

Qualidade da água para irrigação de hortaliças e frutas produzidas por agricultores familiares em Nova Ponte/MG

Vinícius Fernandes De Freitas Ripposati¹, Daniel Pena Pereira², José Luiz Rodrigues Torres³, André Luís Teixeira Fernandes^{4,5}

¹(PPG-MPPV, Instituto Federal Do Triângulo Mineiro, Brasil)

²(PPG-MPPV, Instituto Federal Do Triângulo Mineiro, Brasil)

³(PPG-MPPV, Instituto Federal Do Triângulo Mineiro, Brasil)

⁴(PPG-MPPV, Instituto Federal Do Triângulo Mineiro, Brasil)

⁵(PPG-Engenharia Química, Universidade De Uberaba, Brasil)

Resumo:

Contexto: A agricultura familiar é responsável por produzir e ofertar a maior parte dos alimentos no Brasil, destacando-se a produção de hortaliças e frutas, contudo, nem sempre a água de irrigação atende aos critérios estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e o Ministério da Saúde de qualidade da água, destinadas à irrigação de hortaliças, frutas consumidas cruas e para o consumo humano sob padrões de potabilidade. O objetivo deste estudo foi analisar a qualidade das águas quanto à utilização para fins de irrigação na produção de hortaliças e frutas que são consumidas cruas.

Material e Métodos: O estudo foi conduzido no município de Nova Ponte-MG, onde foram selecionadas para avaliação dez propriedades rurais de agricultores familiares, caracterizadas aleatoriamente em A, B, C, D, E, F, G, H, I e J, e coletadas duas amostras de água de irrigação na fonte de captação em cada propriedade, uma no período da seca em junho de 2024 e uma no período chuvoso em fevereiro de 2025, totalizando 20 amostras. Foram avaliados parâmetros físico-químicos e microbiológicos por meio de laboratório terceirizado que utiliza em suas análises a metodologia Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (SMWW) da American Public Health Association (APHA). Os resultados foram comparados com os valores de referência estabelecidos pelo CONAMA, Ministério da Saúde e alguns estudos científicos.

Resultados: Constatou-se que os parâmetros físico-químicos CE, Ca, Mg, Na, Dureza, SDT, Turbidez e ODT apresentaram valores dentro dos padrões estabelecidos em todas as propriedades avaliadas em ambos os períodos, o pH e Fe apresentaram valores fora dos padrões em algumas amostras. Os parâmetros microbiológicos Coliformes Totais apresentou valores fora dos padrões em todas as amostras e Coliformes Termotolerantes (*Escherichia Coli*) apresentou valores dentro dos padrões em 95% das amostras.

Conclusão: Os parâmetros CE, Ca, Mg, Na, Dureza, SDT, Turbidez e ODT caracterizaram a água todas propriedades como sendo de boa qualidade para irrigação e possuem baixa probabilidade de desenvolver problemas com salinidade e sodicidade. Os valores de pH e Fe indicaram limitações de uso da água para irrigação em relação à deterioração dos equipamentos do sistema. Os baixos valores apresentados de CE e RAS da água, podem causar problemas de infiltração de água no solo. A presença de coliformes nos pontos de coleta em ambos os períodos, indicam possíveis contaminações da água por material fecal. Recomendou-se o tratamento prévio da água para consumo humano, a sanitização dos alimentos produzidos e o monitoramento contínuo da qualidade da água em todas as propriedades.

Palavras-chave: Sistemas de Irrigação; Alimento Cru; Coliformes Fecais; Agricultura Irrigada.

Date of Submission: 10-04-2025

Date of Acceptance: 20-04-2025

I. Introdução

A agricultura familiar é responsável por produzir e ofertar a maior parte da alimentação destinada ao consumo no Brasil, sendo que geralmente são constituídas por uma Unidade Familiar de Participação Agrária (UFPA) composta de pequenos produtores rurais e suas famílias, que apresentam destaque na produção para própria subsistência e o excedente para comercialização e geração de renda. Dentre os produtos da agricultura familiar pode-se destacar a produção de hortaliças e frutas¹.

Devido ao crescimento populacional, o consumo de hortaliças e frutas tem crescido paralelamente a necessidade de irrigação para aumento da produção, contudo, sabe-se que para implantação e utilização dos

sistemas de irrigação a qualidade da água deve ser reconhecida como um aspecto fundamental no ato da elaboração de projetos, e comumente, é negligenciada².

No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) através da Resolução n°357 de 17/03/2005 estabelece critérios e parâmetros de classificações da qualidade da água, para que possam ser destinadas à irrigação de hortaliças e frutas³. O Ministério da Saúde, através da Portaria de Consolidação 05/2017 estabelece critérios e parâmetros de classificação da qualidade da água para consumo humano⁴, sendo que se o resultado da análise e classificação da água para irrigação estiver fora dos parâmetros de qualidade estabelecidos, pode inviabilizar seu uso na agricultura, bem como o consumo e comercialização dos produtos, devido a possibilidade de contaminação dos alimentos por doenças de veiculação hídrica⁵. A água contaminada pode ser indicada pela presença de microrganismos patogênicos⁶. O consumo de alimentos contaminados pode trazer severas implicações à saúde humana⁷.

Neste estudo objetivou-se analisar a qualidade da água de irrigação utilizada por agricultores familiares no município de Nova Ponte-MG na produção de hortaliças e frutas que são consumidas cruas.

II. Material E Métodos

Caracterização da área do estudo

O presente estudo foi conduzido no município de Nova Ponte, localizado na mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba no Estado de Minas Gerais, está localizado entre a latitude 19° 9'42.27"S e longitude 47°40'54.23"O e possui o cerrado como bioma predominante, que possui uma população de 14.598 habitantes, em uma área total de 111.101,1 hectares de extensão, onde 77.133 hectares estão ocupados por estabelecimentos agropecuários e destes, 7.769 hectares são irrigados^{8, 9, 10}.

Segundo classificação atualizada de Koppen, o clima da região é classificado como Aw, caracterizado como tropical quente¹¹, tendo verão quente e chuvoso e inverno frio e seco¹². A precipitação acumulada durante o ano de 2024 foi 985 mm e parcialmente no ano de 2025 (janeiro e fevereiro) 168 mm, enquanto no período avaliado (junho/2024 a fevereiro/2025) foi 785 mm. A temperatura média anual no ano de 2024 foi de 23,7°C e parcialmente no ano de 2025 (janeiro e fevereiro) 24,1°C¹³.

Os solos predominantes na região do município em sua maioria são os Latossolos Vermelho Distróficos, de baixa fertilidade, ácidos e com problemas de adsorção de fósforo, de textura argilosa¹⁴.

O município possui 36 Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAPs) válidas e ativas e dez Cadastro da Agricultura Familiar (CAFs) válidas e ativas, totalizando 46 Unidade Familiar de Participação Agrária (UFPAs) cadastradas, onde dez delas adotam a agricultura ou agricultura e pecuária, como atividade produtiva e as demais somente pecuária^{15, 16}.

Procedimentos metodológicos e análise estatística

Foram selecionadas para avaliação dez propriedades rurais de agricultores familiares cadastrados no CAF ou DAP, caracterizadas aleatoriamente em A, B, C, D, E, F, G, H, I e J, que produzem hortaliças ou frutas sob sistema de irrigação para subsistência ou comercialização de forma representativa, onde foram coletadas amostras de água de irrigação na fonte de captação em duas épocas do ano, uma na seca no dia 04 de junho de 2024 e outra nas águas no dia 11 de fevereiro de 2025, totalizando 20 amostras.

As coletas das amostras de água foram realizadas na fonte de captação para irrigação tanto no período da seca como nas águas entre 09:00 horas e 19:00 horas, com o auxílio de vasilhames de polietileno estéreis com volume total de 200ml, que foram imediatamente acondicionadas em caixa térmica com gelo para preservação das amostras e encaminhamento ao laboratório no dia seguinte.

Foram avaliados parâmetros físico-químicos: Potencial Hidrogeniônico (pH), Condutividade Elétrica (CE), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg), Sódio (Na), Dureza, Ferro (Fe), Sólidos Dissolvidos Totais (SDT), Turbidez, Oxigênio Dissolvido Total (ODT), e microbiológicos: Coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia Coli*), através da metodologia proposta pela Associação Americana de Saúde Pública (APHA)¹⁷.

O laboratório responsável pela análise das amostras foi o da empresa Bioética Ambiental, localizada no município de Uberlândia-MG, que está em consonância com a norma Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater que utiliza para cada parâmetro, as seguintes metodologias de coleta e análise:

Para pH – SMWW 4500 H+ B, Condutividade elétrica – SMWW 2510 B, Turbidez – SMWW 2130 B, Sólidos dissolvidos totais – SMWW 2540 C, Oxigênio dissolvido total – SMWW 4500 C, Cálcio total, Magnésio total, Sódio total e Ferro total – SMWW 3120 B, Dureza total – SMWW 2340 C e Coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia Coli*) – SMWW 9223 B¹⁷.

Os padrões de qualidade da água que serão utilizados para comparação da qualidade das amostras coletadas serão os valores de referência estabelecidos pela Resolução 357/2005 para as águas doces da classe 1, que classifica as águas como adequadas ao consumo humano após tratamento simplificado e à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película³ para os parâmetros pH, Fe, SDT, Turbidez, ODT e Coliformes termotolerantes (*E. coli*),

Ministério da Saúde por meio da Portaria de Consolidação 05/2017 que impõem padrões de potabilidade de água para consumo humano⁴ para o parâmetro de Coliformes totais e estudos científicos para os demais parâmetros, relacionados na tabela 1.

Tabela 1. Valores de referência dos parâmetros para avaliação da qualidade da água para irrigação e consumo humano.

PARÂMETRO	UNIDADE	MINISTÉRIO DA SAÚDE*	CONAMA**	ESTUDOS CIENTÍFICOS***
PH	-	-	6-9	-
CE	µS/cm	-	-	< 250
Ca	mg/L	-	-	< 400,8
Mg	mg/L	-	-	< 60,8
Na	mg/L	-	-	< 919,6
Dureza	mg/L	-	-	< 300
Fe	mg/L	-	< 0,3	-
SDT	mg/L	-	< 500	-
Turbidez	NTU	-	< 40	-
ODT	mg/L	-	> 6,0	-
Coliformes totais	NMP/100ml	Ausência em 100mL	-	-
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	-	< 200	-

* [4]; ** [3]; *** [18, 19, 20].

Neste estudo foi realizada a análise estatística descritiva dos dados, utilizando valores de média aritmética simples e frequências absolutas percentuais nos dados quantitativos e a média das frequências absolutas nos dados qualitativos. Os dados foram tratados e tabulados por meio do software Microsoft Office Excel®.

Na avaliação da qualidade da água sob o risco de sodicidade, foram utilizados os valores de Ca, Mg e Na para obter a Relação de Adsorção de Sódio (RAS) a partir da fórmula expressa na figura 1.

Figura 1. Equação para obtenção de valores de RAS a partir de Ca, Mg e Na.

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{Ca^{++} + Mg^{++}}}, (meq L^{-1})^{1/2} = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}, (mmol_c L^{-1})^{1/2}$$

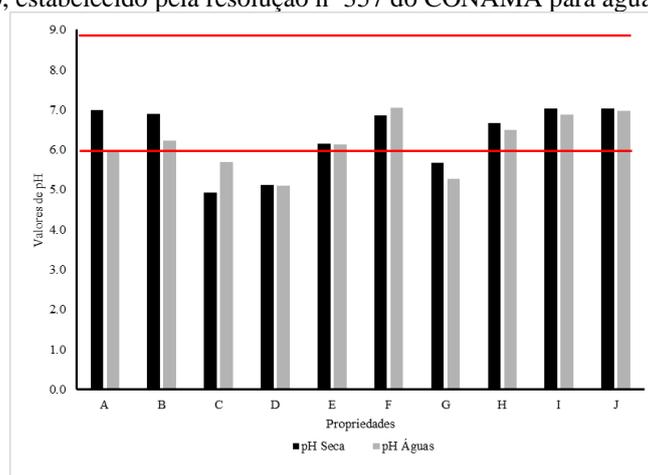
III. Resultados

Potencial Hidrogeniônico (pH)

Analisando o pH da água das dez propriedades avaliadas, observou-se que ocorreu variação de 4,9 a 7,0 no período seco e de 5,1 a 7,0 no chuvoso (Figura 2). Estes valores evidenciam que em 35% das amostras de água coletadas nas propriedades, os valores de pH se apresentaram abaixo limite mínimo da faixa de valores de referência estabelecidos pela resolução nº 357 para águas doces de classe 1 que é de 6,0 a 9,0³.

As propriedades C, D e G apresentaram águas com pH de tendência ácida tanto no período seco como chuvoso não sofrendo interferência das chuvas neste parâmetro, já a propriedade A tendenciou acidez elevada apenas no período das águas, demonstrando a possibilidade da influência das chuvas neste parâmetro (Figura 2).

Figura 2. Potencial hidrogeniônico (pH) da água no período seco e chuvoso das propriedades e faixa ideal de pH entre 6,0 e 9,0, estabelecido pela resolução nº 357 do CONAMA para águas doces de classe 1.



Condutividade Elétrica

Com relação a condutividade elétrica (CE) da água, observou-se que 100% das amostras no período da seca e das águas possuem valores de CE inferiores ao limite máximo estabelecido na classificação de Richards¹⁸ para C1 que é de 0 – 200 $\mu\text{S/cm}$ (Tabela 2).

Tabela 2. Resultado das amostras coletadas no período da seca e das águas e valores de referência para CE.

Propriedade	CE		Estudos científicos
	Seca	Águas	
 $\mu\text{S/cm}$		
A	23,97	18,74	< 250
B	21,79	15,77	
C	17,02	18,58	
D	6,72	2,91	
E	25,43	24,52	
F	45,42	26,62	
G	19,29	18,48	
H	26,38	18,75	
I	26,84	18,88	
J	74,88	59,02	

Os valores apresentados, variaram de 6,72 $\mu\text{S/cm}$ a 74,88 $\mu\text{S/cm}$ no período da seca e 2,91 $\mu\text{S/cm}$ a 59,02 $\mu\text{S/cm}$ no período das águas, sendo classificadas como águas de baixa salinidade, podendo ser utilizada na irrigação com baixa probabilidade de desenvolver algum problema de salinidade, sendo indicada para maioria dos cultivos em quase todos os tipos de solos¹⁸. Além disso, os resultados evidenciam que a propriedade J apresentou valores maiores no período seco e no chuvoso, de 74,88 e 59,02 $\mu\text{S/cm}$, respectivamente.

Cálcio, Magnésio e Sódio

Os valores de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e sódio (Na) obtidos nos resultados das amostras de água são inferiores aos valores de referência de estudos científicos (Tabela 3). De acordo com²⁰, quando avaliados isoladamente, os íons Ca, Mg e Na possuem valores em um intervalo usual na água destinada a irrigação que compreende respectivamente às faixas de 0-400,8 mg/L, 0-60,8 mg/L e 0-919,6 mg/L.

Tabela 3. Comparativo entre o resultado das amostras coletadas no período da seca e das águas e valores de referência para Ca, Mg e Na.

Propriedade	Ca		Mg		Na	
	Seca	Águas	Seca	Águas	Seca	Águas
mg/L.....					
A	3,39	2,86	0,80	0,54	0,48	0,36
B	3,03	3,41	0,71	0,57	0,55	0,44
C	2,62	2,59	0,67	0,52	0,48	0,33
D	2,04	1,78	0,25	0,25	0,25	0,25
E	3,27	2,86	1,01	0,71	1,12	0,75
F	5,23	4,24	1,75	1,25	1,23	0,81
G	1,89	2,14	0,51	0,37	1,23	1,08
H	3,59	2,78	1,13	0,77	1,16	0,75
I	3,61	2,71	1,04	0,74	1,03	0,78
J	2,40	2,42	0,60	0,45	10,09	5,67
Estudos científicos	0 – 400,8 (mg/L)		0 – 60,8 (mg/L)		0 – 919,6 (mg/L)	

A classificação de Richards divide a água de irrigação em quatro classes de salinidade de acordo com as concentrações de sais, definindo como baixa para valores abaixo de 250 $\mu\text{S/cm}$, média para valores entre 250 e 750 $\mu\text{S/cm}$, alta para valores entre 750 e 2250 $\mu\text{S/cm}$ e muito alta para valores entre 2250 e 5000 $\mu\text{S/cm}$, nomeados como C1, C2, C3 e C4 respectivamente²⁰.

Como evidenciado na Tabela 3, no período de seca os valores de Ca variaram entre 1,89 mg/L e 5,23 mg/L, Mg entre 0,25 mg/L e 1,75 mg/L e Na entre 0,25 mg/L e 10,09 mg/L e no período das águas os valores de Ca variaram entre 1,78 mg/L e 4,24 mg/L, Mg entre 0,25 mg/L e 1,25 mg/L e Na entre 0,25 mg/L e 5,67 mg/L.

A propriedade J se destacou por apresentar valores de Na 12,01 vezes superiores à média das demais propriedades no período da seca e 16,27 vezes superiores à média das demais no período das águas.

Na classificação de Richards quanto à sodicidade, o conteúdo de sódio também é dividido em quatro classes obtida a partir dos valores de RAS e CE, definindo como baixo para valores onde ($\text{RAS} \leq 18,87 - 4,44 \log \text{CE}$), médio para valores onde ($18,87 - 4,44 \log \text{CE} < \text{RAS} \leq 31,31 - 6,66 \log \text{CE}$), alto para valores onde ($31,31 - 6,66 \log \text{CE} < \text{RAS} \leq 43,75 - 8,87 \log \text{CE}$) e muito alto para valores onde ($\text{RAS} > 43,75 - 8,87 \log \text{CE}$), caracterizados pelas siglas S1, S2, S3 e S4 respectivamente²⁰.

Os valores máximos de RAS foram obtidos na propriedade J, 1,50 mmol/L no período da seca e 0,88 mmol/L no período das águas (Figura 3). Ao comparar os resultados de CE (Tabela 2) e da RAS, observou-se que 100% das amostras no período da seca e das águas estão enquadradas na classificação de Richards como S1, ou seja, água com baixo conteúdo em sódio, que podem ser utilizadas para irrigação em cultivos na maioria dos solos¹⁹ com baixo risco de sodificação e risco nulo de salinização, conforme diagrama de Richards (Figura 4).

Figura 3. Valores da Relação de Adsorção de Sódio para efeito comparativo entre o resultado das amostras coletadas no período da seca e das águas.

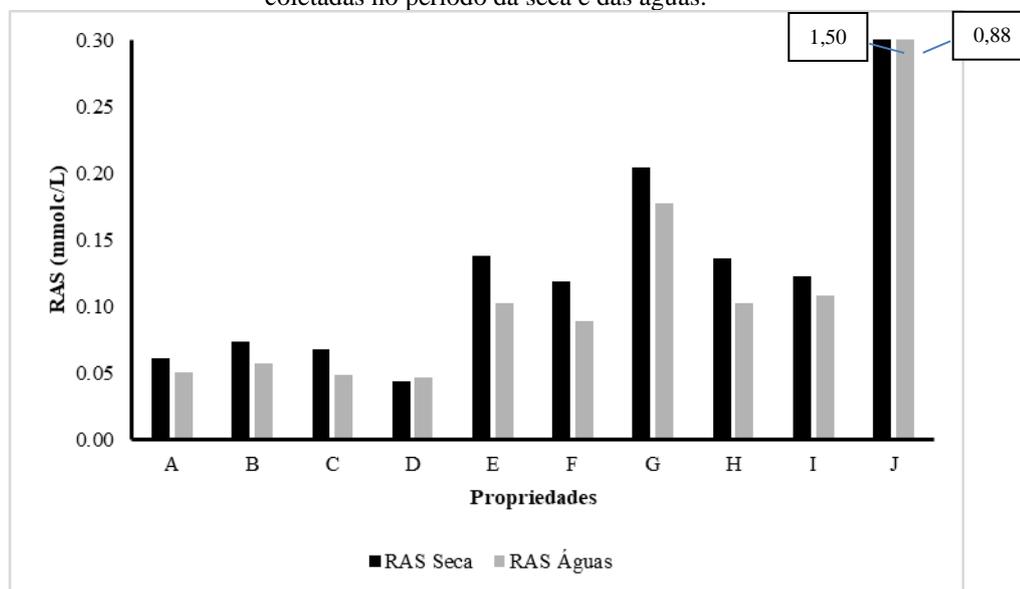
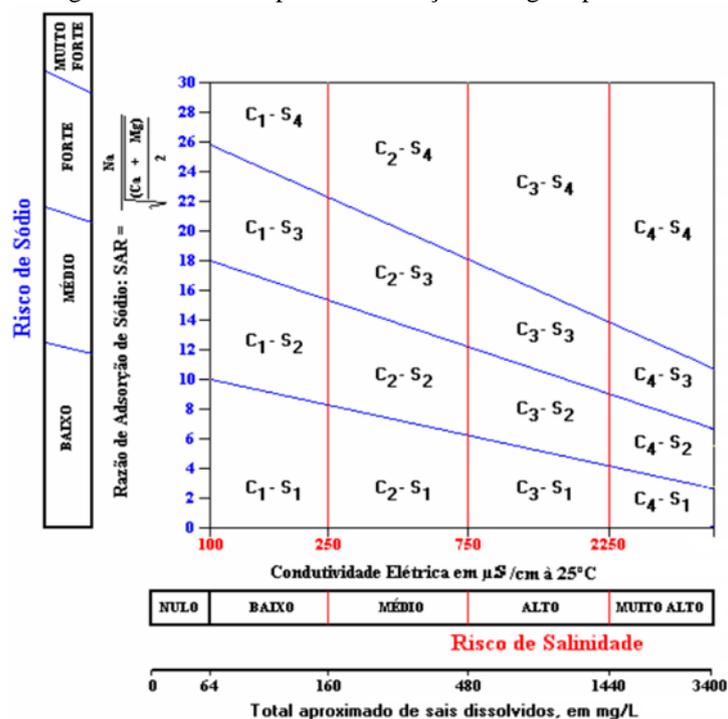


Figura 4. Diagrama de Richards para classificação das águas para fins de irrigação.



Fonte: [19].

Dureza

Os valores de Dureza obtidos nas amostras de água de irrigação são apresentados na tabela 4, onde observou-se que em todas as amostras analisadas nas dez propriedades rurais, tanto no período seco como no período chuvoso, os resultados apresentados foram inferiores à 50 mg/L (CaCO₃), variando entre 0,80mg/L e 21,80mg/L e 5,02mg/L e 15,73mg/L nos períodos da seca e das águas, respectivamente.

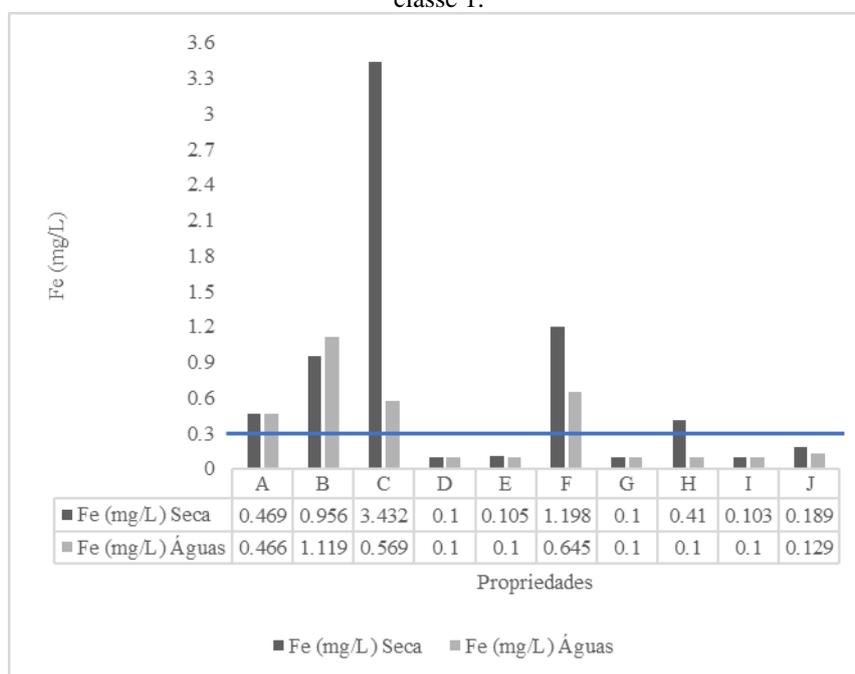
Tabela 4. Comparativo entre o resultado das amostras coletadas no período da seca e das águas e valores de referência para Dureza.

Propriedade	Dureza		Estudos científicos
	Seca	Águas	
mg/L.....		
A	11,20	9,37	< 300
B	8,70	10,86	
C	15,90	8,61	
D	2,00	5,02	
E	12,50	10,07	
F	21,80	15,73	
G	0,80	6,87	
H	11,80	10,11	
I	12,90	9,81	
J	10,50	7,9	

Ferro

A análise da água da água mostrou que 50% das propriedades avaliadas apresentaram valores de ferro (Fe) fora dos padrões. No período da seca cinco propriedades (A, B, C, F e H) apresentaram valores acima dos padrões estabelecidos pelo CONAMA, que é de 0,3mg/L e no período das águas 40% (A, B, C e F). Fato é que do total das amostras, 45% apresentaram excesso de Fe nas águas de irrigação (Figura 5).

Figura 5. Valor de referência para Fe estabelecido pela resolução nº 357 do CONAMA para águas doces de classe 1.



O valor máximo de Fe no período da seca foi de 3,432 mg/L ocorrido na propriedade C e no período das águas 1,119 mg/L ocorrido na propriedade B. Em 70% das propriedades, os valores de Fe no período da seca foram superiores aos valores no período chuvoso.

Sólidos Dissolvidos Totais

Os valores de sólidos dissolvidos totais (SDT) variaram entre 9 mg/L e 42 mg/L no período da seca e entre 10 mg/L e 46,61 mg/L no período das águas. A propriedade J apresentou valores 2,9 vezes superiores à média das demais propriedades no período da seca e 2,7 vezes no período das águas. 100% das análises realizadas nas dez propriedades rurais estão dentro dos padrões estabelecidos. 80% das amostras apresentaram valores mais elevados no período das águas em relação ao período da seca (Tabela 5).

Tabela 5. Comparativo entre os resultados das amostras coletadas no período da seca e das águas e valores de referência para Sólidos Dissolvidos Totais (SDT).

Propriedade	SDT	CONAMA
-------------	-----	--------

	Seca	Águas	mg/L
		
A	14,00	15,83	< 500
B	12,00	13,16	
C	10,00	15,66	
D	9,00	10,00	
E	14,00	20,02	
F	26,00	24,44	
G	12,00	15,59	
H	16,00	14,28	
I	16,00	22,61	
J	42,00	46,61	

De acordo com a resolução nº 357 do CONAMA para águas doces de classe 1³, o valor máximo permitido de SDT é de 500 mg/L.

Turbidez

Em 100% das análises de água realizadas nas dez propriedades rurais, foram apresentados valores dentro dos padrões estabelecidos pelo CONAMA. Os valores variaram entre 0,28 NTU e 29,70 NTU no período da seca e entre 0,47 NTU e 9,28 NTU no período das águas. As propriedades C e J apresentaram os maiores valores em relação às demais propriedades em ambos os períodos. Este parâmetro apresentou, no período da seca, valores maiores ou iguais em relação ao período das águas em 60% das propriedades (Tabela 6).

Tabela 6. Comparativo entre o resultado das amostras coletadas no período da seca e das águas e valores de referência para Turbidez.

Propriedade	Turbidez		CONAMA
	Seca	Águas	
.....			NTU
A	3,74	4,40	< 40
B	5,10	6,21	
C	20,30	9,28	
D	0,28	0,28	
E	1,03	1,00	
F	7,14	7,37	
G	0,54	0,47	
H	3,76	2,65	
I	1,87	1,93	
J	29,70	8,46	

De acordo com a resolução nº 357 do CONAMA para águas doces de classe 1³, o valor máximo permitido para turbidez é de 40 Unidades Nefelométricas de Turbidez (NTU).

Oxigênio Dissolvido Total

Todas as análises realizadas nas dez propriedades rurais estão dentro dos padrões estabelecidos pelo CONAMA. No período da seca, os valores variaram entre 6,60 mg/L e 6,86 mg/L, já no período das águas, os valores variaram entre 6,00 mg/L e 8,40 mg/L. Os valores de oxigênio dissolvido total (ODT) apresentados nas propriedades C e G no período das chuvas apresentaram-se no limite mínimo dos valores de referência (Tabela 7).

Tabela 7. Comparativo entre o resultado das amostras coletadas no período da seca e das águas e valores de referência para ODT.

Propriedade	ODT		CONAMA
	Seca	Águas	
.....			mg/L
A	6,73	7,20	> 6
B	6,79	6,70	
C	6,82	6,00	
D	6,77	8,40	
E	6,67	7,40	
F	6,79	6,00	
G	6,68	6,60	
H	6,60	6,10	
I	6,63	6,40	
J	6,86	6,30	

De acordo com a resolução nº 357, valores de OD devem ser superiores à 6 (mg/L) para se enquadrar nos critérios de águas doces de classe 1³.

Coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia Coli*)

Conforme consta na Tabela 10, todas amostras confirmaram presença de bactérias do grupo dos coliformes. Em 70% das propriedades avaliadas, a presença de coliformes totais foi superior no período chuvoso quando comparado ao período de seca. Dois locais chamaram atenção quanto aos valores apresentados nas amostras, as propriedades G e J onde os valores se apresentaram 805 e 487 vezes superiores no período chuvoso em relação ao período seco respectivamente (Tabela 8).

Tabela 8. Comparativo entre o resultado das amostras coletadas no período da seca e das águas e valores de referência para coliformes totais.

Propriedade	Coliformes totais		Ministério da Saúde
	Seca	Águas	
NMP/100ml.....		
A	3370	4320	Ausência em 100ml
B	3050	1300	
C	4200	1910	
D	30	1410	
E	305	1810	
F	2500	3300	
G	2	1610	
H	1260	2020	
I	2600	2010	
J	1490	727000	

Obs. Os valores destacados em negrito estão fora dos padrões

Pode-se observar na tabela 9, que a presença de *E. coli* fora dos padrões do CONAMA para água doce de classe 1 foi detectada em 5% das amostras de água de irrigação, especificamente na amostra da propriedade J no período da seca. O restante das amostras se apresentou dentro dos padrões estabelecidos.

Em sete, das dez propriedades (A, B, C, E, F, I e J) foi constatada a presença da referida bactéria fecal no período da seca, já no período das águas, a presença foi confirmada em 100% das propriedades, enfatizando a necessidade do monitoramento contínuo das águas de irrigação.

Tabela 9. Comparativo entre o resultado das amostras coletadas no período da seca e das águas e valores de referência para coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*).

Propriedade	<i>Escherichia coli</i>		CONAMA
	Seca	Águas	
NMP/100ml.....		
A	96	27	< 200
B	75	56	
C	196	62	
D	0	25	
E	5	21	
F	93	66	
G	0	39	
H	0	24	
I	27	17	
J	309	23	

Obs. Os valores destacados em negrito estão fora dos padrões

IV. Discussão

Potencial Hidrogeniônico (pH)

Resultados semelhantes ao deste estudo podem ser observados em trabalho realizado por²¹, onde 80% das propriedades avaliadas possuíram valores de pH dentro da faixa preconizada pelo CONAMA. Os autores^{22,23} em seus estudos, obtiveram resultados de pH dentro dos parâmetros em todas as amostras, e o segundo ao comparar este parâmetro entre os períodos de seca e chuva, houve tendência nos resultados com valores de pH mais elevado para estação da seca, assemelhando aos resultados deste trabalho. Esse comportamento pode ser explicado pela baixa concentração de sais na estação seca que auxiliam na redução do poder tamponante da água e permite variações no pH, além disso, há uma tendência do pH se aproximar à neutralidade devido concentrações de carbonato e bicarbonato presentes em águas doces^{23,24}. Já os valores mais baixos de pH apresentados no período chuvoso podem estar associados ao carreamento de matéria orgânica vegetal e alguns minerais na ocorrência das precipitações, principalmente de alta intensidade²⁵.

Outros fatores que podem vir a influenciar o pH nos corpos hídricos superficiais é a geologia do local e possíveis fontes de poluição através do despejo de resíduos industriais, domésticos ou até mesmo por meio de atividades agrícolas mal conduzidas por meio de erosões causadas em solos que são utilizados fertilizantes e corretivos de acidez e podem ser carreados aos cursos d'água^{21, 26}, ou através de organismos fotossintetizantes por meio da produção ou consumo de CO₂ ou pela respiração e fermentação de organismos presentes na água, tendo como resultado a produção de ácidos fracos²⁷.

Em águas que apresentam pH inferiores à 6,0, pode ocorrer o comprometimento do sistema de irrigação, porém não causam danos à produção de olerícolas^{28, 29}. Valores de pH menores que 7,0 possuem grande potencial corrosivo que podem vir a prejudicar ou obstruir os tubos do sistema, além disso, valores extremos de pH podem indicar algum tipo de contaminação da água²². Já sob outro aspecto, o pH elevado pode ser responsável pela precipitação de alguns sais que também podem causar danos nos equipamentos de irrigação³⁰. A faixa ideal para pH utilizado para irrigação varia de 6,5 a 8,4, onde aqueles valores que se apresentam foram destas referências podem causar deterioração dos sistemas³¹.

O pH também pode influenciar os ecossistemas aquáticos naturais influenciando na fisiologia de diversas espécies, além de contribuir de forma indireta, na precipitação de metais pesados e na solubilidade de nutrientes²¹.

Um pH com valor fora da referência, pode ser corrigido por meio da aplicação de corretivos de acidez diretamente na água, porém não é uma atividade comumente adotada pelos irrigantes pela preferência da praticidade em se corrigir o pH do solo¹⁹, ou não possuem algum tipo de manejo de reservação da água destinada à irrigação. Aqueles locais que apresentam valores abaixo dos padrões, sugere-se como alternativa, a utilização de tubulações de polietileno, uma vez que a acidez contribui com a rápida corrosão dos materiais metálicos instalados nos sistemas.

Condutividade Elétrica

Como constam na Tabela 2, os valores de CE encontrados nos resultados das amostras deste estudo afirmam que não há riscos de salinização do solo via água de irrigação, pela totalidade dos valores estarem enquadrados em C1 na classificação de Richards. Todavia, os valores apresentados caracterizam que as culturas cultivadas submetidas à irrigação por estas águas podem vir a apresentar um grau severo de restrição ou limitação em expressar seu máximo potencial produtivo, no que se refere a possíveis problemas enfrentados com a redução da infiltração da água no solo³².

Resultados semelhantes ao deste estudo podem ser observados por²³ em estudo realizado na região que abrange os municípios de Casa Nova/BA e Petrolina/PE.

O autor², realizou um trabalho semelhante no município de São Mateus/ES onde se coletou diversas amostras em seis pontos distintos e obteve resultados dentro dos parâmetros estabelecidos pela classificação de Richards para C1 em três pontos, já nos outros três pontos, a água foi classificada em C3, evidenciando a variação das classes de salinidade de acordo com as regiões e corpos hídricos em que se realizam os estudos.

A redução da capacidade de infiltração de água no solo se associa normalmente em águas de irrigação com teores elevados de concentração de sódio em relação ao cálcio, ou seja, altas quantidades de sódio ou baixas quantidades de cálcio na água ou no próprio solo, podem diminuir a velocidade de infiltração da água na parte superficial do solo, podendo prejudicar os cultivos com a insuficiência da disponibilidade de água às plantas entre irrigações²⁰. Os problemas de infiltração são provocados pela dispersão de argilas por meio da solubilização do cálcio que atua na estruturação do solo, que em conjunto ao baixo potencial osmótico da solução, flui entre os poros do solo e plaquetas de argila, causando a desagregação e o adensamento superficial²³.

Em trabalho realizado por³³ pôde-se comprovar como a qualidade da água de irrigação pode influenciar na dispersão da argila, seus resultados corroboram com as informações anteriores, onde valores que apresentaram CE baixa, verificaram maior dispersão das argilas. O autor³⁴ em seu trabalho realizado no município de Petrolina/PE em área irrigada com o sistema de micro aspersão, corrobora com essa informação, pois, em decorrência dos baixos valores de CE, ocorreu dispersão de argila e entupimento de poros do solo.

Tais confrontações de informações estimulam a realização de estudos e análises da qualidade da água de irrigação para cada caso isoladamente, a fim de nortear um manejo mais assertivo de acordo com o tipo de sistema adotado, para otimizar os processos produtivos e minimizar os possíveis impactos gerados.

Cálcio, Magnésio e Sódio

A qualidade da água é comumente determinada de acordo com a quantidade de sais dissolvidos em conjunto a sua composição iônica. Dentre os principais sais, podem ser destacados o cálcio, magnésio e sódio em forma de bicarbonatos, cloretos ou sulfatos¹⁹.

Os resultados apresentados pelas análises deste estudo se enquadram na faixa ideal para uso na irrigação em todas as amostras para Ca, Mg e Na, caracterizando a água como de boa qualidade.

Além dos riscos de salinização e sodificação apresentados pela classificação de Richards¹⁸, o autor³⁵ chama a atenção para possíveis problemas referentes à infiltração de água no solo, com isso, propôs diretrizes para interpretação da qualidade da água para irrigação quanto aos graus de restrição à cultura, em expressar seu potencial produtivo. De acordo com o mesmo autor, RAS com valores de 0-3 mmol/L simultaneamente a CE com valores <200 µS/cm, como caracterizado em todas os resultados amostrais tanto no período seco como no período chuvoso, apresentam severa restrição caracterizada pela redução da infiltração da água.

A redução da infiltração de água no solo pelos motivos apresentados, ocorre comumente nas primeiras camadas do solo, podendo se estender em camadas mais profundas. As consequências de tais fatores se assemelham aos problemas de salinidade com a redução na disponibilização de água às culturas, porém em diferentes circunstâncias, onde por um lado o problema de infiltração causado pela sodicidade pode reduzir a quantidade de água penetrada na zona radicular e por outro lado o problema de salinidade pode ser responsável pela redução da disponibilidade de água que já se encontra armazenada na zona radicular. Problemas com infiltração podem ser solucionados por meio de tratamento químico, através da adição de corretivos (gesso) para modificar a composição química da água ou do solo, ou físico, por meio da adoção de práticas culturais¹⁹.

Dureza

A dureza se refere à concentração total de sais alcalino-terrosos como Ca e Mg ou de alguns metais bivalentes, onde as concentrações são superiores aos demais íons alcalino-terrosos presentes na água. É expressa pela concentração de carbonato de cálcio (CaCO₃) em miligrama por litro (mg/L). A água pode ser classificada em relação a dureza como água mole para valores inferiores à 50 mg/L de CaCO₃, água com dureza moderada para valores entre 50 e 150 mg/L de CaCO₃, água dura para valores entre 150 e 300 mg/L de CaCO₃ e água muito dura para valores acima de 300 mg/L de CaCO₃¹⁹.

Em todas as amostras de água analisadas neste estudo, os resultados apresentados caracterizaram a água com relação à dureza como água mole viabilizando seu uso, através deste parâmetro, para fins de irrigação.

Ainda sob esse mesmo aspecto, águas muito duras podem causar incrustações em tubulações e emissores, principalmente em sistemas localizados (irrigação por gotejo ou micro aspersão) pela formação de cristais nos bocais, podendo obstruir a passagem da água e reduzir a vazão dos emissores. Causam sabor desagradável e possuem efeitos laxantes quando relacionado ao consumo humano^{2, 19, 36}.

Os autores³⁷, ao avaliar a qualidade da água no município de Jucati/PE obteve resultados de dureza em sua pesquisa variando de 14,00 mg/L a 125 mg/L no período de seca e 91,33 mg/L a 171 mg/L para o período chuvoso sendo classificadas nos extremos em água mole a moderada na seca e moderada e dura nas águas respectivamente. Já os autores² observaram em seus estudos, avaliando a qualidade da água para irrigação no rio Cricaré em São Mateus/ES, que a dureza foi variável em função das estações de inverno e primavera, onde na primeira obtiveram resultados de dureza que classificaram a água como mole, viabilizando seu uso na irrigação de hortaliças e na segunda, muito dura, restringindo a indicação do seu uso para irrigação.

De acordo com²⁰, naqueles casos de dureza muito elevada, uma das formas de reduzir a dureza da água para se enquadrar em níveis aceitáveis para irrigação é a aeração, induzindo a precipitação de Ca.

Ferro

A presença de Fe nas águas de irrigação é comumente observada em vários estudos e pode ser atribuída principalmente por meio da decomposição de rochas como hematita e magnetita. É um mineral abundante nos solos e comumente encontrado em corpos d'água, por serem transportados por lixiviação ou até mesmo pelas chuvas²¹. Pode se originar também da dissolução de compostos do solo ou através do despejo de resíduos de indústrias. É caracterizado por causar na água coloração avermelhada e a depender das concentrações, facilita o desenvolvimento e multiplicação de ferrobactérias, podendo causar odores desagradáveis e obstrução de tubulações e equipamentos nos sistemas de irrigação¹⁹.

Os autores²¹ obtiveram resultados semelhantes em seus estudos, onde 60% das propriedades apresentaram valores de Fe superiores aos estabelecidos pelo CONAMA.

Valores superiores à 0,5 mg/L de Fe nas amostras, não são indicadas para utilização em irrigação de hortaliças³. A propriedade A utiliza sistema de irrigação por gotejo em seus cultivos e apesar de não ter atingido o valor de 0,5 mg/L de Fe, está muito próxima podendo ter problemas de entupimentos de gotejadores ou obstrução de tubulações causados pelo excesso de Fe, merecendo atenção no manejo da irrigação.

Opondo aos resultados obtidos neste estudo, em um estudo relacionado, os autores²³, encontraram valores máximos de Fe em suas amostras no período seco de 0,11 mg/l e 2,13 mg/L no período chuvoso, demonstrando uma tendência de valores maiores de Fe em períodos chuvosos.

De acordo com³⁸, a mistura de areia e zeólita nos filtros de areia dos sistemas de irrigação na proporção de 3:1, proporcionam uma redução de até 95% do Fe presente na água, sendo recomendado em locais onde os valores estão acima dos preconizados na legislação vigente.

Sólidos Dissolvidos Totais

Os sólidos dissolvidos totais, fornecem medidas quantitativas totais de sais inorgânicos e materiais dissolvidos na água. Estes sais são constituídos basicamente pelos íons cálcio, magnésio, sódio, potássio, cloreto, sulfato, nitrato, carbonato e bicarbonato^{19, 39}. Os autores²¹, destacam que os sólidos totais é a soma dos voláteis e fixos, onde o primeiro representa o material orgânico presente na água e o segundo o inorgânico, se apresentando de fundamental importância como parâmetro de avaliação da qualidade da água para fins de irrigação por possuírem características que podem acarretar problemas aos equipamentos de irrigação. Principalmente em propriedades que adotam os sistemas de irrigação por gotejo e micro aspersão²⁸.

Os SDT podem influir diretamente na CE, pois a medida com que são adicionados na água a CE aumenta^{37, 40}. Resultados semelhantes ao deste estudo foram encontrados por diversos autores^{21, 23, 28, 40, 41}.

O presente estudo retrata uma tendência dos valores de SDT a serem mais elevados no período das águas em relação ao período da seca.

Águas com resultados fora dos padrões para SDT podem ser inviabilizadas para o uso na irrigação. Altos teores de SDT na água obstruem os orifícios de emissores danificando o sistema de irrigação, além de prejudicar sua eficiência e podem ser responsáveis por incrustações nos equipamentos de irrigação, restringindo a passagem de água, onde os SDT causadores destes danos são principalmente a areia, argilas, limo, carbonatos, ferro e organismos biológicos^{19, 20}.

Turbidez

A turbidez representa a presença de material em suspensão na água (argila, silte, substâncias orgânicas, organismos microscópicos e outras partículas)^{2, 19}.

Resultados semelhantes ao deste trabalho foram encontrados por^{23, 42}, já no estudo de², a água analisada estava acima dos padrões estabelecidos pela resolução nº 357 de 2005 do CONAMA para águas doces de classe 1, sendo então classificada como classe 2, podendo ser utilizada na irrigação de hortas e frutas que não são consumidas cruas.

No presente estudo, a turbidez no período da seca apresentou valores maiores ou iguais em relação ao período das águas na maioria das propriedades. Opondo à esta situação, os autores²³, obtiveram resultados em seus estudos onde as médias de turbidez no período da seca se apresentaram cinco vezes menores do que no período chuvoso, e concluiu que os valores maiores de turbidez no período das águas podem ser ocasionados por carreamento de materiais como argila, silte e particular orgânicas em decorrência à precipitação, contribuindo com a redução da transparência da água.

A presença de turbidez na água não se retrata como um problema em sua qualidade, porém, pode ser indicativo de erosão solos quando apresentam valores elevados. A turbidez é significativamente influenciada pelas condições climáticas e interfere diretamente na transmissão de luz na água e consequentemente interfere também os processos biológicos¹⁹.

Oxigênio Dissolvido Total

A avaliação do parâmetro de ODT propicia ao estudo, informações referentes às reações bioquímicas que ocorrem na água de irrigação e podem indicar a capacidade dos corpos hídricos em se autodepurar. O ODT é variável em função à temperatura, altitude e aeração da água, onde temperaturas elevadas da água diminui a solubilidade do oxigênio e a movimentação da água nos corpos, presença de cachoeiras ou fortes chuvas favorecem a oxigenação da água pela turbulência gerada. Os autores²¹ obtiveram resultados semelhantes em seus estudos. Os autores⁴⁰, obtiveram resultados onde 75% dos valores de ODT estão dentro dos padrões estabelecidos pelo CONAMA. Já no estudo realizado por², apenas 16,6% dos pontos de constaram resultados de ODT dentro do que é estabelecido pela legislação para água de irrigação de classe 1.

Baixos valores de ODT indicam que a água recebe matéria orgânica¹⁹. Os autores^{22, 43}, corroboram com a informação e afirmam que baixos valores de ODT indicam poluição do ambiente aquático por despejos orgânicos.

Já valores muito baixos de ODT (aproximando-se ou igualando-se a zero), dependendo da capacidade do manancial em auto depurar, podem causar a extinção dos organismos aquáticos aeróbios. Tornando-se também, além de imprópria à irrigação, imprópria ao consumo humano.

Coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia Coli*)

O grupo dos coliformes é caracterizado por bactérias que pertencem à família Enterobacteriaceae e são consideradas como bacilos aeróbios e anaeróbios facultativos, Gram-negativos, que não produzem esporos, são capazes de se desenvolver e se multiplicar na presença de altas concentrações de sais biliares e fermentar lactose formando ácidos, gases e aldeídos na temperatura de 35 - 37°C, de 24 a 48 horas⁴⁴.

Os coliformes totais possuem em seu grupo não somente bactérias de origem fecal, mas também bactérias ambientais e que podem se multiplicar na água. Diante disso, atualmente não são utilizados como parâmetros para

indicar a contaminação fecal da água. Por outro lado, são importantes indicadores da eficiência do tratamento da água para consumo humano, limpeza e integridade dos sistemas de distribuição de água em estações de tratamento. A água para que seja considerada potável não deve conter microorganismos patogênicos e deve estar livre de bactérias indicadoras de contaminação fecal^{44, 45}.

Os resultados obtidos neste estudo indicam a influência da chuva não em relação à presença ou ausência de coliformes na água de irrigação, mas no aumento quantitativo desses atores. A qualidade microbiológica das fontes de recursos hídricos da propriedade J pode sofrer influência direta de possíveis descargas pluviais da cidade, devido sua topografia e localização ser próxima ao perímetro urbano, podendo também justificar os altos valores apresentados nas análises. Os autores²¹, encontraram valores superiores a 2419,2 NMP em 100ml de coliformes totais em todas as amostras levantadas em seus estudos. Os autores⁷ em seus estudos realizados na cidade de Caruaru/PE, obtiveram resultados de coliformes totais entre 500 e 1600 NMP em 100ml em todas as amostras, sendo caracterizadas impróprias ao consumo humano de acordo com o Ministério da Saúde por não se enquadrarem nos critérios de potabilidade.

Os coliformes termotolerantes são um subgrupo dos coliformes totais. Dentre as bactérias presentes nesse grupo, a *Escherichia coli* é a única cujo habitat exclusivo é o trato intestinal de animais de sangue quente e seres humanos. A⁴⁴, retrata a *E. coli* como indicadora ideal de contaminação fecal da água e podem representar as bactérias termotolerantes nas análises de qualidade da água. A presença dessas bactérias nos cursos hídricos pode indicar contaminação da água por resíduos fecais ou esgotos domésticos. Locais onde há residências instaladas ou animais próximos aos cursos hídricos tendenciam à contaminação por coliformes termotolerantes⁴⁰.

Os autores²¹ em estudo similar, obtiveram resultados semelhantes a este trabalho, onde 80% das análises estavam dentro dos padrões de classe 1 estabelecidos pelo CONAMA. Os autores⁷, obtiveram em seu estudo o resultado da presença de bactérias do grupo dos coliformes em dez amostras das cinco propriedades avaliadas, ou seja, 100% das amostras. Já⁴⁰, obtiveram resultados contrários em seus estudos, onde apenas 12,5% das amostras avaliadas se apresentaram dentro dos padrões estabelecidos pelo CONAMA, evidenciando a variação dos resultados quantitativos em relação aos mais diversos corpos hídricos e fontes de captação para irrigação.

Apesar do resultado obtido na propriedade J no período da seca, a utilização da água para irrigação de hortaliças que não são consumidas cruas ainda é permitida, se enquadrando na classificação de água doce de classe 2³.

Os resultados deste estudo demonstram uma tendência da maior ocorrência de contaminação fecal no período chuvoso em relação ao período da seca.

Águas contaminadas são impróprias para o uso na irrigação sob o ponto de vista sanitário, podendo ocorrer a disseminação, por meio de veiculação hídrica, de microrganismos patogênicos aos seres humanos e a utilização dessas águas na irrigação de hortaliças, pode contaminar os alimentos produzidos e trazerem implicações à saúde de quem os consomem^{7, 21}. Estudos realizados por⁴⁶, corroboram tais informações.

Uma prática essencial para garantir o consumo de hortas e frutas de forma segura é realizando sua lavagem e desinfecção anteriormente ao consumo^{7, 47}. Os autores⁷, ao avaliarem três tipos de sanitizantes em hortaliças (Água Sanitária 40ppm, Vinagre 200ppm e Ácido Peracético 120ppm), chegaram à conclusão que o vinagre na concentração de 200ppm foi o sanitizante mais eficiente tanto sob o ponto de vista da desinfecção dos alimentos como da segurança sob o ponto de vista toxicológico aos seres humanos.

Com estes resultados, o estudo contribui para evidenciar a necessidade de ações integradas de assistência técnica, educação sanitária e apoio institucional para garantir a segurança hídrica e alimentar nas áreas de agricultura familiar, promovendo sustentabilidade e qualidade de vida no campo.

V. Conclusão

Os parâmetros CE, Ca, Mg, Na, Dureza, SDT, Turbidez e ODT caracterizaram a água em todas as propriedades como sendo de boa qualidade para irrigação e indicam baixa probabilidade de desenvolver problemas com salinidade e sodicidade.

Os valores de pH e Fe indicaram, em algumas propriedades, limitações de uso em função à possibilidade de deterioração dos equipamentos do sistema.

A presença de coliformes em todos os pontos de coleta em ambos os períodos, indicam possíveis contaminações da água por material fecal, recomendando-se o tratamento prévio da água para consumo humano, a sanitização dos alimentos produzidos e o monitoramento contínuo da qualidade da água.

VI. Agradecimentos

Ao Instituto Federal do Triângulo Mineiro (IFTM) e todo corpo docente, em especial aos professores Dr. André Luís Teixeira Fernandes, Dr. Daniel Pena Pereira, Dr. José Luiz Rodrigues, pelo apoio no desenvolvimento deste estudo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por conceder recursos ao Programa de Mestrado Profissional em Produção Vegetal e à execução das atividades desenvolvidas neste estudo.

Referências

- [1]. Brasil. Ministério Da Agricultura Pecuária E Abastecimento. Agricultura Familiar. 2020. Disponível Em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/agricultura-familiar-1>>. Acesso Em: 04 Mai. 2023.
- [2]. Antunes JVM, Carminate B, Bonomo R, Oliveira MA. Análise Físico-Química Da Qualidade Da Água Do Rio Cricaré Para Utilização Na Irrigação De Hortaliças. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia. 2012; 8(15): 2404-2414.
- [3]. Brasil. Conselho Nacional De Meio Ambiente. Resolução Nº 357, De 17 De Março De 2005, Dispõe Sobre A Classificação Dos Corpos De Água E Diretrizes Ambientais Para O Seu Enquadramento, Bem Como Estabelece As Condições E Padrões De Lançamento De Efluentes, E Dá Outras Providências, 2005.
- [4]. Brasil. Ministério Da Saúde. Portaria De Consolidação Nº5, De 28 De Setembro De 2017, Dispõe Sobre A Consolidação Das Normas Sobre As Ações E Os Serviços De Saúde Do Sistema Único De Saúde. 2017.
- [5]. Silva JJ, Carvalho GWA, Vitor EHS, Alves DA, Abreu CM. Irrigação De Hortaliças Por Agricultores Familiares: Uma Análise Física, Química E Microbiológica Da Água. Revista Ibero Americana De Ciências Ambientais. 2021; 12(5): 587-596. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.005.0046>.
- [6]. Silva RCA, Araújo TM. Qualidade Da Água Do Manancial Subterrâneo Em Áreas Urbanas De Feira De Santana (BA). Ciência & Saúde Coletiva. 2003; 8(4): 1019-1028. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-81232003000400023>.
- [7]. Silva ÁFS, Lima CA, Queiroz JF, Jácome PRLA, Júnior ATJ. Bacteriological Analysis Of Horticultural Irrigation Water. Ambiente E Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science. 2016; 11(2): 428-438. DOI: <http://dx.doi.org/10.4136/Ambi-Agua.1798>.
- [8]. IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. Pesquisas - Censo Agropecuário. 2017. Disponível Em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/nova-ponte/pesquisa/24/76693>>. Acesso Em: 26 Nov. 2023.
- [9]. IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. Panorama. 2022. Disponível Em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/nova-ponte/panorama>>. Acesso Em: 26 Nov. 2023.
- [10]. Brasil. Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. INCRA – Módulo Fiscal. 2022. Disponível Em: <<https://www.gov.br/incra/pt-br/assuntos/governanca-fundiarria/modulo-fiscal>>. Acesso Em: 26 Nov. 2023.
- [11]. Beck HE, Zimmermann NE, Mevcar TR, Vergopolan N, Berg A, Wood EF. Present And Future Köppen Climate Classification Maps At 1-Km Resolution. Scientific Data. 2018; 1: 1-12. DOI: <https://doi.org/10.1038/Sdata.2018.214>.
- [12]. Vieira DMS, Torres JLR, Silva AA, Barreto AC, Lemes EM. Quantitative And Qualitative Analysis Of Water From The Basin Of The Mutum Stream In Uberaba, Brazil. Revista Brasileira De Ciência, Tecnologia E Inovação. 2023; 7(1): 31-44. DOI: <https://doi.org/10.18554/Rbcti.V7i1.6193>.
- [13]. NASA. Prediction Of Worldwide Energy Resources (Power). 2025. Disponível Em: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>. Acesso Em: 06 Abr. 2025.
- [14]. IDE-SISEMA. Infraestrutura De Dados Espaciais Do Sistema Estadual De Meio Ambiente E Recursos Hídricos. 2025. Disponível Em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>. Acesso Em: 06 Abr. 2025.
- [15]. MAPA. Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento. Cadastro Da Agricultura Familiar. 2023. Disponível Em: <<https://sistemas.agricultura.gov.br/caf/unidade-familiar>>. Acesso Em: 26 Nov. 2023.
- [16]. MDA. Ministério Do Desenvolvimento Agrário. Extrato DAP: Pessoa Física. 2023. Disponível Em: <<https://smap14.mda.gov.br/extratodap/pesquisardap>>. Acesso Em: 26 Nov. 2023.
- [17]. APHA. Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater. 23. Ed. Washington, D. C., 2017.
- [18]. Richards LA. Diagnosis And Improvement Of Saline And Alkali Soils. Washington D.C.: U.S. Salinity Laboratory. USDA. Agriculture Handbook. 1954; 60: 160.
- [19]. Silva IN, Fontes L O, Tavella LB, Oliveira JB, Oliveira AC. Qualidade De Água Na Irrigação. Agropecuária Científica No Semi-Árido. 2011; 7(3): 1-5.
- [20]. Almeida OA. Qualidade Da Água De Irrigação. Cruz Das Almas: Embrapa Mandioca E Fruticultura. 2010; 228.
- [21]. Fravet AMM, Cruz RL. Qualidade Da Água Utilizada Para Irrigação De Hortaliças Na Região De Botucatu-SP. Irriga, Botucatu. 2007; 12(2): 144-155.
- [22]. Von Sperling M. Introdução À Qualidade Da Água E Ao Tratamento De Esgotos. Belo Horizonte: DESA. 2005; 3.
- [23]. Boareto LC, Santos EA, Silva PTS, Junior ECA. Avaliação Da Sazonalidade Da Qualidade Da Água Do Perímetro Irrigado Senador Nilo Coelho Em Petrolina Para Agricultura. Revista Em Agronegócio E Meio Ambiente, Maringá (PR). 2019; 12(3): 1103-1122. DOI: [10.17765/2176-9168.2019v12n3p1103-1122](https://doi.org/10.17765/2176-9168.2019v12n3p1103-1122).
- [24]. Bucci M, Oliveira L. Índices De Qualidade Da Água E De Estado Trófico Na Represa Dr. João Penido (Juiz De Fora, MG). Revista Ambiente & Água, Taubaté. 2014; 9(1): 131-148.
- [25]. Lopes F, Magalhães JR, A. Influência Das Condições Naturais De Ph Sobre O Índice De Qualidade Das Águas (IQA) Na Bacia Do Ribeirão De Carrancas. Revista Brasileira De Recursos Hídricos, Belo Horizonte. 2010; 6: 134-147.
- [26]. Conte ML, Leopoldo PR. Avaliação De Recursos Hídricos: Rio Pardo, Um Exemplo. São Paulo: Editora UNESP. 2001; 141.
- [27]. Branco SM. Hidrologia Aplicada À Engenharia Sanitária. São Paulo: CETESB. 1986; 3: 640.
- [28]. Cantu RR, Haro MM, Morales RGF, Visconti A, Schallenger E. Qualidade Da Água Utilizada Na Irrigação De Hortaliças Na Região Do Litoral Norte De Santa Catarina. REA – Revista De Estudos Ambientais. 2015; 17(2): 41-50. DOI: [10.7867/1983-1501.2015v17n2p41-50](https://doi.org/10.7867/1983-1501.2015v17n2p41-50).
- [29]. Vialle C, Sablayrolles C, Lovera M, Jacob S, Huau MC, Montrejaudvignoles M. Monitoring Of Water Quality From Roof Runoff: Interpretation Using Multivariate Analysis. Water Research. 2011; 45(12): 3765- 3775.
- [30]. Antas F, Morais E. Monitoramento Da Qualidade Química Da Água Para Fins De Irrigação No Rio Açú-RN. Holos, Rio Grande Do Norte. 2011; 4: 23-28.
- [31]. Ayers RS, Westcot DW. A Qualidade Da Água Na Agricultura. Campina Grande: UFPB. 1999; 2.
- [32]. Ayers RS, Westcot DW. Water Quality For Agriculture. Rev. Roma: Food And Agriculture Organization Of The United Nations, 1994; 29.
- [33]. Neto AO, Matos A, Abrahão W, Costa L, Duarte A. Influência Da Qualidade Da Água De Irrigação Na Dispersão Da Argila De Latossolos. Revista Brasileira De Ciências Do Solo, Viçosa. 2009; 33(6) 1571-1581. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000600006>.
- [34]. Souza MD, Dynia JF, Silva AS. Nutrientes E Argila Dispersa Em Água No Perfil De Solo Em Cultura De Mangueira Fertirrigada Por Microaspersão. Comunicado Técnico Da Embrapa Meio Ambiente. Ministério Da Agricultura E Do Abastecimento. 2001; 4(6).
- [35]. Ayers RS, Westcot DW. La Calidad Del Agua Para Agricultura. Roma: FAO. 1987; 174.
- [36]. Nakayama FS, Bucks DA. Trickle Irrigation For Crop Production. St. Joseph: ASAE, 1986.

- [37]. Filho JRF, Filho JSS, Cavalcanti PMM, Bezerra JDC, Freitas JCR, Freitas JJR, Freitas JR. Avaliação Da Qualidade Físico-Química E Microbiológica Da Água De Barreiro Utilizada No Fabrico De Queijo Artesanal Em Jucati – PE. *Revista Brasileira De Tecnologia Agroindustrial*. 2015; 9(2): 1920-1931. DOI: 10.3895/Rbta.V9n2.1752.
- [38]. Alves DNB. Remoção De Ferro Em Água De Irrigação Através De Filtragem Em Areia E Zeólita. Lavras: Universidade Federal De Lavras. 2008; 116.
- [39]. Braga EAS, Aquino MD, Rocha CMS, Mendes LSAS, Salgueiro ARGNL. Classificação Da Água Subterrânea Com Base Nos Sólidos Totais Dissolvidos Estimado. *Águas Subterrâneas*. 2021; 35(2). DOI: <https://doi.org/10.14295/Ras.V35i2.30051>.
- [40]. Araújo F, Vieira L, Jayme M, Nunes M, Cortês M. Avaliação Da Qualidade Da Água Utilizada Para Irrigação Na Bacia Do Córrego Sujo, Teresópolis, RJ. *Caderno Da Saúde Coletiva, Rio De Janeiro*. 2015; 23(4): 380-385.
- [41]. Franco RAM, Hernandez FBT. Qualidade Da Água Para Irrigação Na Microbacia Do Coqueiro, Estado São Paulo. *Revista Brasileira De Engenharia Agrícola E Ambiental*. 2009; 13(6): 772-80. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662009000600016>.
- [42]. Ribeiro T, Airoidi R, Paterniani J, Silva, M. Variação Dos Parâmetros Físicos, Químicos E Biológicos Da Água Em Um Sistema De Irrigação Localizada. *Revista Brasileira De Engenharia Agrícola Ambiental, Campina Grande*. 2005; 9(3): 295-301.
- [43]. Latuf MO. Diagnóstico Das Águas Superficiais Do Córrego São Pedro, Juiz De Fora – MG. *Geografia*. 2004; 13(1): 21-55.
- [44]. CETESB. Norma Técnica L5.214. Coliformes Totais - Determinação Pela Técnica De Membrana Filtrante: Método De Ensaio. São Paulo, 2007. Disponível Em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2024/09/Norma-Tecnica-Cetesb-L5.214-Coliformes-Totais-%E2%80%93-Determinacao-Pela-Tecnica-De-Membrana-Filtrante-%E2%80%93-Metodo-De-Ensaio.Pdf>. Acesso Em: 10 Mar. 2025.
- [45]. Vieira DMS, André TAC, Torres JLR, Barreto AC. Flow, Contamination And Natural Revegetation In Two Tributaries Of The Uberaba River. *Revista Brasileira De Ciência, Tecnologia E Inovação*. 2016; 1(3): 9–16.
- [46]. Tyrrel SF, Knox JW, Weatherhead EK. Microbiological Water Quality Requirements For Salad Irrigation In The United Kingdom. *Journal Of Food Protection*. 2006; 69(8): 2029-2035.
- [47]. Abreu IMO, Junqueira AMR, Peixoto JR, Oliveira SA. Qualidade Microbiológica E Produtividade De Alface Sob Adubação Química E Orgânica. *Ciência E Tecnologia De Alimentos*. 2010; 30(1): 108-118.