 |
| HCO_3^- | 20.3 \pm 2.81 | 0.01 \pm 0.00 | 23.1 \pm 0.56 | 25.5 \pm 0.40 | 4.23 \pm 8.44 | 25.9 \pm 0.31 |
| NO_3^- | 34.2 \pm 20.9 | 77.4 \pm 1.61 | 0.77 \pm 0.14 | 1.86 \pm 1.19 | 35.1 \pm 4.06 | 1.98 \pm 1.23 |
| NO_2^- | 0.30 \pm 0.34 | 0.30 \pm 0.35 | 0.24 \pm 0.27 | 2.15 \pm 3.77 | 1.91 \pm 3.11 | 1.60 \pm 2.48 |
| SO_4^{2-} | 0.18 \pm 0.10 | 3.01 \pm 1.23 | 0.11 \pm 0.07 | 20.9 \pm 4.94 | 4.24 \pm 2.62 | 36.5 \pm 4.30 |
| NICB | -0.09 \pm 0.35 | -0.4 \pm 0.58 | 0.38 \pm 0.08 | 0.68 \pm 0.80 | -0.18 \pm 0.20 | -0.26 \pm 0.87 |

Fonte: Lages (2016)

A distinção em relação da quantidade de cátions e ânions foram calculados pela estabilidade das cargas inorgânicas normalizadas (NBCI), estabelecido como $\Sigma Z^+ - \Sigma Z^- / \Sigma Z^-$ (GAILLARDET et al., 1997), distinguindo as cargas positivas e negativas na solução. Ocorreu condutas diferentes nas duas cidades. O desequilíbrio de cargas provocados pelas cargas negativas aponta contaminação por interferência antrópica ou natural. Apontando problemas locais com o Sistema Aquífero Grande Amazônia (SAGA), causados pela contaminação por nitrato, introduzido no lençol freático de Itacoatiara e Manacapuru.

A variação de valores de pH obtidos em análises das amostras foram de 3,84 (setembro) e 7,12 (junho), foram contempladas duas classes de águas subterrâneas uma com valores de $\text{pH} < 4,00$ e outra com valores de $\text{pH} > 6,50$. Os valores de condutividade elétrica variaram de 18,4 a $319 \mu\text{S cm}^{-1}$. Demonstrados na figura 4.

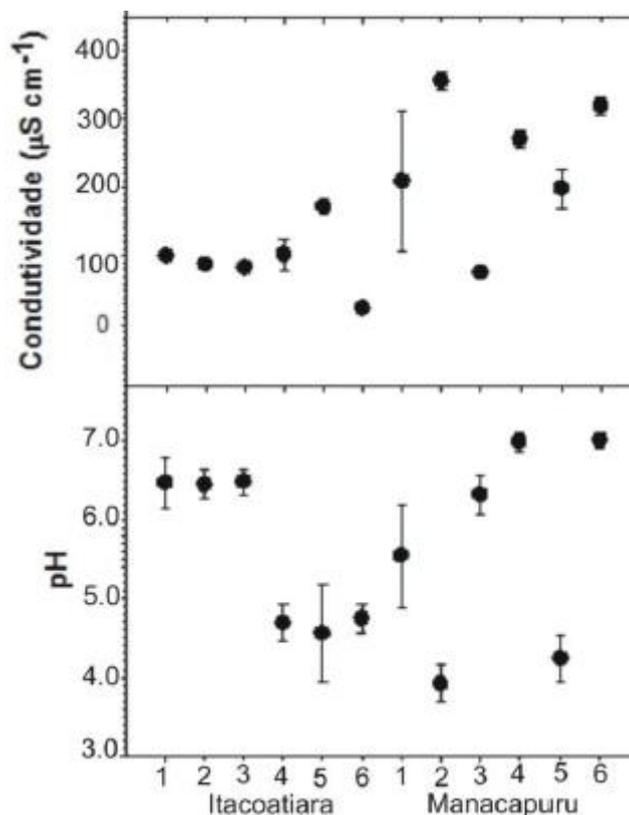


Figura 4 - Resultados de Condutividade elétrica e pH
Fonte: Lages (2016)

Em estudo realizado por Nery et al. (2014), nos bairros Zerão/Universidade, localizados na cidade de Macapá AP. Foram selecionados 40 poços em uso ou já foram utilizados pela população na área de estudo. Posteriormente foram cadastrados, georreferenciados e numerados sequencialmente de 1 a 40. E selecionados 18 poços para coleta de amostras com objetivo de medição dos parâmetros físico-químicos de campo, para averiguação dos parâmetros de: pH, condutividade elétrica, potencial redox, oxigênio dissolvido, sólidos totais dissolvidos, salinidade e temperatura, além do nível freático, cujo resultado foi comparado com a Portaria de Consolidação Nº 5/2017, do Ministério da Saúde (Anexo XX) e Resolução CONAMA 396/2008.

O oxigênio dissolvido se destaca entre os parâmetros analisados devido aos baixos níveis, os altos valores de condutividade elétrica aponta uma provável

contaminação do aquífero, o pH apresentou em todos os poços valores abaixo do estabelecido pela Portaria de Consolidação Nº 5/2017, do Ministério da Saúde (Anexo XX) e Resolução CONAMA 396/2008, que é de 6,0 a 9,5.

Segue abaixo figura 5 com os gráficos referentes ao estudo citado, a saber:

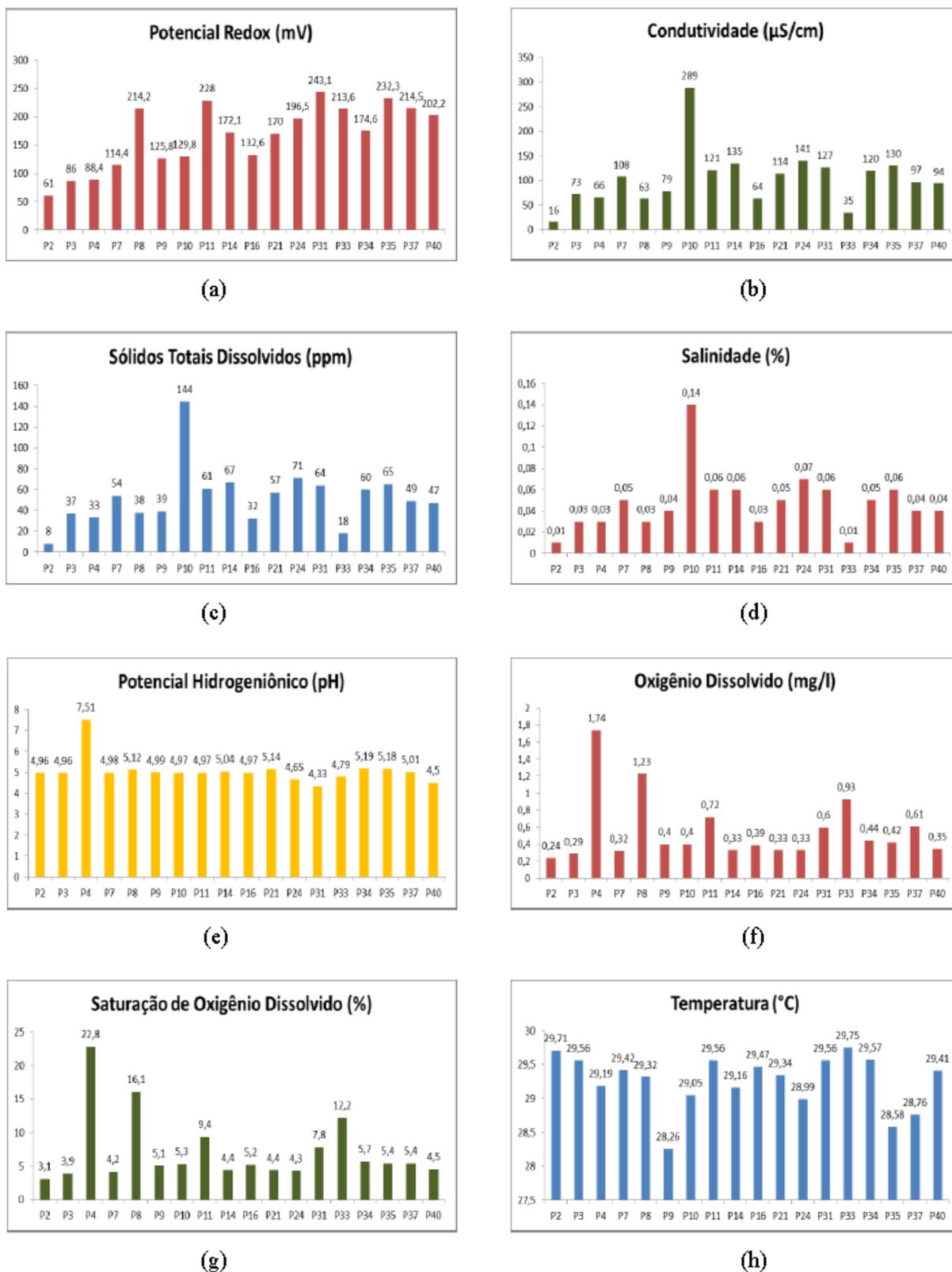


Figura 5 - Resultados dos parâmetros medidos nos poços de monitoramento: (a) potencial redox; (b)

condutividade; (c) sólidos totais dissolvidos; (d) salinidade; (e) pH; (f) oxigênio dissolvido; (g) saturação de oxigênio dissolvido; (h) temperatura

Fonte: Nery et al., (2014)

Em estudo realizado por Freddo Filho, (2018), no município de Benevides PA, com um banco de dados para a pesquisa de 215 poços cadastrados pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), por meio do projeto Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS). Após o cadastro inicial, foram escolhidos 30 poços tubulares na área relevante. No decorrer dos meses de dezembro e março (período chuvoso) e nos meses de agosto e outubro (período menos chuvoso), com objetivo de levantar dados para classificação hidroquímica da área de estudo, assim como os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos analisados. Tabela 7 referente aos parâmetros analisados.

Tabela 7 - Composição química da água subterrânea (média \pm desvio padrão em mg/l)

| Parâmetros | Valor período chuvoso | Média | Valor p. menos chuvoso | Média | Res. CON. 396/2008 | Por. MS anexo xx |
|-------------------------------------|-----------------------|--------|------------------------|-------|--------------------|------------------|
| STD | 40,4 \pm 267,7 | 96,5 | 36,6 \pm 249,6 | 102,3 | 1000mg/L | 1000mg/L |
| Cl⁻ | 1,6 \pm 21,8 | 7,4 | 1,8 \pm 21,4 | 5,6 | 250mg/L | 250mg/L |
| SO₄⁻² | 0,00 \pm 19 | 4,7 | 0,4 \pm 6,9 | 2,1 | 250mg/L | 250mg/L |
| Ca⁺² | 0,00 \pm 2,9 | 0,7 | 0,00 \pm 2,7 | 0,7 | - | - |
| Mg⁺² | 0,2 \pm 1,2 | 0,4 | 0,2 \pm 1 | 0,4 | - | - |
| Na⁺ | 0,9 \pm 18,9 | 5,6 | 0,2 \pm 17,7 | 5 | 200mg/L | 200mg/L |
| K⁺ | 0,1 \pm 2,2 | 0,6 | 0,1 \pm 2,4 | 0,6 | - | - |
| Pb | 0,00 \pm 0,01991 | 0,16 | 0,00 \pm 0,01412 | 0,009 | 0,1mg/L | 0,1mg/L |
| N-NO₃⁻ | 0,7 \pm 38,5 | 11,623 | 0,4 \pm 18,6 | 6,657 | 10mg/L | 10mg/L |
| Al⁺³ | 0,02 \pm 0,515 | 0,177 | 0,013 \pm 0,399 | 0,125 | 0,2mg/L | 0,2mg/L |

Fonte: adaptado Freddo Filho (2018)

Conforme tabela 7, entre os parâmetros analisados destacou como preocupantes o nitrato que é um indicativo de contaminação antrópica e apresentou resultados superiores ao padrão estabelecido de 10 mg/L pela Portaria de Consolidação Nº 5/2017, do Ministério da Saúde (Anexo XX) e Resolução CONAMA 396/2008 e o alumínio que apresentou em alguns poços resultados superior ao padrão estabelecido de 0,2 mg/L pela Portaria de Consolidação Nº 5/2017, do Ministério da Saúde (Anexo XX) e Resolução CONAMA 396/2008.

Os resultados para pH das amostras de água coletadas no decorrer dos meses de dezembro e março (período chuvoso) apresentou variação de 4,33 a 5,84, e uma média de 5. Nos meses de agosto e outubro (período menos chuvoso), os

valores de pH alternaram de 4,48 a 5,96, com média de 4,9. Foram observados que a maior parte dos poços encontram-se com pH ligeiramente ácidos. Os resultados de pH seguem ilustrados na figura 6.

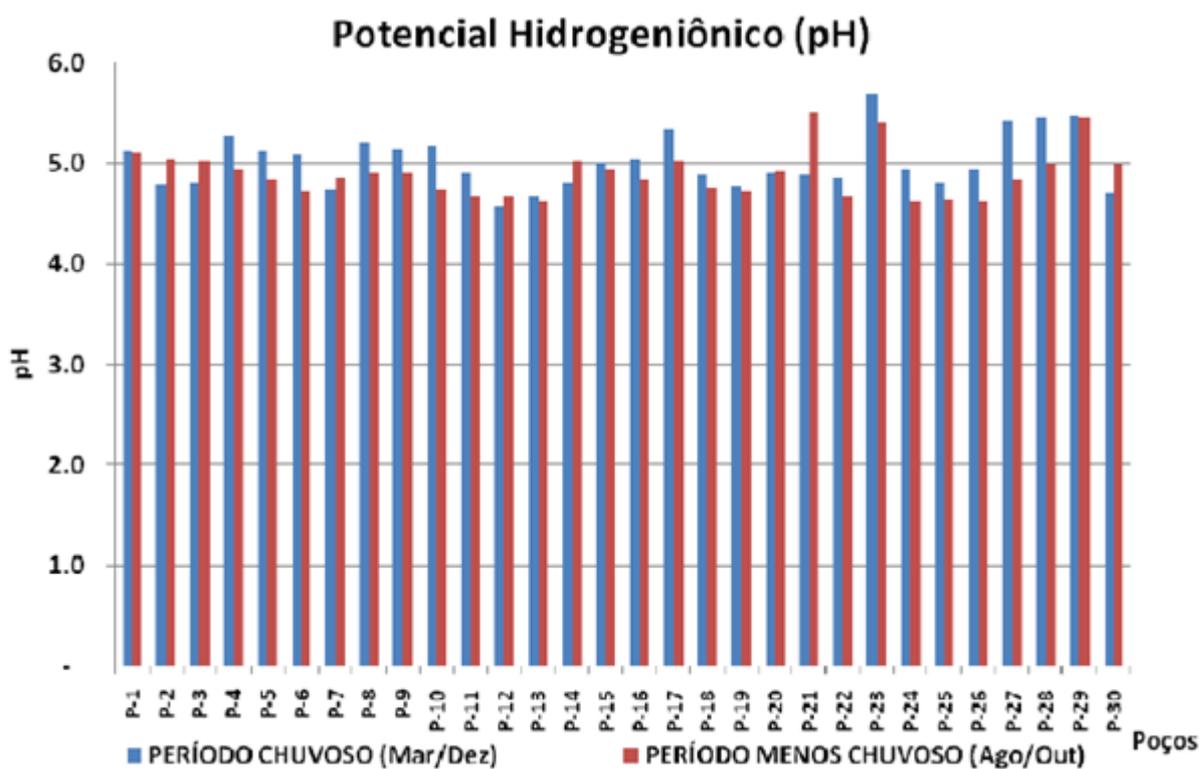


Figura 6 - Variação sazonal de pH das águas subterrâneas analisadas.

Fonte: Freddo Filho, (2018)

Os resultados para condutividade elétrica das amostras de água coletadas no decorrer dos meses de dezembro e março (período chuvoso), apresentou variação de 30,2 uS/cm a 195,8 us/cm, e uma média de 71,8 uS/cm. Nos meses de agosto e outubro (período menos chuvoso), os valores de STD variaram de 28,2 uS/cm a 184,1 uS/cm, com média de 75,9 uS/cm. OS resultados de condutividade elétrica seguem ilustradas na Figura 7.

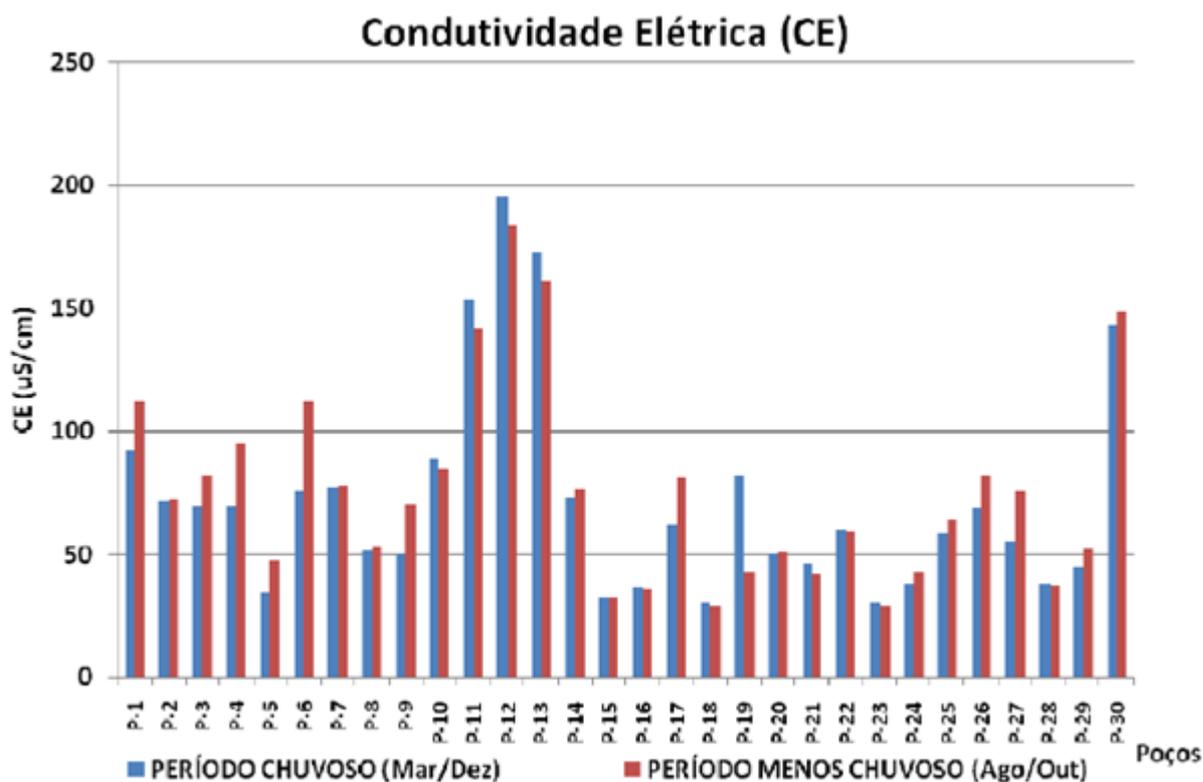


Figura 7 - Valores de CE das águas subterrâneas analisadas

Fonte: Freddo Filho, (2018)

Em estudo realizado por Oliveira et Al. (2015), no município de Vilhena RO, os pesquisadores avaliaram a qualidade físico-química e microbiológica das águas do aquífero Parecis. Através de coletas de amostras de águas subterrâneas em poços tubulares profundos e poços amazonas em que confrontaram os resultados adquiridos aos padrões de qualidade da água estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 396/2008 e Portaria de Consolidação Nº 5/2017, do Ministério da Saúde (Anexo XX). Foram selecionados 12 poços sendo 8 poços tubulares profundo e 4 poços amazonas, para coleta de amostras realizadas no período de estiagem (agosto de 2013), e período chuvoso (dezembro de 2013). Segue tabela 8 com localização e características dos poços.

Tabela 8 - Localização e características dos poços analisados

| Poço | Tipo | Localização | Características |
|------|----------|-------------|--------------------|
| A | Tubular | Zona urbana | Hospital |
| B | Tubular | Zona urbana | Prédio Residencial |
| C | Tubular | Zona urbana | Construção |
| D | Tubular | Zona urbana | Escola |
| E | Tubular | Zona urbana | Campo de Futebol |
| F | Amazonas | Zona rural | Pastagem |
| G | Tubular | Zona urbana | Igreja |
| H | Tubular | Zona urbana | Escola |
| I | Tubular | Zona urbana | Granja |
| J | Amazonas | Zona rural | Mas Condições |
| L | Amazonas | Zona rural | Mas Condições |
| M | Amazonas | Zona rural | Mas Condições |

Fonte: Oliveira et al. (2015)

As análises das amostras coletadas constatou que a maioria dos poços analisados nos dois períodos (estiagem e chuvoso), possuem íons abaixo dos valores estabelecidos pela Portaria de Consolidação Nº 5/2017, do Ministério da Saúde (Anexo XX) e Resolução CONAMA 396/2008. Segue tabela 9 com resultados obtidos nas análises.

Tabela 9 - Valores médio, mínimos e máximos dos parâmetros analisados durante os períodos de seca e chuva; valores máximos permitidos pela Portaria de Consolidação Nº 5/2017, do Ministério da Saúde (Anexo XX) e Resolução CONAMA 396/2008

| Par. analisado | Média (mg.L ⁻¹) | | Mínimo (mg.L ⁻¹) | | Máximo (mg.L ⁻¹) | | MS anexo xx (mg.L ⁻¹) | Res. CONAMA 396 (mg.L ⁻¹) |
|-----------------|-----------------------------|-------|------------------------------|-------|------------------------------|-------|-----------------------------------|---------------------------------------|
| | seca | chuva | seca | chuva | Seca | chuva | | |
| pH | 4,54 | 5,51 | 4,14 | 4,72 | 4,94 | 6,30 | 6 a 9,5 | 6 a 9,5 |
| Fluoreto | 0,04 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,14 | 0,03 | 1,5 | 1,5 |
| Cloreto | 1,02 | 2,58 | 0,08 | 0,07 | 4,75 | 8,58 | 250 | 250 |
| Brometo | 0,03 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,04 | 0,06 | - | - |
| Nitrito | 0,03 | 0,04 | 0,02 | 0,03 | 0,03 | 0,05 | 1 | 1 |
| Nitrato | 0,48 | 10,92 | 0,06 | 0,10 | 13,88 | 25,8 | 10 | 10 |
| Fosfato | 0,09 | 0,08 | 0,07 | 0,08 | 0,12 | 0,09 | - | - |
| Sulfato | 0,73 | 0,60 | 0,15 | 0,06 | 2,21 | 1,49 | 250 | 250 |
| Lítio | ND | ND | ND | ND | ND | ND | - | 0,1 |
| Sódio | 1,96 | 4,86 | 0,21 | 0,11 | 8,52 | 16,60 | 200 | 200 |
| Amônia | 0,07 | 0,23 | 0,01 | 0,01 | 0,41 | 1,66 | 1,5 | - |
| Potássio | 0,39 | 1,61 | 0,06 | 0,05 | 1,66 | 6,12 | - | - |
| Cálcio | 1,41 | 1,39 | 0,23 | 0,25 | 5,41 | 3,03 | - | - |
| Magnésio | 0,2 | 0,31 | 0,04 | 0,01 | 0,81 | 1,10 | - | - |

Fonte: Oliveira et al. (2015)

O pH apesar de apresentar resultado de águas ácidas esta é uma característica das águas subterrâneas da Região Norte. Os altos níveis de nitrato diagnosticados devem estar associados à presença de matéria orgânica de inúmeras fontes, (resíduos de origem biológica, ou a atividades antrópicas, como fossas, fertilizantes, esgotos), etc.

Considerando a sazonalidade, no período chuvoso, os resultados obtidos para coliformes apontam 10 poços em desacordo com a Resolução Conama nº 396/2008. Para *Escherichia coli* apresentou estar em desconformidade com a mesma resolução apresentando densidade máxima o poço amazonas L e mínima os poços tubulares B, D, F e poço amazonas já no período de seca somente o poço amazonas L apresentou resultado em desconformidade com a mesma resolução. Os resultados para Coliformes Totais no período de chuvoso, 11 poços apresentaram contaminação, com densidade máxima no poço raso L e mínima nos poços tubulares A e B. no período de estiagem 5 poços apresentaram contaminação com densidade máxima no poço amazonas L e mínima no poço amazonas J. os resultados microbiológicos seguem apresentados na tabela 10.

Tabela 10 - Resultado microbiológico valores máximos permitidos pela Portaria de Consolidação Nº 5/2007, do Ministério da Saúde (Anexo XX) e Resolução CONAMA 396/2008

| Poços | <i>E. Coli</i> (UFC/100mL) | | Coliformes Totais (UFC/100mL) | |
|----------|----------------------------|---------|-------------------------------|---------|
| | p. chuva | p. seca | p. chuva | p.seca |
| A | ausente | ausente | 100 | ausente |
| B | 100 | ausente | 100 | 5.000 |
| C | ausente | ausente | 500 | ausente |
| D | 100 | ausente | 100 | ausente |
| E | 800 | ausente | 1.000 | ausente |
| F | 100 | ausente | 600 | ausente |
| G | 200 | ausente | 300 | ausente |
| H | ausente | ausente | 200 | 300 |
| I | ausente | ausente | ausente | 200 |
| J | 100 | ausente | 600 | 100 |
| L | 1.300 | 400 | 5.300 | 5.400 |
| M | 800 | ausente | 1.300 | ausente |

Fonte: Oliveira et al. (2015)

Em estudo realizado por Oliveira et al. (2014), no município de Lagoa da Confusão - TO, para a escolha do local de estudo foi delimitado uma área de 256 km², que abrangesse toda rede de drenagem que contribui com a Lagoa da Confusão e rio Urubu. Foram selecionados dez poços para coleta de amostras da

água em duas campanhas de coleta, nos meses de abril (fim das chuvas) e setembro (fim da seca). As medidas de pH e condutividade elétrica foram realizadas *in situ* e as demais medidas foram realizadas em laboratório. Apresentadas na tabela 11 e 12.

Tabela 11 - Resultados das análises de parâmetros físico-químicos das amostras

| Amostras | | Parâmetros | | | | | |
|----------------|---|-----------------|------------------|--------------|---------------|-------------|---------------------------------|
| | | CE(μ S/cm) | pH | Cor (UH) | Turbidez(UNT) | SDT(mg/L) | DT (mg/L de CaCO ₃) |
| P1 | C | 17,1 | 6,3 | 1,1 | 0,49 | 89,0 | 10,0 |
| | S | 67,8 | 6,8 | 9,4 | 1,95 | 40,0 | 16,0 |
| P2 | C | 172,1 | 6,3 | 3,4 | 0,68 | 124,0 | 236,0 |
| | S | 170,9 | 6,4 | 2,6 | 0,44 | 68,0 | 66,0 |
| P3 | C | 112,6 | 6,1 | 2,9 | 0,70 | 135,0 | 116,0 |
| | S | 120,8 | 6,5 | 6,0 | 1,02 | 221,0 | 24,0 |
| P4 | C | 62,2 | 6,0 | 0,8 | 0,37 | 98,0 | 36,0 |
| | S | 67,8 | 6,6 | 2,8 | 0,35 | 21,0 | 20,0 |
| P5 | C | 71,1 | 6,2 | 2,4 | 1,33 | 105,0 | 140,0 |
| | S | 148,1 | 6,3 | 3,4 | 0,88 | 38,0 | 96,0 |
| P6 | C | 14,5 | 5,9 | 5,5 | 1,13 | 73,0 | 10,0 |
| | S | 8,1 | 6,5 | 6,8 | 2,53 | 8,5 | 10,0 |
| P7 | C | 169 | 6,7 | 1,8 | 1,05 | 109,0 | 200,0 |
| | S | 159 | 6,6 | 1,2 | 0,18 | 385,0 | 70,0 |
| P8 | C | 19 | 6,6 | 0,4 | 0,25 | 74,0 | 10,0 |
| | S | 13,9 | 7,2 | 3,0 | 0,41 | 9,5 | 10,0 |
| P9 | C | 11,7 | 6,3 | 8,0 | 2,83 | 78,0 | 10,0 |
| | S | 12,1 | 7,1 | 4,5 | 1,26 | 11,0 | 10,0 |
| P10 | C | 140,2 | 6,9 | 3,9 | 0,25 | 75,0 | 100,0 |
| | S | 168,7 | 7,0 | 1,7 | 0,35 | 40,5 | 120,0 |
| Por. MS | | - | 6,0 a 9,5 | 15 uH | 5 UNT | 1000 | 500mg.L⁻¹ |

anexo xx

Fonte: Oliveira et al. (2014)

Nota: P - Poço; S - Estação Seca; C - Estação chuvosa; CE - Condutividade Elétrica; SDT - Sólidos Dissolvidos Totais; DT – Dureza Total; em negrito os padrões estabelecidos pela Portaria de Consolidação N^o 5/2017, do Ministério da Saúde (Anexo XX).

Os valores de condutividade elétrica, apesar de não ter um padrão estabelecido pela Portaria de Consolidação N^o 5/2017, do Ministério da Saúde (Anexo XX), mas com seus valores pode-se calcular os Sólidos Totais Dissolvidos (STD). O pH somente um poço apresentou valor fora do padrão estabelecido pela legislação vigente. Os demais parâmetros não apresentaram desconformidade.

As análises quanto a concentração dos elementos químicos somente o ferro (Fe) apresentou estar em desconformidade com a mesma legislação, apresentando o resultado de uma amostra com 0,43 mg/L superior ao padrão estabelecido que é

de 0,3 mg/L. Segue as concentrações dos elementos químicos ilustrados na tabela 12.

Tabela 12 - Concentrações de elementos químicos nas águas subterrâneas amostradas

| Amostra | | Parâmetro(mg/L) | | | | | | | | |
|-----------------|---|------------------|------------------|----------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|---------------|
| | | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | K ⁺ | Na ⁺ | HCO ₃ ⁻ | Cl ⁻ | SO ₄ ²⁻ | NO ³ | Fe |
| P1 | C | 2,40 | 0,97 | 0,773 | 0,60 | 24,44 | 7,50 | 0,3 | 0,6 | 0,07 |
| | S | 6,19 | 1,92 | 0,680 | 0,86 | 35,00 | 6,46 | <1,0 | 0,6 | 0,04 |
| P2 | C | 68,94 | 15,56 | 1,567 | 10,50 | 171,31 | 3,90 | 3,4 | 0,4 | 0,08 |
| | S | 16,00 | 5,00 | 2,200 | 12,00 | 118,00 | 8,45 | <1,0 | 0,1 | 0,03 |
| P3 | C | 28,06 | 11,18 | 1,516 | 7,85 | 97,76 | 4,10 | 0,7 | 0,4 | 0,25 |
| | S | 7,21 | 4,10 | 1,550 | 6,28 | 71,00 | 3,98 | <1,0 | 0,1 | 0,05 |
| P4 | C | 1,60 | 7,78 | 0,550 | 1,88 | 48,88 | 3,60 | 0,3 | 0,7 | 0,06 |
| | S | 8,40 | 4,75 | 0,315 | 0,64 | 45,00 | 9,94 | <1,0 | 0,3 | 0,04 |
| P5 | C | 48,10 | 4,86 | 0,398 | 1,04 | 53,77 | 4,30 | 0,0 | 0,7 | 0,08 |
| | S | 14,00 | 7,30 | 0,675 | 0,87 | 104,00 | 9,94 | <1,0 | 0,2 | 0,03 |
| P6 | C | 2,40 | 0,97 | 6,14 | 0,52 | 17,11 | 4,80 | 0,5 | 0,6 | 0,09 |
| | S | 1,91 | 0,21 | 2,65 | 0,40 | 7,00 | 3,98 | <1,0 | 0,2 | 0,43 |
| P7 | C | 76,95 | 1,94 | 1,903 | 24,70 | 146,64 | 4,10 | 3,3 | 0,6 | 0,08 |
| | S | 12,80 | 4,57 | 2,130 | 14,20 | 113,00 | 7,45 | <1,0 | 0,1 | 0,02 |
| P8 | C | 2,40 | 0,97 | 0,187 | 0,35 | 29,33 | 3,80 | 0,0 | 0,6 | 0,07 |
| | S | 0,81 | 0,56 | 0,146 | 1,10 | 12,00 | 3,90 | <1,0 | 0,1 | 0,01 |
| P9 | C | 1,60 | 1,46 | 0,684 | 1,02 | 22,00 | 3,80 | 0,1 | 0,4 | 0,06 |
| | S | 0,58 | 0,23 | 0,728 | 0,68 | 8,00 | 3,90 | <1,0 | 0,5 | 0,03 |
| P10 | C | 32,06 | 4,86 | 1,242 | 23,9 | 114,87 | 3,30 | 5,3 | 0,6 | 0,07 |
| | S | 33,00 | 2,08 | 1,760 | 2,30 | 140,00 | 13,42 | <1,0 | 0,1 | 0,02 |
| Por. MS | | - | - | - | 200 | - | 250 | 250 | 10 | 0,3 |
| anexo xx | | | | | (Mg/L) | | (Mg/L) | (Mg/L) | (Mg/L) | (Mg/L) |

Fonte: Oliveira et al. (2014)

Nota: P - Poço; S - Estação Seca; C - Estação chuvosa; < - menor que o limite de detecção; em negrito os padrões estabelecidos pela Portaria de Consolidação Nº 5/2017, do Ministério da Saúde (Anexo XX).

Quanto aos tipos iônicos das águas subterrâneas foi adotado o diagrama de Piper e as amostras coletadas nos dois período (chuvoso e seca), foram classificadas como bicarbonatadas, o período chuvoso apresentou sete amostras cálcicas, duas mistas e uma magnesianas. No período de seca apresentou uma mista do tipo bicarbonatada-cloretada, quatro cálcicas e seis mistas do tipo cálcico-magnesianas-sódicas.

4.4 IMPORTÂNCIA DA OUTORGA E MONITORAMENTO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Conforme Cunha et al. (2011), devido ao crescimento populacional, aumentou a demanda por bens e serviços, conseqüentemente aumentou o consumo de água para abastecimento, agricultura e indústria. Fato que arrastou uma necessidade de uma gestão integrada que aborde qualidade e quantidade para as atuais e futuras gerações desfrutarem.

Segundo Bezerra (2013), a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) ajustou-se como uma política renovadora ao abranger a água com diferentes abordagens (descentralizada, ambiental, econômica e social) e, revolucionando o modelo brasileiro de administrar os recursos hídricos.

Conforme art. 1º da Lei Federal nº 9.433/1997 (BRASIL, 1997), a Política Nacional de Recursos Hídricos se baseia nos seguintes fundamentos: I - a água é um bem de domínio público; II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; III - o uso prioritário dos recursos hídricos, em situações de escassez, é o consumo humano e a dessedentação de animais; IV - a gestão dos recursos hídricos deve proporcionar o uso múltiplo das águas; V - a unidade territorial de gestão de recursos hídricos é bacia hidrográfica; VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do poder público, dos usuários e das comunidades.

Conforme Art. 5º São instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos: I - os Planos de Recursos Hídricos; II - o enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; III - a outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; IV - a cobrança pelo uso de recursos hídricos; V - a compensação a municípios; VI - o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos.

A Outorga de Direito de Uso dos Recursos Hídricos objetiva assegurar o controle dos usos da água, possibilitando uma divisão mais justa e equilibrada do recurso, evitando ou diminuindo os conflitos entre os diversos usuários e garantindo o efetivo exercício do direito de acesso à água (BRASIL, 1997).

Segundo Conicelli (2016), a importância das águas subterrâneas para o desenvolvimento social e econômico da população confronta com a falta de conhecimento da capacidade e o nível de exploração dos aquíferos, junto com

aumento da ilegalidade na perfuração de poços tubulares profundos, aumentando assim os desafios para uma gestão eficaz. Implicando em problemas como à exploração desordenada; diminuição ou perda do recurso e elevação dos custos de exploração; e à contaminação dos aquíferos devido à falta de cuidados com o poço.

Conforme Villar (2016), a ilegalidade da exploração das águas subterrâneas é imprópria à disponibilidade hídrica local, desrespeitando terceiros sobre o direito de uso do recurso e impossibilita uma eventual fiscalização dos seus impactos que afetam o abastecimento público e usuários de poços outorgados. O direito humano à água não justifica a extração ilegal e uso descontrolado. Contrariamente o direito humano à água presume o revigoramento e nitidez da gestão de modo a assegurar o acesso à água de qualidade e quantidade destinada ao abastecimento humano.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo possibilitou uma análise de como está a qualidade das águas subterrâneas na Região Norte do país, recurso este que é de grande importância para o desenvolvimento da sociedade e ecossistemas. Mas vem sofrendo grandes impactos negativos de origem natural e antrópicas, causando assim sérios riscos ao meio ambiente, em especial à saúde humana.

Entre os parâmetros analisados nos estudos citados o pH foi o que mais apresentou valores em desconformidade com a legislação vigente, apresentando águas ácidas, porém, esta é uma característica das águas da Região Norte. O mais preocupante é o nitrato, que ocorreu em uma considerável parte dos aquífero com valores superiores aos padrões estabelecidos pela Portaria de Consolidação Nº 5/2017, do Ministério da Saúde (Anexo XX) e Resolução CONAMA 396/2008, sendo esta contaminação na sua maior parte de origem antrópica.

Dada à importância do assunto e a falta de conhecimento deste recurso, torna-se necessário o desenvolvimento de novos estudos para obter um pleno conhecimento dos aquíferos da Região Norte, uma vez que a falta de conhecimento impossibilita uma eficaz gestão do recurso.

REFERÊNCIAS

ABREU, Francisco de Assis Matos de; CAVALCANTE, Itabaraci Nazareno; MATTA, Milton Antônio da Silva. O Sistema Aquífero Grande Amazônia–SAGA: Um Imenso Potencial de Água Subterrânea no Braisl. *Águas Subterrâneas*, 2013. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/27831/18054>>. Acesso em: 18 setembro de 2017.

ADAMY, Amílcar. Geodiversidade do estado de Rondônia. CPRM, 2010. Disponível em: <http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/15691/Geodiversidade_RO.pdf?sequence=2pdf>. Acesso em: 28 de junho de 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS (ABAS). Águas subterrâneas, o que são? Disponível em: <<http://www.abas.org/educacao.php>>. Acesso em: 16 setembro 2018.

BAHIA, Vânia Eunice et al. Caracterização Hidrogeoquímica das Águas Subterrâneas na Área de Abrangência do Reservatório de Abastecimento Público do Utinga – Belém (PA). *Revista Águas Subterrâneas*. ABAS. São Paulo.25(01):1-14. 2011. Disponível em: <<file:///C:/Users/note/Documents/TCC/hidrogeoquimica%20Par%C3%A1.pdf>>. Acesso em: 18 novembro de 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Águas (ANA). Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2017: relatório pleno / Agência Nacional de Águas. Brasília, 2017. Disponível em: <<http://conjuntura.ana.gov.br/>>. Acesso em: 04 novembro de 2018.

BRASIL. Atlas Brasil: Abastecimento urbano de água: resultado por estado / Agencia Nacional de Águas; Engecorps/Cobrape, v. 2, 2010. Disponível em: <<http://atlas.ana.gov.br/Atlas/downloads/atlas/Resumo%20Executivo/Atlas%20Brasil%20-%20Volume%20%20-%20Resultados%20por%20Estado.pdf>>. Acesso em: 27 novembro de 2018.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm>. Acesso em: 25 novembro de 2018.

BEZERRA, Denilson da Silva; DE ARRUDA MACHADO, Kamila; GOMES, Almerita Costa. Outorga de Direito de Uso da Água e a Política Maranhense de Recursos Hídricos. *Revista Direito Ambiental e Sociedade*, v. 3, n. 2, 2013. Disponível em: <<http://www.uces.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/view/3639/2271>>. Acesso em: 21 novembro de 2018.

CONICELLI, Bruno Pirilo; HIRATA, Ricardo. Novos Paradigmas na Gestão das Águas Subterrâneas. *Águas Subterrâneas*, 2016. Disponível em:

<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28712/18619>. Acesso em: 25 novembro de 2018.

CUNHA, Ananda Helena Nunes et al. O Reuso de Água no Brasil: a Importância da Reutilização de Água no País. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer-Goiânia, v. 7, n. 13, 2011. Disponível em:
<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20ambientais/o%20reuso.pdf>. Acesso em: 20 novembro de 2018.

FERREIRA, Adriana Niemeyer Pires et al. Águas Subterrâneas: Um Recurso a Ser Conhecido e Protegido. Ministério do Meio Ambiente, Associação Brasileira de Águas Subterrâneas, Petrobras, Brasília, DF, 2007. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/estruturas/167/publicacao/167_publicacao28012009044356.pdf>. Acesso em: 26 junho de 2017.

FREDDO FILHO, Valmor José. Qualidade das Águas Subterrâneas Rasas do Aquífero Barreiras: Estudo de Caso em Benevides, PA. 2018. Tese de Doutorado. Disponível em:
<http://dSPACE.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/19641/dissertacao_freddo_filho.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 25 outubro de 2018.

IBGE. Senso Demográfico. Brasília, 2010. Disponível em:<<https://www.ibge.gov.br/busca.html?searchword=censo%202010&searchphrase=all>>. Acesso em: 08 junho de 2017.

LAGES, Anderson da Silva. Sistema Aquífero Grande Amazônia: Um Estudo Sobre a Composição Química das Águas das Cidades de Itacoatira e Manacapuru-am. Tese de Doutorado. Manaus: UFAM, 2016. 85p. Disponível em:<<http://www.btdt.ufam.edu.br/bitstream/tede/5476/5/Tese%20-%20Anderson%20S.%20Lages.pdf>>. Acesso em: 28 setembro de 2017.

LEAL, Vanessa Mendonça Camargo et al. Avaliação Físico-Química e Microbiológica das Águas Subterrâneas no Entorno do Cemitério do Bairro do Aeroporto, Núcleo Cidade Nova, Cidade de Marabá, Sudeste do Estado do Pará. Águas Subterrâneas, 2011. Disponível em:<<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28168/18292>>. Acesso em: 17 maio de 2018.

MAURO, Jane Beatriz Narvaez; GUIMARÃES, Jean Remy Davée; MELAMED, Ricardo. Aguapé Agrava Contaminação por Mercúrio. Ciência hoje, v. 25, n. 150, p. 68-71, 1999. Disponível em:
<https://unites.uqam.ca/gmf/caruso/doc/pdf/Mauro_1999.pdf>. Acesso em: 08 junho de 2017.

MELO JUNIOR, Homero Reis de; ROSA FILHO, Sebastião Ferreira; KUNZLER, Julio César Sebastiani. Modelo de Gestão do Aquífero Rio Branco. 2010. Disponível em:
<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/14613/1/rli_modelo_gestao_aquifero_rio_branco.pdf>. Acesso em: 15 março de 2018.

MESQUITA, Gabriel Ramiro. Caracterização Hidrogeoquímica do Sistema Aquífero Içá-Solimões em Cruzeiro do Sul, Acre. 2018. Disponível em: <<https://pantheon.ufrj.br/bitstream/11422/4197/1/MESQUITA%2c%20G.R.M.pdf>>. Acesso em: 25 setembro de 2018.

MIDÕES, Carla; FERNANDES, Judite; COSTA, Cristina Gomes da. Água Subterrânea: Conhecer para Proteger e Preservar. Publicação sob o projecto Nº P-IV-1052, do Programa Ciência Viva, 2001. Disponível em: <<http://repositorio.lneg.pt/bitstream/10400.9/488/1/27629.pdf>>. Acesso em: 26 junho de 2017.

NERY, José Reinaldo Cardoso et al. Estudo Físico-Químico de Águas Subterrâneas na Área do Bairro Zerão, Macapá (AP). Águas Subterrâneas, 2014. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28338/18441>>. Acesso em: 17 maio de 2018.

NOBREGA, Marcos et al. Projeto Avaliação da qualidade de Água Subterrânea no Município de Porto Velho/RO-Brasil: Relatório 01: período referente aos anos de 2011, 2012 e 2013. CPRM, 2015. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/15780>>. Acesso em: 08 junho de 2017.

NUNES, Marcos Leandro Alves et al. Comprometimento da Qualidade da Água Subterrânea por Nitratos. Nucleus, v. 9, n. 1, 2012. Disponível em: <<http://nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/638/848>>. Acesso em: 08 junho de 2017.

OLIVEIRA, Gislayne Alves et al. Avaliação da Qualidade da Água Subterrânea: Estudo de Caso de Vilhena–RO. Águas Subterrâneas, v. 29, n. 2, p. 213-223, 2015. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28399/18523>>. Acesso em: 17 dezembro de 2018.

OLIVEIRA, Karine Beraldo Magalhães; MORAIS, Fernando de; BACELLAR, Luis de Almeida Prado. Distribuição de Parâmetros Hidroquímicos das Águas Subterrâneas na Região da Lagoa da Confusão-TO-Brasil. AMBIÊNCIA, v. 10, n. Sup, p. 281-302, 2014. Disponível em: <<https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/2817/2267>>. Acesso em: 20 novembro de 2018.

PEREIRA, Veronica Aparecida; RODRIGUES, Olga Maria Piazzentin Rolim. Intoxicação Crônica por chumbo e Implicações no Desempenho Escolar. Psico, v. 44, n. 4, p. 571-580, 2014. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/revistapsico/article/view/12688/10850>>. Acesso em: 12 junho de 2017.

RODRIGUES, Aline Sueli de Lima; MALAFAIA, Guilherme. Efeitos da Exposição ao Arsênio na Saúde Humana. Rev. Saúde. Com, v. 4, n. 2, p. 148-159, 2008. Disponível em: <<file:///C:/Users/note/Downloads/93-158-1-SM.pdf>>. Acesso em: 12 junho de 2017.

SOUZA, Luciana Cordeiro de. A Efetividade da Proteção das Águas Subterrâneas no Brasil. In: 8º Congresso Brasileiro do Magistério Superior da Associação dos Professores de Direito Ambiental do Brasil. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <file:///C:/Users/morga/Downloads/a_efetividade_da_protecao_das_aguas_subterraneas_luciana_cordeiro.pdf>. Acesso em: 08 junho de 2018.

STEFFEN, Gerusa Pauli Kist; STEFFEN, Ricardo Bemfica; ANTONIOLLI, Zaida Inês. Contaminação do Solo e da Água Pelo Uso de Agrotóxicos. *Tecno-lógica*, v. 15, n. 1, p. 15-21, 2011. Disponível em: <<https://online.unisc.br/seer/index.php/tecnologica/article/view/2016/1573>>. Acesso em: 06 dezembro de 2018.

TUNDISI, José Galisia; MATSUMURA-TUNDISI, Takako. Recursos Hídricos no Século XXI. São Paulo, oficina de textos, p. 328, 2011.

VALE, Bruno da Costa do; HAIE, Naim. Efeitos Prejudiciais na Saúde Humana Derivados por Ingestão de Nitratos na Zona Vulnerável nº1 (freguesias: Apúlia, Fão) e na zona não vulnerável (freguesias: Fonte Boa, Gandra, Gemeses, Rio Tinto). 2006. Disponível em: <<https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/7254/1/F21-EFEITOS%20PREJUDICIAIS%20NA%20SA%C3%9ADE%20HUMANA.pdf>>. Acesso em: 08 junho de 2017.

VILLAR, Pilar Carolina. As Águas Subterrâneas e o Direito à Água em um Contexto de Crise. *Ambiente & Sociedade*, v. 19, n. 1, 2016. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/317/31745308009/>>. Acesso em: 27 novembro de 2018.

Currículo Lattes - Busca Textual - Visualização do Currículo



[English](#)

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

[Dados gerais](#) [Formação](#) [Atuação](#) [Produções](#) +



Iranildo Cardoso de Umgria

- Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/7631751080099080>
- Última atualização do currículo em 24/01/2019

Possui graduação em Gestão Ambiental pela Faculdade de Educação e Meio Ambiente(2018) e ensino-médio-segundo-grau pela Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Heitor Villa lobos(2000). Atualmente é motorista do Departamento Est. de Estradas de Rodagens, Inf. e Serviços Públicos - RO. (Texto gerado automaticamente pela aplicação CVLattes)

Identificação

Nome

Iranildo Cardoso de Umgria

Nome em citações bibliográficas

UMGRIA, I. C.

Endereço

Formação acadêmica/titulação

2016 - 2018

Graduação em Gestão Ambiental.

Faculdade de Educação e Meio Ambiente, FAEMA, Brasil.

Título: QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA REGIÃO NORTE DO BRASIL.

Orientador: Doutor Driano Rezende.

Bolsista do(a): PROGRAMA UNIVERSIDADE PARA TODOS, PROUNI, Brasil.

1997 - 2000

Ensino Médio (2º grau).

Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Heitor Villa lobos, E.E.E.F.M.H.V.L., Brasil.

Atuação Profissional

Departamento Est. de Estradas de Rodagens, Inf. e Serviços Públicos - RO, DER-RO, Brasil.

Vínculo institucional

2011 - Atual

Vínculo: Servidor Público, Enquadramento Funcional: motorista

Idiomas

Português

Compreende Bem, Fala Bem, Lê Bem, Escreve Bem.

Produções

Produção bibliográfica

Página gerada pelo Sistema Currículo Lattes em 24/01/2019 às 24:53:58

[Baixar Currículo](#)[Imprimir Currículo](#)