CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS UNI-GOIÁS
PRÓ-REITORIA DE ENSINO PRESENCIAL – PROEP
SUPERVISÃO DA ÁREA DE PESQUISA CIENTÍFICA - SAPC
CURSO DE AGRONOMIA

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO DO CÓRREGO TAQUARAL NO MUNICIPIO DE GOIÂNIA

RENATA ANDRESSA DA SILVA MEDEIROS
ORIENTADOR: Dra. MIRIAM DE ALMEIDA MARQUES

GOIÂNIA
Junho/2021

RENATA ANDRESSA DA SILVA MEDEIROS

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO DO CÓRREGO TAQUARAL NO MUNICIPIO DE GOIÂNIA

Trabalho final de curso apresentado e julgado como requisito para a obtenção do grau de bacharelado no curso de Agronomia do Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS na data de 01 de Junho de 2021.

Profa. Dra. Miriam de Almeida Marques
Uni Goiás / Orientadora

Profa. M.a Marisa Costa Amaral
Uni Goiás / Examinadora

Prof. Dr. Fenelon Lourenço de Sousa Santos
Uni Goiás / Examinadora

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO DO CÓRREGO TAQUARAL NO MUNICIPIO DE GOIÂNIA

Renata Andressa da Silva Medeiros[1]
Míriam de Almeida Marques[2]

Resumo: O conhecimento da qualidade da água superficial antes de sua utilização para a irrigação é um processo importante para determinar a sua carga poluidora e prevenir possíveis contaminações de produtos irrigados, principalmente aqueles que serão consumidos de forma *in natura*. Além disso, a água de irrigação de boa qualidade evita possíveis danos em equipamentos de sistemas de irrigação em decorrência da alta salinidade, como também problemas de fitotoxidez das plantas. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi verificar a qualidade da água do córrego Taquaral, localizado no município de Goiânia, a qual é utilizada na irrigação de espécies hortícolas. Os parâmetros foram selecionados para avaliar as características físico-químicas e microbiológicas da água por um período de 11 meses. Observou-se que a água do córrego Taquaral apresentou alta contaminação por *Escherichia coli,* como também reprovação dos parâmetros, Demanda Bioquímica do Oxigênio (DBO) , oxigênio dissolvido, nitrogênio e fósforo. Com os resultados, foi possível concluir que a água se apresenta inadequada para irrigação de espécies hortícolas de consumo *in natura*, devido a presença de contaminação fecal, ou seja, por *E.coli*, bactéria que pode ser acumulativa em alimentos além de ser causadora de doenças em seres humanos,, além disso, possibilitou-se detectar um risco associado ao entupimento biológico dos emissores, devido a alta quantidade de nitrogênio e fósforo, que contribuem com a formação de algas na água.

Palavras-chave: Entupimento de emissores. Irrigação de Hortícolas. Análises Físico-Químicas. Análise Microbiológica. Micronutrientes.

[1] Discente do curso de Agronomia do Centro Universitário UNI-GOIÁS.
E-mail: renataghondhin@gmail.com
[2] Professora adjunto do Centro Universitário UNI-GOIÁS. Doutora em Agronomia pela UFG.
E-mail: miriamagro@hotmail.com

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso renovável essencial para o desenvolvimento da vida, ou seja, para produção de alimentos, conservação do meio ambiente, desenvolvimento econômico e garantia da saúde. É uma substância natural a qual é fundamental para os processos biológicos e físico-químicos do planeta terra (ENGMAN; GURNEY, 1991). É um dos recursos mais abundantes do planeta, ocupando 70% da sua capacidade total, sendo o Brasil o país com a maior disponibilidade de água doce (GOMES *et al*., 2008).

Para a agricultura, a irrigação é responsável pelo aumento da produtividade das culturas e da oferta de alimentos (ANA, 2011). Nos sistemas de cultivo, os tipos de água que podem ser utilizados são de origem subterrânea, residuárias, ou superficiais (ALMEIDA , 2010), sendo esta última a mais utilizada para irrigações agrícolas. A água superficial é uma água que diferente das subterrâneas, não penetra no solo e se acumula na superfície da terra, escoando-se pela chuva ou por nascentes, dando origens a rios, lagos ou córregos (ANA, 2011).

A qualidade da água, independente da sua origem, é um dos fatores a ser considerado na agricultura irrigada. Para definir sua qualidade para a utilização, são considerados um conjunto de parâmetros físicos, químicos e biológicos (ALMEIDA, 2010). A qualidade da água superficial pode ser afetada por processos naturais, mas geralmente por ações humanas devido ao descarte e contaminação por excesso de nutrientes, que causam alterações nas características físico-químicas (pH, temperatura, metais pesados, organoclorados, organofosforados, componentes orgânicos, sedimentos), biológicas, dentre outras. Em destaque temos a contaminação por fósforo e nitrogênio que colabora com a retirada do oxigênio dissolvido e eutrofização, que no final acabam destruindo a vida aquática (NEARY, 2008). As contaminações da água superficial também podem acontecer através do escoamento de resíduos durante irrigações e chuva, que acabam carregando sais para os corpos hídricos (fertilizantes, agrotóxicos) ou lixiviando para poços subterrâneos, devido a cultivos intensivos ou pecuária confinada, etc (IGNAZI, 1993). Valem ressaltar que o uso da água de má qualidade na irrigação pode causar prejuízos no desenvolvimento vegetal e consequentemente na redução da produtividade agrícola.

Segundo Almeida (2010), os problemas mais corriqueiros quando se utiliza uma água de baixa qualidade via irrigação são aqueles relacionados a salinidade e sodicidade no solo, toxicidade das plantas e problemas operacionais com equipamentos de irrigação. A água quando contaminada por esgotos domésticos ou industriais, apresenta contaminação por microrganismos prejudiciais que quando

utilizada para a irrigação de uma cultura, estes podem ser transmitidos para os alimentos (NEARY, 2008).

A qualidade da água deve ser avaliada não apenas pela quantidade total de sais, mas também da presença de íons. Quando cátions e ânions se encontram em excesso, prejuízos aos solos e as plantas cultivadas podem ser gerados, como a sodificação do solo que acaba interferindo no crescimento das plantas, limitando a retirada de água e sua capacidade osmótica, ou de forma química, causando toxidez nas reações metabólicas, além de variações na estrutura do solo, permeabilidade e aeração (AYERS; WESTCOT, 1991).

Segundo Pacheco *et al.,* (2002), é necessário realizar a avaliação de águas superficiais, pois neste ambiente se encontram disposições inadequadas de efluentes domésticos e industriais. De acordo com Tucci (2001), realizar o monitoramento da água para uma avaliação do quadro ambiental do manancial antes de sua utilização, possibilita uma melhor tomada de decisão. Os resultados das análises da qualidade da água servem como um indicativo para possíveis correções para posteriormente serem usadas em irrigações em sistemas de cultivo, assim como classificar o balanço de sais e o movimento no solo.

A Resolução Conama n° 357, traz valores máximos permitidos (VMP), ou seja, limites individuais para cada parâmetro de acordo com a classe da água. Dessa forma, aqueles resultados obtidos do monitoramento da água, são comparados com esses VMP's e dependendo dos comparativos é possível uma tomada de decisão (BRASIL, 2005). Para a irrigação, os parâmetros mais importantes são aqueles relacionados à microbiologia, como *Escherichia coli* e coliforme totais responsáveis pela contaminação de alimentos, assim como os parâmetros físico-químicos, que avaliam a presença de salinidade da água, entupimento de emissores, toxicidade e contaminação do solo.

Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade da água do córrego Taquaral, através de análises das suas características físico-químicas e microbiológicas, a qual é destinada para irrigação de espécies hortícolas em área urbana.

2 MÉTODO

O estudo foi executado no córrego Taquaral localizado na zona urbana do município de Goiânia, Goiás (Figura 1). Possui uma extensão de 12 km partindo da nascente até o ponto em que desagua no Rio Anicuns e posteriormente no Rio Meia Ponte, principal manancial utilizado para abastecimento de água para consumo humano na capital. O córrego não possui APP's (Áreas de Preservação Permanente) somente faixas de matas ciliares que foram antropizadas devido às atividades da zona rural e urbana.

Para avaliar a qualidade da água, 11 amostras foram retiradas mensalmente no mesmo ponto de coleta, por um período de 11 meses, sendo de Março/2020 até Janeiro/2021. O ponto de coleta selecionado se encontra no setor Solange Park, localizado nas coordenadas 16°42'29"S - 49°21'09"W, com altitude de 757m, próximo a BR 060. As amostragens foram executadas a jusante de uma área de cultivo de espécies de hortaliças de consumo in natura, como alface, couve, cebolinha, salsinha, coentro, couve-flor, entre outros (figura 2).

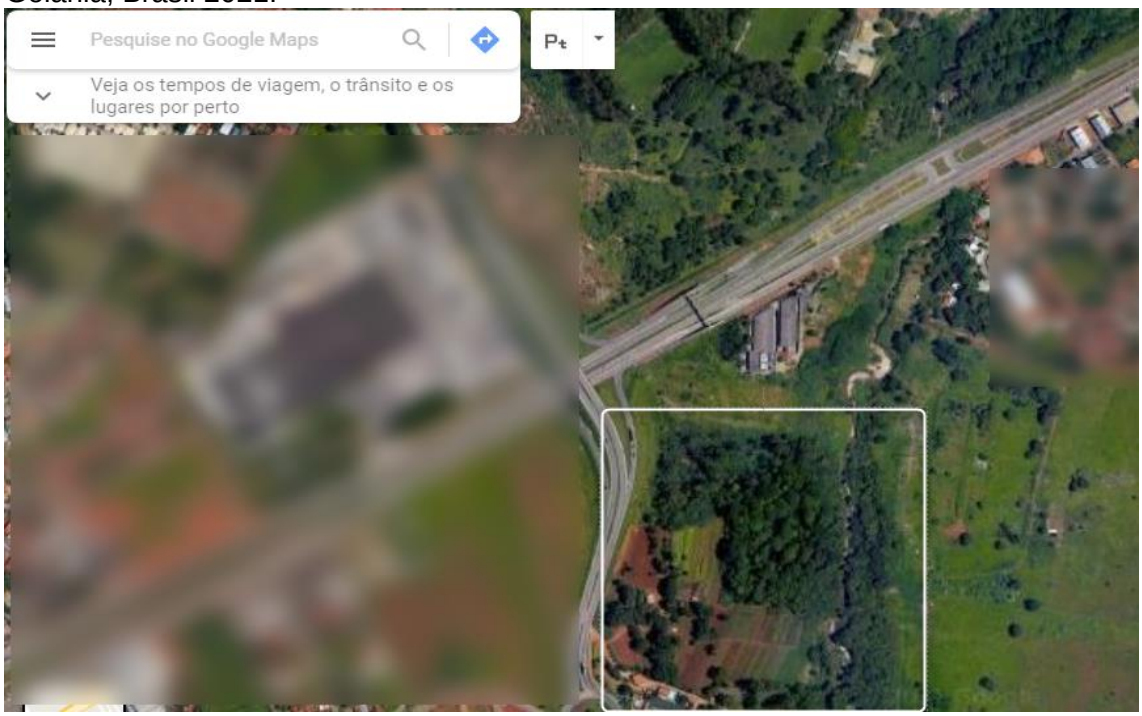
Foram retiradas no total de 4000mL (ou 4 litros) de amostra do ponto de coleta selecionado, sendo as mesmas acondicionadas em frascos de polietileno (leitosos) para as análises físico-químicas e frasco de polipropileno previamente esterilizados para as análises microbiológicas. Preservantes como H_2SO_4 (Ácido Sulfúrico, p.a.) e o HNO_3 (Ácido Nítrico, p.a) foram adicionados às amostras conforme exigência das metodologias para preservação até que o processo analítico fosse executado. Após a coleta, foram executadas as análises de campo, que se tratam de análises que possuem curto prazo de validade, tornando-as prioritárias, sendo elas: pH, condutividade, sólidos totais dissolvidos e oxigênio dissolvido.

As amostras foram transportadas em caixas térmicas, contendo também em seu interior gelo isotérmico (reutilizáveis) para garantir que as mesmas fossem refrigeradas em uma temperatura de 2,0°C a 6,0°C ± 1,0°C exigido pelas metodologias analíticas durante o transporte. As amostras foram diretamente encaminhadas para o laboratório, sendo recepcionadas e armazenadas em refrigeradores. As técnicas adotadas para coleta de amostras foram seguidas conforme metodologia do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23° edição (SMWW 1060) e Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras do CETESB.

Figura 1 – Extensão do Córrego Taquaral no município de Goiânia.

Fonte: Imagens obtidas através do Google Earth. Criado pela autora. Brasil, 2021.

Figura 2 – Área de plantio de espécies Hortícolas próximo ao Córrego Taquaral, Goiânia, Brasil 2021.



Fonte: Google Maps. Criado pela autora. Brasil, 2021.

Figura 3 – Local da retirada das amostras no Córrego Taquaral, Goiânia, Brasil 2021.

Fonte: Criado pela autora. Brasil, 2020.

Tabela 1 – Requisitos para preservação e acondicionamento das amostras durante o transporte até o laboratório.

Parâmetro	**Volume da Amostra**	**Preservação**	**Metodologia de Referência**
Condutividade - **Análise Imediata**	50 mL	Determinação em Campo	SMWW 2510
Oxigênio Dissolvido **- Análise Imediata**	50mL	Determinação em Campo	SMWW 4500 H+.
pH **- Análise Imediata**	50mL	Determinação em Campo	SMWW 4500 O.
Sólidos Dissolvidos Totais (STD) **- Análise Imediata**	100mL	Determinação em Campo	SMWW 2540
Dureza - **Validade de 6 meses**	500mL	H2SO4 pH <2,0 T°C 2,0 a 6,0°C	SMWW 2340
Fósforo Total **- Validade de 28 dias**	100mL	H2SO4 pH <2,0 T°C 2,0 a 6,0°C	SMWW 4500 P-C
Nitrogênio Amoniacal **- Validade de 7 dias**	250mL	H2SO4 pH <2,0 T°C 2,0 a 6,0°C	SMWW 4500 NH3
Ferro, Chumbo, Alumínio, Molibdênio, Manganês, Boro, Cloro - **Validade de 15 dias**	100mL	HNO3 pH <2,0 T°C 2,0 a 6,0°C	SMWW 3120B
DBO **- Análise Imediata**	500mL	Análise Imediata	SMWW 5210.
Escherichia coli - **Validade de 24h**	100mL	T°C 2,0 a 6,0°C	SMWW 9221 F
Turbidez **- Validade de 24h**	50mL	T°C 2,0 a 6,0°C	SMWW 2130.

Fonte: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 2017.

Todas as análises foram executadas em um Laboratório de Matrizes Ambientais que se encontra localizado no município de Goiânia, Goiás, próximo a zona rural.

Tabela 2 – Relação das análises executadas na água superficial do córrego Taquaral do município de Goiânia.

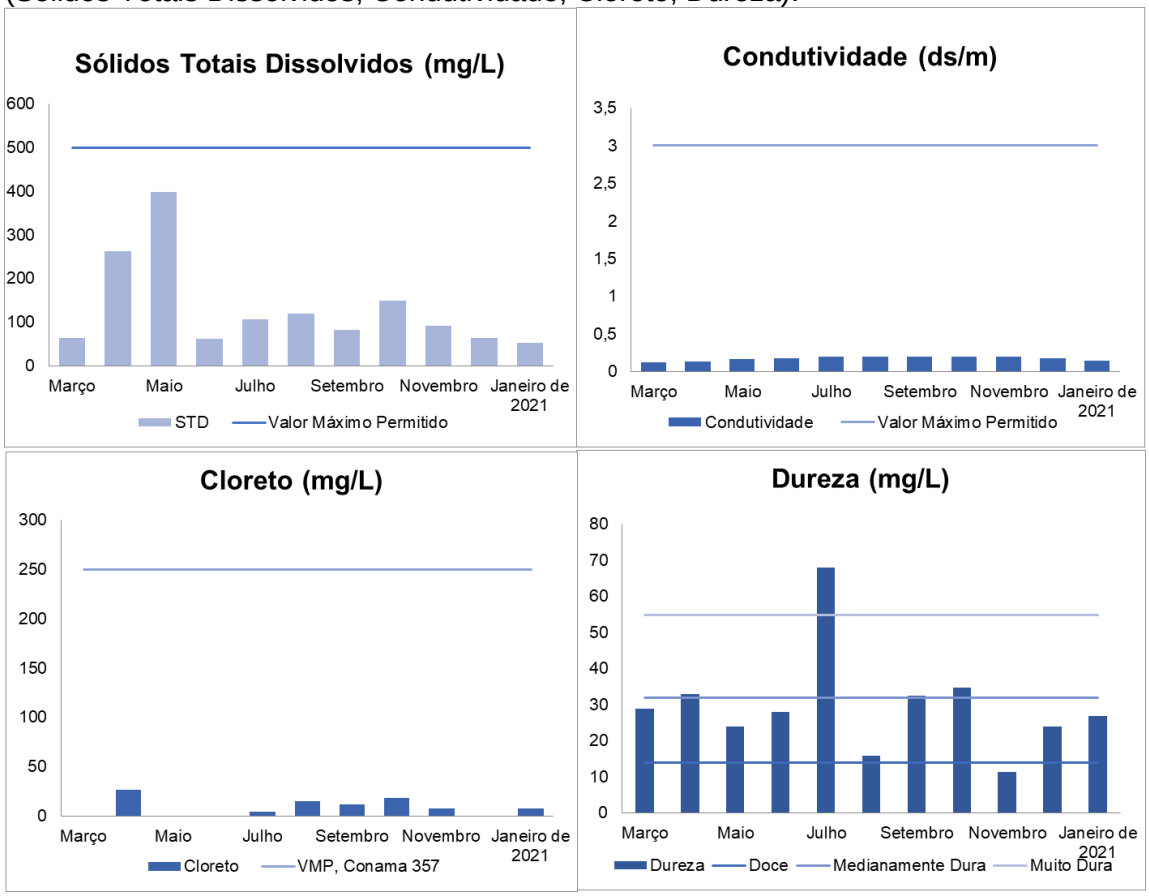
AVALIAÇAO	PARÂMETRO	VALORES MÁXIMOS PERMITIDOS				
		PRATT (1972)	AYERS E SCOTT (1987)	CONAMA 357 (2)	ALMEIDA (2010)	CANOVAS (1980)
Entupimento Químico dos Emissores	Condutividade a 25°C **(dS/m)**	-	Máx. 3,0	-	-	-
	Dureza - Classe Muito Doce **(mg/L)**	-	-	-	<7	-
	Dureza - Classe Doce **(mg/L)**	-	-	-	07 - 14	-
	Dureza - Classe Medianamente doce **(mg/L)**	-	-	-	14 - 22	-
	Dureza - Classe Medianamente dura **(mg/L)**	-	-	-	22 - 32	-
	Dureza - Classe Dura **(mg/L)**	-	-	-	32 - 54	-
	Dureza - Classe Muito Dura **(mg/L)**	-	-	-	>52	-
	Sólidos Totais Dissolvidos **(mg/L)**	-	Máx. 2000	Máx. 500	-	-
Entupimento Biológico dos Emissores	Fósforo **(mg/L)**	-	-	Máx. 0,030	-	-
	Nitrog. Amoniacal pH 7,5 **(mg/L)**	-	-	Máx. 3,7	-	-
	Nitrog. Amoniacal pH 8,5 **(mg/L)**	-	-	Máx. 0,5	-	-
	Nitrog. Amoniacal pH 7,5 a 8,5 **(mg/L)**	-	-	Máx. 2	-	-
Toxicidade a planta	Boro **(mg/L)**	-	-	Máx.0,5	-	Máx. 2,5
	Cloro **(mg/L)**	-	-	-	Max. 500	
Microelementos "Metais"	Alumínio **(mg/L)**	Máx. 5	-	-	-	-
	Chumbo **(mg/L)**	Máx. 5	-	-	-	-
	Ferro **(mg/L)**	Máx. 5	-	-	-	-
	Cobre **(mg/L)**	Máx. 0,2	-	-	-	-
	Manganês **(mg/L)**	Máx. 0,2	-	Máx.0,1	-	-
	Molibdênio **(mg/L)**	Máx. 0,01	-	-	-	-
Qualidade Sanitária	Oxigênio Dissolvido **(mg/L)**	-	-	Máx. 5	-	-
	DBO **(mg/L)**	-	-	Máx. 5	-	-
	Escherichia coli **(NMP/100mL)**	-	-	Máx. 1000	-	-
	Turbidez **(NTU)**	-	-	Máx. 100	-	-
	Fósforo **(mg/L)**	-	-	Máx. 0,030	-	-
	Nitrog. Amoniacal pH 7,5 **(mg/L)**	-	-	Máx. 3,7	-	-
	Nitrog. Amoniacal pH 8,5 **(mg/L)**	-	-	Máx. 0,5	-	-
	Nitrog. Amoniacal pH 7,5 a 8,5 **(mg/L)**	-	-	Máx. 2	-	-

Fonte: Criado pela autora.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interpretação dos resultados se deu por comparações aos valores máximos permitidos (VMP's) conforme (tabela 2) e com justificativas baseadas nos potenciais de danos que podem ser causados aos sistemas de irrigação e ao cultivo das espécies hortícolas, conforme tabela 2. Esses resultados foram processados em dados gráficos, contendo uma linha para indicação do valor máximo permitido. O ponto de coleta selecionado para esse projeto ficou sendo classificado como água doce do tipo classe 2, que de acordo com a Resolução Conama n°357 de 2005 pode ser destinada à irrigação de hortaliças, além de plantas frutíferas.

Figura 4 – Resultados dos parâmetros utilizados para avaliação da salinidade da água (Solidos Totais Dissolvidos, Condutividade, Cloreto, Dureza).



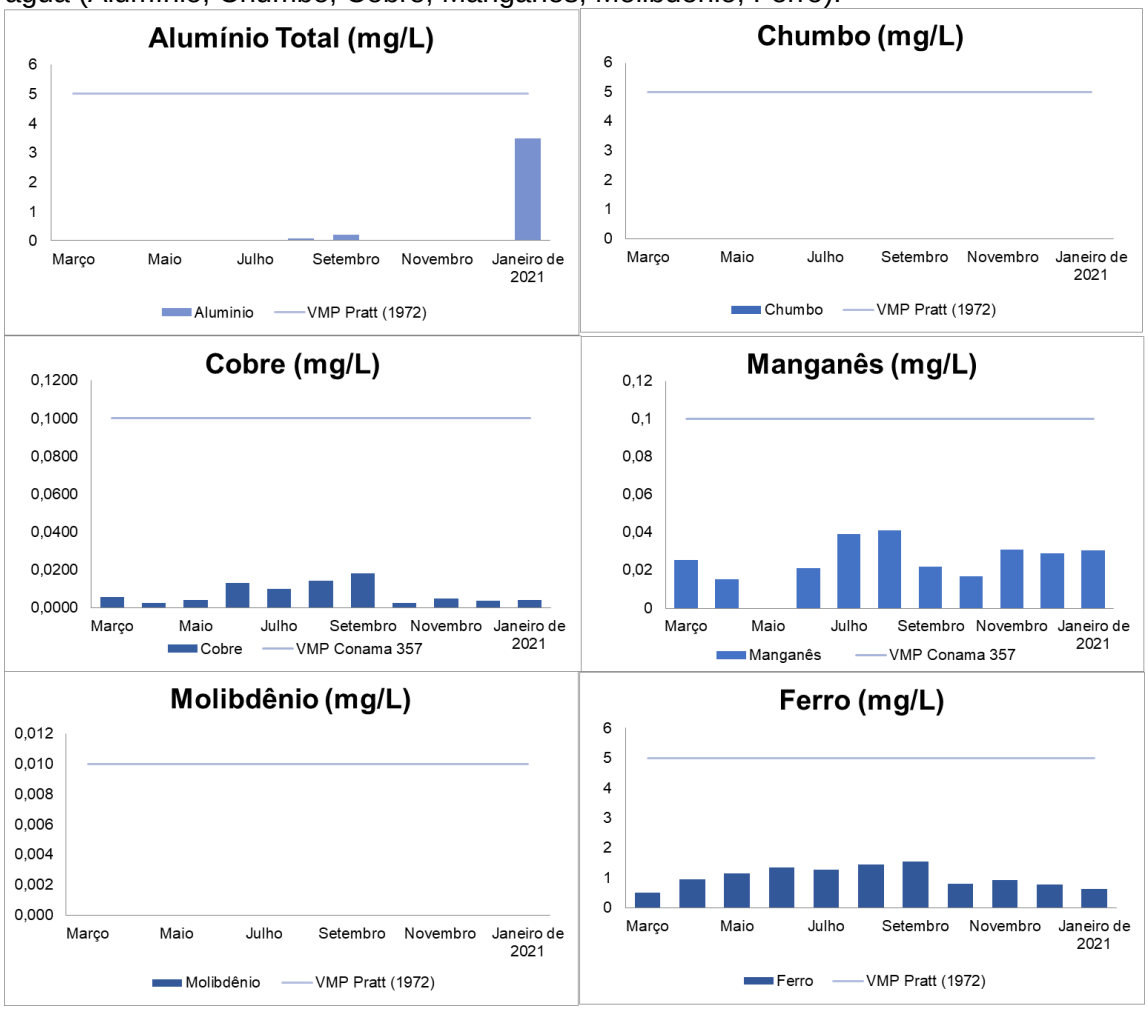
Fonte: Criado pela autora;

Analisando a figura 4, é possível observar que os resultados dos parâmetros indicados para a avaliação da salinidade da água, sendo eles (Cloreto, Dureza, Sólidos Totais Dissolvidos e Condutividade), foram satisfatórios para a água superficial, exceto para o parâmetro de Dureza que apresentou resultados altos classificando a água como muito dura no mês de Julho/2020. Nos outros meses a

Dureza apresentou-se como medianamente dura, ou seja, não oferecendo riscos para os sistemas de cultivo.

Segundo Almeida (2010), a salinidade é responsável por aumentar o potencial osmótico, que faz com que a planta tenha dificuldade na absorção de água assim como nutrientes. A toxicidade pela presença de sais pode ocasionar queimadura nas folhas, além de contribuir com o entupimento químico dos emissores do sistema de irrigação. A dureza na água está associada com a presença magnésio (Mg^{+2}) e cálcio (Ca^{+2}), ou seja, concentração de sais solúveis (ALMEIDA, 2010). Sua origem pode ser por calcita e dolomita (CAPUTO, 1974) ou por efluentes industriais (SPERLING, 1996). Águas duras são importantes para ser utilizada em conjunto com o processo de correção do solo, em exemplo a calagem.

Figura 5 – Resultados dos parâmetros utilizados para avaliação de microelementos na água (Alumínio, Chumbo, Cobre, Manganês, Molibdênio, Ferro).

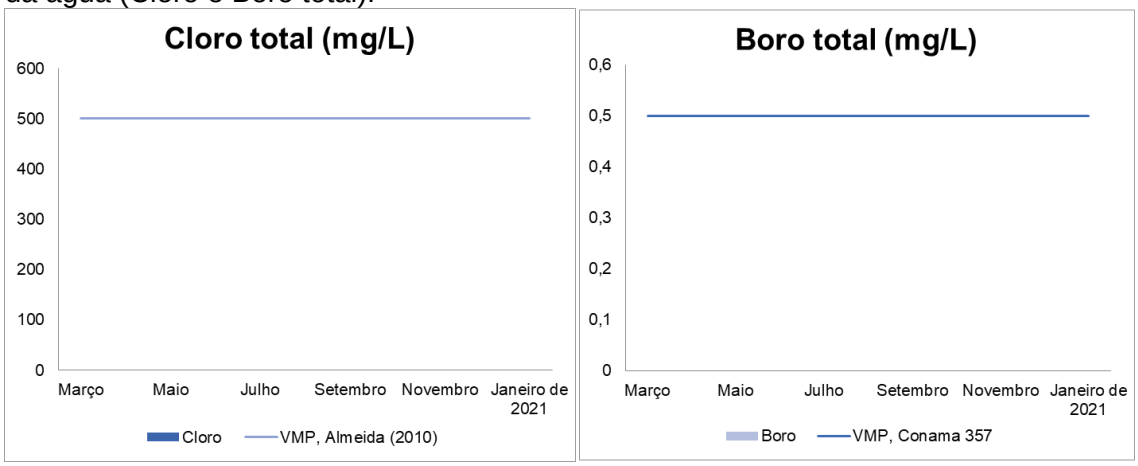


Fonte: Criado pela autora;

A presença de microelementos na água pode ser detectada através da análise de metais na água e quanto aos resultados apresentados na figura 5, observa-se que

todos foram satisfatórios quando comparados ao valor máximo permitido. A alta presença de microelementos na pode provocar a redução do crescimento das plantas além do acúmulo de resíduos nos tecidos foliares e no solo. Os microelementos podem ser perigosos também para o consumo humano e para os animais, além da contaminação de corpos hídricos que acontece devido ao arraste de resíduos por águas de irrigação ou chuvas (ALMEIDA, 2010).

Figura 6 – Resultados dos parâmetros utilizados para avaliação do nível de toxicidade da água (Cloro e Boro total).

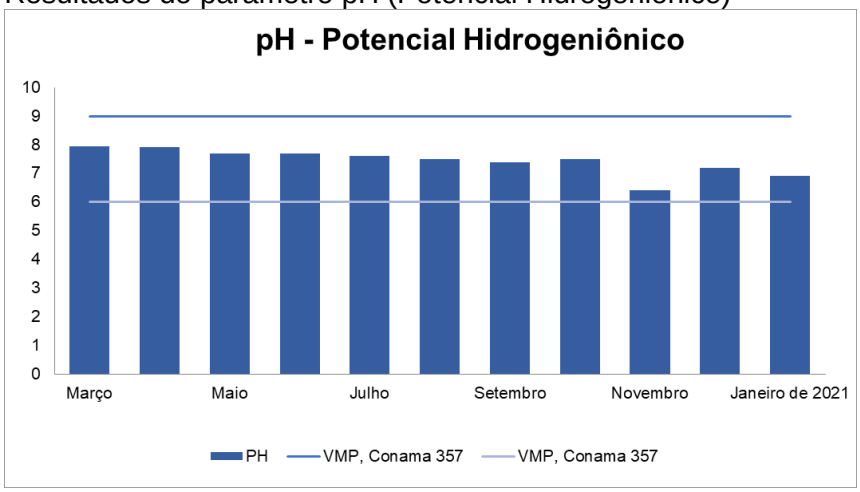


Fonte: Criado pela autora;

De acordo com Almeida (2010) o residual de boro é difícil de ser encontrado em águas superficiais, sendo facilmente identificadas em águas subterrâneas ou classificadas como salinas. Sabe-se que ele é um elemento essencial para o desenvolvimento das plantas, porém quando fornecido pela água mesmo que com quantidades pequenas pode causar problemas futuros. A toxidez por boro na planta inicia-se nas folhas mais velhas, quando as bordas vão ficando amareladas, ocorrendo manchas e folhas com aparência seca. Já o elemento cloro é responsável por afetar a frequência de clorose nas folhas mais iluminadas, causando necrose nas bordas das folhas. Em solos calcários, a presença de cloro pode diminuir a possibilidade de absorção de fósforo e nitrogênio nas plantas.

Em verificação a figura 6, é possível observar que não há riscos relacionados com a toxicidade causada pelos elementos boro total e cloro total, devido sua ausência na água.

Figura 7 – Resultados do parâmetro pH (Potencial Hidrogeniônico)

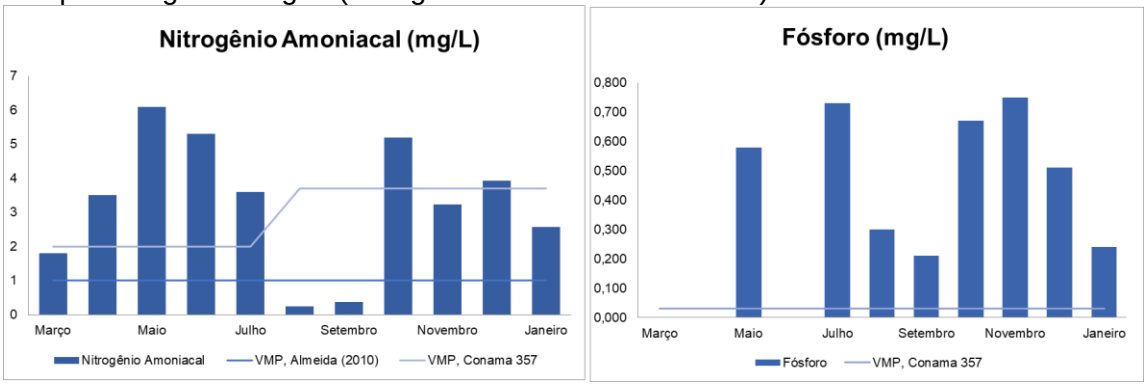


Fonte: Criado pela autora;

As medições de pH são muito importantes pois servem como um indicativo do aumento de reações químicas que podem correlacionar com a presença de materiais pesados. Por isso, o interessante é utilizar a água quando os resultados das medições encontram-se entre 6,0 e 9,0 (ANA, 2013).

Quanto aos resultados das medições de pH apresentados na figura 7, observou-se que todos os valores se apresentaram dentro das especificações da Resolução Conama n° 357.

Figura 8 – Resultados dos parâmetros utilizados para avaliar o risco de entupimento do tipo biológico na água (Nitrogênio Amoniacal e Fósforo).



Fonte: Criado pela autora;

A figura 8 apresenta os resultados de fósforo e nitrogênio amoniacal em (mg/L) da água do córrego Taquaral. Observa-se que os únicos meses que não tiveram contaminação por nitrogênio (exceto por fósforo) foram Agosto e Setembro de 2020 e Janeiro de 2021. Para os restantes dos meses, valores altos desses parâmetros estiveram presentes.

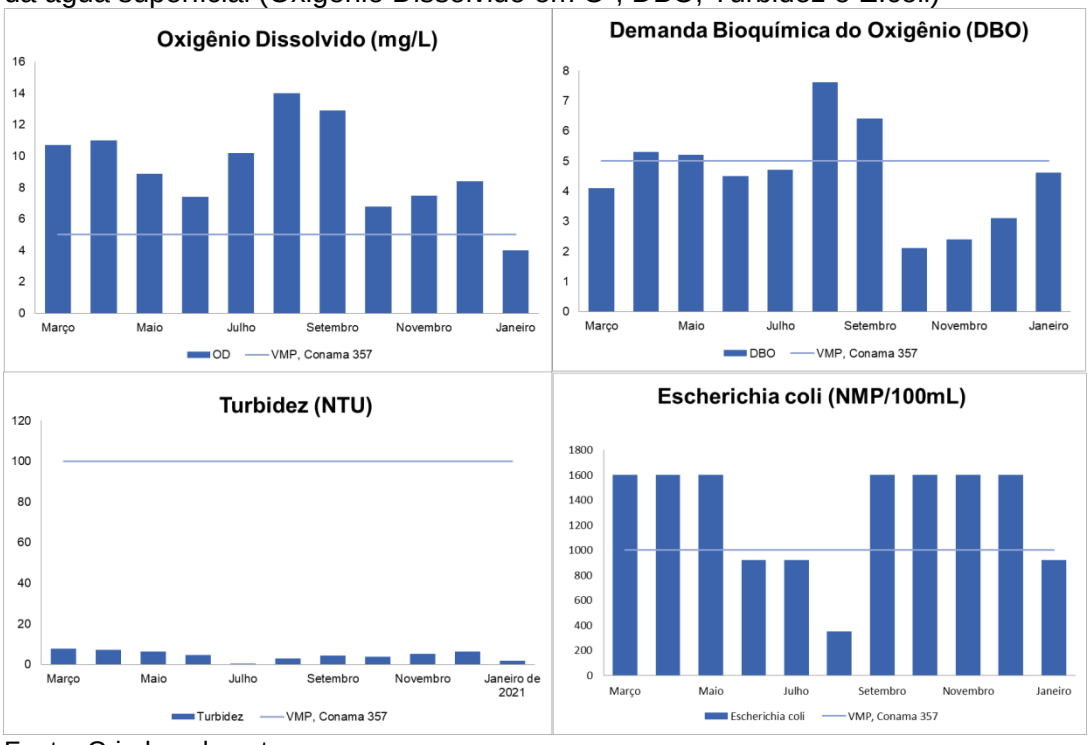
Segundo Almeida (2010), o nitrogênio é encontrado nas águas como nitrato (NO3) e nitrogênio amoniacal (NH4+). A presença desses compostos está relacionado

com a lixiviação de fertilizantes para os corpos hídricos e o despejo de águas residuais como efluentes. A presença de nitrogênio em águas para irrigação podem causar problemas relacionados com a lentidão no processo de maturação das plantas, além da produção de frutos com péssima qualidade e o crescimento excessivo. Esse elemento afeta diretamente a planta na fase de crescimento, floração e frutificação. Algumas culturas sensíveis são afetadas a partir de 5mg/L de nitrogênio enquanto as mais resistentes passam a sofrer com quantidades a partir de 30mg/L.

De acordo com Almeida (2010), a presença de fósforo e nitrogênio servem como nutrientes para o desenvolvimento de algas e outros microrganismos que posteriormente causarão uma formação gelatinosa com macro e microrganismos, que poderão ocasionar uma eutrofização da água além do entupimento dos equipamentos de sistema de irrigação e saturação de filtros de areia, conhecido como “entupimento biológico”. As bactérias são capazes de provocar com grande frequência obstruções nas tubulações.

A detecção de nitrogênio na água só não será negativa, quando a mesma for utilizada juntamente com uma adubação nitrogenada previamente recomendada, ajudando assim na redução de custos operacionais.

Figura 9 – Resultados dos parâmetros utilizados para avaliar o nível de contaminação da água superficial (Oxigênio Dissolvido em O², DBO, Turbidez e E.coli)



Fonte: Criado pela autora;

A avaliação do nível de poluição da água se dá pela execução das análises citadas na Resolução Conama n°357 de 2005, que indicam poluição devido ao descarte de resíduos como efluentes domésticos e industriais.

Quanto aos resultados da Demanda Bioquímica do Oxigênio (DBO) apresentados na figura 9, é possível constatar altas concentrações somente nos meses de Abril, Maio, Agosto e Setembro de 2020, sendo os resultados superiores a 5,0mg/L, valor especificado pela Resolução Conama n° 357. As altas concentrações de DBO justificam o acúmulo de matéria orgânica e o desenvolvimento de microrganismos, responsáveis por consumir o oxigênio causando a redução da biodiversidade da água e mortandade dos peixes (ANA, 2013). A DBO alta (alta matéria orgânica) favorece a proliferação de microrganismos na água, que pode desqualificar seu uso em hortaliças, pelo fato de serem produtos de consumo in natura que podem ser veículos de doença caso sejam irrigadas de forma incorreta e consumidas por humanos (MAROUELLI; SILVA, 1998).

Já para o parâmetro Oxigênio Dissolvido (OD), somente o mês de Janeiro apresentou resultados abaixo do limite máximo permitido. Esse parâmetro está relacionado com a quantidade de oxigênio necessária para degradação da matéria orgânica, ou seja a DBO, de modo a melhorar a respiração da vida aquática.

As medições de turbidez foram consideradas baixas para todos os meses, conforme figura 9. Sua medição também é importante, pois esse parâmetro indica presença de comunidades aquáticas que interferem no processo de fotossíntese assim como a redução de peixes (CETESB, 2013).

Com relação aos resultados das análises de *Escherichia coli* foi possível observar alta contaminação microbiológica em quase todos os meses da avaliação. A presença de coliformes e *Escherichia coli* demonstra que na água superficial ocorre frequentemente poluição fecal, originário de fezes de animais de sangue quente e/ou humanos. Águas com contaminações fecais não podem ser utilizadas para irrigação de produtos que serão consumidos crus (in natura), como por exemplo: alface, rúcula, brócolis, couve-flor, tomate, entre outros..., pois podem ser acumulativos na cultura, que posteriormente serão causadoras de intoxicação alimentar, infecções gastrointestinais e doenças, nos consumidores (MAROUELLI; SILVA, 1998). Em produtos que utiliza-se a água superficial como fonte de irrigação, não é indicado o uso de produtos germicidas, por não ser efetivo a este tratamento além de reduzirem a flora microbiana das hortaliças (MAROUELLI; SILVA, 1998). Em hortícolas como o tomate, pimentão e berinjela não é indicado também o uso de água contaminada em irrigação por sulcos, ou gotejamento, pois se tratam de produtos que podem ser facilmente contaminados pelo contato da água ou por respingos de gotas da chuva.

Os parâmetros nitrogênio e fósforo também são utilizados para avaliação da contaminação da água e como apresentado na figura 8, em quase todos os meses ocorreram valores altos nas análises.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em avaliação aos riscos relacionados aos equipamentos dos sistemas de irrigação, não houve riscos relacionados com o entupimento do tipo químico dos emissores, apenas riscos pelo entupimento biológico, por causa da alta quantidade de nitrogênio e fósforo na água, responsáveis pelo processo de eutrofização da água e a formação de algas. O pH durante as medições, apresentou-se dentro dos limites especificados pela Resolução Conama n°357:2005, ou seja, a água não permanece nem ácida e nem básica, não favorecendo o processo de corrosão para os materiais metálicos que podem ser utilizados nos sistemas de irrigação. Em Janeiro foi constatado uma elevação dos resultados de Alumínio. Sugere-se a utilização de sistemas de filtração para retenção de metais, para evitar possíveis contaminações ao solo e danos na cultura.

Em avaliação aos riscos relacionados as plantas, identificou-se altas contaminações por termotolerantes (*Escherichia coli)*, tornando a água do córrego inadequada para irrigação de hortícolas, devido este referir-se a um microrganismo patogênico, acumulativos nos produtos que posteriormente poderão causar infecções e doenças nos consumidores, estando em destaque aqueles consumidos de forma crua. Não houve riscos relacionados a toxicidade da água para as plantas no que se refere a presença de microelementos, boro total e cloro total, pois os resultados apresentaram-se abaixo do valor máximo permitido.

Com este estudo, conclui-se que a água superficial do córrego Taquaral do município de Goiânia, apresenta contaminações ocasionadas pelo despejo de efluentes industriais e domésticos, durante o seu percurso. Orienta-se a substituição da água superficial do córrego Taquaral do município de Goiânia, por uma fonte de água com qualidade sanitária, como a água potável ou subterrânea, para as atividades de irrigação de produtos hortícolas. Caso seja indispensável o uso desta água, sugere-se a realização com antecedência de um processo de desinfecção da água através do uso de Hipoclorito de Sódio e posteriormente a aplicação de um sistema de filtração para retenção do cloro, responsável por causar toxidez às plantas, assim como a execução de análises periódicas para avaliação da sua qualidade. Não sendo possível o processo de desinfecção na água, indica-se o processo de cozimento dos produtos, ou seja, através da esterilização, naqueles que puderem passar por esse procedimento ou a desinfecção dos produtos com solução própria para desinfecção, antes da comercialização, garantindo assim produtos com qualidade sanitária e seguros para a saúde.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Otávio Álvares de. **Qualidade da água para irrigação.** 1 ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Floricultura: 2010. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/26783/1/livro-qualidade-agua.pdf Acesso em: 02 Mai. 2021.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. [tradução de H.R, Gheyi; MEDEIROS, J.F. de; DAMASCENO, F.A.V. 1 ed. Campina Grande, PB: UFPB, 1991.

BAIRD, Rodger B.; Eston, Andrew D.; RACE, Eugene W. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 23 ed. Washington: APHA/AWWA/WEF, 2017.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 4. ed. Viçosa: UFV Imprensa Universitária, 1987.

BRASIL, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil.** Brasília, 2012. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conj2012_inf.pdf. Acesso em: 05 jan. 2021.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Água na medida certa:** Hidrometria no Brasil. Brasilia. 2013. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/AguaNaMedidaCerta.pdf>. Acesso em: 02 Mai. 2021.

BRASIL, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Cuidando das águas**: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos. Brasília, 2011. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2011/CuidandoDasAguas-SolucoesParaMelhorarAQualidadeDosRecursosHidricos.pdf. Acesso em: 05 jan. 2021.

BRASIL. **Resolução N° 357, de 17 de março de 2005.** Brasília, DF: Conselho Nacional do Meio Ambiente, [2005]. Disponível em: http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459. Acesso em: 05 jan. 2021. Acesso em: 02 mai. 2021.

CAPUTO, Homero Pinto. **Mecânica dos solos e suas aplicações** – fundamentos. 5 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 1974.

CARR, G.M. AND J.P. NEARY. **Water Quality for Ecosystem and Human Health**. 2ª Edição. Burlington: United Nations Environment Programme Global Environment Monitoring System. 2008. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=8kA6FCCAwn4C&oi=fnd&pg=PR6&dq=Water+Quality+for+Ecosystem+and+Human+Health,+2%C2%AA+Edition.+United+Nations+Environment+Programme+Global+Environment+Monitoring+System&ots=EgSMGBxYjv&sig=FuhNU25mNOdXmyddDCABXwA3Y30#v=onepage&q=Water%20Quality%20for%20Ecosystem%20and%20Human%20Health%2C%202%C2%AA%20Edition.%20United%20Nations%20Environment%20Programme%20Global%20Environment%20Monitoring%20System&f=false. Acesso em: 05 jan. 2021.

DEUS, Adriana Castilho R. et al. G**uia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras**: Água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. São Paulo,

2011. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2012/GuiaNacionalDeColeta.pdf. Acesso em: 02 mai. 2021.

DUARTE, Anamaria de Sousa. **Reuso de Água Residuária Tratada na Irrigação da Cultura do Pimentão** (Capsicum annun L.). 2006. Tese (Doutorado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz Queiroz” - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11143/tde-01102007-115214/publico/AnamariaDuarte.pdf. Acesso em: 02 mai. 2021.

ENGMAN, E.T.; GURNEY, R.J. **Remote sensing in hydrology**. 1 ed. Cambridge: Champman and Hall Ltd, 1991.

GOMES, Algenor da Silva. *et a*l. **A água**: distribuição, regulamentação e uso na agricultura, com ênfase ao arroz irrigado. Pelotas: 2008. Disponivel em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/746734/a-agua distribuicao-regulamentacao-e-uso-na-agricultura-com-enfase-ao-arroz-irrigado. Acesso em: 05 jan. 2021.

IGNAZI, J.C. **Improving nitrogen management in irrigated, intensely cultivated areas**: The approach in France in: Prevention of Water Pollution by Agriculture and Related Activities. 1 ed. Santiago, Chile: FAO, 1993.

MAROUELLI, Waldir A.; SILVA, Henoque R.. **Aspectos Sanitários da Água para Fins de Irrigação.** Brasília, 05/1998. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/107307/1/Aspectos-sanitarios-da-agua-para-fins.pdf. Acesso em: 05 abr. 2021.

PACHECO, M.A.S.R., et al. **Condições higiênico sanitárias de verduras e legumes comercializados no Ceagesp de Sorocaba SP.** Higiene Alimentar, v. 16, n. 101, p. 50-55, out. 2002.

POMPEU, Cid Tomanik**. Aspectos jurídicos da cobrança pela utilização dos recursos hídricos.** Rio de Janeiro, 04/1994. Disponível em: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:QNrJRf4hZhAJ:bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/rda/article/download/46293/47312/0+&cd=3&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br. Acesso em: 05 jan. 2021.

ROMANO, Paulo Afonso. **Água:** a cultura da abundância levou à acomodação. Entrevistadora Cíntia Sasse. Rio de Janeiro: Revista Agronalysis, 03/1998. Disponível em: http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/agroanalysis/article/view/48579. Acesso em: 05 jan. 2021.

TUCCI, Carlos E.M. *et a*l.; **Gestão da água no Brasil.** 1 ed. Brasília**:** UNESCO, 2001. Disponível em: http://r1.ufrrj.br/lmbh/pdf/Outras%20publicacoes/LMBH_gestao_da_agua_no_Brasil.pdf. Acesso em: 05 jan. 2021.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 1 ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Qualidade de água para irrigação ambiental/UFMG, 1996.

WHO, Scientific Group. Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture: report of a WHO scientific group. Geneva, 1989. Disponível em: https://apps.who.int/iris/handle/10665/39401. Acesso em: 05 jan. 2021.