

## INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO SOBRE PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA UTILIZADA PARA IRRIGAÇÃO DO MORANGUEIRO NO MUNICÍPIO DE TURUÇU-RS

### *INFLUENCE OF RAINFALL ON QUALITY PARAMETERS OF WATER USED FOR STRAWBERRY IRRIGATION IN TURUÇU CITY-RS, BRAZIL*

Rosiméri da Silva Fraga<sup>1</sup>; Vítor Emanuel Quevedo Tavares<sup>2</sup>; Luís Carlos Timm<sup>3</sup>; Carina Costa Estrela<sup>4</sup>; Guilherme Krüger Bartels<sup>5</sup>.

#### RESUMO

A degradação ambiental constitui uma forte ameaça à sustentabilidade da agricultura familiar, sendo que a qualidade da água pode ser afetada tanto por fatores naturais, como pela atividade antrópica. O conhecimento sobre o nível de influência de fatores naturais sobre a qualidade da água pode servir de indicador do nível de influência das atividades antrópicas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a possível existência de relação entre a precipitação e os parâmetros de qualidade de água em 14 fontes de captação usadas para irrigação do morangueiro, em propriedades rurais de base familiar, no município de Turuçu, RS. As amostras de água foram coletadas mensalmente, durante 16 meses. Foram analisados oito parâmetros físico-químicos (alcalinidade, condutividade elétrica, DBO, oxigênio dissolvido, sólidos dissolvidos, sólidos suspensos, sólidos totais e turbidez). Foram realizadas análises de correlação linear simples entre os valores de cada parâmetro de qualidade e os totais de precipitação ocorrida em diferentes períodos antecedentes às datas de coleta das

amostras de água em cada fonte. Verificou-se que a turbidez foi o parâmetro que apresentou maior número de correlações fortes e moderadas positivas com a precipitação antecedente e que, mesmo existindo algumas correlações elevadas entre os demais parâmetros analisados e a precipitação antecedente, não foi possível determinar um padrão de influência da precipitação sobre a qualidade da água, indicando que outros fatores, como as características de conservação do entorno, bem como as atividades antrópicas realizadas, poderão ter influenciado os resultados de forma relevante.

**Palavras-chave:** agricultura familiar, qualidade ambiental, açudes, recursos hídricos.

#### ABSTRACT

The environmental degradation constitutes a strong threat to the family farming sustainability. Water quality may be affected both by natural factors as well as by human activities. The

<sup>1</sup> Engenheira Civil, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar-FAEM/UFPel, Professora do Instituto Federal Sul-Rio-Grandense. E-mail: rsfraga@pelotas.ifsul.edu.br.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrícola, Dr., Professor do Departamento de Engenharia Rural da FAEM/UFPel. Caixa Postal 354, CEP 96001-970, Pelotas, RS. E-mail: vtavares@ufpel.edu.br.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrícola, Dr., Professor do Departamento de Engenharia Rural da FAEM/UFPel, Bolsista de Produtividade em Pesquisa CNPq. E-mail: lctimm@ufpel.edu.br.

<sup>4</sup> Ecóloga, Mestre, STE Serviços Técnicos de Engenharia. E-mail: ccestrela@terra.com.br.

<sup>5</sup> Graduando em Agronomia-FAEM /UFPel, Bolsista PIBIC-CNPq.

knowledge regarding the level of influence of the natural factors, such as precipitation, on water quality, may serve as an indicator of the level of influence of the human activities. This work aimed to assess a possible influence of preceding precipitation on the water quality parameters in 14 irrigation water sources, for strawberry production, in family farms at Turuçu city-RS, Brazil. The water samples were collected in a monthly basis during 16 months. Eight physical-chemical parameters (alkalinity, electrical conductivity, BOD, dissolved oxygen, dissolved solids, suspended solids, total solids and turbidity) were analyzed. Simple linear correlation analyzes were performed between the values of each quality parameter and the total precipitation occurred in different periods preceding the date of water samples collection from each source. It was found that turbidity was the parameter with the highest number of strong and moderate positive correlations with preceding rainfall and, even though there are some high correlations between the other parameters and the preceding rainfall, it was not possible to determine a pattern of influence of rainfall on water quality. This result may indicate that other factors, like surrounds conservation as well as human activities may have affected the parameters in a relevant way.

**Keywords:** family farming, environmental quality, small dams, water resources.

## INTRODUÇÃO

As águas apresentam características de qualidade muito variadas, que lhes são conferidas pelos ambientes de origem, por onde circulam, percolam ou onde são armazenadas (REBOUÇAS et al., 2006). Para que se tenha água com características

adequadas à irrigação e, conseqüentemente, um produto final próprio para o uso e consumo é extremamente importante um monitoramento contínuo dos parâmetros de qualidade da mesma. De acordo com BRAGA et al. (2005), a qualidade requerida da água utilizada para irrigação depende do tipo de cultura a ser irrigada. Para as culturas que são consumidas *in natura*, a água deve ser isenta de organismos patogênicos que poderão atingir o consumidor deste produto.

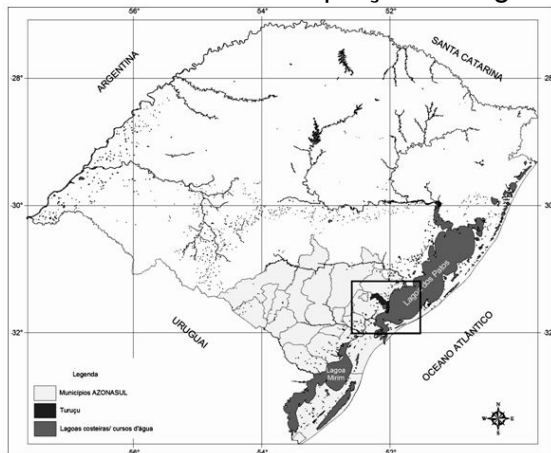
A precipitação é uma informação importante na análise da qualidade da água. SILVA et al. (2008) verificaram os impactos da precipitação na qualidade da água do Rio Purus, localizado no Estado do Amazonas, por meio de dados de precipitação e informações da temperatura da água, condutividade, pH, turbidez, oxigênio dissolvido e sólidos totais, sendo adquiridas em quatro diferentes áreas ao longo do rio, relacionando com os diferentes usos do solo.

A precipitação influencia diretamente a vazão e a qualidade de um corpo de água. Entretanto, especialmente no meio rural, é difícil estabelecer uma relação direta entre precipitação e qualidade de água, uma vez que diferentes intensidades de precipitação estabelecem diversos níveis de impactos no solo, deflagrando processos erosivos de diversos graus, de acordo com o uso e ocupação das terras, umidade do solo e outros fatores que influenciam diretamente na taxa de escoamento superficial. A precipitação desencadeia processos erosivos que aumentam a turbidez, a cor e o teor de matéria orgânica nas águas, uma vez que durante as precipitações predominam as entradas de água de escoamento superficial nos mananciais (FRITZSONS et al., 2003).

Este trabalho tem como objetivo avaliar a possível influência da precipitação sobre os parâmetros de qualidade de água nos diferentes tipos de mananciais usados como fonte de captação para a irrigação da cultura do morango, em 14 propriedades rurais de Turuçu-RS.

## MATERIAL E MÉTODOS

O monitoramento da qualidade da água usada para irrigação de morangueiros foi realizado em 14 fontes de captação de água



utilizadas pelos produtores rurais, pertencentes à Associação dos Produtores de Morango de Turuçu-RS, que está situado no sudeste da região sul do Rio Grande do Sul, como ilustrado na figura 1.

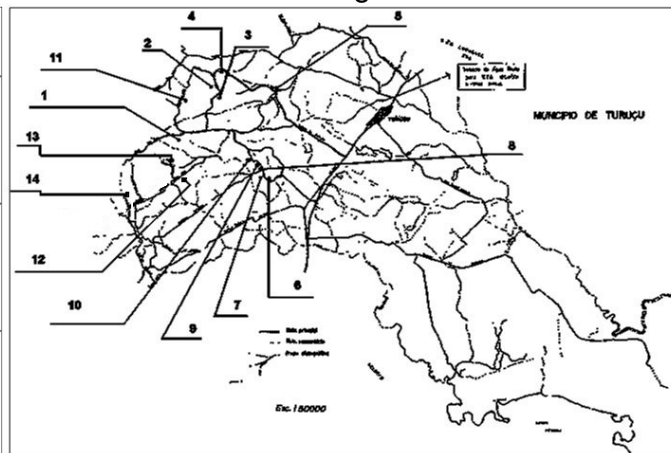


Figura 1. Localização das 14 lavouras de produção de morango no município de Turuçu, RS, Brasil. Fonte: Estrela (2008).

Nestas propriedades rurais, predomina o sistema de produção agrícola familiar, destacando-se como principais atividades a pecuária leiteira, a produção de frutíferas, de fumo e de pimenta vermelha. Os açudes estudados neste trabalho foram construídos com objetivo de armazenar água para irrigação nas propriedades e são utilizados principalmente na cultura de morango, com uso preponderante de irrigação localizada por gotejamento.

Nas fontes de captação de água para irrigação foram coletadas mensalmente amostras de água para análise dos parâmetros físico-químicos, no período de agosto de 2007 até novembro de 2008. Neste estudo oito parâmetros foram avaliados: condutividade elétrica, DBO (demanda bioquímica de oxigênio), alcalinidade, oxigênio dissolvido, sólidos suspensos, sólidos dissolvidos, sólidos totais e turbidez. Os procedimentos das análises e equipamentos estão descritos em ESTRELA (2008). Em cada propriedade rural foi instalado um pluviômetro do tipo "Ville Paris"

para monitoramento diário da chuva, no mesmo período de coleta das amostras para análise da qualidade da água.

No estudo realizado por ESTRELA (2008), foram caracterizadas as fontes de captação de água usada para irrigação e classificadas de acordo com a origem de abastecimento ou recarga dos açudes, da seguinte forma: Tipo 01- reservatórios artificiais originados por nascentes e abastecidos por água subterrânea; Tipo 02- reservatórios artificiais originados por banhados, abastecidos por nascentes ou cabeceiras de cursos d'água; Tipo 03- reservatórios artificiais construídos a partir de barramentos, utilizando a declividade natural do terreno, abastecidos por escoamento superficial; Tipo 04- curso natural de água.

Na Tabela 1 observa-se a relação das propriedades rurais classificadas quanto aos tipos de fontes de captação de água para irrigação, a localização das propriedades nas microrregiões e a classificação do solo (ISLABÃO, 2009).

**Tabela 1.** Classificação das propriedades quanto aos tipos de fontes de captação de água, microrregiões onde estão localizadas e a classificação dos solos.

Propriedades	Tipos de fontes	Microrregiões	Classificação dos solos
P1	TIPO 1	Picada Flor	Argissolo Acinzentado
P2	TIPO 1	São Domingos	Argissolo Acinzentado
P3	TIPO 2	São Domingos	Não Identificado
P4	TIPO 1	São Domingos	Argissolo Acinzentado
P5	TIPO 4	São Domingos	Argissolo Vermelho
P6	TIPO 1	Centenário	Gleissolo
P7	TIPO 2	Centenário	Argissolo Vermelho-Amarelo
P8	TIPO 2	Centenário	Argissolo Vermelho-Amarelo
P9	TIPO 3	Centenário	Argissolo Vermelho-Amarelo
P10	TIPO 2	Centenário	Argissolo Vermelho-Amarelo
P11	TIPO 1	São Domingos	Não Identificado
P12	TIPO 3	Picada Flor	Argissolo Acinzentado
P13	TIPO 3	Picada Flor	Cambissolo
P14	TIPO 1	Picada Flor	Argissolo Acinzentado

Fonte: ISLABÃO (2009)

### Correlação dos parâmetros de qualidade de água com a precipitação

Os valores de precipitação foram acumulados para períodos que variaram de 1 até 30 dias anteriores as datas das coletas das amostras de água para análise. Pela análise dos gráficos de dispersão dos parâmetros, em relação à precipitação antecedente, verificou-se que a melhor alternativa para descrever a relação entre estas variáveis seria através de equações

lineares. Para cada parâmetro estudado, efetuou-se inicialmente a regressão linear entre estes e a precipitação acumulada, utilizando o método dos mínimos quadrados, para, posteriormente, avaliar a força destas relações, pelo valor do coeficiente de correlação linear resultante. A classificação da correlação linear, descrita por SANTOS (2007), foi usada como parâmetro na análise dos dados de correlação deste estudo, conforme apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2.** Classificação da correlação linear.

Coeficientes de correlação	Correlação
$r = 1$	Perfeita positiva
$0,80 \leq r < 1$	Forte positiva
$0,50 \leq r < 0,80$	Moderada positiva
$0,10 \leq r < 0,50$	Fraca positiva
$0 < r < 0,10$	Ínfima positiva
0	Nula
$-0,10 < r < 0$	Ínfima negativa
$-0,50 < r \leq -0,10$	Fraca negativa
$-0,80 < r \leq -0,50$	Moderada negativa
$-1 < r \leq -0,80$	Forte negativa
$r = -1$	Perfeita negativa

Para as correlações fracas a fortes, a hipótese de nulidade das correlações foi rejeitada utilizando o teste t de Student, com, pelo menos, 80% de probabilidade ( $\alpha \leq 0,2$ ). Os procedimentos foram realizados utilizando o programa MS<sup>®</sup> Excel<sup>®</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Correlações entre os parâmetros de qualidade da água e a precipitação

A seguir são apresentadas as correlações entre cada um dos oito parâmetros físico-químicos da água analisados e a precipitação antecedente acumulada para períodos variando de 1 a 30 dias antes das coletas das amostras. Serão apresentadas as equações de regressão entre o parâmetro e a precipitação, para os períodos de precipitação total antecedente que apresentaram as correlações mais fortes e seus respectivos valores, nas 14 fontes estudadas, bem como o período de dias de precipitação acumulada para os quais foram obtidos estes valores.

### Alcalinidade

Alcalinidade refere-se à capacidade da água para neutralizar ácidos ou íons de hidrôgenio. Na Tabela 3 são apresentadas as informações relativas à correlação entre a alcalinidade e a precipitação antecedente. Os

valores da alcalinidade apresentaram uma relação positiva com as precipitações acumuladas em 42,86% das fontes de captação de água, sendo as correlações classificadas como moderadas positivas encontradas nas propriedades P8 (R=0,7484) e P6 (R=0,7363) em três dias de precipitação acumulada. Estas duas propriedades apresentaram a maior correlação e estão localizadas na microrregião Centenário. Em 57,14% das fontes de captação foram encontradas relações negativas entre a alcalinidade e a precipitação. PRATHUMRATANA et al. (2008) encontraram correlações negativas entre a alcalinidade e a precipitação e sugerem que alterações nestas correlações podem ser indicadores de mudanças climáticas. Para as fontes que apresentaram uma relação negativa entre a alcalinidade e a precipitação acumulada, as correlações foram classificadas como moderadas negativas nas propriedades P4 (R=-0,6105), P7(R=-0,5784), P11(R=-0,5666) e P5 (R=-0,5504), estando três destas propriedades (P4, P11 e P5) localizadas na microrregião São Domingos.

**Tabela 3.** Equações de regressão e coeficientes de correlação entre a alcalinidade (y) e precipitação acumulada (x) nas 14 propriedades rurais avaliadas.

Propriedades	Equações de regressão	Coefficiente de Correlação R	Dias precip. acum.
P1	$y = -0,0404x + 25,959$	-0,2345	15
P2	$y = -0,0381x + 20,90$	-0,4401	13
P3	$y = -0,0781x + 13,095$	-0,3932	4
P4	$y = -0,0541x + 11,161$	-0,6105	8
P5	$y = -0,0896x + 22,457$	-0,5504	9
P6	$y = 0,7775x + 14,488$	0,7363	3
P7	$y = -0,1121x + 27,752$	-0,5784	16
P8	$y = 0,8931x + 18,37$	0,7484	3
P9	$y = 0,0977x + 17,612$	0,4207	29
P10	$y = 0,2163x + 20,284$	0,3481	5
P11	$y = -0,0541x + 26,713$	-0,5666	15
P12	$y = 0,0156x + 7,1481$	0,3358	12
P13	$y = 0,0173x + 19,462$	0,3398	12
P14	$y = -0,3168x + 51,131$	-0,4445	7

Em sete propriedades (P3, P4, P5, P6, P8, P10 e P14), as correlações mais fortes, foram encontradas para períodos de precipitação acumulada variando entre três a nove dias. Entretanto, percebe-se que existe

uma grande variabilidade em relação a este aspecto.

Com o aumento da precipitação observa-se uma tendência de queda nos valores de alcalinidade na maioria das fontes de captação, provavelmente em consequência

da diluição da concentração dos íons bicarbonatos e carbonatos.

### Condutividade Elétrica

Os valores da condutividade elétrica apresentaram uma relação positiva com as precipitações acumuladas em 50% das fontes

de captação de água (Tabela 4), sendo as correlações mais altas classificadas como moderadas positivas encontradas nas propriedades P4 (R=0,6749), P3 (R=0,5846), P13 (R=0,5187) e P5 (R=0,5091). Três destas propriedades (P4, P3 e P5) estão localizadas na microrregião São Domingos.

**Tabela 4.** Equações de regressão e coeficientes de correlação entre a condutividade elétrica (y) e precipitação acumulada (x) nas 14 propriedades rurais avaliadas.

Propriedades	Equações de regressão	Coefficiente de Correlação R	Dias precip. acum.
P1	$y = -0,3305x + 59,887$	-0,4947	2
P2	$y = -0,1307x + 54,231$	-0,4492	9
P3	$y = 0,1613x + 32,404$	0,5846	7
P4	$y = 0,4363x + 26,176$	0,6749	7
P5	$y = 0,1922x + 53,175$	0,5091	7
P6	$y = -0,352x + 57,983$	-0,2298	8
P7	$y = -0,4614x + 86,42$	-0,3432	10
P8	$y = -0,0754x + 63,358$	-0,3929	19
P9	$y = -0,2386x + 74,431$	-0,4382	6
P10	$y = -0,0896x + 74,513$	-0,5767	30
P11	$y = 0,0935x + 49,837$	0,3748	22
P12	$y = 0,0369x + 26,242$	0,2934	15
P13	$y = 1,0729x + 49,953$	0,5187	2
P14	$y = 0,0576x + 101,06$	0,1536	16

Para as fontes que apresentaram uma relação negativa entre a condutividade elétrica e a precipitação acumulada, a correlação mais alta foi encontrada na propriedade P10 (R=-0,5767) que foi classificada como moderada negativa e na sequência a propriedade P1 (R=-0,4947) classificada em fraca negativa. Em seis propriedades (P2, P3, P4, P5, P6 e P9), as correlações mais fortes foram encontradas para períodos de precipitação acumulada variando entre seis a nove dias, sendo constatada uma grande variabilidade em relação a este aspecto.

A condutividade elétrica é influenciada pela concentração de sais presentes na água. De acordo com AYRES & WESTCOT (1999) os sais presentes na água doce encontram-se normalmente em quantidades relativamente pequenas, porém significativas, e originam-se da dissolução ou intemperização das rochas e solos. Provavelmente as atividades antrópicas no entorno das fontes tenham influenciado o

comportamento da condutividade. A condutividade elétrica indica a quantidade de sólidos totais dissolvidos na água ou a quantidade de íons dissolvidos na água. PRATHUMRATANA et al. (2008) indicam que a condutividade elétrica da água aumenta geralmente com os níveis de poluentes (tais como: amônia, nitrato, fosfato, sulfato e potássio).

### Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

Em 28,57% das fontes de captação de água os valores da DBO apresentaram uma relação positiva com as precipitações acumuladas (Tabela 5), sendo que os valores mais elevados de correlações foram encontrados nas propriedades P5 (R=0,6934), P12 (R=0,6713) e P11 (R=0,5122), estas correlações são classificadas como moderadas positivas e na propriedade P14 (R=0,4701) é classificada como fraca positiva.

Para as fontes que apresentaram uma relação negativa entre a condutividade elétrica e a precipitação acumulada, as correlações mais altas foram encontrados nas propriedades P6 ( $R=-0,7297$ ) e P8 ( $R=-0,6922$ ), classificadas como moderadas negativas e P1 ( $R=-0,4539$ ) classificada como

fraca negativa. Em cinco propriedades (P1, P5, P6, P7 e P8), as correlações mais fortes, foram encontradas para períodos de precipitação acumulada variando entre dez a 15 dias. Entretanto, percebe-se novamente que existe uma grande variabilidade em relação a este aspecto.

**Tabela 5.** Equações de regressão e coeficientes de correlação entre a demanda bioquímica de oxigênio (y) e precipitação acumulada (x) nas 14 propriedades rurais avaliadas.

Propriedades	Equações de regressão	Coefficiente de Correlação R	Dias precip. acum.
P1	$y = -0,0118x + 2,9715$	-0,4539	13
P2	$y = -0,0196x + 5,6207$	-0,4252	28
P3	$y = -0,0291x + 3,7858$	-0,4284	7
P4	$y = -0,0286x + 2,739$	-0,3103	4
P5	$y = 0,0286x + 0,6962$	0,6934	11
P6	$y = -0,0234x + 3,708$	-0,7297	15
P7	$y = -0,0659x + 7,1555$	-0,3909	10
P8	$y = -0,0479x + 5,8344$	-0,6922	13
P9	$y = -0,0256x + 8,5979$	-0,3877	28
P10	$y = -0,0393x + 5,8185$	-0,3670	7
P11	$y = 0,0155x + 0,9117$	0,5122	23
P12	$y = 0,0216x - 0,609$	0,6713	30
P13	$y = -0,0252x + 5,3263$	-0,2884	4
P14	$y = 0,1075x + 4,2079$	0,4701	4

A DBO retrata, de forma indireta, o teor de matéria orgânica nos corpos d'água, sendo, um indicador do potencial de consumo de oxigênio dissolvido (VON SPERLING,1996). Neste estudo a DBO apresentou uma correlação negativa com relação ao aumento de precipitação na maioria das fontes de captação, provavelmente pelo aumento do volume de água nos açudes e ocorrência de aeração na água com consequente aumento do teor de oxigênio dissolvido.

### Oxigênio Dissolvido (OD)

Dentre os gases dissolvidos na água, o oxigênio é um dos mais importantes na dinâmica e na caracterização de ecossistemas aquáticos. Em 50% das fontes de captação de água os valores de OD apresentaram uma relação positiva com as precipitações acumuladas (Tabela 6). As correlações mais elevadas foram encontrados nas propriedades P14 ( $R=0,6628$ ), P7 ( $R=0,6569$ ) e P5 ( $R =0,5210$ ), estas correlações são classificadas como moderadas positivas e na sequência a propriedade P10 ( $R=0,4767$ ) que é classificada como fraca positiva.

**Tabela 6.** Equações de regressão e coeficientes de correlação entre o oxigênio dissolvido (y) e precipitação acumulada (x) nas 14 propriedades rurais avaliadas.

Propriedades	Equações de regressão	Coefficientes de Correlação R	Dias precip. acum.
P1	$y = -0,0113x + 4,8954$	-0,5770	11
P2	$y = 1,5181x + 46,161$	0,4148	9
P3	$y = -0,0129x + 5,4375$	-0,4602	14
P4	$y = -0,006x + 5,8538$	-0,1487	11
P5	$y = 0,0473x + 5,5546$	0,5210	7
P6	$y = 0,0383x + 5,0311$	0,4660	8
P7	$y = 0,0518x + 3,1027$	0,6569	9
P8	$y = -0,0479x + 5,8344$	-0,6922	13
P9	$y = -0,0255x + 8,7854$	-0,5214	28
P10	$y = 0,0316x + 3,8836$	0,4767	13
P11	$y = 0,0438x + 6,3916$	0,3955	7
P12	$y = -0,0167x + 8,6753$	-0,5734	30
P13	$y = -0,0104x + 8,2356$	-0,3551	24
P14	$y = 0,1258x + 4,7888$	0,6628	6

Para as fontes que apresentaram uma relação negativa entre o OD e a precipitação acumulada, as correlações mais fortes foram encontrados nas propriedades P8 (R=-0,6922), P1 (R=-0,5770), P12 (R=-0,5734) e P9 (R=-0,5214), estas correlações são classificadas como moderadas negativas. Em seis propriedades (P1, P2, P4, P7, P8 e P10), as correlações mais fortes, foram encontradas para períodos de precipitação acumulada variando entre nove a 13 dias.

As propriedades P2, P7, P8 e P10 possuem fonte de captação Tipo 2, sendo que o mesmo número de dias de precipitação acumulada ocorreu para P2 e P7 (9 dias) e para P8 e P10 (13 dias). Estas últimas possuem solos classificados como argissolo vermelho e amarelo. Quanto à existência de uma relação positiva ou negativa entre OD e a precipitação antecedente acumulada, também não foi possível identificar uma correlação com a classificação do solo ou com o tipo de fonte de captação.

O oxigênio dissolvido não apresentou um padrão de correlação homogêneo com a precipitação, sendo que em metade das fontes de captação as correlações foram positivas e nas outras negativas. Tal

resultado pode estar relacionado ao direto envolvimento deste com a fotossíntese realizada pelas algas (produção primária) e / ou decomposição microbiana, bem como à influência da temperatura sobre este, o que pode resultar em grandes variações mesmo em períodos diários.

CALIJURI et al. (2012), indicam que o OD é um parâmetro fortemente influenciado por fatores ambientais e sensível à poluição, mostrando uma resposta a alguma alteração introduzida no sistema causada por fatores naturais ou por uma fonte de contaminação. Tal comportamento pode explicar a variação das correlações encontradas no presente estudo.

### Sólidos Suspensos

Os valores de sólidos suspensos apresentaram uma relação positiva com as precipitações acumuladas em 57,14% das fontes de captação de água. Nas propriedades P13 (R=0,7967), P10 (R=0,6450) estas correlações são classificadas como moderadas positivas e P12 (R=0,4609) classificada como fraca positiva (Tabela 7).



**Tabela 7.** Equações de regressão e coeficientes de correlação entre os sólidos suspensos(y) e precipitação acumulada (x) nas 14 propriedades rurais avaliadas.

Propriedades	Equações de regressão	Coefficiente de Correlação R	Dias precip. acum.
P1	$y = 0,6425x + 25,049$	0,3266	2
P2	$y = 0,9887x + 30,222$	0,3467	9
P3	$y = -0,2274x + 54,29$	-0,4157	30
P4	$y = -0,8476x + 42,785$	-0,4178	4
P5	$y = -0,1577x + 37,708$	-0,4775	28
P6	$y = 0,1715x + 9,4128$	0,3557	21
P7	$y = -0,1549x + 48,369$	-0,1819	23
P8	$y = 0,1398x + 24,026$	0,2975	28
P9	$y = 0,5648x + 25,036$	0,2400	5
P10	$y = 0,3588x + 47,484$	0,6450	29
P11	$y = -0,2065x + 26,76$	-0,1939	6
P12	$y = 0,3173x + 10,985$	0,4609	30
P13	$y = 0,5487x + 3,6015$	0,7967	27
P14	$y = -0,3034x + 73,429$	-0,4320	19

Para as fontes que apresentaram uma relação negativa entre os sólidos suspensos e a precipitação acumulada, as correlações mais fortes foram obtidas nas propriedades P5 ( $R=-0,4775$ ), P14 ( $R=-0,4320$ ), P4 ( $R=-0,4178$ ) e P3 ( $R=-0,4157$ ) e são classificadas como fracas negativas. Quanto à localização das propriedades, três das propriedades (P5, P4 e P3) estão localizadas na mesma microrregião (São Domingos). Em seis propriedades (P3, P5, P8, P10, P12 e P13), as correlações mais fortes foram encontradas para períodos de precipitação acumulada variando entre 27 e 30 dias.

Mesmo nas fontes em que foram encontrados os valores de correlação mais elevados entre o tipo de fonte de captação ou tipo de solo e o número de dias de precipitação acumulada, não foi possível estabelecer uma relação unívoca entre estas variáveis. O mesmo ocorreu em relação ao sinal destas correlações.

O aumento dos sólidos suspensos e da precipitação (correlação positiva) é justificado pelo carreamento de maiores quantidades de partículas orgânicas do escoamento superficial e das margens das fontes de captação de água e também está relacionado com o grau de turbidez da água. Segundo FRITZSONS et al. (2003) mesmo em áreas sem interferência humana, isto pode ocorrer,

entretanto em áreas menos preservadas, este comportamento deve ser mais evidente.

Os parâmetros sólidos suspensos e sólidos dissolvidos são facilmente influenciados pela ação antrópica. Este comportamento pode estar relacionado com o escoamento superficial e os processos erosivos e também com a contaminação por esgoto doméstico (CALIJURI et al., 2012).

PRATHUMRATANA et al. (2008), encontraram correlações fracas positivas entre os sólidos suspensos e a precipitação, mas o aumento de sedimentos em suspensão pode afetar diretamente os organismos aquáticos, alterar o grau de fluxo e contribuir para inundações.

### Sólidos Dissolvidos

Os sólidos dissolvidos são constituídos de sais e matéria orgânica e podem ser provenientes da drenagem superficial de áreas rurais e apresentam potencial efeito poluidor (CALIJURI et al., 2012). Em 42,86% das fontes de captação de água os valores de sólidos dissolvidos apresentaram uma relação positiva com as precipitações acumuladas, sendo que o valor mais elevado de correlação foi encontrado na propriedade P13 ( $R=0,6078$ ), classificada como moderada positiva e nas propriedades P10 ( $R=0,4751$ ), P14 ( $R=0,4685$ ) e P2 ( $R=0,4148$ ),

classificadas como fracas positivas (Tabela 8).

**Tabela 8.** Equações de regressão e coeficientes de correlação entre os sólidos dissolvidos (y) e precipitação acumulada (x) nas 14 propriedades rurais avaliadas.

Propriedades	Equações de regressão	Coefficiente de Correlação R	Dias precip. acum.
P1	$y = -0,0113x + 4,8954$	-0,5770	11
P2	$y = 1,5181x + 46,161$	0,4148	9
P3	$y = 0,2489x + 31,952$	0,5353	16
P4	$y = -0,1937x + 89,048$	-0,2640	27
P5	$y = -0,2961x + 113,9$	-0,4556	30
P6	$y = -0,2078x + 73,321$	-0,2544	28
P7	$y = 0,4578x + 59,972$	0,3592	25
P8	$y = -0,4831x + 89,878$	-0,5498	25
P9	$y = -0,5855x + 143,99$	-0,7058	18
P10	$y = 0,363x + 79,32$	0,4751	25
P11	$y = -0,3221x + 102,32$	-0,4541	30
P12	$y = -0,7486x + 286,14$	-0,4890	30
P13	$y = 0,5475x + 75,003$	0,6078	4
P14	$y = 0,5723x + 94,946$	0,4685	7

Para as fontes que apresentaram uma relação negativa entre os sólidos dissolvidos e a precipitação acumulada, as correlações mais fortes foram encontrados nas propriedades P9 (R=-0,7058), P1 (R=-0,5770) e P8 (R=-0,5498), sendo estas correlações classificadas como moderadas negativas. Em oito propriedades (P4, P5, P6, P7, P8, P10, P11 e P12), as correlações mais fortes foram encontradas para períodos de precipitação acumulada variando entre 25 a 30 dias.

A relação entre o tipo de fonte de captação, a classificação do solo e o número de dias de precipitação acumulada antecedente à coleta de água, observa-se nas propriedades P7, P8 e P10, que possuem fonte de captação Tipo 2, classificação de solo argissolo vermelho amarelo e o mesmo número de dias de precipitação acumulada antecedente à coleta de água (25 dias).

Quanto à existência de uma relação positiva ou negativa entre os sólidos dissolvidos e a precipitação antecedente acumulada, observa-se que as propriedades P14 e P2 possuem o mesmo tipo de fonte de captação (T1) e a mesma classificação de solo (argissolo acinzentado) para uma relação crescente entre o parâmetro estudado e a precipitação.

Os sólidos dissolvidos diminuíram com o aumento da precipitação em 13 fontes de

captação. Os sólidos dissolvidos são constituídos de sais e matéria orgânica e, neste caso, provavelmente a precipitação tenha contribuído para a diluição destes pelo aumentando o volume de água nos açudes. Por outro lado, nos açudes que apresentaram um aumento dos sólidos dissolvidos a precipitação deve ter proporcionado o carreamento de sedimentos (erosão) ocasionada a partir de ações antropicas no entorno. ZHU et al. (2012) concluíram que a precipitação e o intemperismo de rochas contribuem com as quantidades de sólidos dissolvidos em águas superficiais. Para XIAO et al. (2012) as atividades humanas, o desenvolvimento da agricultura em grande escala e a utilização inapropriada dos recursos hídricos indiretamente aceleram o aumento dos sólidos dissolvidos em águas superficiais.

### Sólidos Totais

Todos os contaminantes da água, com exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos. Os sólidos podem ser classificados de acordo com as suas características físicas ou com as suas características químicas. Os valores dos sólidos totais apresentaram uma relação positiva com as precipitações acumuladas em

42,86% das fontes de captação de água, sendo as correlações mais elevadas encontradas nas propriedades P13 (R=0,8217), que foi classificada como forte positiva e na P10 (R=0,6937) classificada como moderada positiva (Tabela 9). Para

BRAGA et al. (2005), as práticas agrícolas exercem influência direta na concentração de sólidos de um manancial, sendo que as perdas de solo por erosão constituem uma das principais contribuições de sólidos do meio rural no Brasil.

**Tabela 9.** Equações de regressão e coeficientes de correlação entre os sólidos totais (y) e precipitação acumulada (x) nas 14 propriedades rurais avaliadas.

Propriedades	Equações de regressão	Coefficientes de Correlação R	Dias precip. acum.
P1	$y = -0,245x + 97,189$	-0,2198	5
P2	$y = 2,505x + 76,534$	0,4317	9
P3	$y = 0,1934x + 63,847$	0,2412	16
P4	$y = -0,2052x + 126,15$	-0,2337	30
P5	$y = -0,4468x + 151,22$	-0,5072	30
P6	$y = 1,1745x + 67,593$	0,1985	5
P7	$y = 0,4272x + 104,04$	0,2917	25
P8	$y = -0,5216x + 116,36$	-0,5407	18
P9	$y = -0,6297x + 175,08$	-0,6852	18
P10	$y = 0,7058x + 129,09$	0,6937	27
P11	$y = -0,4179x + 135,36$	-0,4685	30
P12	$y = -0,4291x + 304,03$	-0,3720	30
P13	$y = 0,6799x + 84,333$	0,8217	23
P14	$y = -0,3966x + 201,98$	-0,3887	30

Para as fontes que apresentaram uma relação negativa entre os sólidos totais e a precipitação acumulada, as correlações mais fortes foram encontradas nas propriedades P9 (R=-0,6852), P8 (R=-0,5407) e P5 (R = -0,5072), classificadas como moderadas negativas. As propriedades P9 e P10 estão localizadas na mesma microrregião (Centenário). Em cinco propriedades (P4, P5, P11, P12 e P14), as correlações mais fortes, foram encontradas para uma precipitação acumulada de 30 dias, sendo que para outras duas propriedades (P8 e P9) as correlações mais altas ocorreram em uma precipitação acumulada de 18 dias.

As propriedades P4 e P14 possuem fonte de captação Tipo 1, classificação de solo argissolo acinzentado e o mesmo número de dias de precipitação acumulada antecedente à coleta de água (30 dias).

Quanto à existência de uma relação positiva ou negativa entre os sólidos totais e a precipitação antecedente acumulada, observa-se que as propriedades P8 e P9 possuem a mesma classificação de solo (argilossolo amarelo vermelho) para uma

mesma precipitação acumulada (18 dias), com uma relação decrescente.

Os sólidos totais, assim como os sólidos dissolvidos diminuíram com o aumento da precipitação na maioria das fontes de captação analisadas. Provavelmente as maiores contribuições para os valores do parâmetro sólidos totais correspondam às concentrações de sólidos dissolvidos que tiveram o mesmo comportamento.

### Turbidez

A turbidez representa o grau de interferência de partículas em suspensão e/ou elementos em solução na passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva à mesma (CALIJURI et al., 2012). Neste estudo os valores da turbidez apresentaram uma relação positiva com as precipitações acumuladas em 85,71% das fontes de captação de água (Tabela 10), sendo as correlações mais elevadas as encontradas nas propriedades P14 (R=0,9387), P12 (R=0,9375), P13 (R=0,8916), P10 (R=0,8663), estas

correlações são classificadas como fortes positivas e as propriedades P11 ( $R=0,7589$ ), P1 ( $R=0,7214$ ), P3 ( $R=0,7148$ ) e P5 ( $R=0,5696$ ) possuem correlações classificadas como moderadas positivas. Quanto à localização das propriedades, as

três propriedades com maior correlação (P14, P12 e P13) estão localizadas na mesma microrregião (Picada Flor) e duas delas (P14 e P13) com precipitação acumulada de seis dias.

**Tabela 10.** Equações de regressão e coeficientes de correlação entre a turbidez (y) e precipitação acumulada (x) nas 14 propriedades rurais avaliadas.

Propriedades	Equações de regressão	Coefficiente de Correlação R	Dias precip. acum.
P1	$y = 0,0613x + 1,8346$	0,7214	30
P2	$y = 0,9724x + 112,95$	0,2238	8
P3	$y = 0,1459x + 4,6776$	0,7148	7
P4	$y = 0,8366x + 28,363$	0,4738	3
P5	$y = 0,1141x + 11,875$	0,5696	9
P6	$y = 0,168x + 7,5409$	0,3677	5
P7	$y = 0,0383x + 9,3172$	0,3481	25
P8	$y = -0,0548x + 15,793$	-0,1895	10
P9	$y = -0,2144x + 39,485$	-0,4272	8
P10	$y = 0,4328x + 22,388$	0,8663	10
P11	$y = 0,1881x + 8,108$	0,7589	6
P12	$y = 6,9575x + 126,9$	0,9375	4
P13	$y = 4,3568x + 15,623$	0,8916	6
P14	$y = 3,0861x + 12,857$	0,9387	6

As fontes que apresentaram uma relação negativa entre a turbidez e a precipitação acumulada, foram encontradas, respectivamente nas propriedades P9 e P8, com as correlações de  $R=-0,4272$  e  $R=-0,1895$ , sendo ambas classificadas como fracas negativas.

Em dez propriedades (P2, P3, P5, P8, P9, P10, P11, P12, P13 e P14), as correlações mais fortes, para cada propriedade, foram encontradas para períodos de precipitação acumulada variando entre seis a dez dias.

A relação entre o tipo de fonte de captação, classificação do solo e o número de dias de precipitação acumulada (10 dias) ocorreu nas propriedades P8 e P10 que possuem o mesmo tipo de fonte de captação (Tipo 2) e a mesma classificação de solo (argissolo vermelho amarelo).

As propriedades P8 e P9, que apresentaram uma relação decrescente, possuem solos classificados como argissolo vermelho amarelo.

Na correlação entre a turbidez e a precipitação acumulada em períodos de seis a dez dias, observa-se que ocorreram valores muito elevados e na grande maioria positivos (85,71%), comparados com os outros parâmetros analisados. A turbidez tende a

eleva-se quando aumenta a precipitação, de acordo com FRITZSONS et al. (2003), isto pode estar relacionado com as chuvas que causam vazões maiores provocarem graus diferentes de erosividade, afetando os terrenos das encostas e das margens dos mananciais. Para VON SPERLING (1996) a turbidez pode ter origem natural como partículas de rocha, argila, silte, algas e outros microorganismos; e/ou origem antrópica como de despejos domésticos, despejos industriais, e erosão.

Para os parâmetros alcalinidade, condutividade elétrica e DBO, não foi possível estabelecer uma relação entre o tipo de fonte de captação ou tipo de solo e o número de dias de precipitação acumulada para os quais foram encontrados os valores de correlação mais elevados em cada propriedade, nem com o sinal das correlações encontradas.

Para os oito parâmetros avaliados, as correlações mais elevadas encontradas na propriedade P5 foram superiores às

verificadas na propriedade P2. A propriedade P5 é a única em que a fonte de captação utilizada era um curso d'água (fonte Tipo 4), enquanto a fonte de captação da propriedade P2 era um reservatório artificial, sem proteção vegetal em suas margens. O reservatório da propriedade P2 apresentava a maior suscetibilidade ao impacto das ações antrópicas realizadas dentro da propriedade, enquanto a fonte da propriedade P5 seria a menos afetada por tais ações.

## CONCLUSÕES

Não foi possível estabelecer um padrão entre a variação dos valores das correlações entre os parâmetros estudados e os períodos de dias de precipitações acumuladas, com os tipos de fontes de captação de água, o tipo de solo e as microrregiões em que se encontram.

O conjunto de resultados obtidos permite inferir que a qualidade da água dos açudes estudados possa estar mais fortemente correlacionada com outros fatores, além daqueles aqui apresentados. É possível que tais fatores tenham relação com as características do entorno, bem como com as atividades antrópicas realizadas dentro das propriedades.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB. (Estudo FAO: Irrigação e Drenagem, 29. Revisado 1), 1999. 153p.
- BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L. et al. **Introdução à Engenharia Ambiental. O desafio do desenvolvimento sustentável**. 2 ed., São Paulo: Prentice Hall, 2005. 318 p.
- CALIJURI, M. L.; COUTO, E. A.; CAMARGO, R. A et al. Evaluation of the Influence of Natural and Anthropogenic Processes on Water Quality in Karstic Region. **Water, Air & Soil Pollution**, v. 223, n. 5, p. 2157-2168, 2012.
- ESTRELA, C. C. **Variabilidade espacial e temporal da qualidade da água de irrigação no sistema de produção de morango em propriedades familiares no município de Turuçu-RS**. Pelotas, 2008. 113p. Dissertação (Mestrado no PPG em Sistemas de Produção Agrícola Familiar). Universidade Federal de Pelotas.
- FRITZSONS, E.; HINDI, E. C.; MANTOVANI, L. E. et al. As alterações da qualidade da água do rio Capivari com o deflúvio: um instrumento de diagnóstico de qualidade ambiental. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. v. 8, n. 4, p. 239-248, out/dez 2003.
- ISLABÃO, G. O. **Avaliação temporal e espacial dos atributos químicos e microbiológicos do solo em sistemas de produção de morango de Turuçu/RS**. Pelotas, 2009. 104p. Dissertação (Mestrado no PPG em Agronomia). Universidade Federal de Pelotas.
- PRATHUMRATANA, L.; STHIANNOPKAO, S.; KIM, K. W. The relationship of climatic and hydrological parameters to surface water quality in the lower Mekong River. **Environment International**, v. 34, p. 860-866, 2008.
- REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 3 ed., São Paulo: Escrituras, 2006. 748p.
- SANTOS, C. M. A. **Estatística Descritiva: Manual de Auto-Aprendizagem**, Lisboa: Sílabo, 2007.
- SILVA, A. L. P.; ANGELIS, C. F.; MACHADO, L. A. T. et al. Influência da precipitação na qualidade da água do Rio Purus. **Acta Amazonica**, v. 38, p. 735-742, 2008.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto**. 2 ed. Belo Horizonte: DESA/UFMG,1996. 243p.

XIAO, J.; JIN, Z. D.; DING, H.et al. Geochemistry and solute sources of surface waters of the Tarim River Basin in the extreme arid region, NW Tibetan Plateau. **Journal of Asian Earth Sciences**, v. 54, n. 55, p. 162-173, 2012.

ZHU, B.; YU, J.; QIN, X. et al. Climatic and geological factors contributing to the natural water chemistry in an arid environment from watersheds in northern Xinjiang, China, **Geomorphology**, v. 153, n. 154, p. 102-114, 2012.