



## ANÁLISE QUÍMICA DE ÁGUA SUBTERRÂNEA PARA CONSUMO HUMANO

**Karen Quintão Castro<sup>(1)</sup>**

Explore Consultoria

karenquintaocastro@gmail.com

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Karen Quintão Castro (2020): "Análise química de água subterrânea para consumo humano", Revista Caribeña de Ciencias Sociales (marzo 2020). En línea

<https://www.eumed.net/rev/caribe/2020/03/analise-agua-subterranea.html>

<http://hdl.handle.net/20.500.11763/caribe2003analise-agua-subterranea>

### RESUMO

A água é fonte vital na terra, seu consumo está passível a garantia de qualidade a fim de manter a saúde de todos aqueles que a consomem. Com a crescente degradação das águas superficiais, as águas de origem subterrânea, comumente prospectadas por meio de poços tubulares têm sido cada vez mais procuradas como fonte de abastecimento humano e usos mais exigentes qualitativamente, por estarem menos suscetíveis às contaminações. Entretanto também podem apresentar compostos indesejáveis e necessitar de tratamento, assim como no presente trabalho, onde foi implantado um sistema de tratamento para que a água apresentasse condições ideais para abastecimento dos moradores do condomínio.

Palavras-chave: qualidade da água, poço tubular, índice de potabilidade, parâmetros químicos.

### ABSTRACT

Water is a vital source on earth, its consumption is subject to quality assurance in order to maintain the health of all who consume it. With the increasing degradation of surface water, groundwater, commonly prospected through tubular wells, has been increasingly sought as a source of human supply and qualitatively demanding uses because they are less susceptible to contamination. However, they may also present undesirable compounds and need treatment, as in the present work, where a treatment system was implemented so that the water presented ideal conditions to supply the condominium residents.

Key-words: water quality, tubular well, potability index, chemical parameters.

### 1. INTRODUÇÃO

Ainda que seja a maior parte da composição da superfície do planeta terra, a grande maioria da água se encontra em qualidade e estado que a torna inviável para consumo. O uso das águas subterrâneas tem aumentado ao longo dos anos justamente pela busca de águas de melhor qualidade para consumo humano e para processos produtivos.

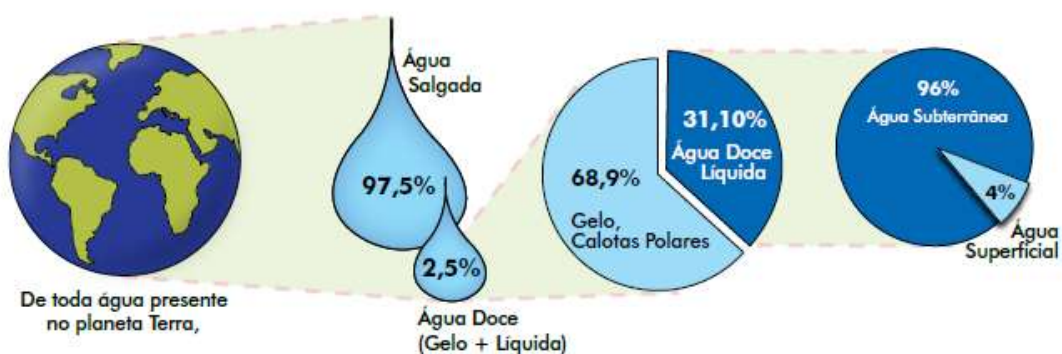
Poços tubulares têm sido constantemente perfurados em todos os lugares no mundo a fim de garantir a disponibilidade de água para as populações. Essas águas subterrâneas também estão suscetíveis a fontes poluidoras advindas de atividades antrópicas e, pode-se encontrar nelas compostos prejudiciais a saúde humana que são de origem litogênica.

O presente trabalho objetivou a análise da qualidade da água subterrânea de origem de um poço tubular profundo perfurado em Coronel Fabriciano, a partir dos resultados obtidos foi proposto e implantado um sistema de tratamento da água para consumo humano e então analisado os índices de qualidade após o tratamento.

## 2. ÁGUA SUBTERRÂNEA

A superfície terrestre é composta em sua maior parte por água, desta totalidade apenas 2,5% é doce e propícia para consumo humano, como mostra a figura 1.

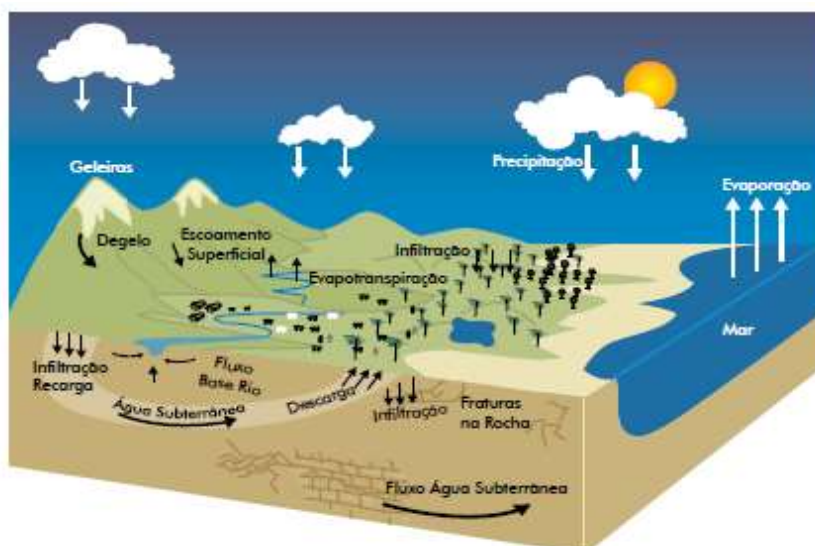
Figura 1 – Distribuição da água na Terra.



Fonte: MMA (2007)

A dinâmica da água na terra se dá por meio do ciclo hidrológico, que é o movimento contínuo da água entre os oceanos, continente e atmosfera por meio de forças da gravidade e energia solar. O ciclo é representado pela figura 2, onde nos continentes, a água proveniente da atmosfera pode infiltrar no solo, percolar e alimentar aquíferos, escoar pela superfície e atingir um corpo hídrico, e evaporar e voltar para a atmosfera.

Figura 2 – Ciclo hidrológico.



(1) Graduada em Engenharia de Minas, Pós Graduada em Engenharia de Produção e Gerenciamento de Projetos. Mestranda em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Consultora autônoma em mineração e meio ambiente na Explore Consultoria.

*Fonte: MMA (2007).*

Com o aumento da poluição das águas superficiais, as fontes de águas subterrâneas têm sido bastante usadas para abastecimento humano, industrial e agrícola. Segundo o IBGE, cerca de 55% dos municípios brasileiros já dependem da água subterrânea para abastecimento de sua população. Além disso as águas subterrâneas costumam apresentar boa qualidade, menor custo de captação, adução e tratamento se comparadas às águas dos rios.

As águas superficiais estão mais suscetíveis a contaminação, entretanto, a água subterrânea, ainda que possua o solo como barreira, esta suscetível a fontes poluidoras de origem antrópica, como a atividade industrial, o uso de fertilizantes e agrotóxicos agrícolas, construção de poços tubulares e fossas sépticas e vazamentos de tanques subterrâneos.

Todas as águas encontradas sob a superfície, que preenche vazios existentes entre os grãos do solo, rochas e fissuras são chamadas de águas subterrâneas. É denominado aquífero, as rochas saturadas que permitem a circulação, armazenamento e extração de água; estes por sua vez costumam armazenar grandes quantidade de água.

Segundo o MMA (2007), a perfuração de poços é o meio a qual o ser humano tem acesso a água subterrânea. Com o aumento então do uso da água subterrânea, foram perfurados mais de 12 milhões de poços em todo mundo nos últimos 25 anos, segundo dados da SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo).

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1 Área de estudo**

O presente trabalho analisou a água de um poço tubular profundo perfurado no centro da cidade de Coronel Fabriciano, a área compreendida, está limitada pelas coordenadas 19°30'E 20°00' de latitude sul e 42°30'e 43°00' de longitude oeste de Greenwich, na porção leste do estado de Minas Gerais. Estima-se que no município de Coronel Fabriciano exista um sistema aquífero predominantemente nas rochas que constituem o Complexo Mantiqueira e Suíte Borrachudo.

Este aquífero é do tipo livre, constituído na sua parte superior por rochas inconsistentes do manto de decomposição dos gnaisses granitoides e conglomerados ou por material alúvio-coluvionar depositado sobre este manto ou mesmo em rocha sã e na parte inferior por rochas fraturadas. Assim, tem-se um aquífero granular poroso superior e um fissurado sotoposto em comunicação hidráulica íntima constituindo um só sistema aquífero. Este sistema abrange por sua parte mais superficial ocorrências de sumidouros e fraturas.

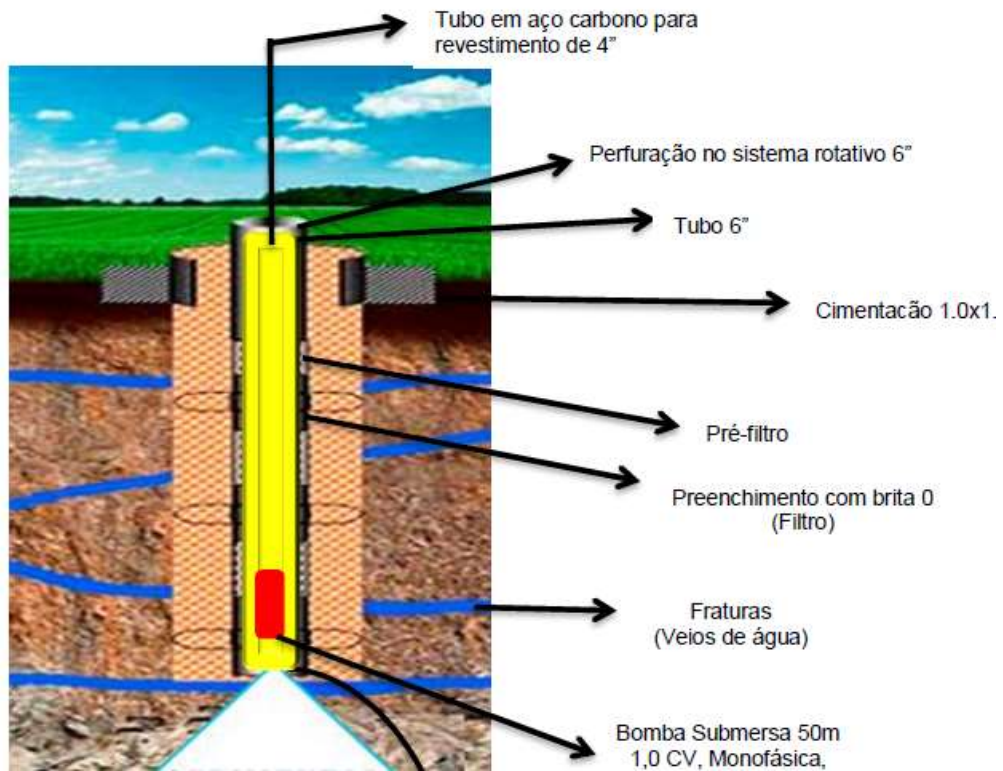
Cabe salientar que de acordo com as características litológicas locais e capacidade de deslocamento do fluxo das águas tende a ser moderadamente fácil e em alguns locais tende a ser mais lenta pela ocorrência de solos argilosos.

O poço tubular em questão foi perfurado para suprir a demanda hídrica deste empreendimento, que possui 34 apartamentos e 13 lojas, substituindo parcialmente o abastecimento da concessionária local e reduzindo assim os custos.

Foi perfurado por meio de uma sonda rotativa, cuja profundidade é de 52 metros, cujo diâmetro é de 150 mm, cujo perfil construtivo está representado na figura 3, sendo a litologia do local constituída por solo sedimentar, silte argiloso e areia média.

(1) Graduada em Engenharia de Minas, Pós Graduada em Engenharia de Produção e Gerenciamento de Projetos. Mestranda em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Consultora autônoma em mineração e meio ambiente na Explore Consultoria.

**Figura 3: perfil construtivo do poço.**



*Fonte: Dados do autor (2019).*

### 3.2 Metodologia

O presente trabalho buscou realizar análises químicas, cujos procedimentos foram realizados por empresa contratada, acerca da qualidade da água subterrânea extraída do poço descrito, e representado pela figura 4. A partir do resultado obtido, foi implantado medidas corretivas, para por fim realizar uma nova análise acerca desses aspectos a garantir a potabilidade da água a ser consumida pelos moradores.

**Figura 4: Poço tubular construído, dentro dos padrões exigidos.**



*Fonte: Dados do autor(2019).*

(1) Graduada em Engenharia de Minas, Pós Graduada em Engenharia de Produção e Gerenciamento de Projetos. Mestranda em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Consultora autônoma em mineração e meio ambiente na Explore Consultoria.

Foram analisados parâmetros importantes para o consumo humano, a seguir serão descritos tais.

**Alcalinidade total:** é capacidade da amostra de reagir quantitativamente com um ácido forte até um valor definido de pH. Os principais compostos relacionados a alcalinidade são bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. Este parâmetro não afeta a saúde pública, porém é importante ser analisado por alterar o paladar da água.

**Cloro livre:** é a quantidade de cloro disponível para oxidar as impurezas que possam surgir, e então realizar a desinfecção da água.

**Cloro total:** é a soma do cloro livre ao cloro combinado. O cloro combinado é toda a quantidade de cloro que já foi consumido ou está sendo consumido na desinfecção da piscina.

**Cor aparente:** é a determinação da cor em amostras com turbidez, material coloidal ou suspensão; a análise da cor é realizada por meio de comparação visual em soluções de cloroplatinato de cobalto, e deve realizar imediatamente a coleta, para evitar que as partículas decantem.

**Cor real:** é a determinação da cor em amostras após filtração ou centrifugação, sem turbidez.

**Cloretos:** a partir da análise de cloretos é possível conhecer o grau de mineralização e indícios de poluição.

**Condutividade elétrica:** é indicativo da qualidade da água, por representar a presença de sólidos dissolvidos, onde em sua maioria são compostos iônicos e catiônicos.

**Coliformes:** são classes de bactérias encontradas no meio ambiente, podendo ser encontrada até mesmo em fezes humanas ou animais. Sua presença em água potável pode indicar possível presença de organismos nocivos, causadores de doenças.

**Dureza total:** relaciona-se a capacidade de precipitar sabão, em caso de presença de cálcio e magnésio, os sabões transformam-se em complexos insolúveis. Comumente encontrados em águas subterrâneas, devido ao fato da presença de cálcio e magnésio estar relacionada a sua passagem pelo solo, e dissolução de rochas calcárias. É importante aspecto a ser analisado por dois motivos, o uso de águas duras ocasiona um uso excessivo de sabão e há indícios de aumento de problemas renais.

**Ferro total:** a presença de ferro interfere na turbidez e cor da água, não afeta a saúde da população, porém confere sabor desagradável e causa manchas em roupas lavadas e em superfícies de porcelana. Em águas subterrâneas, são comuns de serem encontrados, devido ao contato com substratos geológicos.

**Manganês total:** a ocorrência de manganês em mais comum em águas subterrâneas do que em águas superficiais, assim como o ferro, também são advindas de substratos geológicos. Ocasionalmente coloração a água, manchas em tecidos e porcelanas e ainda podem ocasionar o depósitos de seu óxido nos sistemas de abastecimento de água.

**Nitrito:** é a forma de nitrogênio geralmente encontrada em pequenas quantidades nas águas subterrâneas e superficiais, por ser instável na presença de oxigênio. A presença de nitrito é indicativa de ocorrência de processos biológicos ativos influenciados por poluição orgânica.

**pH:** é a concentração de íons hidrogênio na solução. É de extrema importância principalmente no processo de tratamento, por influenciar diretamente coagulação/floculação da água e também o controle da desinfecção. O valor do pH varia de 0 a 14. Abaixo de 7 a água é considerada ácida e acima de 7, alcalina. Água com pH 7 é neutra. (FUNASA, 2004)

**Sulfatos:** a análise de sulfatos deve ser realizada principalmente em águas de origem subterrânea devido ao fato de os íons sulfatos serem originados a partir da dissolução de solos e rochas. Nas águas para abastecimento público, o sulfato deve ser controlado porque provoca efeitos laxativos.

(1)

Turbidez: se dá devido a presença de materiais sólidos em suspensão, que pode ser provocada também pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia. Altos índices de turbidez por ocasionar a formação de flocos pesados que decantam mais rapidamente e pode também dificultar o processo de desinfecção. (FUNASA, 2004)

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os parâmetros analisados foram definidos a partir da índices acerca da potabilidade da água e de fatores relevantes quando se trata de água subterrânea. Na tabela 1 a seguir temos os dados obtidos a partir das análises químicas, e seus limites diante da legislação:

**Tabela 1: Análise da qualidade da água, diretamente do poço, sem tratamento.**

PARAMETROS	AMOSTRA	VALOR MÁXIMO
Alcalinidade total	43,0	120 mg/l
Cor aparente	18	15 UC
Cloreto	17,0	250 mg/l
Condutividade elétrica	91,6	Não objetável
Coliformes totais	Ausente	Ausência
Coliformes fecais	Ausente	Ausência
Dureza total	53,0	500 mg/l
Ferro total	0,47	0,30 mg/l
Manganês total	0,14	0,10 mg/l
Nitrito	ND	1,0 mg/l
pH	4,87	6,0 a 9,5
Turbidez	6,1	5,0 NTU

*Fonte: Dados do autor (2019).*

Temos então, que os valor de pH, turbidez, ferro, manganês e cor aparente estão em desacordo com a previsto pela legislação acerca de consumo humano da água. Sendo assim, foi implantado um sistema de tratamento de água, representado pela figura 5, onde foi necessário realizar a retenção de ferro e manganês da água através do elemento filtrante zeolita, além de duas bombas dosadoras, dosando cloro e hidróxido de sódio para a correção do PH.

(1) Graduada em Engenharia de Minas, Pós Graduada em Engenharia de Produção e Gerenciamento de Projetos. Mestranda em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Consultora autônoma em mineração e meio ambiente na Explore Consultoria.

**Figura 5: Sistema de tratamento de água implantado.**



*Fonte: Dados do autor (2019).*

O meio filtrante zeólita é uma argila, cujas partículas tem grande área superficial (40 m<sup>2</sup>/g), que permite a remoção compostos orgânicos, metais pesados como ferro e manganês, amônia (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), cloroaminas, a matéria orgânica tanto na forma dissolvida como coloidal e hidrocarbonetos, além de, ácido húmico, proteínas, e lipídios. Para o aumento de pH, foi adicionado o hidróxido de sódio, também conhecido como soda cáustica, este tem como vantagem a sua elevada solubilidade, possibilitando uma operação mais simples do sistema de dosagens. O processo de cloração é utilizado devido ao seu alto poder oxidante, onde a natureza extremamente reativa do cloro ocasiona uma elevada capacidade germicida o que o torna um excelente bactericida. Além deste efeito sob o tratamento de águas potáveis, ele também suaviza os efeitos adversos do ferro, manganês, amônia e sulfetos (PARÂMETROS..., 2008).

Após instalados os métodos de tratamento, foi realizada uma nova análise acerca destes parâmetros e de outros que se tornaram importantes a partir dos compostos utilizados no tratamento. A tabela 2 a seguir apresenta os dados acerca da qualidade da água.

**Tabela 2: Análise da qualidade da água, para abastecimento do condomínio após tratamento.**

PARAMETROS	AMOSTRA	VALOR MÁXIMO
Alcalinidade total	89,0	120 mg/l
Cloro total	0,9	2,0 mg/l
Cloro livre	1,5	2,0 mg/l
Cor aparente	2,5	15 UC
Cor real	2,5	15 UC
Cloreto	15,0	250 mg/l
Condutividade elétrica	88,6	Não objetável
Coliformes totais	Ausente	Ausência
Coliformes fecais	Ausente	Ausência
Dureza total	51,0	500 mg/l
Ferro total	0,32	0,30 mg/l
Manganês total	0,05	0,10 mg/l
Nitrito	ND	1,0 mg/l
pH	8,32	6,0 a 9,5
Turbidez	0,88	5,0 NTU

*Fonte: Dados do autor(2019).*

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As águas subterrâneas são consideradas de melhor qualidade, entretanto é importante que o estudo da qualidade desta seja sempre feito antes do consumo da mesma. Ainda que não exposta diretamente as fontes poluidoras, outros aspectos estão relacionados a qualidade, como até mesmo seu processo de origem e os corpos geológicos por onde percorre. As medidas tomadas foram de extrema importância para garantir a qualidade da água para abastecimento das necessidades dos moradores do condomínio. Visto que, os teores de manganês e ferro encontrados são provenientes da formação rochosa local, e ainda que não afetem a saúde humana diretamente, ocasiona outros efeitos indesejáveis como a alteração da cor e sabor da água. O pH, relacionado a saúde humana é extremamente importante no processo de eliminação de toxinas e acidez, deixando o corpo menos propenso a infecções, parasitas e doenças degenerativas. A eficiência do processo de cloração também relaciona-se aos índices de pH, porque o pH pode alterar a ionização do ácido hipocloroso e assim afetar a ação desinfetante.

(1) Graduada em Engenharia de Minas, Pós Graduada em Engenharia de Produção e Gerenciamento de Projetos. Mestranda em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Consultora autônoma em mineração e meio ambiente na Explore Consultoria.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. **Poços Artesianos**. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br> . Acesso em: 25 maio 2019

FUNASA. **Manual Prático de Análise de Água**. Brasília: [s. n.], 2004.

MEYER, Sheila T. O Uso de Cloro na Desinfecção de Águas, a Formação de Trihalometanos e os Riscos Potenciais à Saúde Pública. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, 10 jan. 1994. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X1994000100011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X1994000100011). Acesso em: 1 jul. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Águas Subterrâneas, um recurso a ser conhecido e protegido**. Brasília: [s. n.], 2007. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/167/\\_publicacao/167\\_publicacao28012009044356.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/167/_publicacao/167_publicacao28012009044356.pdf). Acesso em: 4 jun. 2019.

PARÂMETROS Analíticos. [S. l.], 24 nov. 2008. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/parametros-analiticos/>. Acesso em: 1 jul. 2019.

(1) Graduada em Engenharia de Minas, Pós Graduada em Engenharia de Produção e Gerenciamento de Projetos. Mestranda em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Consultora autônoma em mineração e meio ambiente na Explore Consultoria.