

ANÁLISE FÍSICO, QUÍMICA E BACTERIOLÓGICA DA ÁGUA SUBTERRÂNEA: ESTUDO DE CASO EM CINCO MUNICÍPIOS DO ACRE - BRASIL



PHYSICAL, CHEMICAL AND BACTERIOLOGICAL ANALYSIS OF UNDERGROUND WATER: CASE STUDY IN FIVE MUNICIPALITIES IN ACRE - BRAZIL

Oliveira Franco, Alexsande; Oliveira Arcos, Frank; da Silva Torres, Osmar; da Silva Brandão, Ludmila

 **Alexsande Oliveira Franco**¹

aofrancoufac@hotmail.com

Universidade Federal do Acre., Brasil

 **Frank Oliveira Arcos**² franckarcos@gmail.com

Universidade Estadual de Ponta Grossa., Brasil

Osmar da Silva Torres³

Universidade Estadual de Ponta Grossa., Brasil

Ludmila da Silva Brandão⁴

Universidade Estadual de Ponta Grossa., Brasil

Revista Presença Geográfica

Fundação Universidade Federal de Rondônia, Brasil

ISSN-e: 2446-6646

Periodicidade: Frecuencia continua

vol. 07, núm. 03, 2020

rpgeo@unir.br

Recepção: 22 Maio 2020

Aprovação: 11 Janeiro 2021

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/274/2742036007/>

Resumo: O objetivo do presente estudo visava caracterizar as águas subterrâneas em cinco municípios do estado do Acre. As coletas das amostras de água foram realizadas no município de Plácido de Castro, Porto Acre, Rio Branco e Senador Guiomard que estão situadas na regional do Baixo Acre, e Sena Madureira na regional do Purus. Para tanto, foi necessário analisar o Banco de dados da Unidade Tecnológica de Alimentos (UTAL) de onde foram extraídas as informações sobre aspectos físicos, químicos e biológicos de diferentes poços de captação e consumo distribuídos nos municípios citados no ano de 2017. Os poços analisados possuem uma característica em comum básica, que se apresentam com baixo padrão de potabilidade inerente aos parâmetros biológicos. Isso contribuiu potencialmente para problemas relacionados à água e a saúde dos consumidores.

Palavras-chave: Aquíferos, Amazônia, Recursos Hídricos.

Abstract: The objective of the present study was to characterize groundwater in five municipalities in the state of Acre. The collections of water samples were carried out in the municipality of Plácido de Castro, Porto Acre, Rio Branco and Senador Guiomard, which are located in the Baixo Acre region, and Sena Madureira in the Purus region. For that, it was necessary to analyze or the database of the Food Technology Unit (UTAL), where information was extracted on physical, chemical and biological aspects of different types of intake and consumption distributed in the cities mentioned in 2017. The analyzed wells have a basic characteristic in common, which present a low potability standard inherent to biological parameters. This has potentially contributed to problems related to water and consumer health.

Keywords: Aquifers, Amazon, Water resources.

1 INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos subterrâneos ou aquíferos possuem importante relevância na dinâmica ambiental, social e econômica de toda e qualquer região. A Amazônia notoriamente tem um grande potencial subterrâneo em função da disponibilidade de água pluvial e fluvial. A caracterização de aquíferos na Amazônia é muito importante, principalmente para áreas onde a população cresce geralmente de forma não geométrica, sobretudo, nas capitais. Para Lages (2016) desta caracterização é que depende o planejamento e a gestão dos recursos hídricos, bem como, a investigação das interações que ocorrem no aquífero, potenciais casos de contaminação, visando ações adequadas para sua preservação, utilização e/ou recuperação.

A água subterrânea é muito importante para o equilíbrio da dinâmica da infiltração e escoamento da água, bem como, há muitos anos vem servindo de reservatórios para futuras demandas e implicações por uma iminente falta de água (FRANCO et al, 2018).

Os aquíferos são caracterizados como uma camada ou formação geológica suficientemente permeáveis capazes de armazenar e transmitir água em quantidades que possam ser aproveitadas como fonte de abastecimento para diferentes usos (IRITANI e EZAKI, 2008). O estado do Acre está sobre o sistema aquífero Solimões, de acordo com Souza et al. (2013) é do tipo livre-confinado. Esses aquíferos possuem potencial vulnerabilidade natural ou suscetibilidade de contaminação.

A vulnerabilidade natural é entre alta e muito alta (FRANCO; ARCOS, 2020). A falta de saneamento intensifica problemas de contaminação das águas. O Brasil possui uma baixa cobertura em saneamento básico que permita um adequado abastecimento de água, implicando negativamente sobre a saúde das pessoas, além de incidir em problemas de poluição sobre os ecossistemas (SILVA; HELLER, 2016). Na região amazônica diante dos desafios e problemas que são inerentes ao tamanho e área de abrangência.

Nessa direção, o objetivo foi caracterizar as águas subterrâneas em cinco municípios do estado do Acre: Rio Branco, Senador Guiomard, Porto Acre, Sena Madureira e Plácido de Castro. Os parâmetros utilizados como critérios para análise na pesquisa foram os físico-químicos e biológicos em 8 poços. A caracterização das águas subterrâneas no estado do Acre torna-se relevante em função do consumo pela população em geral, sobretudo, nos municípios do interior. Tais informações acerca desse recurso subterrâneo não renovável as políticas de conservação e manutenção desses aquíferos em meio as políticas públicas e legislação em vigor.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Características do Acre e suas Regionais de Desenvolvimento

O Estado do Acre foi dividido em cinco regionais (Alto Acre, Baixo Acre, Purus, Tarauacá e Envira e Juruá) que tiveram como base principal as bacias hidrográficas, que caracterizam identidades culturais e de produção distintas

(ACRE, 2000; 2005; 2010). As coletas das amostras de água foram realizadas no município de Plácido de Castro, Porto Acre, Rio Branco e Senador Guiomard que estão situadas na regional do Baixo Acre, e Sena Madureira na regional do Purus (figura 1).

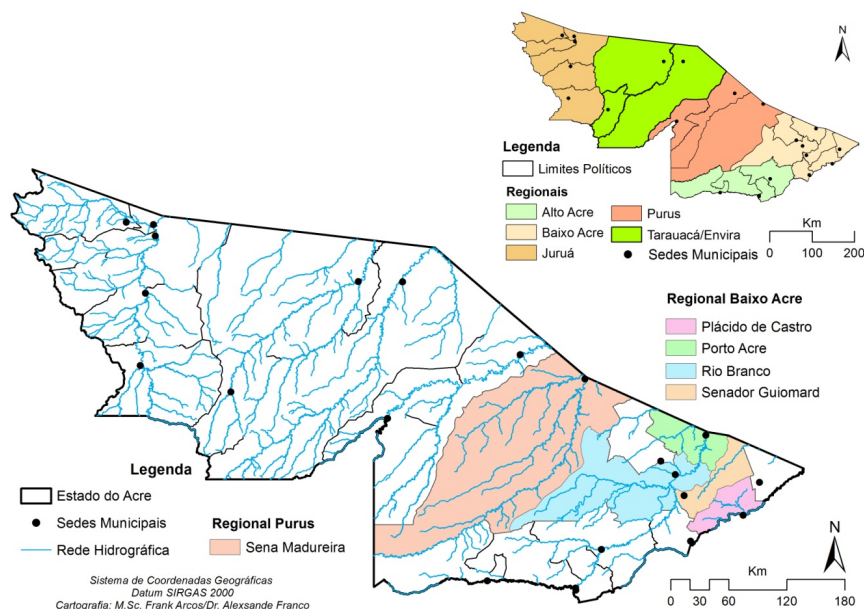


Figura 1
Área de estudo: Municípios das Regionais Baixo Acre e Purus.

Fonte: ACRE (2000; 2005; 2010).

No contexto demográfico, a capital do estado, Rio Branco tem o maior contingente populacional segundo o censo do IBGE de 2010 em 336.038 habitantes, e estimativa para 2019 em 407.319. No entanto, Plácido de Castro tem 19.761, Porto Acre 18.504, Senador Guiomard 23.024 e, Sena Madureira 45.848 habitantes, conforme a atualização censitária para 2019 (IBGE, 2019).

2.2 Regional Baixo Acre

Dentre as principais unidades geológicas, a Formação Solimões (TNs) se destaca ocupando 85% do território acreano (ACRE, 2010 p. 44) que se estendem as regionais Baixo Acre e Purus. Nas regionais a leste do Estado (Alto e Baixo Acre), predominam áreas das Depressões Rio Branco, Iaco-Acre e Endimari-Abunã. São áreas bastante similares em termos morfogênicos, diferenciando-se entre si nos padrões de dissecação do relevo por maior ou menor incisão das drenagens e pelos materiais geológicos predominantes. Áreas mais estáveis morfogeneticamente estão relacionadas à presença de coberturas lateríticas ou locais onde ocorre dissecação tabular. Verifica-se maior vulnerabilidade geomorfológica nas áreas antropizadas (ACRE, 2010).

A distribuição dos solos por regional identifica-se que na regional do Baixo Acre os Argissolos se distribuem em mais da metade do território, ocorrendo em grandes extensões nos municípios de Rio Branco, Bujari, Porto Acre e Senador Guiomard. Os Latossolos ocupam cerca de 21% do território, distribuídos principalmente nos municípios de Plácido de Castro, Acrelândia, Senador

Guiomard e Capixaba. Essas áreas são as que possuem melhor potencial agrícola do território acreano no que se refere ao cultivo intensivo de grãos e em grandes escalas (ACRE, 2000; 2005; 2010).

2.2.1 Plácido de Castro

O município de Plácido de Castro encontra-se a aproximadamente 90 km de Rio Branco. Apresenta 14.3% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 32.5% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 2% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (IBGE, 2010).

2.2.2 Porto Acre

Porto Acre dista a 60 km da capital Rio Branco e, apresenta 11.5% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 11.7% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 0.2% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (IBGE, 2010).

2.2.3 Rio Branco

A capital com base nos planos diretores tem buscado a melhoria das condições do uso e parcelamento do solo, através do planejamento, porém longe do ideal. A gestão pública da cidade enfrenta ainda o paradigma das invasões e das construções irregulares. Tais ocupações e moradores não tem acesso básico a rede de esgoto.

Rio Branco no ranking 2020 no portal TRATA BRASIL ocupa a posição 87, com aproximadamente 22,25% de atendimento da rede de esgoto apenas para a área urbana (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2020), e segundo o mesmo instituto, na região Norte tem-se capitais com indicadores de atendimento em esgoto próximo ou inferiores a 10%, como é o caso de Macapá – AP (11,13%) e Porto Velho - RO (4,76%).

Comparada a outras cidades do estado, possui melhores condições de infraestrutura e serviços básicos de saúde. Rio Branco exerce forte atração populacional, com alta taxa de urbanização, recebendo uma população oscilante e altamente diversa do interior do Acre e de outras regiões do país (SCHMINK; CORDEIRO, 2008).

2.2.4 Senador Guiomard

Situada a 30 km de Rio Branco, possui relação estreita com os serviços públicos administrativos e comerciais. A falta de planejamento das formas de uso e ocupação do solo reflete no incipiente sistema de esgotamento sanitário. O município tem na área urbana 22.4% de rede de esgoto e, 13.3% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 4.2% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (IBGE, 2010).

2.3. Regional Purus

A regional do Purus caracteriza-se pela presença de solos com argilas ativas e quimicamente férteis, imprimindo à região certo potencial agrícola. Entretanto, as técnicas de manejo devem ser bem desenvolvidas, evitando problemas de ordem física irreversíveis, principalmente erosão e perdas de solo via escoamento superficial em função das suas características físicas de baixa profundidade e das propriedades de expansão e contração. Os Cambissolos se destacam nessa regional com distribuição de 45% do território, abrangendo quase totalmente os municípios de Santa Rosa do Purus e Manuel Urbano e parte sul do município de Sena Madureira (ACRE, 2010).

Com exceção da regional do Juruá, há certa uniformidade geológica. As diferenciações ficam por conta da ocorrência de diferentes níveis de terraços fluviais nas regionais do Purus e Baixo Acre (terraços pleistocênicos e holocênicos) (ACRE, 2010 p.25) resultados do processo neotectônico ocorridos anteriormente.

2.3.1 Sena Madureira

Encontra-se a aproximadamente 140 km de rio Branco, na microrregião com mesmo nome. O planejamento é considerado muito ruim, pois não existem políticas eficientes para controlar expansão urbana irregular. Possuem incipientes serviços de rede de esgoto na área urbana, apenas 12%, 7% de domicílios em vias públicas com arborização e 4% arborização em vias públicas (IBGE, 2010).

Em todos os municípios citados observam-se problemas quanto gestão do território no tocante a formas de uso e ocupação e de saneamento básico. Essa dinâmica repercutirá diretamente nas águas subterrâneas. Com relação aos aquíferos, com exceção do Rio Branco, onde apenas este tem um estudo hidrogeológico executado pela CPRM em 2006, faltante nos demais, estudos básicos como tipo de aquífero (confinado; não confinado; suspenso), extensão, quantidade e qualidade da água.

3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

Para a realização da pesquisa algumas ações foram necessárias para obtenção de informações e dados para corroborar com o objetivo proposto:

- a) Organização e sistematização do material bibliográfico e cartográfico;
- b) Para coleta das informações foi necessário analisar o banco de dados da Unidade de Tecnologia de Alimentos (UTAL) no ano de 2017. Foram oito laudos de poços de água analisado. Para tentar padronizar foram escolhidos laudos de análise de água que possuía o maior número de parâmetros analisados, no entanto, a grande maioria possuía não possuía uniformidade dos dados, a exceção foram os coliformes totais e fecais. Os parâmetros de um laudo, não convergiam com os outros. Dessa forma, foram escolhidos aqueles laudos que possuíam o maior número de parâmetros e uniformidade. Os parâmetros físicos e químicos possuíam informações incompletas. Isso dificultou a padronização das informações.

c) Os parâmetros normativos utilizados para as análises foram da Portaria Nº 2.914 de 12/12/2011 do Ministério da Saúde (quadro 1). Os parâmetros biológicos com a ocorrência de coliformes Totais e Fecais, e os parâmetros físicos e químicos com a condutividade elétrica, pH da água, dureza, e presença de ferro (Fe) e condutividade elétrica. Esses foram os parâmetros básicos de análise.

Quadro 1
Padrão de potabilidade da água.

PARÂMETROS	VALOR MÁXIMO
Coliformes Totais	Ausentes
Coliformes Fecais	Ausentes
Dureza	500,0mg/L
Ferro (Fe)	0,30 mg/L
pH	6,00 - 9,00
Condutividade Elétrica	mS/cm

Fonte: Brasil (2011)

d) foram analisados 8 poços em 5 municípios do estado do Acre, sendo dois poços em Rio Branco, dois poços em Senador Guiomard, dois poços em Porto Acre, um poço em Sena Madureira e um em Plácido de Castro. Os dados foram coletados do banco de dados da Unidade Tecnológica de Alimentos (UTAL). A partir das informações foi possível avaliar a qualidade das águas subterrâneas nos poços de captação nos cinco municípios do estado do Acre.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os poços analisados em linhas gerais são do tipo tubular e cacimbão. O primeiro é revestido por cano de PVC (Policloreto de Vinila) e o segundo tipo cacimba ou cacimbão, com diâmetro superior a 2 metros, e internamente são revestidos total ou parcialmente por tijolos. Os poços escavados do tipo cacimbão são unidades de captação de água subterrânea que possuem diâmetro superior a meio metro e inferior a cinco metros, e que possuem um revestimento lateral, que pode ser parcial ou total (VASCONCELOS, 2017).

Apesar de estarem em lugares diferentes do ponto de vista geográfico, eles possuem algumas características em comum, no aspecto físico, químico e biológicos (tabela 1).

Tabela 1
Localização, características e parâmetros dos poços de água subterrânea.

POÇOS	1	2	3	4	5	6	7	8
Localização	RBR	RBR	SGU	SGU	PTA	PTA	SMD	PCA
Tipo de poço	T	T	T	C	T	T	T	T
Coliformes Totais	P	A	P	P	P	A	P	P
Coliformes Fecais	P	A	A	A	A	A	A	A
pH	6,05	4,20	4,29	5,46	5,3	4,83	6,75	5,3
Dureza total	80,0	4,0	26,0	24,0	8,0	23,61	38,0	120,0
Ferro	1,24	0,10	0,30	>7,00	0,0	0,09	0,3	0,0
Cond. Elétrica	100,00	43,90	103,40	88,70	23,70	90,0	167,5	98,0

Fonte: Banco de dados UTAL (2017). Org. Autores (2020).

Legenda: P1 Conj. Manoel Julião, zona urbana; P2 Belo Jardim, BR 364, zona rural; P3 Escola Manoel Gonzaga, zona urbana; P4 Escola Carlos Alberto, zona urbana; P5 Projeto Caquetá, BR 317, zona rural; P6 Estrada de Porto Acre, km 6, zona rural; P7 zona urbana; P8 km 58, zona rural. Tipo de poço T-Tubular; C-Cacimbão; Col. Totais e Fecais P (presença) A (ausência); Localização: RBR (RIO BRANCO); SGU (SEM. GUOMARD); PTA (PORTO ACRE); SMD (SENA MADUREIRA); PCA (PLÁCIDO DE CASTRO).

4.1 Parâmetros biológicos

O grupo dos coliformes totais inclui todas as bactérias na forma de bastonetes gram-negativos, não esporogênicos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas a 35°C (CARDOSO et al, 2001) do mesmo modo os coliformes fecais, porém sem a fermentação de lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas a 35°C. O índice de coliformes totais demonstra as condições higiênicas e o de coliformes fecais é empregado como indicador de contaminação fecal e avalia as condições higiênico-sanitárias deficientes, visto que a população deste grupo possui alta proporção de *E. coli* (SIQUEIRA, 1995; CARDOSO, 2001).

Nesse sentido, com base os dados analisados, pode-se verificar que as águas subterrâneas dos poços analisados não apresentam padrão de potabilidade de acordo com a portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde. Isso ocorre, sobretudo, pelas características bacteriológicas, onde apresentam amostras de coliformes totais 75% e coliformes fecais em 12,5% (figura 2).

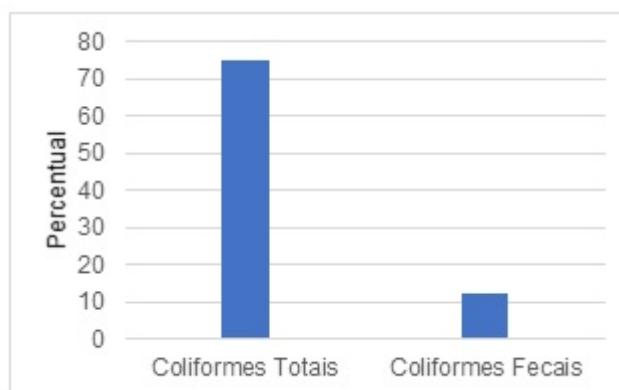


Figura 2

Parâmetros bacteriológicos da água subterrânea

Fonte: Banco de dados UTAL (2017). Org: Autores (2020)

Os coliformes totais representam um percentual maior caracterizando problemas de curto prazo. Entretanto os coliformes fecais mesmo com percentual menor, tem o caráter de potencializar impactos sobre a saúde da população que utiliza a água para consumo.

Allen e Geldreich (1975) destacam que com base em análises dos surtos de doenças transmitidas pela água no período de 1946 a 1970 mostra que os suprimentos de água subterrânea contaminados foram responsáveis por mais de 50% dos surtos de diarreia. Os autores analisaram para o período anterior citado e concluíram que nas águas subterrâneas os coliformes totais e coliformes fecais estão presentes em uma porcentagem significativa em áreas não protegidas e a falta de saneamento

Dentre os poços analisados, apenas o poço 3 localizado em Rio Branco, no bairro Belo Jardim, possuía padrão de potabilidade, ou seja, de acordo para o consumo humano. Essa perspectiva de baixa potabilidade nos poços é um indicativo preocupante, pois grande parte dos moradores de cidades amazônicas utiliza a água de aquíferos suspensos.

4.2 Parâmetros físicos e químicos

No que diz respeito aos parâmetros físicos e químicos temos as seguintes análises: pH, Dureza Total, Ferro (Fe) e Condutividade Elétrica (figuras 3, 4, 5 e 6).

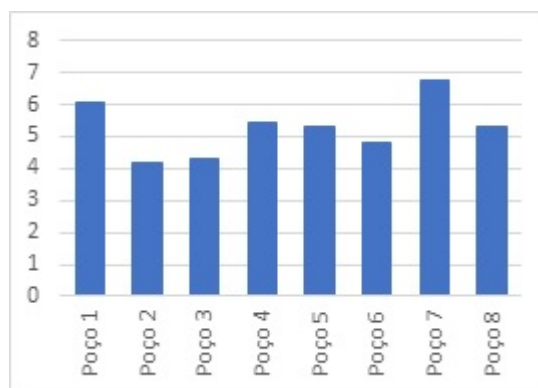


Figura 3
pH da água dos poços
Fonte: UTAL, 2017. Org. os autores (2020)

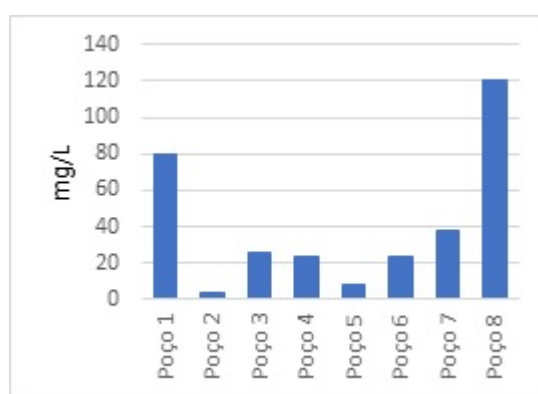


Figura 4
Dureza Total da água dos poços
Fonte:UTAL, 2017. Org. os autores (2020).

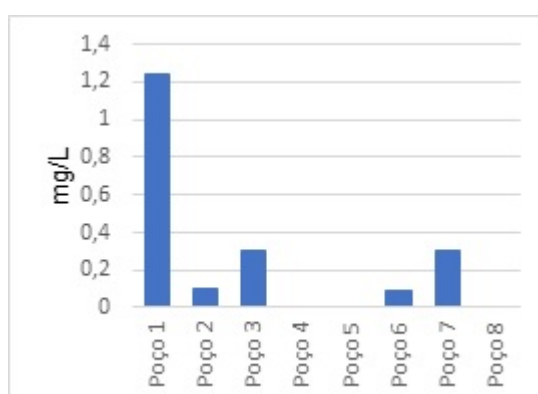
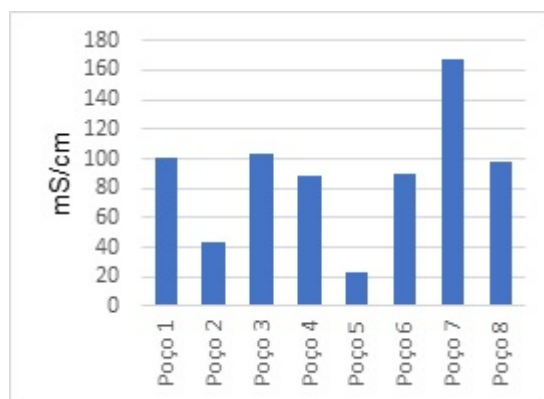


Figura 5
Teor de Ferro na água dos poços
Fonte: UTAL, 2017. Org. os autores (2020).

**Figura 6**

Condutividade Elétrica

Fonte: UTAL, 2017. Org. os autores (2020).

O pH representa a concentração de íons hidrogênio H^+ , dando uma indicação das condições de acidez, neutralidade e basicidade da água (BRASIL, 2015). Para Franco *et al.*, (2018) a acidez da água pode contribuir para a corrosão das estruturas das instalações hidráulicas, adicionando constituintes à água. Ainda para os mesmos autores é um parâmetro que deve ser acompanhado para melhorar os processos de tratamento e preservar as tubulações contra corrosões ou entupimentos.

O pH é recomendável na faixa entre 6 a 9 (ver quadro 1), nos poços analisados verificou-se que a maioria está fora de parâmetro, apenas 25% dos poços (figura 3) estão dentro dos parâmetros solicitados pelo ministério da saúde.

No que diz respeito à Dureza, este apresenta principalmente sais alcalinos terrosos (Cálcio/Ca e Magnésio/Mg), ou de outros metais bivalentes. Em teor elevado pode alterar o sabor e causar efeitos gástricos. Nos locais estudados a Dureza total está dentro do recomendado pelas normas em vigor conforme apresentado na figura 4.

O Ferro (Fe) origina-se da dissolução de compostos do solo ou de despejos industriais. Podendo incorrer na cor avermelhada e sabor metálico da água. As águas ferruginosas causam maus odores e obstruem as canalizações. O teor de Ferro (Fe) na água nos locais coletados constatou-se que apenas 25% deles estão fora dos parâmetros, assim observa-se que a maioria 75% possui parâmetro normativo para consumo (figura 5).

Os compostos orgânicos e inorgânicos contribuem ou interferem na condutividade, de acordo com sua concentração na amostra, e a correta representação da temperatura possui um fator preponderante na medição correta da condutividade elétrica (FRANCO, et al, 2018). Esse parâmetro é relevante, pois a condutividade elétrica da água representa a facilidade ou dificuldade de passagem da eletricidade na água (VILAS E BANDARELI, 2013). E a possibilidade de apresentar contaminantes no curso hídrico, de acordo com Gasparotto (2011) cargas contaminantes pode variar de 100 a 10.000 mS/cm (figura 6). Essa medida pode ser utilizada para indicação de traços de impurezas, mas uma condutividade elétrica alta em águas subterrâneas está ligada também com a natureza do solo, do ambiente, das rochas, do local onde se faz a coleta dessa água. A condutividade elétrica depende somente dos íons presentes e suas

respectivas concentrações (MACEDO, 2003). Nessa direção cerca de 37,5% dos poços podem representar potenciais cargas contaminantes e outros 25% próximos do limite tolerado para equilíbrio.

Relacionando os dados dos poços têm-se algumas perspectivas de análise, por exemplo, os poços que apresentam problemas são aproximadamente 75%, onde encontramos coliformes totais e fecais. Em contrapartida os poços sem problemas correspondentes a 25% pela ausência do agente bacteriológico fecal ou total.

Os parâmetros físicos e químicos, assim como os bacteriológicos, possuem importante função. Os principais problemas verificados foram o pH com aproximadamente 75% poços apresentou parâmetros fora do recomendado, ou seja, ácido.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados do presente estudo inerentes aos poços analisados nos municípios do Acre, demonstram que a água subterrânea está fora dos parâmetros, sobretudo, em função dos padrões biológicos, indiciando que após a captação a água deva passar por tratamento, e só assim, ser distribuída para o consumo.

Os padrões físico-químicos e bacteriológicos apresentaram qualidades insuficientes para representar a almejada potabilidade da água. Nesse caso, tem-se em consideração os problemas históricos no Brasil decorrentes da falta de planejamento, investimento na malha da rede urbana de esgoto, pouco conhecimento das características hidrogeológicas dos aquíferos, construção de poços de forma inadequada e próximos de contaminantes (fossas negras etc) e ocupações irregulares (FRANCO et. al., 2018; FRANCO; ARCOS, 2020).

A água captada e consumida sem qualquer tratamento contribui diretamente para o surgimento de doenças de veiculação hídrica, como o aumento do número de interações decorrentes de diarreias.

O investimento no tratamento da água servido a população, sua distribuição e ao final a destinação correta dos resíduos oriundos da utilização tem impacto positivo nos custos demandados ao sistema de saúde pública.

No Brasil, de acordo com os diagnósticos anuais sobre o uso da água ainda estamos longe do ideal, pois, conforme ressaltado, a falta de planejamento para uma ampla e social distribuição do recurso hídrico implicaria na melhor qualidade de vida.

No estado do Acre, não é diferente, onde o baixo investimento em sistemas de tratamento de esgoto e da amplitude da rede de coleta acarretam problemas sanitários graves, considerando os padrões da água coletada e consumida nos municípios analisados.

O presente estudo realizou uma análise a partir do banco de dados da UTAL em poços de captação no Acre. Nesse sentido, propõem-se a amplitude sistemática de novas pesquisas sobre a qualidade e quantidade da água subterrânea nos 22 municípios do Acre, com isso, aplicando novas metodologias e aumentando os parâmetros normativos que demonstrem de forma confiável, de como utilizar esse recurso natural visando sua melhor utilização.

REFERÊNCIAS

- ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. *Zoneamento ecológico-econômico: indicativos para a gestão territorial do Acre, documento final*. Rio Branco: SECTMA, 2000.
- ACRE, Governo do Estado do Acre. *O Acre em números 2005*. Secretaria de Estado de Planejamento e Desenvolvimento Econômico Sustentável – SEPLANDS, 2005. 142p.
- ACRE. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. *Livro temático II: recursos naturais I # geologia, geomorfologia e solos do Acre*. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre Fase II. Escala 1:250.000. Rio Branco: SEMA Acre, 2010.
- ALLEN, M. J; GELDREICH, E. E. (1975). Bacteriological Criteria for Ground-Water Quality. *Ground Water*, 13(1), p.45–52.
- BRASIL. Ministério da Saúde. *Portaria nº 2914 de 12/12/2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade*. Disponível em: < http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em 22 de maio de 2019.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Manual de Saneamento*. Brasília: Funasa, 2015. 642 p.
- CARDOSO, A.L.S.P.; TESSARI, E.N.C.; CASTRO, A.G.M.; KANASHIRO, A.M.I.; GAMA, N.M.S.Q. Pesquisa de coliformes totais e coliformes fecais analisados em ovos comerciais no laboratório de patologia avícola de descavado. *Arq. Inst. Biol.*, São Paulo, v.68, n.1, p.19-22, jan./jun., 2001.
- FRANCO, A. de O.; ARCOS, F. O.; PEREIRA, J. S. Uso do solo e a qualidade da água subterrânea: estudo de caso do aquífero Rio Branco, Acre, Brasil. *Águas Subterrâneas* v. 32, n. 3 (2018) - Seção Estudos de Caso e Notas Técnicas, 2018.
- FRANCO, A. de O.; ARCOS, F. O. Vulnerabilidade natural de aquíferos e a potencial contaminação dos recursos hídricos subterrâneos no Estado do Acre. *Águas Subterrâneas* v. 34, n. 1 (2020) - Seção Estudos de Caso e Notas Técnicas, 2020. DOI: <https://doi.org/10.14295/ras.v34i1.29749>.
- GASPAROTTO, F. A. *Avaliação ecotoxicológica e microbiológica da água de nascentes urbanas no município de Piracicaba-SP*. Universidade de São Paulo. Piracicaba, p. 90. 2011.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades*. 2010. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/brasil/ac/rio-branco/panorama>. Acesso em 20/01/2020
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Cidades*. 2019. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/brasil/ac/rio-branco/panorama>. Acesso em 20/01/2020
- INSTITUTO TRATA BRASIL. *Ranking do Saneamento*. 2020. Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/estudos/estudos-itb/itb/ranking-do-saneamento-2020>. Acesso em 15 de abril de 2020.
- IRITANI, M.A.; EZAKI, S. As Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo. *Cadernos de Educação Ambiental*. Instituto Geológico, São Paulo, 104, p. 2008.
- LAGES, A. S. Grande Amazônia: um estudo sobre a composição química das águas das cidades de Itacoatiara e Manacapuru-AM. 2016. 86f. *Tese* (Doutorado em Química) - Universidade Federal do Amazonas. 2016.
- MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. *Métodos Laboratoriais de Análises Físico-Químicas e Microbiológicas*. 2 ed. CRQ: Belo Horizonte – MG, 2003.

- SCHMINK, M; CORDEIRO, M. L. *Rio Branco: A cidade da Florestania*. Belém, EDUFPA. Editora da Universidade Federal do Pará, 2008.
- SIQUEIRA, R.S. *Manual de microbiologia de alimentos*. Brasília: EMBRAPA, 1995. 159p.
- SILVA, P. N; HELLER L. O direito humano à água e ao esgotamento sanitário como instrumento para promoção da saúde de populações vulneráveis. *Ciência & Saúde Coletiva*, vol. 21, no. 6, p. 1861 – 1869, 2016. <https://doi.org/10.1590/1413-81232015216.03422016>.
- SOUZA, E., Galvão, P., PINHEIRO, C., BAESSA, M., DEMÉTRIO, J., & BRITO, W. (2013). Síntese da hidrogeologia nas bacias sedimentares do Amazonas e do Solimões: Sistemas Aquíferos Içá-Solimões e Alter do Chão. *Geologia USP. Série Científica*, 13(1), 107-117. <https://doi.org/10.5327/Z1519-874X2013000100007>
- VASCONCELOS, M. B. O que são poços? um panorama das terminologias utilizadas para captações de águas subterrâneas. *Águas Subterrâneas* (2017) 31(2):44-57. DOI: <http://dx.doi.org/10.14295/ras.v31i2.28666>.
- VILLAS, M; BANDERALI, M. *Como e porque medir a condutividade elétrica com sondas multiparâmetros?* AgSolve As soluções sob medida em tecnologia ambiental, Dicas e soluções. (2013).
- UTAL. Unidade Tecnológica de Alimentos. *Banco de dados com análises de águas subterrâneas*. 2017.

Autor notes

- 1 Professor Magistério Superior na Universidade Federal do Acre. Doutor em Geografia.
- 2 Professor Magisterio Superior na Universidade Federal do Acre. Doutorando em Geografia na Universidade Estadual de Ponta Grossa.
- 3 Técnico em laboratório. Mestre em Ecologia e Manejo de Recursos Naturais (UFAC-AC).
- 4 Técnico em laboratório. Graduada em química (UFAC-AC).