

## QUALIDADE DA ÁGUA QUE ABASTECE A CIDADE DE BARBALHA - CE

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.14.23.VIII-027>

Lindamar Bezerra da Silva (\*), Cícera Cilene Bezerra Moreira, Daniel Salgado Pifano, Márcia Bento Moreira  
\* Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE. E-mail: lindabezerrabrasiliano@gmail.com

### RESUMO

Apesar dessa relativa “proteção” em comparação com as águas superficiais, as águas subterrâneas podem apresentar problemas de qualidade, dentre eles, um dos mais frequentes consiste na presença de ferro dissolvido em teores elevados. O ferro é encontrado em praticamente todas as águas, porém, quando encontrado em teores superiores a 0,5 ppm, a água tem sua cor, odor e sabor alterados (CUSTÓDIO, E. & LLAMAS, M. R, 1983). Nesse contexto, a cidade de Barbalha, localizada na região sul do Ceará, fazendo parte da região metropolitana do Cariri, não foge à regra: enfrenta problemas com teores de ferro nos poços tubulares que abastece a cidade, alterando assim a qualidade da água produzida e distribuída, ocasionando não conformidades em relação aos padrões de qualidade estabelecidos pela Portaria 888/2021 do Ministério da Saúde - MS.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar os teores de ferro presente na água de abastecimento público proveniente de poços tubulares na cidade de Barbalha – CE, através de dados obtidos pelo levantamento hidro geológico, análises químicas e uso das águas, afim de caracterizar quanto a sua composição química e potabilidade.

**PALAVRAS-CHAVE:** Qualidade da Água, Águas Subterrâneas, Teores de Ferro, Consumo Humano.

### INTRODUÇÃO

A maioria das águas subterrâneas contém minerais dissolvidos, que muito raramente são prejudiciais à saúde, mas que conferem gosto agradável ou desagradável à água. O ferro é o metal mais abundante na crosta terrestre e é essencial para a nutrição humana. Pode ser encontrado em solos e em minerais, principalmente como óxido férrico insolúvel. Tal observação é de extrema relevância, pois, quando em excesso, o ferro acarreta problemas de caráter operacional e econômico, como danos causados às tubulações que transportam a água.

Segundo relatório da Organização Mundial da Saúde (2011), apesar das concentrações usualmente encontradas não conferirem risco à saúde humana, a presença de ferro e manganês acima do estabelecido pela Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde em águas de abastecimento pode trazer coloração de cor ferruginosa, odor e gosto forte, além de causar incrustações nas tubulações, nas bombas, trazendo prejuízo financeiro e à saúde dos consumidores.

Apesar dessa relativa “proteção” em comparação com as águas superficiais, as águas subterrâneas podem apresentar problemas de qualidade, limitando o seu uso para diversos fins. Dentre eles, um dos mais frequentes consiste na presença de ferro dissolvido em teores elevados. O ferro é encontrado em praticamente todas as águas, porém, quando encontrado em teores superiores a 0,5 ppm, a água tem sua cor, odor e sabor alterados (CUSTÓDIO, E. & LLAMAS, M. R, 1983).

Apesar de uma maior proteção dos contaminantes externos, as águas subterrâneas podem apresentar problemas de qualidade e, dentre esses, um dos mais frequentes consiste na presença de ferro em concentrações elevadas (água ferruginosa), limitando, algumas vezes, a utilização da água tanto para uso doméstico como industrial. Ainda que o organismo humano necessita de até 19 mg de ferro por dia, os padrões de potabilidade exigem que uma água de abastecimento público não ultrapasse os 0,3 mg/L. Este limite é estabelecido em função de problemas estéticos relacionados à presença do ferro na água e do sabor ruim que o ferro lhe confere.

No sistema de tratamento a presença de ferro na água pode implicar na sua precipitação nos filtros e/ou no pré-filtro de poços, reduzindo a eficiência destes. Assim sendo, é importante que a água apresente baixos teores de ferro dissolvido (BAUMGARTEN; PAIVA; RODRIGUES, 2014, OLIVEIRA; SCHMIDT, FREITAS, 2003).

Nesse contexto, a cidade de Barbalha, localizada na região sul do Ceará, fazendo parte da região metropolitana do Cariri, não foge à regra: enfrenta problemas de teores elevado de ferro, isso tem impulsionado algumas dificuldades relacionados à falta de recursos hídricos em condições adequadas.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os teores de ferro presente na água de abastecimento público proveniente de poços tubulares na cidade de Barbalha – CE, no período de 2016 a 2022, através de dados

obtidos pelo levantamento hidrogeológico, análises químicas e uso das águas, a fim de caracterizar quanto a sua composição química e potabilidade.

## OBJETIVO

Avaliar os teores de ferro na água de abastecimento público proveniente de poços tubulares, na sede do município de Barbalha, e discutir sobre a influência antrópica na qualidade das águas subterrâneas.

## METODOLOGIA

### DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de Barbalha está situado no Sul do Ceará (Figura 1), especificamente na Região do Cariri, onde apresenta uma área de 479,183 km<sup>2</sup> e localiza-se sob as coordenadas 7°18'18'' S e 39°18'07'' W. Possui uma população segundo censo do IBGE (2022), em 75.033 habitantes, e tem como municípios limítrofes: Juazeiro do Norte, Crato, Missão Velha e Jardim. É caracterizado ainda, por um clima tropical quente semiárido, com pluviosidade média anual de 1.060 mm (IPECE, 2013).



**Figura 1: Localização da cidade de Barbalha - CE.**

Fonte: Google, 2023.

Baseado na importância das águas subterrâneas para o município, dos 23 poços que abastecem a cidade de Barbalha, foram selecionados no presente estudo, 12 poços tubulares (Figura 2), a fim de avaliar a correlação existente entre as interferências antrópicas e a variação nos seus teores de ferro.



**Figura 2: Vista Satélite dos 12 Poços Tubulares (PTs) de Barbalha. Fonte: Google Earth, 2023.**

BIANCHI et al, 1984 (apud CEARÁ, 1992), através de estudo hidrogeológico em 900 km<sup>2</sup> do Cariri Ocidental, na área dos municípios de Crato, Juazeiro do Norte, Barbalha e Missão Velha, identificou a existência de uma exploração

desordenada das águas subterrâneas, além do uso e ocupação do meio sem critérios técnicos específicos, podendo comprometer o potencial quantitativo e qualitativo dos aquíferos.

**Tabela 1: Poços tubulares utilizados na amostragem, sua localização no município e demais características.**  
Fonte: CAGECE, 2023.

DESCRIÇÃO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	PROFUNDIDADES (M)	VAZÃO (m <sup>3</sup> /h)	Início de Operação
PT 01	Latit: 07°18'35" e Long:39°18'25"	104,0	140,0	2010
PT 02	Latit: 07°18'42" e Long: 39°18'42"	98,0	100,0	2008
PT 04	Latit: 07°19'41" e Long:39°17'45"	114,0	S.I	1986
PT 05	Latit: 07°18'18"e Long:39°16'48"	80,0	43,0	1998
PT 06	Latit: 07°18'08"e Long:39°16'52"	100,0	40,0	2000
PT 07	Latit: 07°19'07"e Long:39°17'46"	230,0	70,0	2002
PT 08	Latit: 07°19'26"e Long:39°17'37"	165,0	80,0	2005
PT 09	Latit: 07°18'25"e Long:39°17'29"	122,0	100,0	2007
PT 11	Latit: 07°16'51"e Long:39°18'48"	120,0	22,0	2005
PT 12	Latit: 07°17'52"e Long:39°15'55"	100,0	35,0	2010
PT 13	Latit: 07°16'06" e Long:39°18'18"	150,0	70,0	2014
PT 14	Latit: 07°17'20" e Long:39°20'00"	S.I	S.I	S.I
PT 15	Latit: 07°17'56" e Long:39°19'38"	S.I	S.I	S.I

\* S.I - Sem Informação.

## AMOSTRAGEM E PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS

Para condução do presente estudo foram utilizados resultados de análises de água dos 12 poços tubulares que abastecem o município de Barbalha - CE, as quais realizadas e disponibilizadas pela Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE. A periodicidade das coletas foi semestral e correspondem aos anos de 2016 a 2022, contemplou-se uma amostragem para cada um dos períodos, chuvoso e seco, totalizando 134 análises realizadas. As determinações analíticas foram realizadas de acordo com o Procedimento Operacional Padrão – POP, no Laboratório Regional em Juazeiro do Norte, da Companhia de Água e Esgoto do Ceará – CAGECE e de acordo com Standard Methods, APHA (2012).

Foram analisadas as características construtivas, além dos fatores responsáveis pelos teores de ferro nos poços tubulares na área citada, principalmente aqueles com mais de 100m de profundidade. Para tanto, os teores de ferro na água foram correlacionados com dados geológicos e químicos. As características construtivas e espaciais dos poços também foram consideradas.

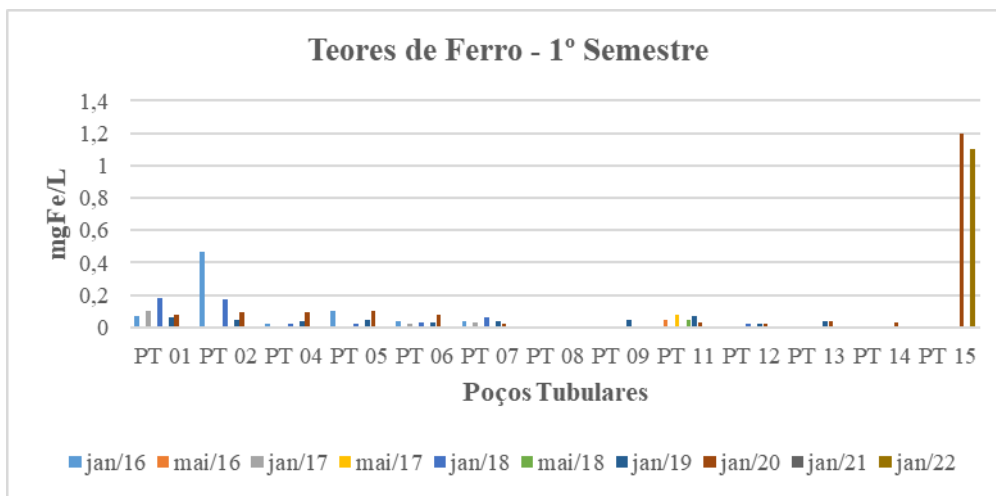
## RESULTADOS OBTIDOS

No quadro 1 verificam-se os resultados das análises de ferro (mg Fe/L) nos poços tubulares PT01 a PT15, para o primeiro semestre (2016 a 2022), graficamente observados no gráfico 1. Para o segundo semestre (2016 a 2022), essas mesmas informações podem ser observadas no quadro 2 e gráfico 2.

**Quadro 1: Resultados das análises de ferro (mg Fe/L) nos poços tubulares primeiro semestre. Fonte: Laboratório Regional da CAGECE, 2023.**



PONTOS DE COLETAS - POÇOS TUBULARES													
MESES/ANOS	PT 01	PT 02	PT 04	PT 05	PT 06	PT 07	PT 08	PT 09	PT 11	PT 12	PT 13	PT 14	PT 15
jan/16	0,07	0,47	0,02	0,10	0,04	0,04		0,00					
mai/16									0,05				
jan/17	0,10	0,00		0,01	0,02	0,03		0,00		0,00			
mai/17									0,08				
jan/18	0,18	0,17	0,02	0,02	0,03	0,06		0,00		0,02			
mai/18									0,05				
jan/19	0,06	0,05	0,04	0,05	0,03	0,04		0,05	0,07	0,02	0,04		
jan/20	0,08	0,09	0,09	0,1	0,08	0,02	0,00	0,00	0,03	0,02	0,04	0,03	1,20
jan/21													
jan/22	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20		<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	1,1



**Gráfico 1: Resultados das análises de ferro (mg Fe/L) nos poços tubulares primeiro semestre**  
Fonte: Laboratório Regional da CAGECE, 2023.

Na maioria das análises de água bruta realizadas nos poços tubulares que abastecem a cidade de Barbalha, no período de 2016 a 2022 o teor de ferro encontra-se dentro do estabelecido pela Resolução do CONAMA n° 357/05, que é de 0,3mgFe/L, observou-se um aumento maior apenas no segundo semestre do ano de 2018, nos poços PTs 01, 02 e 12, que apresentam profundidades que variam de 98 metros a 104 metros e vazões maiores para os poços 01 e 02.

**Quadro 2: Resultados das análises de ferro (mg Fe/L) nos poços tubulares segundo semestre.**  
Fonte: Laboratório Regional da CAGECE, 2023

PONTOS DE COLETAS													
MESES/ANOS	PT 01	PT 02	PT 04	PT 05	PT 06	PT 07	PT 08	PT 09	PT 11	PT 12	PT 13	PT 14	PT 15
jul/16	0,01	0,01	0,02	0,00	0,05	0,07		0,02		0,03			
nov/16									0,06				
jul/17	0,03	0,03	0,01	0,00	0,00	0,05		0,00		0,04			
nov/17									0,00				
jul/18	1,67	0,62	0,01	0,04	0,02	0,13		0,03		0,49	0,02		
nov/18									0,02				
jul/19	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01		0,01	0,03	0,01	0,02		
jul/20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20		0,25	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	2,99
out/21	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20		<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20
jul/22	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20		<0,20						
jul/22								<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,43

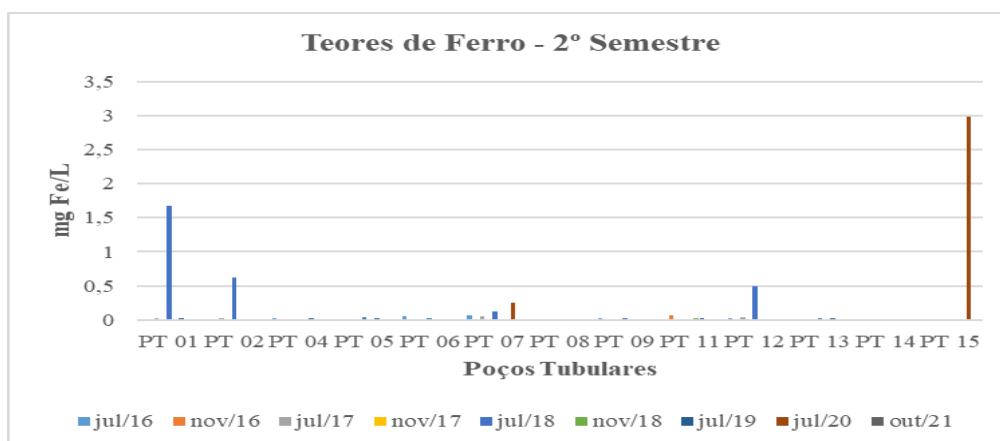


Gráfico 2: Resultados das análises de ferro (mg Fe/L) nos poços tubulares segundo semestre.  
Fonte: Laboratório Regional da CAGECE, 2023.

Os poços tubulares 04, 08 e 14 apresentam teores de ferro relativamente baixo. Os poços tubulares 05 e 06, que ficam localizados em uma mesma área, apresentam teores de ferro com valores muito baixos, são relativamente mais profundos, porém com vazões baixas. O poço tubular 07 apresentou apenas uma amostra com teor de ferro elevado em julho de 2018, o poço 07 foi desativado pela CAGECE em 2021 por apresentar problemas estruturais. O poço tubular 15 localizado no loteamento Reserva Cariri apresentou em 75% das suas amostras teores de ferro acima do estabelecido pela legislação vigente para água bruta. Os poços 09, 11, 12 e 13 apresentam teores de ferro baixo, suas profundidades são maiores que os demais poços e a vazão captada ainda é relativamente baixa, com exceção do poço 09.

## CONCLUSÃO/RECOMENDAÇÕES

Ao analisar os dados, constatou-se uma tendência de presença de ferro nos poços de maiores vazões. O fator pode estar relacionado a superexploração do aquífero, causando cone de depleção com limites acima do suportável para a camada explorada, onde encontra-se os filtros, fazendo com que seja captada água da camada superior, a qual pode estar contaminada. Dessa forma, pode estar havendo mistura da água sem contaminantes mais água contaminada, comprometendo o aporte hídrico do poço como um todo. Além disso, o aquífero inferior pode estar qualitativamente comprometido pelas condições do aquífero superior, devido ao rebaixamento cônico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. *Águas Subterrâneas*. Disponível em: <http://www.abas.org/educacao.php>. Acesso em: 19 de junho 2023.
2. BAUMGARTEN, M. G. Z.; PAIVA, M. L. de; RODRIGUES, H. R. S. *Kit Analítico Simplificado: uma ferramenta para avaliação massiva da qualidade da água subterrânea*. Águas Subterrâneas, v. 28, n. 2, p. 95-105, 2014.
3. BRASIL. Ministério da Saúde. *Portaria 888 de maio de 2021*. Dispõe sobre os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2017.
4. CEARÁ. *Perfil Básico municipal 2013 – Barbalha, CE*. IPECE: 2013.
5. Companhia de Água e Esgoto do Ceará. *Laudos da qualidade da água bruta dos poços tubulares do município de Barbalha, 2023*.
6. CUSTÓDIO E. & Llamas M.R. 1983. *Hidrologia Subterrânea*. Barcelona, Ômega, v. 2. Lima, I.V., & Pedrozo, M.F. (2001). *Ecotoxicologia do ferro e seus compostos*. <https://livrozilla.com/doc/906578/ecotoxicologia-do-ferro-e-seuscompostos>.
7. OLIVEIRA D. A; SCHMIDT, G; FREITAS, D. M. *Avaliação do Teor de Ferro em Águas Subterrâneas de Alguns Poços Tubulares, no Plano Diretor de Palmas - TO*. Palmas: Universidade Federal do Tocantins – UFT. 2003.
8. **População de Barbalha (CE)**, globo.com. Disponível em: <https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia>. Acesso em: 10 de agosto 2023.
9. **Resolução do CONAMA nº 357/05**. Disponível em: <http://www.siam.mg.gov.br>. Acesso em: 27 de Julho 2023.