

**ANÁLISE MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA DE ÁGUA EM POÇOS
NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS – PA**

Lavínia Lima Pereira, Adriana Santos da Silveira, Andreia Fernandes Gonçalves, Jaqueline Prestes de Cristo, Jéssica Inês Silva Nunes, Ronaldo Pimentel Ribeiro, Antônio Pereira Júnior.

DOI: 10.4322/978-85-455202-1-4-09

INTRODUÇÃO

A água é uma substância indispensável para a vida do homem e dos demais seres vivos que habitam nosso planeta. Mesmo estando $\frac{3}{4}$ da Terra coberta por esse líquido, menos de 1% encontra-se armazenada nos lençóis subterrâneos, lagos e rios, em condições de ser captada para o consumo humano (IGINO, 2014).

Além disso, ela é o elemento essencial para o desenvolvimento e a manutenção da vida, mas somente 3% das reservas existentes em nosso planeta são constituídas de água doce. Desse total, apenas 0,3% pode ser aproveitado para consumo humano, sendo 0,01% de origem superficial (rios e lagos) e 0,29% subterrâneas. Os mananciais restantes são constituídos por geleiras, vapor de água e lençóis existentes em grande profundidade, o que torna inviável economicamente seu aproveitamento para o consumo das populações (COSTA, 2012).

A principal fonte das águas subterrâneas são as chuvas sobre a superfície do solo, onde, uma pequena parte dela infiltra e se aloja na chamada “zona saturada”. As características desejáveis de uma água dependem de sua utilização. Para o consumo humano há necessidade de uma água pura e saudável, isto é, livre de matéria suspensa visível, cor, gosto e odor, de quaisquer organismos capazes de provocar enfermidades e de substâncias orgânicas ou inorgânicas que possam produzir efeitos fisiológicos prejudiciais (BLANK; VIEIRA, 2014). Para evitar esses efeitos indesejáveis, deve-se trata-la e manter a potabilidade da água para consumo humano dentro dos parâmetros microbiológicos que avaliam as condições desse recurso natural, há contagem das bactérias heterotróficas definidas como microrganismos que requerem carbono orgânico como fonte de nutrientes (MONDINI; SILVA; LÚCIO, 2011). As diretrizes deles, são estabelecidos de acordo com as legislações vigentes que, atualmente, são, a Portaria no 2914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde e a Resolução no 396, de 3 de abril de 2008, do Conselho Nacional do Meio Ambiente — CONAMA (BRASIL, 2011; ZERWES *et al.*, 2015).

Em relação as características físicas da qualidade da água, espera-se que esta seja transparente, sem cor, cheiro e sabor, para estar adequada ao consumo humano. Os parâmetros químicos são os mais importantes para se caracterizar a qualidade da água, pois, permitem classificá-la por seu conteúdo mineral, determinar o grau de contaminação, destacar picos de concentração de poluentes tóxicos e as possíveis fontes e avaliar o equilíbrio bioquímico que é necessário para a manutenção dos seres vivos aquáticos (PALUDO, 2010).

Já os parâmetros químicos envolvem o potencial hidrogeniônico (pH), acidez, oxigênio dissolvido (OD), fósforo (P), cloretos (Cl-), dentre outros. Estes são os parâmetros mais utilizados para caracterizar a qualidade da água, onde são avaliados o conteúdo orgânico, a força iônica, gases dissolvidos, nutrientes, presença de compostos orgânicos sintéticos, dentre outros (NOGUEIRA; COSTA; PEREIRA, 2015).

Ademais, as águas subterrâneas compõem uma etapa do ciclo hidrológico, pois, constituem parte da água precipitada, de modo que após a precipitação, o volume do fluido que chega ao solo se infiltra e percola ou atravessa no interior do subsolo, preenchendo os poros ou vazios inter-granulares das rochas sedimentares, ou ruptura, falhas e fissuras dos pedregulhos cristalinos, e quando submetida às forças de adesão e de gravidade exercem uma função fundamental no mantimento da umidade da

superfície sólida da crosta terrestre, do fluxo dos rios, lagos e brejos (AGUIAR; MORAES NETO, 2015).

Dentre as diferentes maneiras de se adquirir água, têm-se os poços rasos cada vez mais utilizada para o consumo humano, pois, além de ser economicamente viável é uma fonte de abastecimento indispensável para as populações que não tem acesso à rede pública de fornecimento desse recurso natural. Isso pode ser efetuado em reservatórios com diâmetro mínimo de 90 centímetros, geralmente entre 10 de 20 metros de profundidade, destinado ao suprimento individual ou coletivo, podendo obter de dois a três mil litros de fluidos por dia (ZAN *et al.*, 2012).

Dessa forma, a contaminação das águas subterrâneas ocorre, sobretudo por infiltração de fossas sépticas e negras, de efluentes industriais, vazamentos de redes de esgoto e de galerias de recursos hídricos pluviais, intrusão de água salina do mar, poluição por aterros sanitários e lixões e uso inadequado de fertilizantes nitrogenados (AGUIAR; MORAES NETO, 2015).

Com isso, as doenças de veiculação hídrica são causadas principalmente por microrganismos nocivos de origem entérica, animal ou humana, transmitidas basicamente pela via fecal-oral, ou seja, são excretados nas fezes de indivíduos infectados e ingeridos na forma de água ou alimento contaminado, ou poluído com excreções. Desta forma, a água de consumo humano é um dos importantes veículos de doenças de origem hídrica como diarreias, hepatite, dentre outras, o que torna primordial a avaliação de sua qualidade microbiológica (REIS, 2017).

Desse modo, o crescimento dos centros urbanos e comerciais, somados a falta de informação da população referente à distância necessária entre os poços e as fossas, vinculados ao uso dessa água para o consumo dos habitantes. Essas problemáticas incrementam a relevância dessa pesquisa, que tem por objetivo a análise microbiológica e físico-química da qualidade da água de poços artesianos no bairro Angelim do município de Paragominas-PA.

MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais utilizados para coleta e análise, diferenciaram-se de acordo com as ações praticadas (Tabela 1).

Tabela 1 – materiais utilizados para coleta e análise da água de poços artesianos do bairro Angelim, Paragominas – PA.

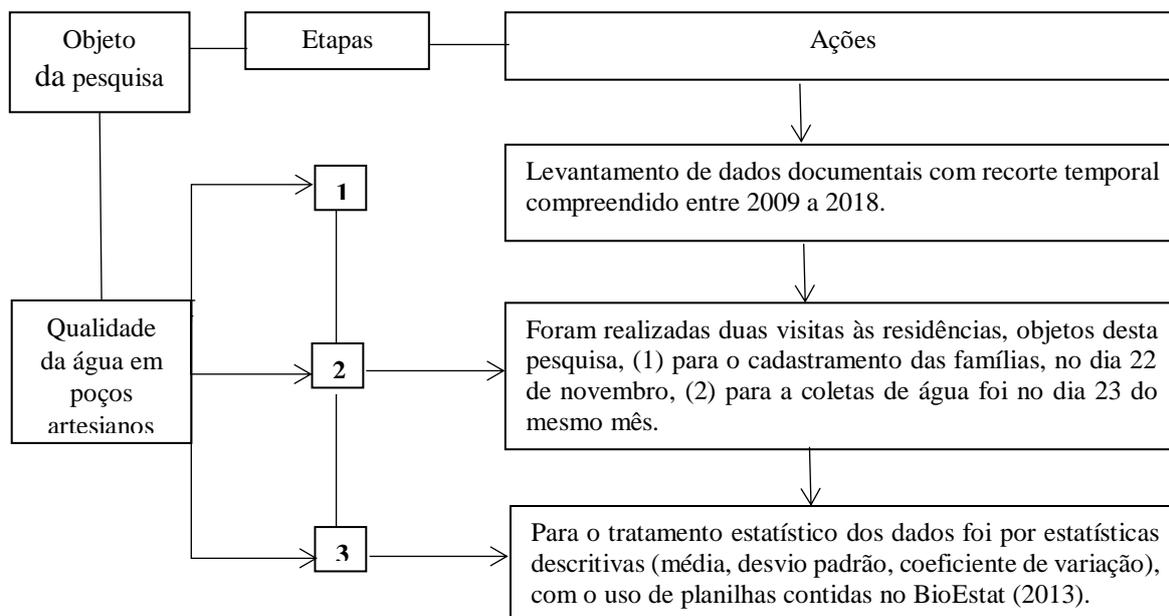
Coleta de água	Análise laboratorial	Substâncias
- Frascos de vidro (V=550 mL)	Autoclave de bancada (modelo)	- <i>Plate Count Agar</i>
- Isopor (marca)	Balança (modelo AY220)	
- GPS (Garmin Modelo Etrex 30S)	Becker (V=500 mL)	
- Diastímetro (50metros)	<i>Erlenmeyer</i> (V=250 mL)	
- Multiparâmetro (Lutron WA-2015)	Estufas: bacteriológica e de esterilização e secagem	
	Pipeta: graduada de polietileno (V= 2mL); <i>roll-on</i> (V=10 mL) e volumétrica de vidro (V=10 mL)	
	Placas de Petri (medir)	
	Vidro de relógio	
	Bastão de vidro	

Fonte: autores (2018).

A pesquisa é de caráter dedutivo, pois, de acordo com Prodanov e Freitas (2013), é o método que parte de uma premissa geral para duas, ou mais, premissas particulares. Segundo Silveira e Córdova (2009), a abordagem é qualiquantitativa, pois, a pesquisa trata de compreender e representar numericamente os dados obtidos. Com relação ao objetivo é de pesquisa explicativa, já que esclarece o porquê das coisas através dos resultados oferecidos. Como complementação do método utilizado,

foi efetuado um levantamento de dados documentais com recorte temporal situado entre 2009 e 2018, em função do último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010). Para melhor aplicabilidade deste método, ele foi dividido em três etapas (Figura 2).

Figura 2 – Fluxograma das etapas de aplicação da metodologia utilizada nesta pesquisa. Paragominas – PA

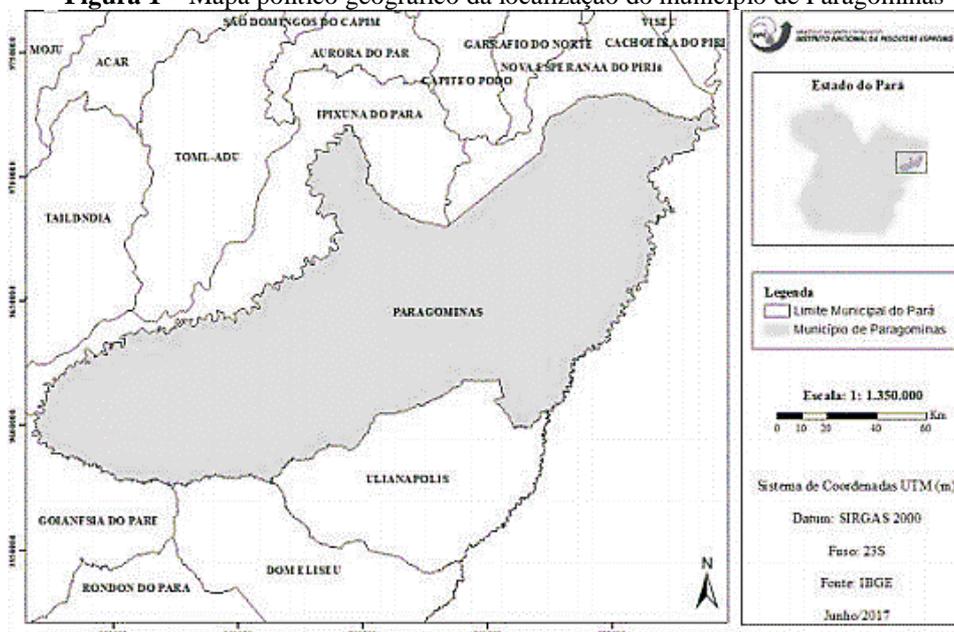


Fonte: autores (2018).

FISIOGRAFIA DO MUNICÍPIO

O estudo foi conduzido no município de Paragominas (Figura 1), a nordeste do Estado do Pará, com uma área de 19,300 km², localizado a 320 km de Belém. Em 2010 sua população contava com 97,788 habitantes. A vegetação original da região era composta principalmente por florestas tropicais densas de terra firme e perenes. Os solos da região são predominantemente do tipo latossolo amarelo, isto é, ricos em argila, e sua fertilidade é muito baixa (MARTINS *et al.*, 2013).

Figura 1 – Mapa político geográfico da localização do município de Paragominas – PA.



Fonte: Carneiro *et al.* (2017).

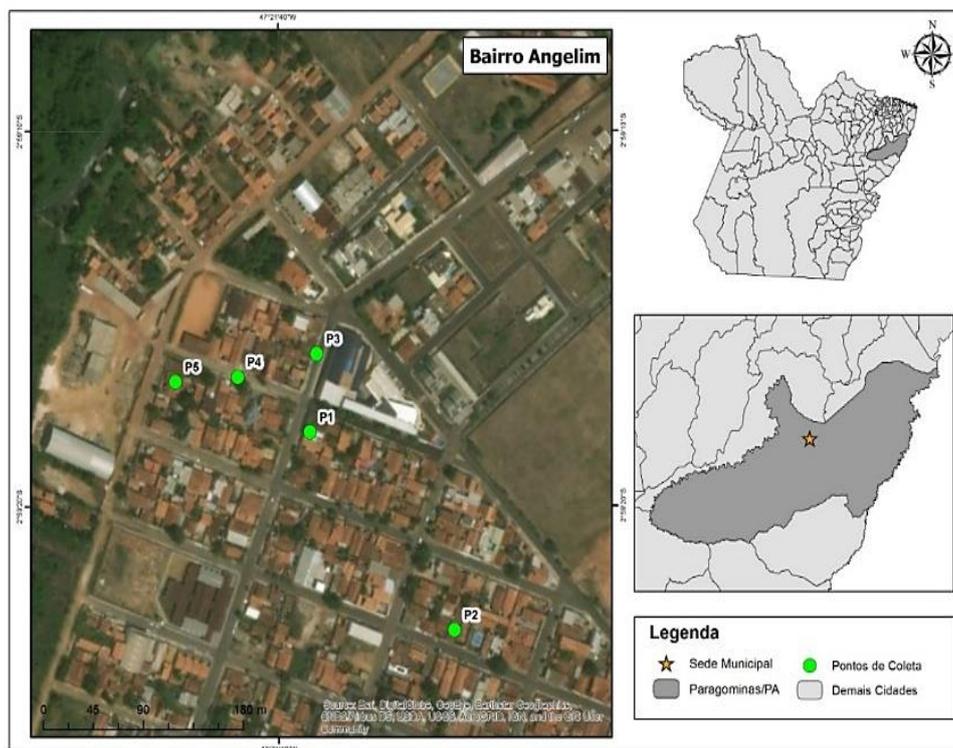
O município está situado a 2° 59' S e 47° 21' O, com altitude média de 89 m. O clima é classificado como Aw, segundo Köppen, com médias anuais de precipitação. A umidade relativa e temperatura de 1,743 mm, 81% e 26,3° C, respectivamente, verificando-se no período de julho a novembro baixa disponibilidade hídrica. O município possui 1.932.000 ha, com cerca de 490,000 há de pastagens (ALVES *et al.*, 2014).

A análise laboratorial microbiológica (bactérias heterotróficas) e físico-química hídrica foi realizada de acordo com o manual da Fundação Nacional de Águas (FUNASA, 2013). Todas as vidrarias utilizadas no processo passaram pela autoclave e posteriormente para a estufa de secagem. A amostragem da água ocorreu no dia 22 de novembro de 2018, no período seco, de 07h e 47 min às 09 horas da manhã, em cinco residências que apresentavam poços artesianos.

Foram coletadas cinco amostras, uma em cada ponto, em torneiras de diferentes residências. Para a coleta em controladores de fluxo, eles foram previamente esterilizados com um chumaço de algodão umedecido com álcool (92% de concentração). Após cinco minutos, o controlador de fluxo foi aberto e a água coletada em frasco de vidros com tampas rosqueadas cujo volume foi equivalente a 500 mL.

Em seguida, as amostras foram acondicionadas no isopor com gelo e encaminhadas para os laboratórios de Química da Universidade do Estado do Pará, Campus IV, Paragominas-PA. Os respectivos pontos de coleta foram denominados como: **P₁**, **P₂**, **P₃**, **P₄** e **P₅** (Figura 3).

Figura 3 – Cartografia da localização dos pontos de coleta e do bairro Angelim. Paragominas – PA.



Fonte: Araújo (2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

A análise dos dados obtidos indicou que os pH das amostras estão bem próximos à neutralidade, segundo o preconizado pela Portaria n.º 2914/2011 do Ministério da Saúde, onde os valores do pH da água deve estar entre 6,0 e 9,5. No entanto, os valores encontrados para o potencial hidrogeniônico estão dentro do padrão recomendado pela portaria.

Em relação ao Oxigênio Dissolvido (OD), as águas de todas as residências apresentaram valores menores que 5 mg/L, com tendências de variações situadas entre 2,3 mg/L (**P3**) e 4,45 mg/L (**P2**), o que indica que há possibilidade da existência de matéria orgânica na água dessas residências. Sobre as variações quanto ao OD, Zerwes *et al.*, (2015), efetuou estudo em Imigrante — RS, e concluíram que o baixo nível de oxigênio dissolvido indica consumo de oxigênio por decomposição da matéria orgânica ou respiração realizada por micro-organismos. Essa ocorrência foi evidenciada na pesquisa realizada em Paragominas — PA.

No que diz respeito à condutividade elétrica, o valor obtido da média foi de 0,3485 $\mu\text{S/cm}$, porém, na pesquisa feita por Santos e Mohr (2013), nas cidades de Chiapeta e Santo Antônio das Missões, ambas localizadas no Estado do Rio Grande do Sul, os dados indicaram que a condutividade da água não indica nenhum risco à saúde humana. No entanto, pelo valor dela, pode-se calcular a concentração de Sólidos Totais Dissolvidos (STD), o qual oferece risco, pois, quando em excesso, tornam a água desagradável ao paladar, com a possibilidade de corroer as tubulações e o consumo tem grandes hipóteses de causar o acúmulo de sais na corrente sanguínea e a formação de cálculos renais.

Quanto a temperatura, a análise dos dados indicaram uma tendência de elevação ($\bar{x} = 30,76$ °C), já que a coleta foi realizada no período seco. Acerca da temperatura em corpos hídricos, no estudo efetuado por Macedo, Rempel e Maciel (2017), no município de Vale do Taquari — RS, os autores concluíram que a temperatura da água é fundamental, pois, ela intensifica as reações químicas, diminui a solubilidade dos gases, evidencia a sensação de sabor e odor (Tabela 2).

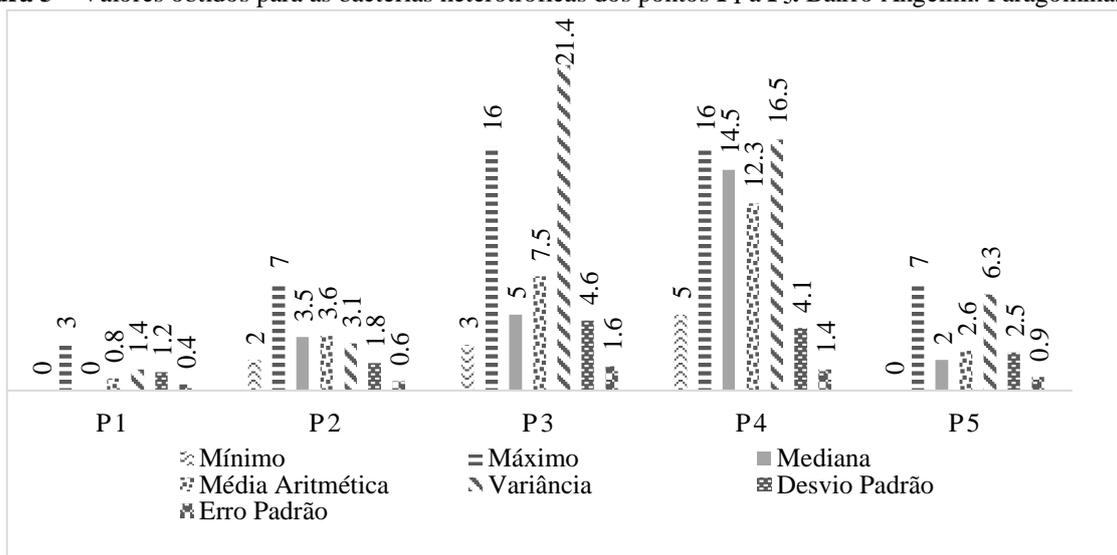
Tabela 2 - Resultados obtidos pelos parâmetros físico-químicos dos pontos de coleta. Paragominas - PA.

Pontos	Coordenadas	Parâmetros Físico-Químico			
		pH	OD (mg/L)	T (°C)	Ce ($\mu\text{S/cm}$)
-----Média -----					
1	23M 237586 UTM 9669414	6,85	4	31	0.4445
2	23M 237716 UTM 9669252	6,88	4.45	29.425	0.2935
3	23M 237592 UTM 9669478	6,91	2.3	31.475	0.435
4	23M 237521 UTM 9669459	6,92	3.5	31.3	0.3285
5	23M 237465 UTM 9669455	6,94	3.45	30.6	0.241
Média		6.9	3.54	30.76	0.3485

Fonte: autores (2018)

PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS

Os dados obtidos nessa pesquisa comprovaram a existência de bactérias heterotróficas (Figura 3), na água de todas as residências. A Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011) estabelece como padrão o limite de 500 UFC/mL. A presença desses micro-organismos está dentro do limite padrão desta portaria, pois, por meio da análise microbiológica foi possível obter o número de colônias bacterianas em 1 mL de cada amostra coletada (Figura 3).

Figura 3 – Valores obtidos para as bactérias heterotróficas dos pontos **P₁** a **P₅**. Bairro Angelim. Paragominas- PA.

Fonte: autores (2018)

Nos pontos **P₃** e **P₄**, foi possível concluir através da leitura da média aritmética os maiores valores de unidades formadoras de colônias de bactérias heterotróficas, visto que a distância do poço tubular para a fossa do **P₄** é menor que 1,5 metros. O que permite afirmar que os micro-organismo são provenientes da escoação da água da fossa em períodos chuvosos. Já no **P₃** a distância do poço amazônico para a fossa é de 30 metros, isso indica que a contaminação da água por tais microorganismos são oriundas de outros meios.

O estudo efetuado por Mondini, Silva e Lucio (2011), a pesquisa foi realizada no Distrito de São José - PR indicou que os parâmetros para bactérias heterotróficas estão dentro do limite padrão em todas as amostras coletadas. Em comparação com essa pesquisa, os resultados assemelham-se, pois, apesar de os pontos **P₃** e **P₄** apresentarem os maiores valores de média aritmética, o número de UFC/mL é ainda extremamente menor que o permitido pela Portaria 2.914: 2011 do Ministério da Saúde.

Os valores encontrados para as unidades formadoras de colônias de bactérias heterotróficas nos pontos **P₁**, **P₂** e **P₅** foram os menores. Os resultados encontrados nessa pesquisa estão em conformidade com os dados coletados das respectivas residências, pois, as distâncias entre os poços e as fossas são maiores que 15,0 metros como o recomendado pela NBR 7229. Isso indica que as águas dos poços estão de acordo com o padrão de potabilidade exigido pela Portaria 2.914: 2011, ainda que **P₃** e **P₄** apresentem maior número de bactérias relacionado com os demais pontos.

CONCLUSÃO

A presença de bactérias heterotróficas e o pH (potencial hidrogeniônico) da água próximo à neutralidade encontram-se nos padrões exigidos pela legislação atual. Entretanto, os parâmetros limnológicos de oxigênio dissolvido (OD) encontrados estão abaixo do valor mínimo permitido, devido à presença de microorganismos e a distância irregular entre os poços e as fossas. Por conseguinte, é relevante a Vigilância Sanitária, do município, realizar monitoramento contínuo desses parâmetros e informar aos consumidores da água de poços, sobre a importância de seguir os padrões exigidos para a distância entre os reservatórios hídricos e as fossas, de modo a evitar verminoses e diarreias, decorrentes do descuido e de informações incorretas acerca dos cuidados com este recurso.

REFERÊNCIAS

- ALVES, L. W. R., CARVALHO, E. J. M., SILVA, L. G. T. **Diagnóstico agrícola do município de Paragominas, PA**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2014.
- AGUIAR, S. C.; MORAES, J. M. **Comprometimento da relevância ambiental da água subterrânea na zona rural do município de Gado Bravo-PB**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, Santa Maria, v. 19, n. 3, p. 583-594, set./dez. 2015.
- BLANK, D. E.; VIEIRA, J. G. **Caracterização físico-química e microbiológica de água de poços rasos do Bairro Três Vendas, Pelotas-RS**. Revista Vetor, Rio Grande, v. 24, n. 1, p. 2-17, 2014.
- BRASIL. **Portaria n. 2914**, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ministério da Saúde, Brasília, 12 dez. 2011.
- CARNEIRO, R. S. G. S; DUARTE, J. F. S; RAMOS, A. J. R. **Análise De Vulnerabilidade Erosiva no Município de Paragominas – PA**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA E EXPOSICARTA. 2017. 27. 26. Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro – RJ, 2017. p. 1263 – 1266.
- COSTA, C. L; LIMA, R. R; PAIXÃO, G. C; PANTOJA, L. D. M. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas em poços do estado do Ceará, Brasil. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 171-180, jul./dez. 2012.
- FUNASA. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Manual Prático de Análise de Água. 4 ed.. Brasília: Fundação Nacional de Saúde.2013
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: UFRGS, 2009.
- IBGE. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA 2010. Cidades. Paragominas, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/paragominas/panorama>>. Acesso em: 04 dez. 2018.
- IGINO, L. V. **Análise microbiológica e físico-química da água dos poços artesanais do bairro Água da Jacutinga, na cidade de Andirá-PR**. 2014. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Química). Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis. Disponível em:< <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/1011290343.pdf>>. Acesso em: 22 nov. 2018.
- MACEDO, T. L., REMPEL, C., MACIEL, M. J. Análise físico – química e microbiológica de água de poços artesanais em um município do Vale do Taquari – RS. **Revista TECNO-LÓGICA**, Santa Cruz do Sul, v. 22, n. 1, p. 58 – 65, jan./jun. 2018.
- MARTINS, H. D; NUNES, S. S; SALOMÃO, R. R; OLIVEIRA JÚNIOR, L. A; BATISTA, R. W; MARTINS, J. R; SOUZA JÚNIOR, C. M. **Mapeamento da cobertura do solo de Paragominas-PA com imagens de satélite de alta resolução: aplicações para o Cadastro Ambiental Rural (CAR)**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. 16. 2013. Paraná. **Anais...** Foz do Iguaçu – PR, 2013.
- MONDINI, J.; SILVA, J. C.; LÚCIO, L. C. **Análise microbiológica da água do poço artesiano do Distrito de São José, PR**. In: EPCC-Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar. 2011. Maringá – PR. **Anais...** Maringá – PA, 2011.

NOGUEIRA, F. F.; COSTA, I. A.; PEREIRA, U. A. **Análise de parâmetros físico-químicos da água e do uso e ocupação do solo na sub-bacia do Córrego da Água Branca do município de Nerópolis-Goiás**. 2015. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária). Universidade Federal de Goiás-UFG.

PALUDO, D. **Qualidade da água nos poços artesanais do município de Santa Clara do Sul**. 2010. 75f. Monografia (Curso de Química Industrial). Centro Universitário Univates. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/458/3/DiegoPaludo.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2018.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. Novo Hamburgo: FEEVALE. 2013.

REIS, C. G., ALVES, J. E. A., LISBOA, C. G. C., MARQUES, L. F. **Análise microbiológica e físico-química de águas em Instituições de Ensino do Distrito de Umã, salgueiro-PE**. 69ª Reunião Anual da SBPC, Belo Horizonte/MG, 16 a 22 de julho de 2017.

SANTOS, R. S., MOHR, T. **Saúde e qualidade da água: análises microbiológicas e físico – químicas em águas subterrâneas**. *Revista contexto & saúde*. Ijuí, v. 13, n. 24/25, p. 46-53, jul./dez. 2013.

ZAN, R. A.; COSTA, A. L.; COSTA, J. B.; MENEGUETTI, D. U. O. Análise microbiológica de amostras de água de poços rasos localizados no município de Buritis, Região de Vale Jamari, Rondônia, Amazônia Ocidental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 8, n. 8, p. 1867-1875, set/dez. 2012.

ZERWES, C. M.; SECCHI, M. I.; CALDEIRAN, T. B.; BORTOLI, J.; TONETTO, J. F.; TOLDI, M.; OLIVEIRA, E. C.; SANTANA, E. R. R. Análise da qualidade da água de poços artesanais do município de Imigrante, Vale do Taquari/RS. **Revista Ciência & Natura, Santa Maria**, v. 37, n. 4; p. 651-663, set/dez. 2015.

Lavínia Lima Pereira

Acadêmica de Ciências Naturais.
Universidade do Estado do Pará
Departamento de Ciências Naturais
lavinialiampr@hotmail.com

Adriana Santos da Silveira

Acadêmica de Ciências Naturais
santosilveiradriana@gmail.com

Andreia Fernandes Gonçalves

Acadêmica de Ciências Naturais
Universidade do Estado do Pará
Departamento de Ciências Naturais
andreabiologia17@gmail.com

Jaqueline Prestes de Cristo

Acadêmica de Ciências Naturais.
Universidade do Estado do Pará
Departamento de Ciências Naturais
jaquelineprestes6@gmail.com

Jéssica Inês Nunes da Silva

Acadêmica de Ciências Naturais.
Universidade do Estado do Pará
Departamento de Ciências Naturais
inesjessical1@gmail.com

[176]

Antônio Pereira Júnior
Mestre em Ciências Ambientais
Universidade do Estado do Pará
Departamento de Engenharia Ambiental
antonio.junior@uepa.br