

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE ÁGUAS DE SUPERFÍCIE EMPREGADAS EM PULVERIZAÇÕES AÉREAS DE HERBICIDAS

Schröder, E.P., Eng. Agr. M.Sc., responsável técnico Mirim Aviação Agrícola Ltda. (schröder@ufpel.tche.br)
Garcia Filha, A.R., Eng. Quím., prof. assistente DQAI, IQG, UFPel., Baptista da Silva, J., Eng. Agr. Dr., prof. titular, DME, IFM, UFPel., Machado, C.A.O., Técnico químico, laboratorista DQAI, IQG, UFPel.

As águas utilizadas no preparo das caldas de herbicidas pulverizados, por via aérea, em arroz irrigado no sul do Rio Grande do Sul, apresentam-se visivelmente turvas e com partículas de solo em suspensão em 20% das aplicações, considerado um percentual elevado, e que pode ser a causa de diversos insucessos no controle de plantas daninhas com os herbicidas aplicados (Schröder e Pinto, 1997). Mesmo nas situações em que a água apresenta-se com boas condições visuais, podem ocorrer características físico-químicas desfavoráveis comprometendo a eficiência dos herbicidas.

Este trabalho foi desenvolvido dentro do convênio técnico-científico mantido pela UFPel e Mirim Aviação Agrícola Ltda., e teve por objetivo avaliar a qualidade físico-química das águas de superfície, empregadas no preparo das caldas de herbicidas em aeródromos (pistas) agrícolas da região sul do Rio Grande do Sul, ao longo da safra agrícola 1998/99.

O teste de sólidos totais foi concebido para se interpretar quantitativamente a presença total de matéria que não seja água, seja na forma de substâncias dissolvidas, em forma coloidal ou em suspensão. É obtido pela pesagem do resíduo da evaporação de uma amostra correspondendo a sua fase seca (aquecimento contínuo da amostra entre 103 a 105 °C). Consiste no resíduo da desidratação da amostra. Ao se submeter os sólidos a uma temperatura elevada (550 °C), a fração orgânica é oxidada (volatilizada), permanecendo após a combustão apenas a fração inerte (não oxidada). Os sólidos voláteis representam uma estimativa da matéria orgânica nos sólidos, ao passo que os sólidos não voláteis (fixos ou inertes) representam a matéria inorgânica ou mineral.

Os sólidos dissolvidos totais estão constituídos principalmente por carbonatos, bicarbonatos, cloretos, sulfatos, fosfatos. Os sólidos em suspensão são todos os sólidos presentes na água residuária, exceto os solúveis e sólidos em fino estado coloidal. Assim, podemos dividir os sólidos em: sólidos em suspensão, os quais contém partículas superiores a um micrometro e os coloidais, nos quais as partículas são inferiores a um micrometro.

Dureza é a concentração de cátions multimetálicos em solução. Os cátions mais freqüentemente associados à dureza são os cátions divalentes Ca^{2+} e Mg^{2+} . Em condições de supersaturação, esses cátions reagem com ânions na água, formando precipitados. A dureza pode ser classificada como dureza carbonato e dureza não carbonato, dependendo do ânion com a qual ela está associada. A dureza correspondente à alcalinidade é denominada dureza carbonato. A dureza carbonato é sensível ao calor, precipitando-se em elevadas temperaturas.

Alcalinidade é a quantidade de íons na água que reagirão para neutralizar os íons hidrogênio. É uma medição da capacidade da água de neutralizar ácidos (capacidade de resistir às mudanças de pH). Os principais constituintes da alcalinidade são os bicarbonatos, carbonatos e os hidróxidos. A distribuição entre as três formas é função do pH. Os valores de pH entre 4,4 e 8,3 revelam alcalinidade apenas em função de bicarbonatos.

O pH, ou potencial hidrogeniônico, representa a capacidade de íons hidrogênio H^+ , dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água.

A matéria orgânica presente nos corpos d'água e nos esgotos é uma característica de primordial importância, sendo a causadora do principal problema de poluição das águas: o consumo do oxigênio dissolvido pelos microorganismos nos seus processos metabólicos de utilização e estabilização da matéria orgânica.

O termo "oxigênio consumido" quimicamente tem o mesmo significado que a Demanda Química de Oxigênio, DQO, mas é mais utilizado quando o oxidante é o

permanganato. Assim, o oxigênio consumido, também conhecido como “matéria orgânica”, é um indicador da concentração de matéria orgânica do mesmo modo que a DQO; no entanto, a oxidação é realizada em condições menos energéticas. A oxidação com permanganato é mais utilizada para águas limpas, com baixa concentração de matéria orgânica.

Amostras de água foram coletadas por técnicos executores em aviação agrícola da empresa Mirim Aviação Agrícola Ltda. em cinco municípios da região sul do Estado, escolhendo-se cinco aeródromos agrícolas de cada município, ao longo de quatro quinzenas (nov. e dez. /98), perfazendo um total de cem amostras. Numa ficha apropriada foi anotado o aspecto visual, denominado qualidade visual da água (limpa ou suja) e o tipo de fonte de água de superfície (canal, açude, arroio). As amostras foram acondicionadas em frascos adequados, identificadas e transportadas imediatamente para laboratório, onde permaneceram em geladeira.

Nos laboratórios do Departamento de Química Analítica e Inorgânica, da Universidade Federal de Pelotas, foram submetidas as análises de: alcalinidade, pH, dureza, matéria orgânica, sólidos totais, sólidos dissolvidos, sólidos fixos e sólidos suspensos.

Os reagentes utilizados foram os pertinentes ao método utilizado e de grau analítico P.A. Os métodos utilizados para matéria orgânica, dureza, alcalinidade, sólidos totais, dissolvidos, fixos e suspensos foram os recomendados pelo Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (RAND *et al*, 1995). O pH foi determinado por potenciômetro.

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística. O atributo qualidade visual da água foi utilizado para verificar seu relacionamento com a presença de sólidos totais e matéria orgânica, através de tabelas de contingência com 4 classes de sólidos totais (75-146,5; 146,5-218; 218-289,5; 289,5-440,5) e 5 classes de matéria orgânica (8,1-12,1; 12,1-16,1; 16,1-20,1; 20,1-24,1; 24,1-28,1).

As fontes de coletas de água estão no Gráfico 1, onde verifica-se o predomínio de canais de irrigação do arroz como local de tomada de água para o preparo das caldas herbicidas. O mesmo gráfico apresenta os resultados da avaliação da qualidade visual das amostras de água, onde observa-se o predomínio de águas visivelmente mais sujas nas primeiras quinzenas, o que está de acordo com os resultados obtidos por Schröder e Pinto (1997).

Adotando-se como fatores *municípios* e *quinzenas* e, como repetições os aeródromos, o quadro da análise da variância mostrou diferenças significativas entre municípios para as variáveis alcalinidade, pH, dureza e matéria orgânica. Diferenças significativas entre as quinzenas ocorreram nas três primeiras variáveis (Tabela 1).

As amostras de água de superfície avaliadas caracterizam-se por apresentarem valores de alcalinidade, pH e dureza apropriados para o preparo de caldas de agroquímicos, diferindo das águas de profundidade (poços artesianos). Mostraram teores muito elevados de matéria orgânica, o que não ocorre nas águas de profundidade. A matéria orgânica é rica em colóides que podem fixar as moléculas dos herbicidas, comprometendo seriamente a sua atividade sobre as plantas daninhas. O decréscimo da matéria orgânica com as quinzenas (equação polinomial linear negativa) é causado pelo movimento da água nos canais durante a irrigação do arroz, através do ingresso de água mais limpa nos mesmos.

Foi feita uma regressão das variáveis da Tabela 1, com as quinzenas (15, 30, 45 e 60 dias), e obtidas as seguintes equações polinomiais e coeficientes de determinação: alcalinidade = $20,12+0,1907x$, $r^2=67\%$; pH = $5,56+0,0544x-0,000665x^2$, $r^2=97\%$; dureza = $38,78+0,729x-0,0116x^2$, $r^2=56\%$; matéria orgânica = $22,75+0,157x$, $r^2=99\%$.

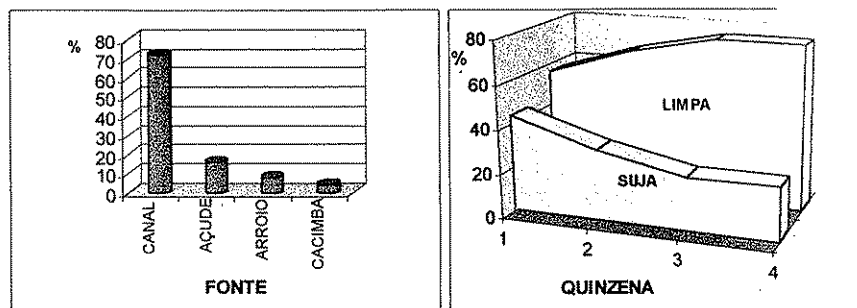


Gráfico 1- Tipos de fontes de água onde foram realizadas as coletas e qualidade visual das amostras (%)

Tabela 1 - Comparações entre as médias dos municípios, para as variáveis alcalinidade, pH, dureza e matéria orgânica

Municípios	Variáveis			
	Alcalinidade mg.l ⁻¹ CaCO ₃	pH	Dureza mg.l ⁻¹ CaCO ₃	Matéria orgânica (mg.l ⁻¹ O ₂)
Arroio Grande	23,55 bc	6,44 b	24,80 bc	14,55 b
Capão do Leão	18,10 c	6,18 b	23,35 c	16,40 b
Pelotas	22,40 bc	6,35 b	32,80 bc	16,82 b
Santa Vitória do Palmar	44,50 a	7,07 a	47,50 a	24,38 a
São Lourenço do Sul	27,75 bc	6,34 b	26,95 bc	12,24 b
CV (%)	47,59	8,12	42,18	60,63

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Para as variáveis sólidos totais, sólidos dissolvidos e sólidos fixos houve interação significativa entre os fatores *municípios* e *quinzenas*. As equações de regressão e os coeficientes de determinação foram $y=690,06 - 10,392x$, $r^2= 72\%$; $y=681,55 - 10,408x$, $r^2= 74\%$; e $y=570,52 - 8,855x$, $r^2= 72\%$, respectivamente, no município de Santa Vitória do Palmar. As médias ocorridas em Santa Vitória do Palmar foram as mais significativas estatisticamente na primeira quinzena, nas três variáveis, o que é causado pela presença de água estagnada no interior dos canais antes de iniciar a irrigação do arroz. Nas demais quinzenas não houve diferenças significativas entre os municípios (Tabela 2).

Por outro lado, considerando-se como fatores *municípios* e *aeródromos* e, como repetições as quinzenas, os dados demonstraram que dentro de municípios não houve efeito significativo dos aeródromos para nenhuma das variáveis avaliadas.

Os teores de sólidos presentes nas amostras são muito elevados, e podem ser a causa do insucesso do controle de plantas daninhas pelos herbicidas que se adsorvem aos colóides minerais presentes nas caldas de pulverização.

O coeficiente de contingência (teste de Qui-quadrado) mostrou que os atributos *qualidade visual da água* e *sólidos totais* dependem entre si, sendo que na primeira classe de sólidos totais (75-146,5) a qualidade visual da água é marcadamente limpa, o que não ocorre nas demais classes.

O mesmo índice indicou que os atributos *qualidade visual da água* e *matéria orgânica* dependem entre si, pois nas duas primeiras classes de matéria orgânica (8,1-12,1 e 12,1-16,1) a qualidade visual da água é nitidamente limpa, o que não ocorre nas demais classes.

Tabela 2 - Comparações entre as médias dos municípios, para as variáveis sólidos totais, sólidos dissolvidos e sólidos fixos (mg.l^{-1}), dentro de cada uma das quinzenas

Variável / CV(%)	Municípios	Quinzenas			
		1	2	3	4
Sólidos totais (81,27)	Arroio Grande	138,28 b	245,16 a	112,51 a	158,60 a
	Capão do Leão	207,40 b	186,80 a	102,56 a	156,68 a
	Pelotas	145,24 b	166,48 a	167,56 a	138,16 a
	Santa Vitória do Palmar	643,44 a	199,40 a	252,46 a	106,16 a
	São Lourenço do Sul	118,60 b	84,64 a	238,52 a	110,88 a
Sólidos Dissolvidos (83,45)	Arroio Grande	127,38 b	236,60 a	97,20 a	150,22 a
	Capão do Leão	188,24 b	177,64 a	93,72 a	147,78 a
	Pelotas	135,30 b	162,16 a	159,30 a	130,30 a
	Santa Vitória do Palmar	631,88 a	198,00 a	236,46 a	98,66 a
	São Lourenço do Sul	107,08 b	80,80 a	209,34 a	105,22 a
Sólidos Fixos (93,23)	Arroio Grande	103,80 b	193,80 a	85,80 a	123,56 a
	Capão do Leão	148,28 b	136,68 a	62,76 a	116,76 a
	Pelotas	102,64 b	121,08 a	123,04 a	92,88 a
	Santa Vitória do Palmar	533,20 a	149,72 a	195,80 a	75,08 a
	São Lourenço do Sul	70,92 b	58,52 a	145,52 a	85,24 a

Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, para cada variável, não diferem entre si, pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade.

Portanto, a qualidade visual da água caracterizada como limpa não elimina a possibilidade de existência de quantidades apreciáveis de sólidos totais e, principalmente, matéria orgânica. Este fato pode justificar o insucesso no controle de plantas daninhas pelos herbicidas pulverizados, em função dos mesmos terem sua eficiência comprometida pela adsorção aos colóides em suspensão nas caldas de pulverização.

As águas analisadas neste trabalho são empregadas também nas pulverizações terrestres de herbicidas na região. Neste caso, existem dois fatores que podem agravar o problema: o volume de calda a pulverizar por hectare é muito maior e, portanto, há uma quantidade de colóides muito maior para adsorver os herbicidas; a coleta de água é realizada em locais o mais próximo possível das lavouras, para reduzir o trânsito para carregar os pulverizadores, fazendo com que muitas vezes a água seja colhida em locais de pior qualidade (por ocasião da construção dos aeródromos agrícolas, a seleção de locais com oferta de água com melhor qualidade é levada em conta).

A presença de sólidos inorgânicos e de matéria orgânica nas águas de superfície deve ser considerada pelos fabricantes de agroquímicos, pois se as formulações forem elaboradas para emprego com água limpa, poderão ocorrer problemas a campo devido ao uso de água inadequada.

RAND, M.C., GREENBERG, A.G., TARAJ, M.J. (Ed.) Standards methods for the examination of water and wastewater. 18 ed. Washington: American Public Health Association/ American Water Works Association/ Water Pollution Control Federation, 1995.

SCHRÖDER, E.P., PINTO, J.J.O. Avaliação visual da água utilizada nas pulverizações aéreas de herbicidas em arroz. Reunião da cultura do arroz irrigado, 22, 1997. Balneário Camboriu., Anais...EPAGRI, 1997. p. 447-8.