

QUALIDADE DE ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

Luiz Sergio Vanzela

Juliana Heloisa Pinê Américo-Pinheiro

Cleber Fernando Menegasso Mansano

Evandro Roberto Tagliaferro

Fernando Braz Tangerino Hernandez

1. INTRODUÇÃO

Além de água em quantidade, a qualidade é um outro aspecto fundamental a se considerar na irrigação (AYERS; WESTCOT, 1994), pois, dependendo das suas características físicas, químicas e biológicas, o seu uso pode se tornar limitado ou inviabilizado.

Setti et al. (2001) afirmaram que uma análise completa da água natural indicaria a presença de mais de cinquenta constituintes nela dissolvidos ou em suspensão. Esses elementos, em geral, são sólidos dissolvidos ionizados, gases, compostos orgânicos, matéria em suspensão, incluindo micro-organismos e matéria coloidal.

No entanto, as variações quantitativas desses elementos em águas superficiais dependem do clima e da litologia da região, da vegetação circundante, do ecossistema aquático e da influência do homem, sendo este último, o maior responsável pelas alterações na composição da água (PORTO et al., 1991).

Os constituintes da água, sejam de origem natural ou antrópica, conferem características qualitativas que podem influenciar o dimensionamento e escolha do tipo de sistema de irrigação, a necessidade de filtração (SOCCOL, 2003), o tipo de cultura a ser irrigada (AYERS; WESTCOT, 1994) e a necessidade ou não de um pré-tratamento da água (PESCOD, 1992).

Um dos principais problemas de qualidade da água de irrigação, relacionado com a operação dos equipamentos, é a obstrução física de tubulações e emissores, sobretudo em sistemas de irrigação localizada onde os orifícios de passagem são de pequeno diâmetro (NAKAYAMA; BUCKS, 1986).

Outro problema é que, quando a água de irrigação é retirada de um manancial que recebe efluente de estação de tratamento de esgoto, dependendo do tipo de cultura a ser irrigada, pode ocorrer transmissão de doenças por microrganismos patogênicos e/ou intoxicação por químicos prejudiciais à saúde, às plantas e ao solo (VON SPERLING, 1996).

Deste modo, a avaliação da qualidade da água de irrigação deve integrar três importantes fatores: (1) risco de danos aos sistemas de irrigação; (2) risco de contaminação de alimentos irrigados, (3) risco de salinização e redução da infiltração de água no solo e/ou (4) toxicidade às plantas.

2 PROBLEMAS DE QUALIDADE DA ÁGUA PARA A IRRIGAÇÃO

2.1 Risco de Danos aos Sistemas de Irrigação

Todas as impurezas presentes na água, com exceção dos gases dissolvidos, correspondem aos sólidos (PORTO et al., 1991), que em águas naturais se originam do processo de erosão natural dos solos e do intemperismo das rochas (CARVALHO, 1994). Os sólidos presentes na água, segundo von Sperling (1996), podem ser classificados de acordo com o seu estado e tamanho (em suspensão ou dissolvidos), com as características químicas (voláteis e fixos) e com decantabilidade (sedimentáveis e não sedimentáveis).

Os sólidos suspensos, quando em altas concentrações, constituem um dos principais problemas de qualidade de água de irrigação, pois promove a obstrução física em sistemas de irrigação localizada. Esse problema ainda pode ser agravado pela presença de bactérias do gênero *Pseudomonas sp* e *Enterobacter sp*, que combinadas com partículas em suspensão, geram um tipo de entupimento não controlável pelos sistemas de filtração (NAKAYAMA; BUCKS, 1986).

Com relação aos sólidos dissolvidos, dificilmente ocasionam obstrução física nos equipamentos. No entanto, havendo interação com outros sais, formam precipitados ou favorecem o crescimento de lodo que podem obstruir emissores (NAKAYAMA; BUCKS, 1986). Além disso, como os sais fazem parte dos sólidos dissolvidos (PORTO et al., 1991), o seu excesso na água de irrigação pode salinizar o solo, dificultando ou impedindo a absorção de água pelas plantas (AYERS; WESTCOT, 1994).

O potencial hidrogeniônico (pH) é um índice que representa a concentração de íons de hidrogênio H^+ (em escala logarítmica) e indica a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água (VON SPERLING, 1996). Dependendo do seu valor na água, pode contribuir na obstrução de tubulações e emissores em sistemas localizados. Águas com valores de pH acima de 7 promovem a precipitação de carbonatos de cálcio e magnésio em águas com alta dureza (NAKAYAMA; BUCKS, 1986) e a precipitação de alguns fertilizantes fosfatados de baixa solubilidade, quando utilizados para a fertirrigação (COELHO et al., 2002).

Outra variável muito associada à obstrução física de sistemas de irrigação localizada é o ferro total. O ferro na água origina-se naturalmente do contato constante entre a água e os solos e seus materiais de origem. Formados a base de sesquióxidos de ferro, podem tornar-se solúvel na água por reações de redução (comum no processo de intemperismo) que transformam o ferro da forma Fe^{3+} (insolúvel) para a forma Fe^{+2} (solúvel).

O ferro, atualmente, é um dos principais problemas na água de irrigação, devido a sua capacidade de obstruir fisicamente as tubulações e emissores dos sistemas localizados. Isto ocorre porque o ferro reduzido (solúvel na água) passa pelos sistemas físicos de filtragem e podem se oxidar tornando-se insolúvel. Após a oxidação, o ferro fica retido nas paredes do tubo provocando aumento nas perdas de carga e comprometendo o projeto de irrigação (HERNANDEZ et al., 2001).

Problemas de obstrução física de tubulações por microrganismos também já foram relatados (AYERS; WESTCOT, 1994). Este problema é causado em função do crescimento de pequenas quantidades de microrganismos (algas, fungos e bactérias), caracóis e larvas. Mas quando algum

fator ambiental favorece sua multiplicação, podem atingir concentrações suficientemente grandes para obstruir tubulações e emissores.

2.2 Risco de Contaminação dos Alimentos

Na maioria dos municípios rurais do Brasil, um dos principais problemas encontrados com relação a contaminação dos alimentos via água de irrigação, está associado a concentração de microrganismos patogênicos na água.

A maioria das bactérias encontradas na água é proveniente do solo, sendo a maior parte composta de bactérias saprófitas, nitrificadoras e fixadoras de nitrogênio, responsáveis pela decomposição da matéria orgânica. No entanto, existem bactérias presentes na água que podem ser patogênicas, como as do grupo coliformes, que segundo Soares e Maia (1999), são em sua maioria bactérias intestinais, excretadas pelas fezes e não são geralmente patogênicas, embora sua presença nas águas, indica a possibilidade de ocorrência de germes patogênicos.

As bactérias do grupo coliformes podem se dividir em coliformes totais e coliformes termotolerantes (antigamente denominadas de coliformes fecais). Os coliformes totais constituem-se em um grande grupo de bactérias que tem sido isolada de amostras de águas e solos poluídos e não poluídos, bem como de fezes de seres humanos e outros animais de sangue quente. Já os coliformes termotolerantes, são bactérias indicadoras de organismos originários do trato intestinal humano e de outros animais homeotérmicos (VON SPERLING, 1996).

Sendo assim, se a água utilizada para a irrigação é proveniente de um manancial que recebe esgoto doméstico, a determinação dos coliformes termotolerantes é imprescindível, pois de acordo com von Sperling (1996), são os principais indicadores de contaminação fecal.

Outras substâncias que podem contaminar os alimentos via água de irrigação são os metais pesados e carcinógenos e outras substâncias químicas, principalmente as orgânicas (PESCOD, 1992). A avaliação da

concentração dessas substâncias na água de irrigação não é usualmente realizada, pois em águas naturais geralmente não existe esse tipo de problema. Porém, quando a água utilizada em irrigação recebe algum tipo de efluente, especialmente os industriais, as avaliações dessas variáveis devem ser adotadas.

No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), estabeleceu por meio da resolução nº 357 de 2005, a classificação das águas e seus respectivos padrões de qualidade (CONAMA, 2005), em que as águas doces utilizadas para a irrigação estão incluídas nas classes 1, 2 e 3.

2.3 Risco de Salinização e Redução da Infiltração de água no Solo

Os sais presentes na água, segundo Ayers e Westcot (1994), originam-se da dissolução ou intemperização das rochas e solos, incluindo a dissolução lenta do calcário, do gesso e de outros minerais. Mas o lançamento de esgotos não tratados pode contribuir com até 550 mg L⁻¹ de sólidos dissolvidos fixos (VON SPERLING, 1996), dentre os quais, grande parte, corresponde aos sais dissolvidos.

O principal problema do uso de água com excesso de sais é que, após a sua deposição no solo, se acumula a medida em que a água é evaporada ou evapotranspirada (AYERS; WESTCOT, 1994), processo este que pode resultar na salinização do solo. O aumento da salinidade do solo faz com que a planta tenha que extrair a água com maior gasto de energia, devido ao aumento do potencial osmótico. Esse efeito pode promover redução da produtividade das plantas e, dependendo da magnitude, provocar morte em plantas sensíveis aos sais e até inviabilizar áreas para a agricultura (WATER RESEARCH COUNCIL, 1989).

A condutividade elétrica da água é a sua capacidade de transmitir a corrente elétrica devido a presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em ânions e cátions (PORTO et al., 1991), sendo, por isso, um dos parâmetros químicos mais utilizados como indicativo da quantidade de sais dissolvidos na água.

Outro efeito da qualidade da água sobre o solo é na taxa de infiltração de água, sendo relacionado com a salinidade e a razão de adsorção de sódio (RAS). Segundo Bernardo et al. (2006), a capacidade de infiltração de um solo cresce com o aumento de sua salinidade e decresce com o aumento da RAS e/ou decréscimo de sua salinidade. Isto ocorre, porque enquanto o cálcio promove a formação de agregados melhorando a estrutura e, conseqüentemente, a infiltração de água no solo, o sódio promove a dispersão das partículas do solo, prejudicando a infiltração. No entanto, a taxa de infiltração só é prejudicada se a relação entre sódio e cálcio for maior que 3:1 (AYERS; WESTCOT, 1994).

2.4 Risco de Toxicidade às Plantas

O excesso de alguns elementos na água de irrigação, assim como em animais, também pode ocasionar toxicidade nas plantas. O excesso de nitrogênio e de elementos traços na água de irrigação pode afetar o desenvolvimento da planta e reduzir as produtividades das culturas, dependendo do tipo de cultura e da quantidade desses elementos na água (AYERS; WESTCOT, 1994).

Dentre os efeitos de metais pesados nas plantas pode-se citar danos a membrana plasmática, inativação de enzimas citoplasmáticas, estresse oxidativo, comprometimento da fotossíntese e interferência no metabolismo de macro e micronutrientes (RODRIGUES et al., 2016).

Portanto, é imprescindível a necessidade de avaliação da qualidade da água de irrigação caso exista algum indício de presença de fonte poluidora em excesso de algum elemento químico que pode ocasionar toxicidade às plantas.

2.5 Classificação da Qualidade da Água para a Irrigação

A classificação da qualidade da água para irrigação, aqui proposta, considera os seguintes problemas relacionados ao seu uso na irrigação: (1) risco de dano físico aos sistemas de irrigação localizada, (2) risco de

contaminação dos alimentos, (3) risco de salinização e redução da infiltração de água no solo e (4) risco de toxicidade às plantas.

2.5.1 Risco de dano físico aos sistemas de irrigação

A classificação quanto ao risco de danos físicos aos sistemas de irrigação foi proposta por Nakayama e Bucks (1986) e considera variáveis físicas, químicas e biológicas de qualidade de água (Tabela 1).

Tabela 1. Valores de referência para a classificação da qualidade da água de irrigação de acordo com o risco de dano a sistemas de irrigação localizada.

Parâmetro	Unidade	Risco de Dano		
		Baixo	Médio	Alto
Físico				
Sólidos Suspensos	mg L ⁻¹	< 50	50 – 100	> 100
Químico				
pH		< 7,0	7,0 – 8,0	> 8,0
Sólidos Dissolvidos	mg L ⁻¹	< 500	500 – 2.000	> 2.000
Manganês	mg L ⁻¹	< 0,1	0,1 – 1,5	> 1,5
Ferro Total	mg L ⁻¹	< 0,1	0,1 – 1,5	> 1,5
Sulfito de Hidrogênio	mg L ⁻¹	< 0,5	0,5 – 2,0	> 2,0
Biológico				
População de Bactérias	Colônias mL ⁻¹	<10.000	10.000 – 50.000	> 50.000

Fonte: NAKAYAMA e BUCKS (1986).

É imprescindível que o risco de obstrução física de sistemas de irrigação localizada seja avaliado, considerando que em casos mais graves, pode resultar na necessidade de substituição de todo sistema (tubulações e emissores) em um curto tempo de uso, com significativos impactos econômicos para o produtor rural.

2.4.2. Risco de contaminação de alimentos

Para a classificação da qualidade da água em função do risco à contaminação de alimentos irrigados, a proposta é seguir a resolução CONAMA n. 357/2005 (CONAMA, 2005). Nesta resolução as águas são classificadas

para os diferentes usos múltiplos, de acordo com sua qualidade, sendo que as águas destinadas para a irrigação são as águas doces de classes variando de 1 a 3 (Tabela 2).

Tabela 2. Classes de água e seus usos em irrigação, conforme resolução CONAMA n. 357/2005.

Classe	Uso em irrigação
Especial	Não são destinadas para o uso na irrigação
1	Destinadas a irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película
2	Destinadas para a irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto
3	Destinadas para a irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras
4	Não são destinadas para o uso na irrigação

É possível observar pela Tabela 2 que, em função de sua ótima qualidade, as águas especiais são destinadas ao consumo humano e a preservação ambiental, enquanto as águas de classe 4, em função de sua qualidade ruim, não são destinadas à irrigação.

Nas Tabelas 3 e 4 estão os padrões de valores máximos de elementos inorgânicos e orgânicos para uso das três classes de água na irrigação, quanto ao risco de contaminação de alimentos.

Tabela 3. Valores de referência de substâncias inorgânicas (expresso em mg L⁻¹) para a classificação da qualidade da água de irrigação de acordo com o risco de contaminação dos alimentos irrigados.

Classe	Classe		Classe	
	1 e 2	3	1 e 2	3
Alumínio dissolvido	0,1	0,2	Fósforo total ^b	0,1 0,15
Antimônio	0,005		Lítio total	2,5
Arsênio total	0,01	0,033	Manganês total	0,1 0,5
Bário total	0,7	1,0	Mercúrio total	0,0002 0,002

Berílio total	0,04	0,1	Níquel total	0,025	
Boro total	0,5	0,75	Nitrato	10,0	
Cádmio total	0,001	0,010	Nitrito	1,0	
Chumbo total	0,01	0,033	Nitrogênio amoniacal total (pH ≤ 7,5)	3,7	13,3
Cianeto livre	0,005	0,022	Nitrogênio amoniacal total (7,5 < pH ≤ 8,0)	2,0	5,6
Cloreto total	250		Nitrogênio amoniacal total (8,0 < pH ≤ 8,5)	1,0	2,2
Cloro residual total	0,01		Nitrogênio amoniacal total (pH > 8,5)	0,5	1,0
Cobalto total	0,05	0,20	Prata total	0,01	0,05
Cobre dissolvido	0,009	0,013	Selênio total	0,01	0,05
Cromo total	0,05		Sulfato total	250	
Ferro dissolvido	0,3	5,0	Sulfeto (H ₂ S não dissociado)	0,002	0,3
Fluoreto total	1,4		Urânio total	0,02	
Fósforo total ¹	0,020	0,050	Vanádio total	0,1	
Fósforo total ²	0,025	0,075	Zinco total	0,18	5,0

¹Ambiente lântico; ²Ambiente intermediário, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lântico; ³Ambiente lótico e tributários de ambientes intermediários.

É possível observar que, para algumas variáveis inorgânicas e orgânicas de qualidade de água, os valores máximos são mais permissíveis quando a água é destinada a irrigação de culturas arbóreas, cereais e forrageiras. Para as hortaliças e frutíferas, de uma maneira geral, os valores máximos são mais restritivos em função da segurança alimentar.

Outro fator relevante quanto ao risco de contaminação de alimentos irrigados se refere a concentração de micro-organismos patogênicos. Pela resolução CONAMA n. 357/2005, os indicadores para este tipo de contaminante são os coliformes termotolerantes ou *Escherichia coli* (Tabela 5).

Tabela 4. Valores de referência de substâncias orgânicas (expresso em mg L⁻¹) para a classificação da qualidade da água de

irrigação de acordo com o risco de contaminação dos alimentos irrigados.

Classe	1 e 2	3	Classe	1 e 2	3
Acrilamida	0,5		Glifosato	65	280
Alacloro	20		Gution	0,005	
Aldrin + Dieldrin	0,005	0,003	Heptacloro epóxido + Heptacloro	0,01	0,03
Atrazina	2		Hexaclorobenzeno	0,0065	
Benzeno	5		Indeno (1,2,3-cd)pireno	0,05	
Benzidina	0,001		Lindano (g-HCH)	0,02	2,00
Benzo (a)antraceno	0,05		Malation	0,1	100
Benzo (a)pireno	0,05	0,70	Metolacloro	10	
Benzo (b)fluoranteno	0,05		Metoxicloro	0,03	20
Benzo (k)fluoranteno	0,05		Paration	0,04	35
Carbaril	0,02	70	PCBs - Bifenilas policloradas	0,001	
Clordano	0,04	0,30	Pentaclorofenol	9	
2-Clorofenol	0,1		Simazina	2,0	
Criseno	0,05		Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno (LAS)	500	
2,4-D	4,0	30,0			
Demeton	0,1	14,0	2,4,5-T	2,0	
Dibenzo (a,h)antraceno	0,05		Tetracloroeto de carbono	2	3
1,2-Dicloroetano	10		Tetracloroeteno	10	
1,1-Dicloroetano	3	30	Tolueno	2,0	
2,4-Diclorofenol	0,3		Toxafeno	0,01	0,21
Diclorometano	20		2,4,5-TP	10,0	
DDT	0,002	1,000	Tributilestanho	0,063	2,0
Dodecacloro pentaciclo-decano	0,001		Triclorobenzeno	20	
Endossulfan	0,056	0,22	Tricloroetano	30	
Endrin	0,004	0,200	2,4,6-Triclorofenol	10	
Estireno	20		Trifluralina	0,2	

Etilbenzeno	90,0	Xileno	300
Fenóis totais (substâncias que reagem com 4 aminoantipirina)			3 10

Tabela 5. Valores de referência de coliformes termotolerantes para a classificação da qualidade da água de irrigação de acordo com o risco de contaminação dos alimentos.

Classe	Concentração máxima de coliformes termotolerantes
1	200 UFC (100 mL) ⁻¹
2	1.000 UFC (100 mL) ⁻¹
3	4.000 UFC (100 mL) ⁻¹

Obs: Valores devem ser de 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral.

2.4.3. Risco de salinização e redução da infiltração do solo

Quanto ao risco de salinização e redução da infiltração de água no solo em função do uso da água de irrigação, Ayers e Westcot (1994) propuseram algumas variáveis químicas que permitem identificar o risco para este tipo de problema (Tabela 6).

Tabela 6. Valores de referência de variáveis químicas para a classificação da qualidade da água de irrigação de acordo com o risco de salinização e redução da infiltração de água no solo.

Problemas	Unidade	Classificação		
		Baixo	Moderado	Alto
Salinização do solo				
Condutividade Elétrica (CE)	dS m ⁻¹	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0
Sólidos Dissolvidos	mg L ⁻¹	< 450	450 – 2.000	> 2.000
Infiltração de água no solo				

RAS	0 - 3	CE	dS m ⁻¹	> 0,7	0,7 - 0,2	< 0,2
	3 - 6			> 1,2	1,2 - 0,3	< 0,3
	6 - 12			> 1,9	1,9 - 0,5	< 0,5
	12 - 20			> 2,9	2,9 - 1,3	< 1,3
	20 - 40			> 5,0	5,0 - 2,9	< 2,9

RAS - Razão de absorção de sódio, em que:

Na - concentração de sódio na água (meq L⁻¹);

Ca - concentração de cálcio na água (meq L⁻¹);

Mg - concentração de magnésio na água (meq L⁻¹);

Fonte: adaptado de AYERS e WESTCOT (1994).

2.4.4 Risco de toxicidade as plantas

Dependendo da concentração de alguns elementos na água de irrigação, ela pode ser tóxica às plantas, resultando desde desenvolvimento deficiente até a morte. Da mesma forma, Ayers e Westcot (1994) apresentaram as concentrações de elementos químicos que decorrem em risco de toxicidade em plantas (Tabela 7).

Tabela 7. Valores de referência de variáveis químicas para a classificação da qualidade da água de irrigação de acordo com o risco de toxicidade as plantas.

Problemas	Unidade	Classificação		
		Baixo	Moderado	Alto
Toxidez Iônica Específica				
Sódio (Na)		RAS		
Irrigação por superfície	meq L ⁻¹	< 3	3 - 9	> 9
Irrigação por aspersão	meq L ⁻¹	< 3	> 3	
Cloro (Cl)				

Irrigação por superfície	meq L ⁻¹	< 4	4 – 10	> 10
Irrigação por aspersão	meq L ⁻¹	< 3	> 3	.
Boron (B)	mg L ⁻³	< 0,7	0,7 – 3,0	> 3,0
Afeta a Susceptibilidade da Cultura				
Nitrogênio (NO ₃ - N)	mg L ⁻³	< 5	5 – 30	> 30
Elementos Traços				
Parâmetro	Limite Máximo (mg L ⁻³)	Parâmetro	Limite Máximo (mg L ⁻³)	
Al (Alumínio)	5,00	Mn (Manganês)	0,20	
As (Arsênio)	0,10	Mo (Molibdênio)	0,01	
Be (Berílio)	0,10	Ni (Níquel)	0,20	
Cd (Cadmio)	0,01	Pd (Chumbo)	5,00	
Co (Cobalto)	0,10	Se (Selênio)	-	
Cr (Cromo)	0,10	Sn (Estanho)	-	
Cu (Cobre)	0,20	Ti (Titânio)	-	
F (Flúor)	1,00	W (Tungstênio)	-	
Fe (Ferro)	5,00	V (Vanádio)	0,10	
Li (Lítio)	2,50	Zn (Zinco)	2,00	

Fonte: adaptado de AYERS e WESTCOT (1994).

3 CONTROLE E TRATAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

As medidas preventivas a serem adotadas para a melhoria da qualidade da água de irrigação deve iniciar-se para o controle da poluição difusa na bacia hidrográfica, dentre as quais pode-se destacar: (1) utilização de técnicas conservacionistas de plantio (plantio direto e cultivo mínimo); (2) manutenção de cobertura vegetal na entre linha das culturas perenes; (3) conservação das pastagens (adubação); (4) restauração florestal nas matas ciliares e áreas de preservação permanente; (5) implementação do plano municipal de controle de erosão; (6) implantação de sistemas eficiente de gerenciamento de resíduos sólidos; e (7) fiscalização dos sistemas de drenagem urbanos em loteamentos residenciais e industriais. Da mesma forma, deve ser realizado o controle da poluição pontual com

destaque a implantação de sistemas eficientes de tratamento de esgotos sanitários e industriais.

Para soluções corretivas, visando evitar ou atenuar os problemas de obstrução física em sistemas de irrigação localizada, seria necessário a adoção de sistemas com dois filtros (SOCCOL, 2003), um primário e outro secundário. Algumas recomendações de sistemas de filtragem para irrigação localizada estão apresentadas na Tabela 8.

Tabela 8. Recomendações para a seleção de sistemas de filtragem para sistemas de irrigação localizada.

Tipo de contaminante	Concentração	Carga aproximada (mg L ⁻¹)	Tela na sucção da bomba ¹	Separador centrífugo ²	Filtro de tela	Filtro de areia
Orgânico ou mistura orgânico e inorgânico	Leve	≤ 10	X	X		X
	Moderada	10-25	X	X		X
	Média	25-50	X	X		X
	Média/alta	50-75	X	X		X
	Alta	75-100	X	X		X
	Muito alta	> 100	X	X		X ²
Inorgânicos	Leve	≤ 10	X	X	X	X
	Moderada	10-25	X	X	X	X
	Média	25-50	X	X	X ²	X
	Média/alta	50-75	X	X	X ²	X
	Alta	75-100	X	X		X
	Muito alta	> 100	X	X		X ²

¹Recomenda-se tela na sucção da bomba somente como pré-tratamento antes do filtro primário.

²Recomenda-se separadores centrífugos somente para a remoção de ma-

terial inorgânico com peso específico $\geq 2 \text{ g cm}^{-3}$ e deve ser utilizado em conjunto com o filtro de tela e areia.

³É recomendado em pré-tratamento com separador centrífugo.

Fonte: Modificado de PHILIPS (1995) citado por SOCCOL (2003).

No entanto, esses sistemas retêm somente os sedimentos em suspensão, sendo também recomendado outras medidas quanto ao ferro total, como o uso de aeradores, tanques de sedimentação (em alguns casos), tratamento com cloro e abertura periódica dos finais de linhas.

Quando o problema for a deposição de cálcio nas tubulações e emissores, deve-se proceder periodicamente a aplicação de ácidos sulfúricos e clorídricos nas tubulações.

Já a salinização do solo é um problema restrito a poucas regiões do Brasil. De acordo com Bernardo et al. (2006), na maioria das regiões brasileiras as chuvas são suficientes para promover a lixiviação do excesso de sais. No caso de regiões semiáridas, quando houver necessidade, deve-se acrescentar, além da lâmina necessária à cultura, uma quantidade adicional de água para realizar a lixiviação dos sais do solo.

No caso de fonte de micro-organismos patogênicos, a utilização da água para a irrigação oferecerá mais riscos de contaminação se a água atingir os alimentos e se estes forem consumidos crus e/ou com a casca, que por sua vez, dependerá do tipo de sistema empregado e do tipo de cultura a ser irrigada. Portanto, dependendo da situação, pode-se adequar as tecnologias de irrigação de maneira que a água não atinja o alimento que será consumido de forma direta.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A avaliação da qualidade da água para fins de irrigação é de fundamental importância na adoção da técnica, pois influenciará no dimensionamento e tipo de sistema de irrigação a ser adotado, na necessidade de sistemas de tratamento ou de filtragem, na cultura a ser explorada, no manejo da irrigação, nos custos operacionais do sistema e no manejo do solo.

Neste capítulo, evidenciou-se que, embora existam diversas classifi-

cações de qualidade de água de irrigação na literatura, estas se restringem de maneira distinta ao problema que poderá ocasionar (no sistema de irrigação, na contaminação de alimentos, no solo e nas plantas). Outro problema é que algumas dessas classificações foram desenvolvidas em condições diferentes das brasileiras, e, por isso, os limites estabelecidos podem sofrer variações em relação às condições em que foram determinadas.

Nesse sentido, esforços futuros devem ser engendrados a fim de desenvolver uma metodologia unificada, que permita classificar a água de irrigação em relação aos diferentes problemas e nas condições brasileiras, resultando em maior confiabilidade no uso da água para a irrigação e no consumo de alimentos irrigados.

REFERÊNCIAS

AYERS, R.S; WESTCOT, D. W. **Water quality for agriculture**. Roma: FAO Irrigation and Drainage, Paper 29, 1994. Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/003/T0234E/T0234E00.htm>>. Acesso: 02 jun. 2005.

BERNARDO, S; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de Irrigação**. 8. ed. Viçosa: Imprensa Universitária, UFV, 2006. 625p.

CARVALHO, N. de O. **Hidrossedimentologia prática**. Rio de Janeiro: CPRM, 1994. 372p.

COELHO, E. F.; OLIVEIRA, A. S.; BORGES, A. L. Aspectos básicos da fertirrigação. In: BORGES, A. L.; COELHO, E. F.; TRINDADE, A. V. **Fertirrigação em fruteiras tropicais**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. cap. 1, p. 9-14.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente CONAMA 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. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2019.

HERNANDEZ, F.B.T.; SILVA, C. R.; SASSAKI, N.; BRAGA, R. S. Qualidade de água em um sistema irrigado no noroeste paulista. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001, Foz de Iguaçu. **Anais do XXX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. 1 CD-ROM.

NAKAYAMA, F.S.; BUCKS, D.A. **Trickle irrigation for crop production**. St. Joseph: ASAE, 1986. 383p.

PESCOD, M. B. **Wastewater treatment and use in agriculture**. Roma: FAO Irrigation and Drainage, Paper 47, 1992. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/T0551E/t0551e00.htm>. Acesso em: 05 jun. 2004.

PORTO, M. F. A.; BRANCO, S. M.; LUCA, S. J. de. Caracterização da qualidade de água. In: BRANCO, S. M. **Hidrologia Ambiental**. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo / ABRH, 1991. cap. 2, p. 27-66.

RODRIGUES, A. C. D.; SANTOS, A. M.; SANTOS, F. S.; PEREIRA, A. C. C.; SOBRINHO, N. M. B. A. Mecanismos de respostas das plantas à poluição por metais pesados: possibilidade de uso de macrófitas para remediação de ambientes aquáticos contaminados. **Revista Virtual de Química**, v.8, n.1, 2016. p.262-276.

SETTI, A. A.; LIMA, J. E. F. W.; CHAVES, A. G. de M.; PEREIRA, I. de C. **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. Brasília: ANAEE; ANA, 2001. 328p.

SOARES, J. B; MAIA, A. C. F. **Água: microbiologia e tratamento.** Fortaleza: EUFC, 1999. 206p.

SOCOL, O. J. **Construção e avaliação de hidrociclone para a pré-lavagem de água de irrigação.** Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior De Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2003.

VON SPERLING, M. **Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental/UFMG, 1996. 246p.

WATER RESEARCH COUNCIL. **Irrigation-induced water quality problems: what can be learned from the San Joaquin Valley experience.** Washington: National Research Council, 1989. 157p.

A RELAÇÃO ENTRE RESÍDUOS PROVENIENTES DE ATIVIDADES QUE ENVOLVEM ANIMAIS, A SAÚDE PÚBLICA E O MEIO AMBIENTE

Danila Fernanda Rodrigues Frias

Dora Ines Kozusny-Andreani

Vanessa Felipe de Souza

A relação entre impactos ambientais e a prática da medicina veterinária é estabelecida por uma rede complexa de variáveis que, na maioria das vezes, carece de referências científicas robustas.

De modo geral, a pressão provocada por atividades que envolvem animais sobre o meio ambiente pode ser associada à finalidade a que se propõe, assim como às características dos resíduos gerados a partir destas. Nesse sentido, podemos exemplificar algumas áreas da medicina veterinária que apresentam diferenças qualitativas e quantitativas sobre a produção de resíduos como: por um lado, a clínica médica e cirurgia, a medicina veterinária esportiva, e a perícia médica, que via de regra tendem a produzir menor volume de resíduos isoladamente; e, por outro lado a vigilância e a inspeção sanitária, o agronegócio e a produção animal, que pela própria natureza da atividade aportam maior volume de resíduos.

Os resíduos derivados de atividades ligadas a animais apresentam características bastante diversas e podem incluir desde embalagens descartáveis de alimentos e medicamentos, restos de produtos de uso veterinário, materiais perfurocortantes, restos de alimentos, excreções, cadáveres ou partes, subprodutos de abatedouros frigoríficos, dejetos variados, como cama de frango, e águas residuais, entre outros, podendo estes representar ou não perigo à saúde humana.

Conselho Editorial Acadêmico

- Prof. Dr. Alexandre Rocha da Silva
UFRGS — Humanas
Profa. Dra. Carla Alexandra Ferreira
UFSCar — Humanas
Prof. Dr. Creso Machado Lopes
UFAC — Saúde
Prof. Dr. Ivan Nunes Silva
USP — Exatas
Prof. Dr. João Carlos da Rocha Medrado
UFG — Exatas
Prof. Dr. Kazuo Kawano Nagamine
FAMERP — Saúde
Profa. Dra. Maria Tercília Vilela de A. Oliveira
UNESP — Biológicas
Profa. Dra. Romélia Pinheiro Gonçalves
UFC — Biológicas

Edição

Prof. Dr. João Paulo Vani
MTB 60.596/SP

Revisão

HN Editora & Publieditorial

Capa

HN Editora & Publieditorial

Ilustração da capa

Cláudia Figueiredo

Produção gráfica e diagramação

HN Editora & Publieditorial

Editora

HN Editora & Publieditorial

Todos os direitos desta edição são reservados ao autor.

HN Editora

Rua Cap. José Maria, 164, Jd. Europa
São José do Rio Preto (SP) CEP 15014-460

Site: www.editorahn.com.br
e-mail: contato@editorahn.com.br

**CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO-NA-FONTE
SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ**

C151

Campato Jr, João Adalberto

Ciências Ambientais: Interdisciplinaridade, Ensino e Pesquisa / João Adalberto Campato Jr. - São José do Rio Preto, SP: HN, 2019.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-60521-87-6

1. Ciências Ambientais. 2. Literatura I. Campato Jr, João Adalberto. II. Título

CDD: 599.53

APRESENTAÇÃO

Ciências Ambientais: Interdisciplinaridade, Ensino e Pesquisa é o título do novo livro do Programa de Mestrado Interdisciplinar em Ciências Ambientais, da Universidade Brasil, sediado em Fernandópolis/SP.

Trata-se de uma obra que se mantém focada no hoje indispensável diálogo que diferentes áreas de conhecimento estabelecem a propósito das ciências ambientais. O resultado disso é, quase sempre, uma abordagem que apresenta condições de contemplar os fenômenos ambientais de ângulo mais holístico e, portanto, aparelhado o bastante para já não se assombrar tanto com as dificuldades que nos impõe a tentativa de conhecimento profundo e sistemático de uma realidade intrincada, multifacetada e em constante transformação.

É preciso agradecer a algumas pessoas sem cujo apoio não haveria a concepção deste livro; tampouco sua efetiva realização. Assim, seguem os melhores agradecimentos ao Dr. Fernando Costa, à Dra. Cláudia Pereira e ao Dr. Ericson Dias Mello, que têm estimulado, institucionalmente, a Universidade Brasil a tomar posse definitiva de sua vocação na área de pesquisa científica. Ao Prof. Dr. Luis Sérgio Vanzela, Coordenador do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais; aos professores e aos alunos do Programa e a Ecreziana dos Santos Silva, nossa diligente Secretária.

Cumpramos agradecer, igualmente, aos autores convidados de outras instituições, que aceitaram cooperar de imediato com o projeto de refletir interdisciplinarmente sobre o meio ambiente. Nessa mesma linha de pensamento, expressamos especial gratidão às Professoras Doutoras Angélica Góis Morales e Cristiane Hengler Corrêa Bernardo, respectivamente, prefaciadora e autora dos textos da orelha deste livro, cuja capa foi tão inspiradoramente concebida pela artista plástica Cláudia Figueiredo.

CIÊNCIAS AMBIENTAIS:
INTERDISCIPLINARIDADE,
ENSINO E PESQUISA

JOÃO ADALBERTO CAMPATO JR. (ORG)

