

Dahlem Workshop on Exchange of traces gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere, Berlin, 1989. p. 175-187.

SASS, R.L.; FISHER, F.M.; LEWIS, S.T. Methane emissions from rice fields: effect of soil properties. *Global Biogeochemical Cycles*, v. 8, p. 135-140, 1994.

A QUALIDADE DA ÁGUA EM ÁREAS CULTIVADAS COM ARROZ IRRIGADO

Francisco C. Deschamps ⁽¹⁾; José A. Noldin ⁽¹⁾; Domingos S. Eberhardt ⁽¹⁾; Ronaldir Knoblauch ⁽¹⁾. ⁽¹⁾ EPAGRI, Estação Experimental de Itajaí. Caixa Postal 277, 88301-970, Itajaí, SC. xicodsc@hotmail.com

Palavras chave: metodologia, fósforo, impacto ambiental, nitrogênio, bacia hidrográfica

A elevada produtividade alcançada atualmente pela cultura do arroz, depende da disponibilidade de água de boa qualidade. Considerando que as práticas culturais envolvem revolvimento de solo e aplicação de agroquímicos, a cultura do arroz apresenta-se como potencial comprometedor da qualidade da água. Como recurso limitado e também essencial para várias outras atividades, bacias onde a cultura é desenvolvida passam então a se constituir em áreas de conflito na disputa pela sua utilização. Neste ponto, constitui-se ainda um desafio dimensionar o exato impacto da cultura do arroz irrigado na qualidade da água de bacias onde a cultura se desenvolve. Em parte isto decorre das complexas relações existentes na dinâmica hídrica e na dificuldade que se tem de caracterizar fontes difusas de poluição, já que em uma bacia, inúmeras atividades estão presentes (COUILLARD e LEFEBVRE, 1985). Outra dificuldade associada, diz respeito a falta de valores de referência que permitam detectar alterações que possam ser caracterizadas como poluidoras, com a identificação de sua origem. Apesar de disponível, a legislação apresenta-se limitada nessa área, já que considera poucos parâmetros e não leva em consideração fatores regionais geológicos que afetam a qualidade da água.

É importante considerar que os diversos componentes físico-químicos da água representam riscos distintos quando alterados, devendo também ser levado em consideração em situações de conflito. Elevadas concentrações iniciais de elementos na água da cultura do arroz irrigado, podem ser reduzidos se o sistema for mantido fechado, sem perdas por drenagem (FURTADO e LUCA, 2001).

No presente trabalho, foram determinadas as frequências com que alguns parâmetros de qualidade de água se apresentariam alterados, a partir do estabelecimento de valores limites, em seis bacias hidrográficas de Santa Catarina.

As amostras foram coletadas nas safras 1998/99 e 1999/00, abrangendo o período de agosto a maio dos respectivos anos. Os pontos de coleta se localizaram a montante, na área de drenagem e a jusante das lavouras. Após a coleta, as amostras foram analisadas seguindo-se os procedimentos descritos no Standard Methods (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1992), com algumas adaptações.

As bacias dos rios Itajaí e Itapocú se localizam na região norte do estado, enquanto as do rio Araranguá, Mampituba, D'una e Tubarão representam a área sul do estado. É nestas bacias hidrográficas que se concentra a maioria das áreas de cultivo de arroz irrigado em Santa Catarina. Para o estabelecimento dos valores médios e seus respectivos desvios, do total de amostras processadas em cada bacia eliminou-se os valores extremos superiores e inferiores, correspondendo a 10% do número de valores em cada sentido. Dessa maneira, 80% do total de resultados processados foi utilizado. Já para a determinação do percentual de valores fora dos limites estabelecidos, todos os valores determinados foram considerados.

Na Tabela 1 estão apresentados os valores médios e o desvio padrão determinados para os parâmetros estudados em cada bacia. Também consta os valores limites, aqui denominados de valores de corte, sobre os quais os resultados de análise foram comparados. Os valores superiores foram então considerados fora dos limites. Apesar de

discutível em termos absolutos, esta referência permite identificar aqueles parâmetros que representam eventuais indicadores de alteração da qualidade da água em uma bacia.

Os valores médios determinados para as seis bacias, estiveram em sua maioria, abaixo do limite de corte estabelecido (Tabela 1). Observa-se que os valores médios de fosfato-orto estão freqüentemente acima do limite estabelecido para corte (Tabela 1). Entretanto, estão próximos aos determinados por FURTADO e LUCA (2001), especialmente nos períodos que correspondem ao início do cultivo. Em ambos os casos, os valores de P estão bastante acima daquele estabelecido para os valores de P em águas brutas, estabelecidos pela resolução nº 20 do CONAMA (0,025 mg/L de P), ou mesmo daqueles descritos por MACEDO et al., (2001). Isto se refletiu na elevada frequência com que este parâmetro esteve fora dos limites estabelecidos em todas as bacias estudadas (Tabela 2). Pela sua importância nos processos de eutrofização, o significado destas concentrações deve ser melhor estudado com vistas a contribuir não somente para aspectos ambientais, mas também com a legislação vigente.

Cálcio e magnésio também apresentaram algumas situações em que os valores médios determinados estiveram acima dos limites estabelecidos, particularmente na bacia do rio Tubarão. Isto resultou na maior frequência de valores fora dos limites que esta bacia apresentou para os dois parâmetros (Tabela 2). Apesar dos valores médios de magnésio serem elevados na área do rio Itapocú, isto não resultou em elevadas frequência de valores fora dos limites estabelecidos no presente estudo (Tabelas 1 e 2). O potássio foi outro elemento cuja frequência de valores acima dos limites apresentou-se elevada. Neste caso as bacias do sul do estado apresentaram frequências elevadas em relação as áreas do Itajaí e Itapocú. Cálcio, magnésio e potássio, estão intimamente associados a condutividade, a alcalinidade e a dureza. Pode-se observar que a dureza apresentou maior número de alterações que a alcalinidade, com destaque para o rio Tubarão (Tabela 2). Isto evidencia os efeitos do magnésio se sobrepõe ao do cálcio e mesmo do potássio, já que este elemento associa-se diretamente com a dureza. É importante observar que o efeito destes elementos se reflete claramente na condutividade nas áreas do sul do estado. As razões pelas quais estes elementos estão mais presentes naquelas áreas em relação ao norte, merece estudos mais detalhados. Por outro lado, isto evidencia que a natureza dos diversos corpos d'água é distinta, devendo ser levado em consideração quando das discussões a respeito de eventuais limites estabelecidos na legislação.

Outro parâmetro que pode ser indicador da atividade orizícola é a turbidez. A frequência com que este parâmetro ultrapassou a 40 NTUs pode ser considerada elevada em todas as áreas estudadas (Tabela 2). Embora pouco provável, o cultivo do arroz poderia contribuir para este efeito, nas épocas de preparo de solo e em pontos situados nas áreas de drenagem e a jusante das áreas de lavoura. Pela abrangência da amostragem, parece que os resultados elevados de turbidez esteja relacionado mais aos fenômenos da natureza, como chuvas e enxurradas, já que os níveis de precipitação no estado são elevados. As consequências maiores do aumento da turbidez na água estão associadas a limitação na penetração da luz e a redução na produção primária do sistema.

O pH é o parâmetro que apresenta mínimas diferenças entre as médias observadas nas bacias estudadas. Observa-se entretanto, que nas áreas do rio Araranguá e Tubarão apresentaram de 19,4 e 11,8% de valores fora dos limites, contra praticamente nenhum das áreas do norte do estado. Em várias amostras coletadas no sul, observou-se valores de pH bastante baixo (<3) para águas superficiais. As razões associadas a isso, podem estar relacionadas não somente a geologia local, mas também aos reflexos da intensa exploração de carvão que a região foi submetida ao longo de muitos anos.

Nas seis bacias estudadas, a maior frequência de valores fora dos limites foi observado com fosfato-orto e turbidez. A bacia do rio Tubarão foi a que apresentou o maior número de parâmetros com valores superiores aos estabelecidos como limite no presente estudo.

Vale registrar que nitrato e nitrito não apresentaram valores fora dos adrões estabelecidos pela resolução do nº 20 do CONAMA. É possível observar então que estes

parâmetros não apresentam importâncias nos ambientes estudados, ou, que os valores estabelecidos na legislação estão superestimados.

Tabela 1 - Média e desvio padrão dos parâmetros analisados nas amostras coletadas nas áreas de arroz irrigado em algumas bacias hidrográficas.

Parâmetro	Valores ¹ Potabilidade	Valores ² Corte	Araranguá		D'Una		Tubarão		Mampituba		Itapocú		Itajaí	
			Média	D. P. ³	Média	D. P. ³	Média	D. P. ³	Média	D. P. ³	Média	D. P. ³	Média	D. P. ³
N_Nitrato (mg/L)	< 0,01	> 10 *	0,47	0,34	0,17	0,11	0,25	0,21	0,32	0,17	0,35	0,22	0,40	0,27
N_Nitrito (mg/L)	< 0,005	> 1,0 *	0,05	0,03	0,02	0,01	0,04	0,02	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,02
Fosfato Orto (mg/L PO ₄)	< 0,02	> 1	1,25	1,25	0,91	1,07	1,44	2,39	1,13	0,83	1,40	1,17	1,12	0,78
pH	6,5-7,5	6,0-9,0 *	6,12	0,68	6,34	0,26	6,38	0,37	6,56	0,25	6,57	0,41	6,56	0,36
Potássio (mg/L)	< 0,2	> 10	5,21	3,83	4,61	4,36	7,81	5,67	4,73	4,37	3,04	1,58	3,00	0,98
Turbidez (NTU)	< 5,0	> 40 *	36,9	37,7	19,9	14,7	27,1	23,1	42,0	41,5	38,1	28,7	29,7	19,6
Alcalinidade (mg/L)	< 20,0	> 200	33,7	12,5	28,3	12,9	34,6	14,7	27,6	6,5	37,7	8,3	37,3	8,4
N_Amônia (mg/L)	< 0,25	> 3	0,91	0,67	0,51	0,32	0,80	0,48	0,83	0,45	0,68	0,51	0,98	0,78
Cálcio (mg/L)	< 1,0	> 5	4,01	3,56	2,72	2,79	5,70	3,77	2,40	2,25	1,57	1,61	2,52	1,73
Condutividade (uS/cm)	< 50,0	> 1000	254,0	424,3	255,6	453,6	639,4	693,8	176,8	305,9	58,2	13,7	134,2	159,8
Ferro total (mg/L)	< 0,1	> 5	0,93	0,93	0,49	0,37	0,26	0,31	0,73	0,60	1,00	0,69	1,42	0,77
Magnésio (mg/L)	< 0,2	> 5	4,32	5,82	6,65	13,40	12,69	13,09	2,28	1,87	16,36	36,01	2,53	0,14
Fósforo total (mg/L PO ₄)	< 1,0	> 5	1,91	1,77	1,36	0,90	0,93	0,88	1,50	1,33	1,21	1,35	2,10	1,39
Dureza (mg/L)	< 20,0	> 200	48,9	34,8	40,5	27,5	106,0	61,0	37,5	23,3	26,1	12,6	38,2	22,0
Número de amostras			388		75		102		92		399		590	

¹ Valores de potabilidade = Valores de referência que atendem a maioria dos requisitos de potabilidade

² Valores de corte = Valores acima do qual o parâmetro foi considerado comprometido

³ D.P. = Desvio Padrão

* Valores limites estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 20 para água de Classe 1

Tabela 2 - Frequência (%) das amostras cujos valores ultrapassaram os limites de corte estabelecidos.

Parâmetro	Araranguá	D'Una	Tubarão	Mampituba	Itapocú	Itajaí
N_Nitrato	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
N_Nitrito	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Fosfato Orto	59,6	40,7	47,8	67,0	60,2	68,0
pH	19,4	2,7	11,8	1,1	0,5	0,0
Potássio	32,9	31,5	39,8	26,4	3,5	9,5
Turbidez	47,2	33,3	42,6	47,8	52,1	59,3
Alcalinidade	3,4	1,4	8,1	1,1	0,0	0,0
N_Amônia	17,9	2,7	8,9	8,8	13,0	19,7
Cálcio (mg/l)	44,5	35,6	61,0	30,0	10,5	26,6
Condutividade	20,3	26,0	44,0	15,9	2,0	10,3
Ferro total	21,7	1,3	4,9	17,4	14,0	17,8
Magnésio	32,2	29,6	58,0	25,6	12,5	5,5
Fósforo total	24,1	13,7	9,1	26,4	14,8	28,6
Dureza	17,1	14,7	39,2	15,2	1,8	9,7
Número de amostras	388	75	102	92	399	590

Agradecemos a Embrapa/Prodetab e a Fundagro (Conv. Fundagro/Prodetab 77-1/98) pelo apoio financeiro e administrativo para a execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 18.ed. Baltimore: Victor Graphics, 1992. 1 CD-Rom.

COUILLARD, D.; LEFEBVRE, Y. Analysis of water quality indices. **J. of Environ. Manag.**, v.21, p.161-179, 1985.

FURTADO, R.D.; LUCA, S.J. Dinâmica ambiental de nutrientes na água durante o período de irrigação, em três técnicas de cultivo de arroz (*Oriza sativa* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2, Porto Alegre, **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001. p. 772-774.

MACEDO, V.R.M; MARCOLIN, E.; BOHNEN, H. Levantamento exploratório da composição química das águas utilizadas para irrigação do arroz no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2, Porto Alegre, **Anais...** Porto Alegre: IRGA, 2001. p. 793-795.