



**Universidade Federal de Minas Gerais**  
**Instituto de Ciências Agrárias**  
Campus Regional Montes Claros

**ICA**  
INSTITUTO DE  
CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

**QUALIDADE QUÍMICA DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO DE  
POÇOS ARTESIANOS DO NORTE DE MINAS GERAIS E SUL DA BAHIA.**

**AKIL OLIVEIRA GOMES**



Akil Oliveira Gomes

QUALIDADE QUÍMICA DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO DE  
POÇOS ARTESIANOS DO NORTE DE MINAS GERAIS E SUL DA BAHIA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial, para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental.

Orientadora: Prof. Dr. Flávio Gonçalves Oliveira

Montes Claros

2019

Akil Oliveira Gomes. QUALIDADE QUÍMICA DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO DE POÇOS ARTESIANOS DO NORTE DE MINAS GERAIS E SUL DA BAHIA.

Aprovada pela banca examinadora constituída por:

Prof. Dr. Luiz Henrique de Souza - ICA/UFMG

Prof. Dr. Flávio Pimenta de Figueiredo - ICA/UFMG

A handwritten signature in black ink, reading "Flávio Gonçalves Oliveira". The signature is written in a cursive style with a large initial 'F'.

Prof. Dr. Flávio Gonçalves Oliveira - Orientador ICA/UFMG

Montes Claros, 03 dezembro de 2019.

Dedico a minha mãe, meu pai e irmão por sempre me apoiarem e serem exemplos de perseverança, profissionalismo, ética e respeito.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus. Aos meus professores da graduação pelo conhecimento, pela orientação, confiança e apoio durante o desenvolvimento do trabalho, em especial o orientador Flávio Gonçalves Oliveira. As amigadas constiuidas no período de graduação, em especial ao Arthur, João Carlos e Farley Vinicius, apoio e companheirismo. A minha namorada, Ana Paula Chaves, pelo carinho, preocupação e companheirismo. A todas as pessoas que, diretamente ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

*“A persistência é o caminho do êxito.”*

(Charles Chaplin).

## RESUMO

A água é um recurso natural primordial para sobrevivência e desenvolvimento do ser humano. Por isso se torna importante conhecer e mensurar a qualidade de água procurando atender a necessidade de água da cultura, sem afetar sua produtividade e sem gerar impactos significativos para o meio ambiente. O trabalho classificou um total de 69 amostras, entre os anos de 2018 e 2019, amostras essas, cedidas pela EPAMIG, sendo analisados os parâmetros pH, condutividade elétrica (micromhos/cm 25° C), Cálcio (meq/L), Magnésio (meq/L), Potássio (meq/L), Sódio (meq/L), Carbonato (meq/L), Bicarbonato (meq/L), Cloreto (meq/L) e Razão de adsorção de sódio. As amostras apresentaram que as águas de poços artesianos da região do norte de Minas Gerais e Sul da Bahia, possuem em média condutividade elétrica igual a 1,66 dS.m<sup>-1</sup> e 2,38 para razão de adsorção de sódio, apresentando assim uma classificação de qualidade de água proposta por Richards (1954) de C3S1 em média, onde a C1 apresenta 4%, C2 foram de 32%, C3 foram de 39% e C4 foram de 25%, essa classificação indica que águas de poços artesianos em sua maioria são apropriadas para irrigação, desde que haja uma drenagem e um manejo de irrigação adequados.

**Palavras-chave:** razão de adsorção de sódio, manejo de irrigação e salinidade.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Divisão dos municípios nas microrregiões do Norte de Minas Gerais .....	12
Tabela 2: Classificação da água através da CE.....	18
Tabela 3: Classificação da água através da RAS.....	18
Tabela 4: Classificação da água através da CE.....	20
Tabela 5: Dados de pH da amostra.....	23
Tabela 6: Dados de Ras da amostra.....	25
Tabela 7: Frequência de classificação de Ras das amostras.....	25
Tabela 8: Frequência de ocorrência de CEes.....	26
Tabela 9: Frequência de classificação das amostras.....	27
Tabela10: Médias da CE, RAS e pH das regiões de estudo.....	28

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1 REGIÃO DE ESTUDO.....	11
2.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	12
2.3 IMPLICAÇÃO DA SALINIDADE NOS SOLOS.....	14
2.4 INFLUÊNCIA DE ÁGUA SALINAS NAS PLANTAS.....	15
2.5 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E TOXICIDADE.....	15
2.6 CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS.....	16
2.7 QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO.....	20
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5. CONCLUSÃO.....	30
6. REFERÊNCIAS.....	31

## 1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural primordial para sobrevivência e desenvolvimento do ser humano, assim como previsto pela lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, a Política Nacional de Recursos Hídricos na constituição federal 1986, específica que água é um recurso natural finito e dotado de valor econômico e o seu uso é prioritário para consumo humano e dessedentação animal em caso de escassez.

Almeida (2010) explica que no âmbito mundial, é mais agravante o desequilíbrio regional em referência a disponibilidade de água e de qualidade nas diferentes regiões do mundo, sendo reflexos de causas como o aumento populacional, exploração excessiva dos aquíferos e impactos ambientais graves.

Segundo relatório realizado pela Divisão de População do Departamento da ONU de Assuntos Econômicos Sociais (2019), a população mundial deve aumentar cerca de 18% até 2050, aumentando assim a demanda por alimento, sendo que de acordo com a FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) atualmente, mais de 50% da população mundial é dependente de produtos irrigados, tornando primordial a implantação e execução de sistemas de irrigação eficientes, ou seja, sistemas sustentáveis, que utilizam a necessidade hídrica real para cultura e água com a qualidade apropriada para o uso específico, para que não haja desperdícios do recurso natural e nem diminuição da produtividade.

A região do Norte de Minas Gerais e Sul da Bahia está contida em boa parte no semiárido brasileiro, região essa onde historicamente a distribuição pluviométrica é irregular, o uso da água de poços artesianos é necessário muitas vezes para desenvolvimento da irrigação.

Fato esse elucidado por Silva et. al (2011), que reconhece que é primordial a avaliação da qualidade de água em locais que apresentam distribuição pluviométrica baixa e/ou irregular ao decorrer do ano, além de taxa de evapotranspiração elevada, essas características são comumente de regiões semiáridas, esses atributos tornam essas localidades com aptidão maior para ocorrência de salinização e sodificação.

O conceito de qualidade da água está ligado à relação da água com a necessidade do usuário, sendo que as características da água podem interferir no uso específico, características essas que podem ser físicas, biológicas e químicas, dando ênfase para características químicas, quando relacionado a irrigação (AYERS E WESTCOT, 1991).

O trabalho tem como objetivo analisar a qualidade da água de poços artesianos situados em diferentes localidades da mesorregião do Norte de Minas Gerais e Sul da Bahia para identificar a forma mais apropriada para o uso desse recurso finito.

A água ao ser utilizada de forma adequada na irrigação, evita impactos sobre a planta e/ou solo, pois dependendo da concentração de sais, pode prejudicar diretamente no crescimento físico da planta, por meio da limitação da absorção de água. Já no solo, os efeitos dos sais, proporciona mudanças na estrutura, aeração e permeabilidade, que por sua vez, afeta indiretamente o crescimento das plantas. Sendo necessária a análise das amostras de água, para evidenciar os possíveis impactos ambientais relacionados ao uso da água, procurando saber sua classificação e destinação mais adequada.

Portanto, o objetivo desse trabalho foi determinar a qualidade de água de poços tubulares da região setentrional do Norte de Minas Gerais bem como o Sul da Bahia.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 REGIÃO DE ESTUDO**

A mesorregião do Norte de Minas Gerais foi criada em 1990 pelo IBGE, e é constituída por oitenta e nove municípios, em dados de 2018, a população total foi registrada em aproximadamente 1.703.128 habitantes, representando quase 10% da população do estado de Minas Gerais (MG). Essa população encontra-se distribuída em uma extensão de 128.454,108 km<sup>2</sup>, resultando em 13,26 habitantes por km<sup>2</sup> (IBGE, 2018), abaixo da média nacional 22,43 hab/km<sup>2</sup>, o que configura que a população se encontra distribuída de forma irregular. Quase 60% dos municípios da mesorregião apresentam populações com menos de 10 mil habitantes (IBGE, 2018).

A mesorregião do Norte e Minas Geras é subdividida em sete microrregiões, sendo elas: Bocaiúva, Grão Mogol, Janaúba, Janaúria, Montes Claros, Pirapora e Salinas, o quadro a seguir mostra as microrregiões e municípios que elas compreendem.

TABELA 1. Divisão dos municípios nas microrregiões do Norte de Minas Gerais

Microrregião	Municípios Integrantes
Bocaiúva	Bocaiúva, Engenheiro Navarro, Olhos D'Água, Guaraciama e Francisco Dumont.
Grão Mogol	Grão Mogol, Itacambira, Cristália, Josenópolis, P. Carvalho e Botumirim.
Janaúba	Catuti, Espinosa, Gameleiras, Jaíba, Janaúba, Mato Verde, Mamonas, Monte Azul, Nova Porteirinha, Pai Pedro, Porteirinha, Riacho dos Machados e Serranópolis de Minas.
Januária	Bonito de Minas, Chapada Gaúcha, Cônego Marinho, Icarai de Minas, Itacarambi, Januária, Juvenília, Manga, Matias Cardoso, Miravânia, Montalvânia, Pedras de Maria da Cruz, Pintópolis, São Francisco, São João das Missões e Urucuia.
Montes Claros	Brasília de Minas, Campo Azul, Capitão Enéas, Claro dos Poções, Coração de Jesus, Francisco Sá, Glaucilândia, Ibiracatu, Japonvar, Juramento, Lontra, Luislândia, Mirabela, Montes Claros, Patis, Ponto Chique, São João da Lagoa, São João da Ponte, São João do Pacuí, Ubaí, Varzelândia e Verdelândia.
Pirapora	Buritizeiro, Ibiaí, Jequitai, Lagoa dos Patos, Lassance, Pirapora, Riachinho, Santa Fé de Minas, São Romão e Várzea da Palma.
Salinas	Águas Vermelha, Berizal, Curral de Dentro, Divisa Alegre, Fruta de Leite, Indaiabira, Montezuma, Ninheira, Novorizonte, Rio Pardo de Minas, Rubelita, Salinas, São João do Paraíso, Santa Cruz de Salinas, Santo Antônio do Retiro, Taiobeiras e Vargem Grande do Rio Pardo.

Fonte: Adaptado de IBEGE, 2014.

É uma região de transição cerrado para a caatinga, com um clima predominante Aw (tropical úmido de savanas com invernos secos) e o Bsw (quente, seco, com chuvas no verão), de acordo com a classificação de Koppen.

As principais bacias hidrográficas situadas na região são a do São Francisco, a do Jequitinhonha e a Rio Pardo.

## 2.2 QUALIDADE DE ÁGUA

A água é um elemento finito, que deve ser usado de forma consciente e sustentável, recurso natural esse imprescindível para o desenvolvimento da vida humana, dessa forma a evolução humana sempre esteve dependente deste recurso, conseguindo sobreviver e evoluir quando relacionaram a água com as suas atividades, explorando as diversas funcionalidades e potencial dela.

A água é um elemento vital para a sobrevivência do homem, pois além de sua utilização nas atividades básicas de suporte à vida, ela pode ser utilizada para inúmeras atividades como: transporte de pessoas e mercadorias, geração de energia, produção e processamento de alimentos, processos industriais diversos e recreação, sendo utilizada como corpo receptor de elementos, sejam industriais ou domésticos, tornando a última, provavelmente, uma das aplicações de menor nobreza que poderia ser dada para este recurso tão essencial (MIERZWA,2005).

Segundo Montenegro & Montenegro (2012), a água tem um ciclo global, ciclo esse que começa através das precipitações, retornando à atmosfera mediante a evaporação de corpos hídricos e a transpiração dos vegetais, além de ser um elemento dotado de poder econômico.

A qualidade de água está relacionada às características químicas, físicas e biológicas, e que, com essas características, são indicadas para finalidades adequadas.

Os solos e as águas na sua forma natural, contém sais, podendo variar de acordo com sua formação, teor de matéria orgânica e técnicas utilizadas para seu manejo. Possui ainda uma grande influência a partir do clima, sendo que em regiões áridas e semiáridas a concentração de sais é mais comum do que em regiões de clima úmido e subúmido. (FERREIRA, SILVA, RUIZ, 2016).

Os solos impactados pelos sais, podem ser apontados como sódicos, salinos ou salino-sódico, sendo salinos aqueles com excesso de sais em solução, ocasionado o estresse osmótico às plantas; sódicos quando a associação de sódios trocáveis está elevada e salinos-sódicos quando a ocorrências dos dois casos.

Segundo Bernardo, Soares e Mantovani (2006) todos os solos possuem sais, porém alguns apresentam maiores teores. Em geral, os sais são carregados pela água que se movimenta no perfil do solo, podendo precipitar ou serem conduzidos em solução até o mar. Os sais são encontrados no solo na forma de íons na sua solução e de cátions absorvidos nas partículas do solo e na forma de sal precipitado. A concentração de sais pode variar muito, com o local (variação espacial), com o tempo (variação temporal) e com a umidade do solo. Uma vez que a variação da umidade do solo e a movimentação da água no seu perfil são intensas, também há a variação da concentração de sais.

A classificação de água destinada a irrigação é necessária para predizer os impactos proporcionados ao seu uso sobre a planta, solo e o próprio sistema de irrigação. Usada de forma inconsciente e/ou insustentável pode acarretar sérios impactos ao meio ambiente, refletindo em problemas socioeconômicos na região do evento. Sendo assim, conhecer a qualidade da água, permite otimizar o uso desse recurso por meio de uma

exploração e manejo adequado, evitando e/ou mitigando impactos ambientais relacionados ao seu uso.

Segundo Carvalho apud Ribeiro, Ribeiro Filho e Jacomine (2016) as causas mais relevantes da salinização natural são:

a) Invasão da água salgada no qual ocorre a deposição de sais nas localidades atingidas, comumente acontece em regiões costeiras, onde há influência de marés, apresentando-se em toda a costa brasileira, onde está ligada com áreas de mangue e várzeas, sendo a única causa que ocorre em regiões muito úmidas;

b) Acumulação de sais provenientes de áreas circunvizinhas, ocorre em locais que apresentam os solos ligados à planície aluviais e áreas com depressão, ou seja, áreas baixas. O acúmulo ocorre através do escoamento superficial e drenagem lateral, em solos de áreas rebaixadas, nos seus horizontes mais superficiais, sendo a causa mais comum de ocorrer a salinização natural no semiárido nordestino.

c) Elevação por capilaridade dos sais existentes no próprio terreno e acumulados em camadas não superficiais; e

d) Elevação dos sais em áreas baixas, sopés de encosta ou zonas de surgentes, resultante de uma drenagem subsuperficial lateral das posições mais elevadas. Tendo ocorrência da salinização na parte inferior da encosta da região semiárida.

### 2.3 IMPLICAÇÃO DA SALINIDADE NOS SOLOS

Solos que apresentam baixa fertilidade, altos teores de sais solúveis, horizontes ou camadas próximas à superfície (rasos) e/ou sódio trocável, são os que podemos classificar como os solos halomórficos ou solos salinos como são mais comumente conhecidos. Estes solos são desenvolvidos em condições não ideais de drenagem.

O processo de salinização se baseia na concentração de sais mais solúveis que o gesso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), cuja solubilidade é de  $2,41 \text{ gL}^{-1}$ , nos horizontes ou camadas do perfil de solo. Os principais sais solúveis encontrados nos solos salinos são: cloretos, sulfatos e bicarbonatos de Na, Ca e Mg. Em menor escala podem ocorrer: potássio ( $\text{K}^+$ ), amônio ( $\text{NH}_4^+$ ), nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) e carbonatos ( $\text{CO}_3^{2-}$ ). As fontes fornecedoras dos sais solúveis são, essencialmente, os minerais primários formadores das rochas, por intemperismo químico, sendo a água o principal agente carreador. (RIBEIRO; RIBEIRO FILHO; JACOMINE, 2016).

A aglomeração de sais no solo, pode acarretar problemas relativos à estrutura, como a formação de coloides, além de prejuízos na taxa de infiltração e percolação da água no perfil, resultantes de precipitação de carbonatos e silicatos, outra característica do solo que pode ser afetada é o arejamento do mesmo. (FERREIRA; SILVA; RUIZ, 2016).

#### 2.4 INFLUÊNCIA DE ÁGUA SALINAS NAS PLANTAS

A água salina apresenta uma influência significativa na produção e rendimento das plantas. Freitas et al. (2014) em seu estudo, demonstrou que o aumento dos níveis de salinidade fez com que decrescesse a produção, sendo em média 11% de diminuição de produção por acréscimo de  $1 \text{ dS m}^{-1}$  de salinidade da água de irrigação.

Respostas semelhantes também apresentadas em outros trabalhos, como o Oliveira et al. (2018), no qual se identificou que as plantas que passaram pelo trato de irrigação com água salina apresentaram uma redução na altura da planta de mais de 40% quando comparadas com plantas irrigadas com águas com baixa salinidade.

A salinidade pode afetar de diversas formas o rendimento e estrutura da planta, podendo reduzir o seu tamanho ou diminuição da quantidade de frutos produzidos, sendo mais agravante o estresse salino na planta, nas fases de maior desenvolvimento, sendo que afeta diretamente na evapotranspiração, já que a concentração excessiva de sais dificulta a absorção de água, resultados esses, semelhantes em Farias et al. (2003) e Melo et al. (2011).

#### 2.5 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E TOXICIDADE

A condutividade elétrica (CE) permite de forma indireta estimar a concentração total de sais presentes na água, ou seja, a condutividade elétrica tem proporcionalidade a concentração iônica, o que permite discriminar a salinidade de uma solução. A CE tende a aumentar quando o teor de água decresce no solo, pois a solução concentra-se de forma que o aumento da concentração de sais equivale ao aumento da capacidade da água em conduzir eletricidade, mas, a CE ainda sofre influência da temperatura, por isso, para estimar o teor de salinidade deve-se converter para temperatura padrão de  $25^\circ \text{ C}$ , outros fatores também influenciam a condutividade elétrica. (Richards,1954).

Alguns íons tem maior potencial de toxicidade nas plantas quando apresentam concentrações elevadas, podendo afetar diretamente o rendimento das plantas, destacando-se

os íons de cloreto, sódio e boro. O grau de prejuízos acometidos por esses íons se correlaciona com outros fatores, como o tempo de exposição, da sensibilidade da cultura, o tipo de irrigação, o uso da água pelas culturas e etc. (Maas, 1985).

## 2.6 CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS

Existe uma relação da porcentagem de sódio trocável sob condições de baixa salinidade, acarretando a dispersão de partículas com redução da condutividade hidráulica do solo. A razão de adsorção do sódio (RAS) da irrigação é um excelente parâmetro com a correlação da porcentagem de solo trocável, de acordo com Richards (1954).

Conforme Richards (1954) propôs uma classificação, no laboratório de Salinidade dos Estados Unidos, na cidade de Riverside – California, onde se dividiu em quatro classes a água de acordo com o potencial de salinização, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, levando em consideração a sua concentração totais de sais, isto é, sua condutividade elétrica. Além de dividir também em quatro classes, S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>, S<sub>4</sub> o efeito proporcionado pelo sódio trocável na estrutura física do solo, baseando na sua razão de adsorção de sódio (RAS).

Bernardo, Soares e Mantovani (2006) baseando-se no estudo de Richards (1954), apresenta a classificação da água e ainda explica qual sua melhor finalidade:

C<sub>1</sub> - Apresenta água com baixa salinidade, indicada para em quase todas as culturas e solos.

C<sub>2</sub> – Apresenta água com salinidade média, indicado para solos que apresentam um grau de lixiviação médio, recomendável para quase todas as culturas, excluindo aquelas sensíveis aos sais.

C<sub>3</sub> – Apresenta água com salinidade alta, o limitante para essa água são os solos que apresentam drenagem deficitária e plantas sensíveis a salinidade.

C<sub>4</sub> - Apresenta água com salinidade muito alta, não é recomendado seu uso para a irrigação, porém pode ser utilizado em condições excepcionais, atentando a uma drenagem adequada e excedente de água na irrigação, para ocorrer a lixiviação.

S<sub>1</sub> - Apresenta água com baixa concentração de sódio, indicada para em quase todas as culturas e solos e risco mínimo de apresentar níveis inapropriados de sódio trocáveis.

S<sub>2</sub> – Apresenta água com concentração média de sódio, o limitante para essa água são os solos de texturas finas, pois a probabilidade de ocorrência de solidificação é

considerável, por isso é indicado para solos de orgânicos com boa permeabilidade e solos com texturas grossas.

S<sub>3</sub> – Apresenta água com concentração alta de sódio, risco de ocasionar problemas com sódios trocáveis, por apresentar níveis elevados em quase todos solos, desde que não receba um manejo, sistema de drenagem e lixiviação adequada.

S<sub>4</sub> - Apresenta água com concentração muito alta de sódio, não é recomendado seu uso para a irrigação, ao não ser que apresente concentrações de salinidade baixa ou média, além de necessitar o uso de cálcio, gesso e outros corretivos para viabilizarem o uso desta água.

As classificações demonstradas e explicadas anteriormente, estão dispostas nas tabelas a seguintes:

QUADRO 2. Classificação da Água através da CE

Classificação da Água	(dS/m) a 25°C	Risco de Salinidade
C <sub>1</sub>	$0 > CE < 0,25$	Baixo
C <sub>2</sub>	$0,25 > CE < 0,75$	Médio
C <sub>3</sub>	$0,75 > CE < 2,25$	Alto
C <sub>4</sub>	$2,25 > CE < 5,00$	Muito Alto

Fonte: Adaptado de Bernardo, Soares e Mantovani (2006)

QUADRO 3. Classificação da Água através da RAS

Classificação da Água	-	Risco de alcalinização ou solidificação
S <sub>1</sub>	$RAS \leq 32,19 - 4,44 \log CE$	Baixo
S <sub>2</sub>	$32,19 - 4,44 \log CE < RAS \leq 51,29 - 6,66 \log CE$	Médio
S <sub>3</sub>	$51,29 - 6,66 \log CE < RAS \leq 70,36 - 8,87 \log CE$	Alto
S <sub>4</sub>	$RAS > 70,36 - 8,87 \log CE$	Muito Alto

Fonte: Adaptado de Bernardo, Soares e Mantovani (2006)

Richards (1954), gerou um diagrama para identificação e correlação da qualidade de água e condutividade elétrica, utilizando os intervalos encontrados na sua pesquisa:

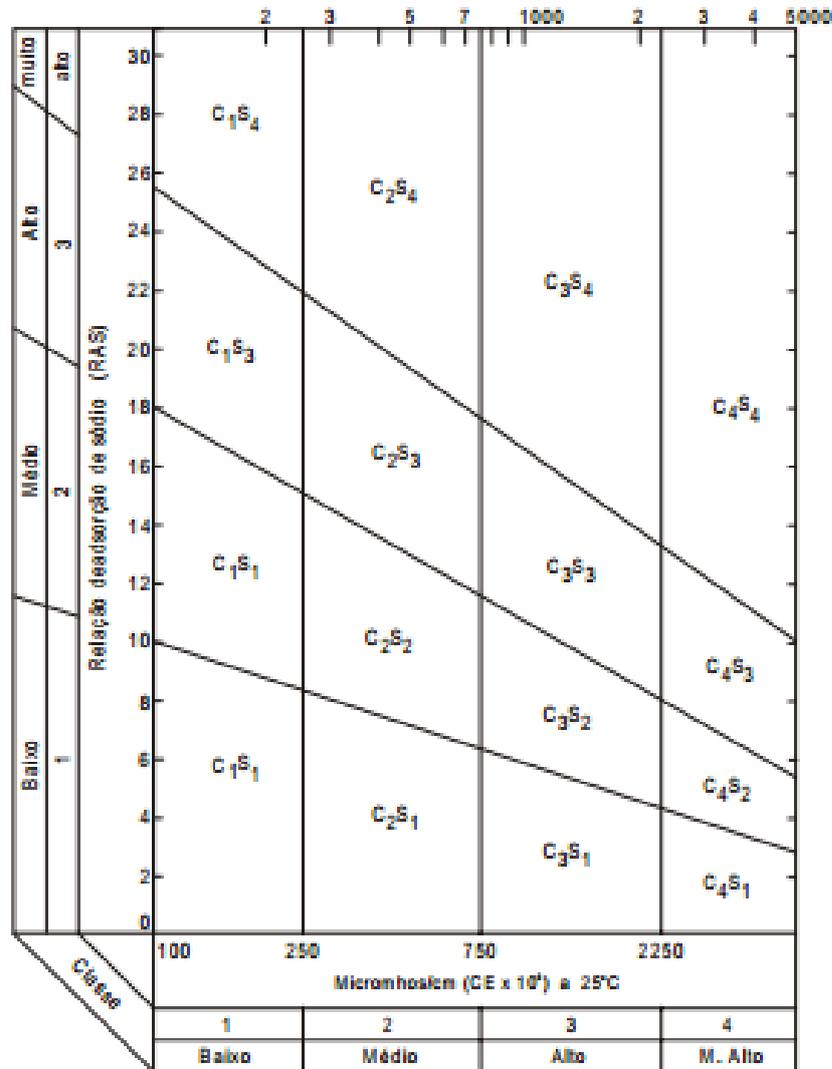


Figura1: Diagrama para classificação de águas para irrigação (Richards,1954).

Outra classificação importante e muito utilizada foi a de Ayers e Westcot, (1991) onde propuseram uma classificação relacionado a eventos problemáticos relacionados à água, dessa forma, separaram em salinidade, infiltração, toxicidade e diversos.

Problemas de Salinidade – É a quantidade total de sais na água de irrigação, medida por meio da condutividade elétrica.

Problemas de Infiltração – Relacionados a níveis inapropriados de razão de adsorção de sódio e condutividade elétrica.

Problemas de Toxicidade – Elementos que tem potencial tóxico, principalmente o cloro, boro e sódio.

Problemas Diversos – Excesso de alguns elementos como nitrogênio, bicarbonato e magnésio, pH impróprio para água de irrigação interfere diretamente no rendimento da planta.

A tabela a seguir demonstra alguns parâmetros para interpretação da qualidade da água para irrigação, baseado numa porcentagem de lixiviação entre 15 a 20%.

QUADRO 4. Diretrizes para interpretação da qualidade de água para irrigação, segundo Ayers e Westcot, (1991).

Problemas e constituintes relacionados com	Unidades	Grau da Restrição ao uso		
		Nenhuma	Moderada	Severa
Salinidade do Solo				
CE da água de irrigação Ce <sub>i</sub>	dS/m	<0,7	0,7 a 3,0	>3,0
Total de sólidos solúveis (TST)	mg/L	<450	450 a 2000	>2000
Capacidade de infiltração do solo				
RAS = 0 a 3 E Ce <sub>i</sub>	dS/m	>0,7	0,7 a 0,2	<0,2
RAS = 3 a 6 E Ce <sub>i</sub>	dS/m	>1,2	1,2 a 0,3	<0,3
RAS = 6 a 12 E Ce <sub>i</sub>	dS/m	>1,9	1,9 a 0,5	<0,5
RAS = 12 a 20 E Ce <sub>i</sub>	dS/m	>2,9	2,9 a 1,3	<1,3
RAS = 20 a 40 E Ce <sub>i</sub>	dS/m	>5,0	5,0 a 2,9	<2,9
Toxicidade				
Sódio (Na)	RAS	<3,0	3,0 a 9,0	>9,0
Irrigação por superfície	m.e/L	<3,0	3,0 a 9,0	>9,0
Irrigação por aspersão				
Cloro (CL)				
Irrigação por superfície	m.e/L	<4,0	4,0 a 10,0	>10,0
Irrigação por aspersão	m.e/L	<3,0	>3,0	>3,0
Boro (Bo)	m.e/L	<0,7	0,7 a 3,0	>3,0
Miscelânea				
Nitrogênio (NO <sub>3</sub> . N)	mg/L	<5,0	5,0 a 30,0	>3,0
Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> )				
Irrigação por aspersão	m.e/L	<1,5	1,5 a 8,5	>8,5
pH		Amplitude normal de 6,5 a 8,4		

Fonte: Bernardo, Soares e Mantovani (2006).

## 2.7 QUALIDADE DA ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

De acordo com Bernardo, Soares e Mantovani (2006) para análise da qualidade de água para irrigação deve-se considerar seis parâmetros básicos: concentração total de sais solúveis ou salinidade; proporção relativa do sódio, em relação aos outros cátions ou capacidade de infiltração do solo; concentração de elementos tóxicos, concentração de bicarbonatos, aspecto sanitário e aspectos de entupimento de emissores.

Bernardo, Soares e Mantovani (2006) explicam cada parâmetro de forma simples e sucinta. A concentração de sais solúveis ocorre principalmente em consequência da sua redução do potencial osmótico, afetando as plantas em razão da diminuição de água disponível do solo.

Já a proporção relativa do solo, está ligada à capacidade de infiltração do solo ou outros cátions, interferindo assim na demanda de evapotranspiração da planta, pois com a redução da infiltração do solo, a lâmina exigida, não será atendida.

A concentração de elementos tóxicos ocorre por sua vez nas águas que não sofreram ações antrópicas significativas, apresentam geralmente íons de cloro, sódio e boro, responsáveis por causar a toxidez da água. Aspectos sanitários, este parâmetro, deve-se atentar a três circunstâncias, sendo elas: a contaminação na região do projeto, contaminação pelo irrigante e contaminação dos produtos irrigados. Tendo como resultado várias doenças, sendo as mais notáveis, esquistossomose e verminose. A esquistossomose acontece quando a contaminação direta entre a água da irrigação com irrigante e a verminose, quando os hortifrutigranjeiros são consumidos e esses, por sua vez estão contaminados pela água de irrigação. Por esse motivo, também é importante considerar os aspectos sanitários das águas que forem destinadas para irrigação.

O quinto parâmetro é sobre a concentração de bicarbonato, em que águas que possuem altas concentrações de íons de bicarbonatos têm tendências de precipitação de magnésio e cálcio, sob a forma de carbonatos, acarretando no aumento da proporção de sódio nessas águas, já que irá acontecer o decréscimo da concentração do cálcio e magnésio irá ter um decréscimo na sua concentração.

O último parâmetro abordado por Bernardo, Soares e Mantovani (2006) é o de entupimento de emissores, podendo ser por diversos aspectos como: a influência da proporção da areia, silte e argila, bactérias e algas e a deposição mineral, ou seja, as características físicas, biológicas e químicas respectivamente.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no município de Montes Claros MG, os dados coletados situam-se na mesorregião do Norte de Minas Gerais e Sul da Bahia, no total de 97 análises de poços artesianos, descartando algumas análises, pois as mesmas não apresentavam todos os dados objetivados para pesquisa.

A análise da água dos poços artesianos foi realizada pela empresa de pesquisa agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG NORTE), no laboratório de análise solos e tecido vegetal, no período dos anos de 2018 e 2019.

Os dados utilizados da pesquisa foram, pH, condutividade elétrica (micromhos/cm 25° C), Cálcio (meq/L), Magnésio (meq/L), Potássio (meq/L), Sódio (meq/L), Carbonato (meq/L), Bicarbonato (meq/L), Cloreto (meq/L).

As análises de água cedida pela EPAMIG, estava disposta em arquivo Word e foi convertida para software Microsoft Excel® 2016, para que os dados fossem rearranjados de forma mais fácil de manipulação e compreensão, além da realização do cálculo de razão de adsorção de sódio (RAS), utilizando a seguinte equação 1:

$$Ras = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++}+Mg^{++}}{2}}}$$

Na – Concentração de sódio na água, em  $mmol_c L^{-1}$ ;

Ca - Concentração de cálcio na água, em  $mmol_c L^{-1}$ ;

Mg – Concentração de Magnésio na água, em  $mmol_c L^{-1}$ ;

Ras - Razão de adsorção de sódio, adimensional.

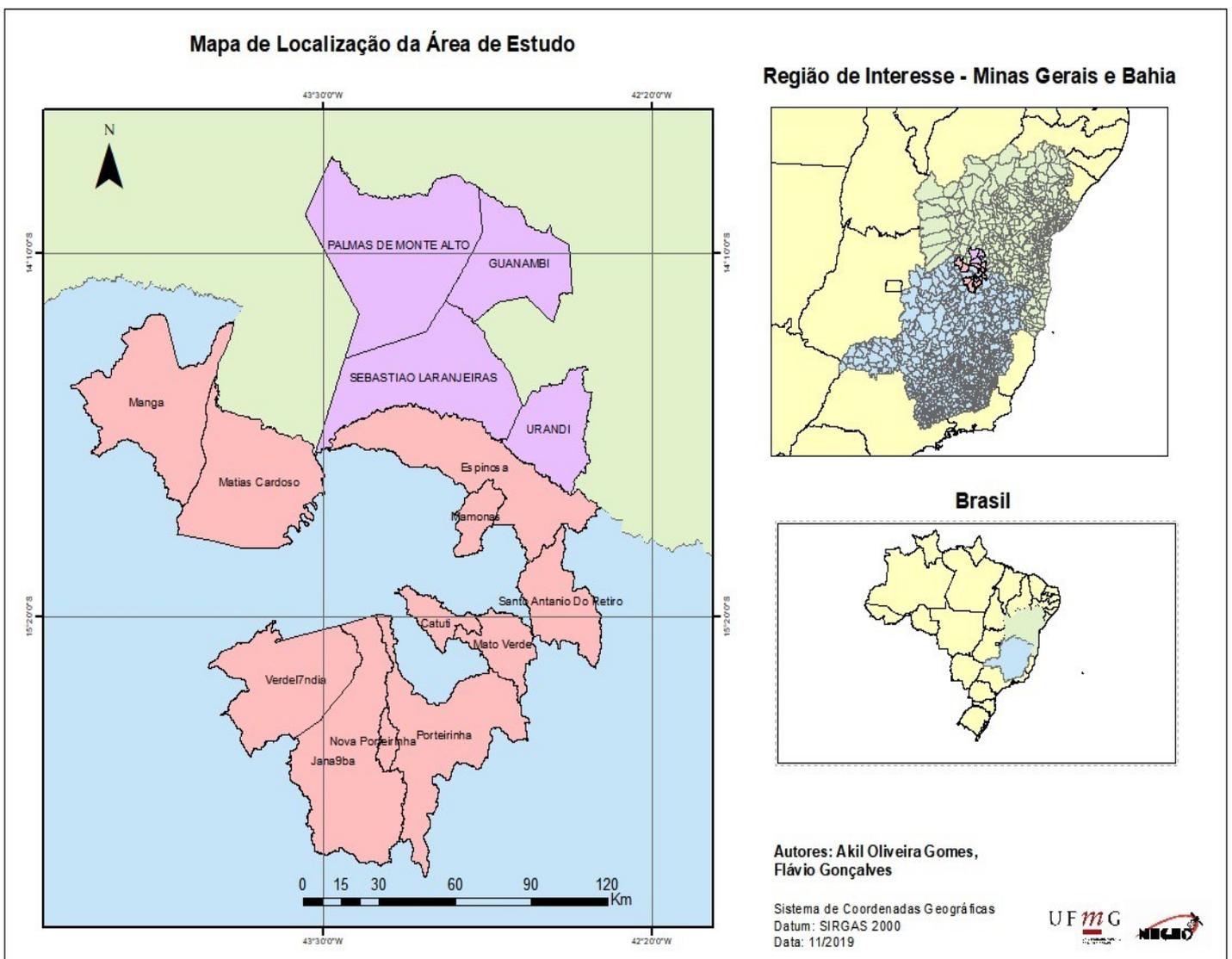
Os dados foram agrupados por cidade, além de transformar a unidade da condutividade elétrica (CE) de micromhoscm-1 para dSm-1, unidade utilizada por Richards (1954) e Ayers e Westcot (1991).

As análises dos poços foram georreferenciadas de acordo com a cidade, por meio do software Google Earth e depois transportados para software Arcgis, onde foi possível a realização de mapas temáticos utilizando o método de gradiente de cor, mapas esses que

utilizaram os gradientes de cor com os intervalos de RAS e CE propostos por Richards (1954).

A seguir um mapa das cidades onde estão situados os poços tubulares analisados no trabalho. Os mapas apresentam os limites de municípios e estado da mesorregião do Norte de Minas Gerais e Sul da Bahia, destacando as cidades onde apresentam as análises de poços tubulares do trabalho, além da classificação das águas dos poços tubulares, de acordo com Richards (1954).

MAPA1: Localização da Área de estudo.



Para facilitar a interpretação dos dados foi realizado o cálculo de média, frequência, valor máximo e mínimo e desvio padrão, que além de facilitar a interpretação serviu de base para resultados e discussão do trabalho.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram encontrados a partir da metodologia citada, na tabela 5 apresenta parâmetro importante a ser avaliados nesse trabalho, o de potencial hidrogeniônico (pH) das amostras, onde está exposto a média, desvio padrão, número de amostra, valor máximo e mínimo das amostras.

QUADRO 5. Dados de pH da amostra.

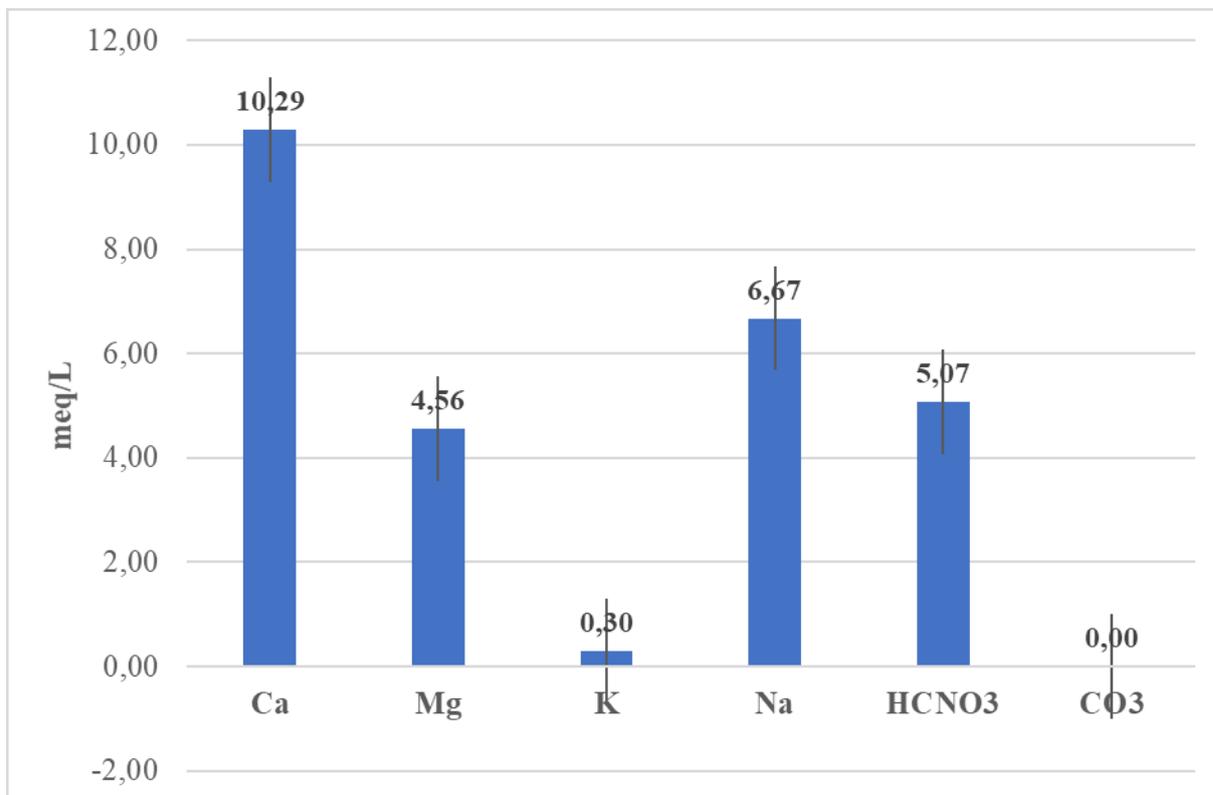
Média de pH	Valor Máximo	Valor Mínimo	Número de Amostras	Desvio Padrão Médio
6,79	7,90	5,40	69,00	0,41

Fonte: Autor.

Como apresentado no quadro acima, a média e pH está entre o valor normal de pH proposto por Ayers e Westcot (1991), onde o intervalo que considera o pH normal para seu uso, está entre 6,5 a 8,4. Apresentando menos que 30% das suas amostras com pH anormal, e nessas amostras deve-se ter um cuidado com seu uso, como explica Almeida (2010), que o grau de alcalinidade ou acidez das águas de irrigação for anormal, pode perturbar o equilíbrio existentes da população microbiana e afetar ainda o sistema radicular das plantas, além de propiciar a degradação dos dispositivos s de irrigação. CHAVES et al. (2006) também salienta que o pH anormal pode influenciar na solubilidade de elementos tóxicos.

A seguir a representação gráfica das médias obtidas através das amostras de poços artesianos, médias de parâmetros importantes para avaliação da qualidade de água, sendo estes Bicarbonato, Cálcio, Potássio, Magnésio, Carbonato, Sódio e pH.

Gráfico 2. Médias de Cálcio, Magnésio, Potássio, Sódio, Bicarbonato e Carbonato.



Fonte: Autor.

Parâmetros importantes, que devem ser abordados na análise de água, estão apresentados em forma de média dos valores amostrais no gráfico, sendo elas os íons com potencial tóxicos, os bicarbonatos, carbonatos e os íons que são considerados no cálculo de Ras (sódio, magnésio e cálcio).

Quando analisamos os íons de potencial tóxico presente na água de poços tubulares analisadas em relação ao sódio (Na), identificamos que a concentração é moderada de acordo com a classificação de Ayers e Westcot (1991). Sendo assim, não afetando rigorosamente a produtividade da cultura, Dias et al. (2016) explica que concentrações elevadas de sódio influenciam de forma negativa na produtividade das plantas, restringindo na disponibilidade de nutrientes e causando queimaduras nas folhas das plantas.

Já o teor de carbonato foi igual a zero em todas as amostras, fato esse que pode ser justificado pela concentração de pH abaixo de 9,5 em todas as amostras, onde a ocorrência de carbonatos solúveis não ocorre com significância, como explica Freire, Pessoa e Gheyi (2016), argumentando que a maioria dos solos do nordeste do Brasil o carbonato está ausente,

como a região do Norte de Minas Gerais apresenta características muito próximas a região Nordeste, e a Bahia está situada nessa região, a ausência de carbonato é normal.

Os altos teores de bicarbonato e o pH na faixa de 7,5, tende a precipitar os cálcios e magnésios, afetando as tubulações e os emissores, como explica Holanda et al. (2016). Caso este que não ocorre nessas amostras, pois a média do pH é normal, o teor de bicarbonato também é, de acordo com classificação de Ayers e Westcot (1991) como demonstrado no gráfico, então a influência do bicarbonato não foi significativa nessas amostras de água com seu uso específico destinado a irrigação, devido a sua concentração ser normal.

Freire, Pessoa e Gheyi (2016) explica que, a concentração de potássio (K) é alta, quando a presença de pH baixa, sendo comprovada nas análises das amostras, que possuem uma média de potássio (K) relativamente baixa, pois a média de pH é normal a alta.

Os quadros seguintes 6 e 7, apresentam os dados estatísticos de médias, desvio padrão médio, valores máximos e mínimos, números em relação a RAS das amostras, além da frequência de ocorrência das classificações propostas por Richards (1954).

QUADRO 6. Dados de RAS da amostra.

Média de RAS	Valor Máximo	Valor Mínimo	Número de Amostras	Desvio Padrão Médio
2,38	10,22	0,15	69,00	1,41

Fonte: Autor

QUADRO 7. Frequência de classificação de RAS das amostras.

Classificação	Frequência de RAS	Porcentagem (%)
S1 -Baixo	67	97%
S2 - Médio	2	3%
S3 - Alto	0	0%
S4 - Muito Alto	0	0%
Somatório	69	100%

Fonte: Autor

Percebe-se que as amostras de água de poços tubulares analisadas em relação ao risco de sodicidade, restringem apenas ao intervalo de 0 a 10,22, onde apresenta a classificação S1 e S2, onde há maior ocorrência da classificação S1, indicando que o risco dessa água em proporcionar problemas em relação a teores prejudiciais de sódio trocável é de baixa a média, como explicam Bernardo, Soares e Mantovani (2006), na classificação da qualidade da água, não havendo possibilidade de afetar a taxa de infiltração de água do solo.

O quadro 6 apresenta as ocorrências da condutividade elétrica do CEes nos intervalos proposto por Richards.

QUADRO 8. Frequência de ocorrência de CEes.

Intervalos (dS/m)	Frequência de CEes	Porcentagem (%)
0 a 0,25	3	4%
0,25 a 0,75	22	32%
0,75 a 2,25	27	39%
2,25 a 5	13	19%
5 a 11,5	4	6%
TOTAIS	69	100%

Fonte: Autor

A relação da condutividade elétrica, apresenta amostras das quatro classificações propostas por Richards (1954), sendo elas C1,C2,C3,C4, onde a maior ocorrência entre as amostras é a classificação C3 com 39%, sendo que a soma das águas C2 e C3 totaliza 71%, indicando assim que a água apresenta de médio alto teor de salinidade. É importante que em 25% das análises feitas a classificação foi C4, e, portanto, deve-se atentar nessas situações, devendo nesses casos trabalhar com culturas mais tolerantes a salinidade e utilizar a fração de lixiviação como forma de manejo, a fim de evitar a salinização do solo e a queda da produtividade da cultura.

Resultado semelhante analisado por Medeiros (1992), onde indicou que na região semiárida do Nordeste, apresentam características de precipitação e evapotranspiração semelhante à da região do estudo, indicando assim em sua análise, que é comum águas de poços artesianos apresentarem problemas de salinidade.

Mesmo que a média do risco de salinização das amostras seja de médio a alto, não inviabilizaria o uso desta água para irrigação, desde que se adotem técnicas de controle desse percentual de sais, podendo ser através da lixiviação proporcionada pela aplicação de um

excedente de lâmina, para que ocorra o percolação da água no perfil do solo como elucidada Medeiros, Silva e Duarte (2016), alegando ainda que essa medida de excedente de lâmina, pode ser intencional ou como efeito de perdas espontâneas geradas pela irrigação.

O quadro a seguir, apresenta a classificação de Richards (1954) das amostras, considerando a CE e RAS, sendo apresentadas o número de ocorrência (frequência) e a porcentagem dessas ocorrências dentro da amostra.

QUADRO 9. Frequência da classificação das amostras.

Classificação	Frequência	Porcentagem
C1S1	3	4%
C1S2	0	0%
C1S3	0	0%
C1S4	0	0%
C2S1	22	32%
C2S2	0	0%
C2S3	0	0%
C2S4	0	0%
C3S1	27	39%
C3S2	0	0%
C3S3	0	0%
C3S4	0	0%
C4S1	15	22%
C4S2	2	3%
C4S3	0	0%
C4S4	0	0%
<b>TOTAIS</b>	<b>69</b>	<b>100%</b>

Fonte: Autor

Observando que as amostras apresentam classificação apenas C1S1, C2S1, C3S1, C4S1, C4S2, sendo que C2S1, C3S1 e C4S1 somados representam 93% de todos os resultados, demonstrando assim que se deve ter um cuidado com o uso dessa água na irrigação, pois percebemos que a maioria das amostras obtém uma água que pode ser utilizada para irrigação, mas com tratos e manejos apropriados para mitigar o efeito dessa água perante o solo e planta, como esclareceu Lacerda et al. (2016) elencando os tratos e manejos mais importantes a serem empregados, como: uma boa drenagem, lâmina de lixiviação, uso de culturas tolerantes e moderadamente tolerantes, uso de águas com alto teor

de sais nos períodos de maior tolerância da cultura e mistura dessas águas com outras de menor salinidade.

O quadro 10, estão expostos os dados de condutividade elétrica, razão de adsorção de sódio e pH das amostras do sul da Bahia e Norte de Minas Gerais, respectivamente.

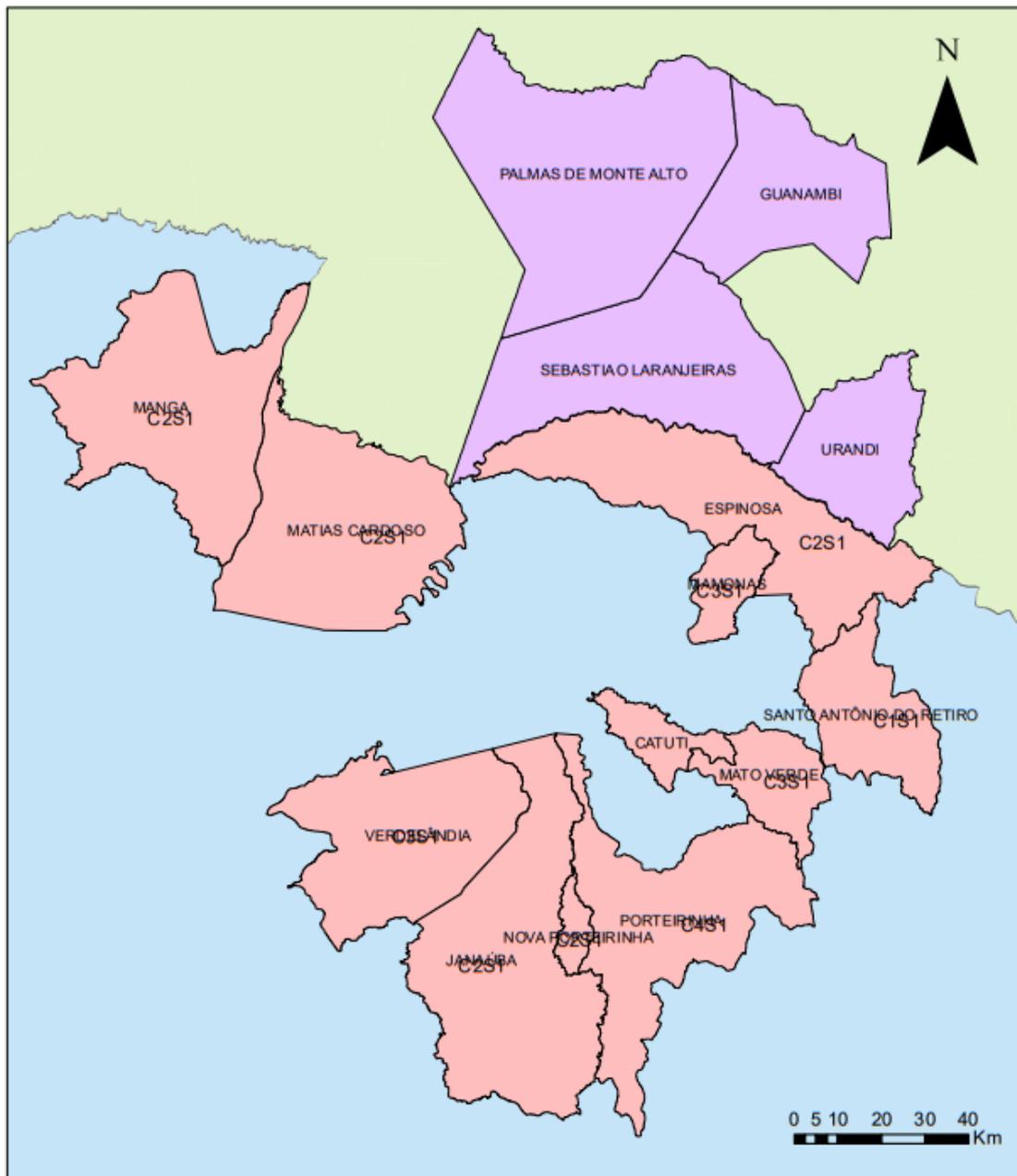
QUADRO 10. Média da CE, RAS e pH das regiões de estudo.

	Sul da Bahia		Norte de Minas Gerais
	Médias		Médias
CE	1,71	CE	1,65
RAS	2,05	RAS	2,43
pH	6,53	pH	6,82

Fonte: Autor

Quando comparamos as amostras das regiões do norte de Minas Gerais e Sul da Bahia, percebemos que em relação a condutividade elétrica, razão de adsorção pH as médias são maiores na região do Norte de Minas, excluindo a condutividade elétrica, mas que não há uma grande variação entre as médias para o efeito de classificação, fato esse explicado porque as duas regiões apresentam fatores edáfico-climáticos semelhantes, fatores esses como: distribuição de chuvas, temperatura, granulomeriado do solo, que influenciam diretamente na qualidade de água, de acordo com Queiroz et al.(2016).

## Mapa de Classificação



- Catuti C2S1
- Espinosa C4S1
- Janaúba C2S1
- Mamonas C3S1
- Manga C2S1
- Matias Cardoso C2S1
- Mato Verde C3S1
- Nova Porteira C2S1
- Porteira C3S1
- Santo Antonio do Retiro C1S1
- Verdelândia C2S1

**Autores:** Akil Oliveira, Flávio Gonçalves

Sistema de Coordenadas Geográficas  
Datum: SIRGAS 2000  
Data: 11/2019

Percebemos que as amostras dos poços tubulares analisadas situam-se em cidades próximas, sendo que a divisão entre as cidades de Minas Gerais e Bahia do presente trabalho é uma divisão política, dessa forma, apresentaram uma variação baixa das médias dos parâmetros responsáveis por determinar a classificação de Richards (1954) entre as cidades de Norte de Minas e Sul da Bahia, com demonstrado anteriormente.

## **5. CONCLUSÃO**

O trabalho realizado mostrou que as águas da região do norte de Minas Gerais e Sul da Bahia apresentaram em média condutividade elétrica igual a  $1,66 \text{ dS.m}^{-1}$  e  $2,38$  para razão de adsorção de sódio, sendo que 4% das amostras apresentaram classificação C1, 32% foram C2, 39% foram C3 e 25% foram C4. Sendo assim apresentando água em sua maioria apropriada para irrigação, desde que haja uma drenagem e um manejo de irrigação adequado.

## 6. REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Otávio Álvares. **Qualidade da Água de Irrigação**. 1. ed. Cruz das Almas: Embrapa, 2010. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/26783/1/livro-qualidade-agua.pdf>> Acesso em: 05 nov. 2019.
- AYERS, R. S.; Westcot, D. W. **A qualidade de água na agricultura**. Tradução de H. R. Gheyi; J. F. de Medeiros; F.A.V. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1991,208P. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem,29).
- BERNARDOR, Salassier; SOARES, Antônio Alves, MANTOVANI, Everardo Chartuni. **Manual de Irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2006.
- CARACTERIZAÇÃO econômica das regiões de planejamento, Minas Gerais, 04 jun. 2014. Disponível em <<https://portalamm.org.br/caracterizacao-economica-das-regioes-de-planejamento/>>. Acesso em 25 out. 2019.
- CHAVES, Lúcia Helena Garófalo.; CHAVES, Iêde de Brito; SILVA, Paulo César Moura, VASCONSELOS, Ana Carolina Feitosa de. **Variabilidade de propriedades químicas do solo aluvial da Ilha de Picos, Pernambuco**. Revista Biologia e Ciência da Terra, v.6, p.19, Universidade Estadual da Paraíba, Paraíba, 2006.
- CORDEIRO, Gilberto Gomes. **Qualidade de água para fins de irrigação: (conceitos básicos e práticos)**. Petrolina, 2001. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/151757/qualidade-de-agua-para-fins-de-irrigacao-conceitos-basicos-e-praticos>>. Acesso em: 28 out. 2019.
- DIAS, Nildo da S.; SOUZA, Edivan R. de.; FERREIRA, Jorge F. da S.; SOUSA NETO, Osvaldo N. de.; QUEIROZ, Ítalo S. R. de. Efeito dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: GHEYI, Hans Raj; DIAS, Nildo da Silva; LACERDA, Claudivan Feitosa de; GOMES FILHO, Enéas. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2. ed. Fortaleza: Byte Systems, 2016.
- FARIAS, C. H. A. de; Espínola Sobrinho, J.; Medeiros, J. F. de; Costa, M. C.; Nascimento, L. B.; Silva, M. C. C. Crescimento e desenvolvimento da cultura do melão sob diferentes lâminas de irrigação e salinidade da água. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, p.445-450, 2003. Figueirêdo, V. B. Evapotranspiração, crescimento e produção
- FREIRE, Maria B. G. S.; PESSOA, Luiz G. M.; GHEYI, Hans R. Métodos de análises químicas para solos afetados por sais. In: GHEYI, Hans Raj; DIAS, Nildo da Silva; LACERDA, Claudivan Feitosa de; GOMES FILHO, Enéas. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2. ed. Fortaleza: Byte Systems, 2016.
- FREITAS, Ludmilla D. A.; FIGUEIRÊDO, Vladimir B.; PORTO FILHO, Francisco de; COSTA, Jessyka C. da.; CUNHA, Emanuela M. da. Crescimento e produção do meloeiro

cultivado sob diferentes níveis de salinidade e nitrogênio., **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, p.S20-S26, mar. 2018.

HOLANDA, José S. de; AMORIM, Julio R.A. de.; NETO, Miguel Ferreira; HOLANDA, Alan C. de.; Sá, Francisco V. da. S. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, Hans Raj; DIAS, Nildo da Silva; LACERDA, Claudivan Feitosa de; GOMES FILHO, Enéas. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2. ed. Fortaleza: Byte Systems, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA, Cidade e estados. Disponível em < <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados.html> >. Acesso em 25 out. 2019.

LACERDA, Claudivan F. de.; COSTA, Raimundo N. T; BEZERRA, Marlos A.; NEVES, Antônia L.ER.; SOUSA, Geocleber G. de.; GHEYI, Hans R. Estratégias de manejo para uso de água salina agricultura. In: GHEYI, Hans Raj; DIAS, Nildo da Silva; LACERDA, Claudivan Feitosa de; GOMES FILHO, Enéas. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2. ed. Fortaleza: Byte Systems, 2016.

MAAS, E. V. Crop tolerance to saline sprinkling water. *Plant and Soil*, n.89, p.273-84, 1985.

MEDEIROS, Pedro R. F.; SILVA, Ênio F. de F.; DUARTE, Sergio N. Salinidade em ambiente protegido. In: GHEYI, Hans Raj; DIAS, Nildo da Silva; LACERDA, Claudivan Feitosa de; GOMES FILHO, Enéas. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 2. ed. Fortaleza: Byte Systems, 2016.

MEDEIROS, J. F. **Qualidade da água de irrigação utilizada nas propriedades assistidas pelo GAT nos Estados do RN, PB, CE e avaliação da salinidade dos solos**. Campina Grande: UFPB, 1992. 175p. Dissertação Mestrado.

OLIVEIRA, Flávio Gonçalves. **Produção Relativa do Feijoeiro Irrigado com água salina.**, 2006. 65 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

OLIVEIRA, Francisco e A.; ALVES, Rita de C.; BEZERRA, Francisco M.S.; LIMA, Luan A.; MEDEIROS, Ana S.; SILVA, Nicolly K. Heterogeneous salinity in the root system of bell pepper in greenhouse., **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.22, n.8, p.519-524, 2018.

PALUDO, Diego. Qualidade da água nos poços artesianos do município de Santa Clara do Sul. Centro universitário Univates, curso de Química Industrial. Lajeado, 2010. Disponível em: <<https://www.univates.br/bdu/bitstream/10737/458/3/DiegoPaludo.pdf>>. Acesso em: 19 set. 2019.

PEREIRA, Anete Marília. **Cidade média e região: O significado de Montes Claros no Norte de Minas Gerais**. Uberlândia, 2007. Disponível em: < <http://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/15921/1/Anete.pdf> >. Acesso em: 29 out. 2019.

POPULAÇÃO mundial deve chegar a 0,7 bilhões de pessoas em 2050, diz relatório da ONU, 17 jun. 2019. Disponível em < <https://nacoesunidas.org/populacao-mundial-deve-chegar-a-97-bilhoes-de-pessoas-em-2050-diz-relatorio-da-onu/> > Acesso em 05 nov. 2019.

RIBEIRO, Mateus R.; RIBEIRO FILHO, Mateus R.; JACOMINE, Paulo K. T. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, Hans Raj; DIAS, Nildo da Silva; LACERDA, Claudivan Feitosa de; GOMES FILHO, Enéas. **Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. 2. ed. Fortaleza: Byte Systems, 2016.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkalisols**. Washington DC: US Department of Agriculture, 1954, 160p. USDA Agricultural Handbook, 60

QUEIROZ, José E.; GONÇALVES, Antônio C. A., Mateus R.; FOLEGATTI, Marcos V.; SOUZA, Edivan R. de.; BARROS, Maria dde F.C. Avaliação e monitoramento da salinidade do solo usando ferramenta de geoestatística. In: GHEYI, Hans Raj; DIAS, Nildo da Silva; LACERDA, Claudivan Feitosa de; GOMES FILHO, Enéas. **Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. 2. ed. Fortaleza: Byte Systems, 2016.

SILVA, Ítalo Nunes; FONTES, Larrissa, de Oliveira; TAVELL, Leonardo Barreto; OLIVEIRA, Joaquim Branco de; OLIVEIRA, Alysson Cavalcante de., **Qualidade de água na irrigação**, Patos, 2011.

ZERWES, Cristian Mateus; SECCHI, Mariela Inês; CALDERAN Thanabi Bellenzier; BORTOLI, Jaqueline de; TONETTO, Jaqueline Fernandes; TOLDI, Maicon; OLIVEIRA, Eniz Conceição de; SANTANA, Eduardo Rodrigo Ramos de. Análise da qualidade da água de poços artesianos do município de Imigrante, Vale do Taquari/RS. **Ciência e natureza**. Santa Maria, v. 37 n.4, p. 651-663, set-dez. 2015.