

## DIAGNÓSTICO DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOLO PARA MANEJO DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO E CONTROLE DA EROSIÃO

*John Kelvin dos Santos<sup>1</sup>; Priscila dos Santos Priebe<sup>1</sup>; Emanuele Baifus Manke<sup>1</sup>; Tuane de Oliveira Dutra<sup>1</sup>; Felício Cassalho<sup>1</sup>; Gilberto Strieder<sup>2</sup>; Reginaldo Galski Bonczynski<sup>3</sup>; Roberto Martins da Silva Décio Jr<sup>4</sup>; Guilherme Krüger Bartels<sup>5</sup>; Idel Cristiana Bigliardi Milani<sup>6</sup>; Luis Eduardo Akiyoshi Sanches Suzuki<sup>6</sup>; Gilberto Loguercio Collares<sup>6\*</sup>*

**Resumo** – Entender e compreender os fluxos de água no solo é fundamental no manejo da irrigação e controle do processo erosivo. Assim, se torna essencial considerar os solos e os usos dos mesmos. Objetivou-se fazer um diagnóstico das características físicas e hídricas do solo de glebas com distintos usos na Bacia Hidrográfica do Arroio do Ouro, mais especificamente no entorno do Arroio do Ouro, de modo a obter informações para o manejo da irrigação e entendimento e controle do processo erosivo. Para a realização deste trabalho foi escolhida uma propriedade localizada no entorno do Arroio do Ouro, sendo subdividida em glebas homogêneas, nas quais foram amostrados os solos para a determinação da densidade, porosidade total, macroporosidade, microporosidade, condutividade hidráulica e umidade no ponto de murcha permanente. As informações apresentadas, relativas à faixa de água disponível às plantas, porosidade e condutividade hidráulica, associadas às informações climáticas e de planta, permitem o planejamento e manejo da irrigação. Embora o solo das glebas apresentem alta macroporosidade e condutividade hidráulica, a presença de uma camada superficial mais arenosa seguida de uma mais argilosa, a falta de proteção vegetal na superfície, o solo revolvido e o relevo suave ondulado, deixa estas áreas mais propensas à erosão.

**Palavras-Chave** – Usos do solo, condutividade hidráulica, retenção de água.

## DIAGNOSIS OF SOIL PHYSICAL CHARACTERISTICS FOR MANAGEMENT OF WATER IRRIGATION AND EROSION CONTROL

**Abstract** – Understand the water flow in the soil is important for irrigation management and erosion control. Thus, it becomes essential to consider the soil and its uses. The objective was to make a diagnosis of the soil physical and hydric properties in plots with different uses in “Arroio do Ouro” watershed, specifically around the “Arroio do Ouro”, in order to obtain information for irrigation management and understanding the erosion process and its control. For this work, was chosen a farm located around the “Arroio do Ouro”, being subdivided into homogeneous plots, which were sampled to determine bulk density, total porosity, macroporosity, microporosity, hydraulic conductivity and moisture in the permanent wilting point. The information presented on the range of available water to the plants, porosity and hydraulic conductivity, associated with climate and plant information, allow planning and management of irrigation. Although the plots show high macroporosity and hydraulic conductivity, the presence of a sandy surface layer followed by a clay horizon, the lack of plant protection on the surface, plowed and undulated relief, makes these areas more prone to erosion.

**Keywords** – Soil uses, hydraulic conductivity, water retention.

<sup>1</sup> Discente do curso de Engenharia Hídrica - UFPel.

<sup>2</sup> Discente do curso de Engenharia Agrícola – UFPel.

<sup>3</sup> Técnico em Hidrologia - Engenharia Hídrica – UFPel.

<sup>4</sup> Técnico em Química - Engenharia Hídrica – UFPel.

<sup>5</sup> Discente do PPG em Recursos Hídricos – UFPel.

<sup>6</sup> Docente do curso de Engenharia Hídrica - UFPel, \* gilbertocollares@gmail.com.

## INTRODUÇÃO

Entender e compreender os fluxos de água no solo é de fundamental importância no manejo da irrigação e para o controle do processo erosivo. Para isso, é imprescindível conhecer o solo, mais especificamente, suas características físicas e hídricas, possibilitando um manejo mais adequado do solo e da irrigação.

A Bacia Hidrográfica do Arroio do Ouro (BHAO) é uma sub-bacia da Bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas, sendo esta de extrema importância para a região de Pelotas/RS, pois é responsável, dentro do município, pelo fornecimento de água para a população através do SANEP (Serviço Autônomo de Abastecimento de Água de Pelotas), que realiza a captação, tratamento e distribuição de água potável dentro da cidade de Pelotas. A BHAO está localizada na divisa de dois municípios, majoritariamente no município de Morro Redondo e o restante no município de Pelotas (Figura 1).

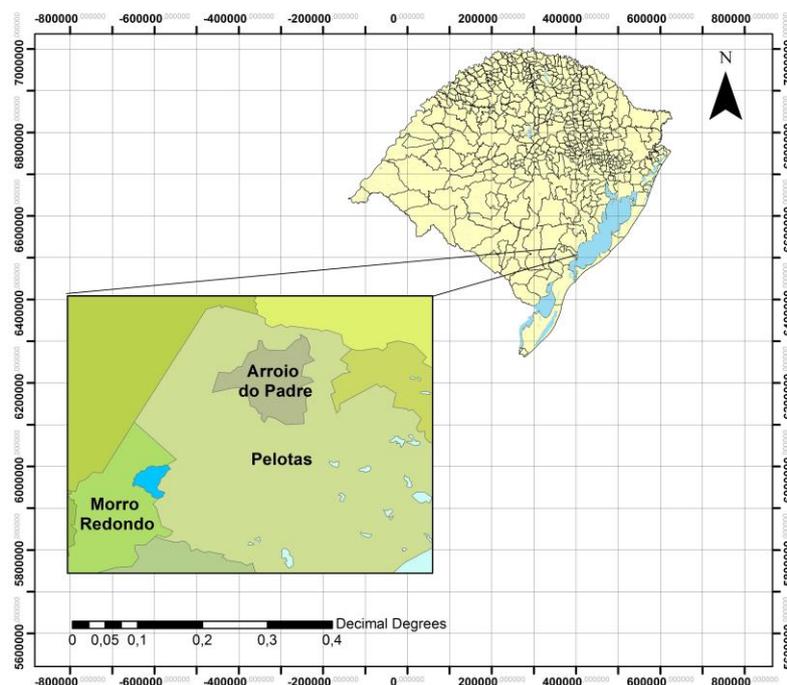


Figura 1. Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Arroio do Ouro, entre os municípios de Morro Redondo e Pelotas

A principal atividade econômica desenvolvida na região de Morro Redondo é a agricultura, em segundo lugar está a pecuária, que segundo o censo agropecuário de 2006, possui 699 unidades de estabelecimentos agropecuários abrangendo uma área de 13.915 hectares. Em relação às atividades econômicas, no município de Pelotas, observam-se aproximadamente 28% de produção de arroz, 10% de produção de grãos, 16% com rebanho bovino de corte, e detém a maior bacia leiteira, além de possuir expressiva criação de equinos e ovinos, em nível estadual.

O relevo, que varia de suave ondulado a ondulado no entorno do Arroio do Ouro, associado às características do solo, faz com que este sistema seja predisposto ao processo erosivo, necessitando práticas intensivas de conservação do solo. É visível em algumas áreas de lavoura a presença de erosão laminar, e no arroio é possível visualizar os bancos de areia formados pelo aporte de sedimentos, seja de lavouras, estradas rurais ou margens do arroio.

Várias tecnologias estão à disposição do agricultor, tais como a irrigação e os fertilizantes, no entanto, se manejadas erroneamente, podem causar sérios impactos ao ambiente. Por exemplo, taxas de irrigação superiores à capacidade de infiltração de água do solo podem acarretar erosão e perda de nutrientes, quer seja por erosão ou lixiviação, além de reduzir a atividade biológica.

Embora haja um grande consumo de água, a irrigação ainda representa uma forma eficiente de aumento da produção de alimentos. Porém, a expansão da agricultura irrigada se torna uma questão preocupante, pelo elevado consumo e restrições de disponibilidade de água (Paz *et al.*, 2000).

A falta de um planejamento e manejo adequado tem sido causas do insucesso de muitos projetos de irrigação, seja por desconhecimento e/ou por falta de assistência técnica. O manejo da irrigação é muito importante do ponto de vista econômico e ambiental, pois se pode economizar água, energia, aumentar a produtividade da cultura e melhorar a qualidade do produto (Resende e Albuquerque, 2002).

O uso eficiente da água inclui qualquer medida que reduza a quantidade de água utilizada por unidade de qualquer atividade, e que favoreça a manutenção e a melhoria da qualidade da água. Para isso, o planejamento é indispensável como forma de compatibilizar os vários usos da água, viabilizando os diferentes setores produtivos, monitorando a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos (Paz *et al.*, 2000).

Neste sentido, o objetivo do trabalho foi fazer um diagnóstico das características físicas e hídricas do solo distribuídos em glebas com distintos usos em uma Sub-bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas, mais especificamente no entorno do Arroio do Ouro, de modo a obter informações para o manejo da irrigação e controle do processo erosivo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em uma Sub-bacia Hidrográfica do Arroio Pelotas, a Bacia Hidrográfica do Arroio do Ouro, cuja propriedade agrícola está situada no entorno do Arroio do Ouro. No segundo semestre de 2012 visitou-se esta propriedade agrícola, que teve suas glebas delimitadas em função das culturas implantadas na área, histórico de uso e manejo do solo, topografia e características do solo, onde foram georreferenciadas utilizando um GPS (*Global Positioning System*) (Figura 2). As glebas e culturas foram as seguintes: Gleba 1 – Ameixa; Gleba 2 – Mostarda; Gleba 3 – Hortaliças diversas; Gleba 4 – Hortaliças diversas; Gleba 5 – Campo sem cultivo; Gleba 6 – Pêssego; Gleba 7 – Pêssego; Gleba 8 – Pepino. As glebas 2, 3 e 4 eram irrigadas por aspersão.

Para condução do presente trabalho, foram selecionadas as glebas 2, 3 e 4, por utilizarem o sistema de irrigação, e as glebas 5 e 6, por possuírem um sistema de uso e manejo diferenciado das glebas anteriores.

Na mesma época da visita na propriedade, amostras de solo com estrutura preservada foram coletadas nas camadas de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 cm, em um total de três amostras por gleba e por camada de solo, correspondendo a três repetições.

As amostras com estrutura preservada foram encaminhadas ao Laboratório de Solos e Hidrossedimentologia da Engenharia Hídrica/UFPel, foram saturadas e quantificada a condutividade hidráulica do solo saturado em laboratório, utilizando-se um permeâmetro de carga constante (Libardi, 2005). Em seguida, as amostras foram levadas à mesa de tensão (tensão de 6

kPa) para determinação da macroporosidade, onde permaneceram por aproximadamente 48 horas e, em seguida, levadas à estufa por mais 48 horas para determinação da microporosidade, porosidade total (EMBRAPA, 1997) e densidade do solo (Blake e Hartge, 1986).

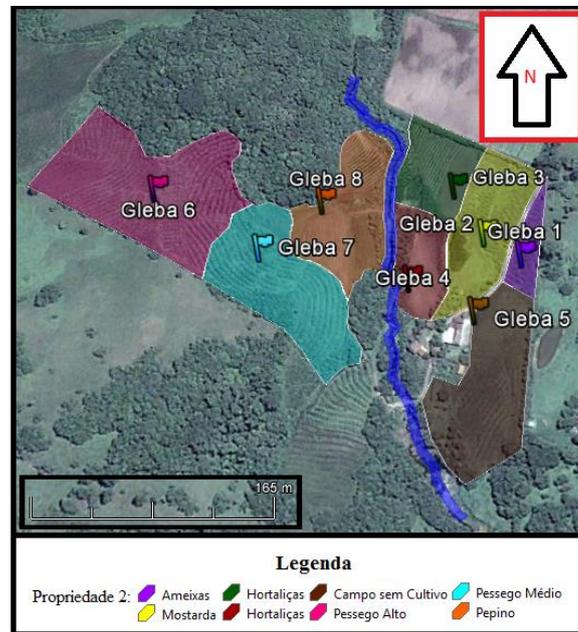


Figura 2. Localização das glebas e culturas na propriedade agrícola localizada no entorno do Arroio do Ouro

Após a retirada da estufa, as amostras foram retiradas dos cilindros e destorroadas. As análises quanto à umidade gravimétrica correspondente ao ponto de murcha permanente (tensão de 1500 kPa), foram realizadas em um psicrômetro de ponto de orvalho “dew point potentiometer” (Decagon, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação nos resultados esteve associada ao uso e manejo diferenciado adotado nas glebas (Tabela 1). Em todas as glebas observaram-se valores elevados de macroporosidade, superior ao valor de  $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ , considerado crítico para o crescimento das plantas (Vomocil & Flocker, 1961; Grable & Siemer, 1968; Kiehl, 1979; Baver, 1949; Gupta & Allmaras, 1987).

A elevada macroporosidade refletiu em valores extremamente elevados de condutividade hidráulica, estando de acordo com Mesquita e Moraes (2004), que afirmam que o fluxo de água em solo saturado ocorre preferencialmente nos macroporos (volume de poros de diâmetro maior que  $50 \mu\text{m}$ ). Contudo, segundo os autores, a presença de um “megaporo” numa amostra de solo afetará pouco a macroporosidade, mas muito sua condutividade. A densidade de fluxo que passa por um poro é proporcional à quarta potência de seu diâmetro (lei de Poiseuille) e, por essas razões, é “fácil” obter valores discrepantes (altos) para condutividade (devido a presença de um “megaporo”), enquanto a macroporosidade não apresentará a mesma tendência.

Tabela 1. Caracterização física e hídrica do solo, em diferentes camadas de amostragem

Gleba*	Camada cm	Macro m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	Micro m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	PT m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	DS Mg m <sup>-3</sup>	K <sub>0S</sub> mm h <sup>-1</sup>	UG <sub>PMP</sub> g g <sup>-1</sup>	UV <sub>6kPa</sub> -UV <sub>1500kPa</sub> m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>
2	0 a 5	0,23	0,26	0,49	1,35	647,63	0,042	0,203
2	5 a 10	0,26	0,24	0,50	1,22	440,83	0,034	0,199
2	10 a 15	0,20	0,24	0,45	1,42	1557,00	0,041	0,182
2	15 a 20	0,15	0,25	0,40	1,57	469,19	0,052	0,168
3	0 a 5	0,22	0,27	0,49	1,35	163,66	0,051	0,201
3	5 a 10	0,22	0,24	0,46	1,41	143,68	0,039	0,185
3	10 a 15	0,17	0,24	0,41	1,46	305,84	0,048	0,170
3	15 a 20	0,17	0,26	0,43	1,44	72,87	0,055	0,181
4	0 a 5	0,24	0,24	0,48	1,21	189,46	0,044	0,187
4	5 a 10	0,20	0,25	0,46	1,29	570,72	0,039	0,200
4	10 a 15	0,23	0,24	0,47	1,30	234,08	0,038	0,191
4	15 a 20	0,14	0,31	0,45	1,39	372,85	0,035	0,261
5	0 a 5	0,23	0,33	0,56	1,13	409,33	0,067	0,254
5	5 a 10	0,22	0,27	0,48	1,21	155,82	0,055	0,203
5	10 a 15	0,19	0,30	0,49	1,29	507,41	0,054	0,230
5	15 a 20	0,18	0,23	0,41	1,44	720,62	0,045	0,165
6	0 a 5	0,15	0,37	0,52	1,23	360,74	0,058	0,299
6	5 a 10	0,14	0,35	0,50	1,30	50,40	0,073	0,255
6	10 a 15	0,16	0,33	0,49	1,29	216,93	0,073	0,236
6	15 a 20	0,13	0,32	0,45	1,36	70,04	0,071	0,223

\*Gleba 2 – Mostarda; Gleba 3 – Hortaliças diversas; Gleba 4 – Hortaliças diversas; Gleba 5 – Campo sem cultivo; Gleba 6 – Pêssego. Macro: macroporosidade; Micro: microporosidade; PT: porosidade total; DS: densidade do solo; K<sub>0S</sub>: condutividade hidráulica do solo saturado; UG<sub>PMP</sub>: umidade gravimétrica no ponto de murcha permanente (1500 kPa); UV<sub>6kPa</sub>-UV<sub>1500kPa</sub>: umidade volumétrica entre a tensão de 6 kPa e 1500 kPa.

Embora as glebas tenham apresentado valores elevados de condutividade hidráulica, especialmente as glebas 2, 3 e 4, visto que foram cultivadas com revolvimento do solo, para o preparo dos canteiros e para plantio das hortaliças. Nesse sentido, considerando apenas os valores de condutividade, aparentemente estas glebas não teriam grandes riscos de erosão, no entanto, devem-se considerar todas as variáveis que influenciam este processo, como por exemplo, a estrutura do solo, a cobertura vegetal, o perfil do solo e a topografia do terreno. Para estas variáveis, algumas glebas apresentam risco à erosão, pois possuem solo com um horizonte subsuperficial mais argiloso, que reduz a condutividade hidráulica, são solos situados em relevo suave ondulado, além de apresentar pouca proteção vegetal na superfície e ter o solo revolvido.

As glebas 5 e 6, mesmo estando há muito tempo sem revolvimento do solo, apresentaram valores de macroporosidade satisfatórios, seja para o crescimento das plantas como para a condução da água para camadas mais profundas, reduzindo os riscos de erosão. Especificamente para estas duas glebas, o não revolvimento do solo e a cobertura vegetal protegendo a superfície do solo são características a serem consideradas na conservação do solo e da água no manejo da propriedade, como pode ser constatado pelos valores de condutividade hidráulica.

A irrigação deve ser manejada com critérios nas glebas, pois o horizonte superficial arenoso, o solo revolvido, a elevada macroporosidade, e a pouca proteção vegetal na superfície dificultam a retenção e manutenção da água no solo.

A água disponível para a planta, neste caso considerada entre a tensão de 6 kPa e 1500 kPa, variou entre 0,165 e 0,299 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>. A partir do conhecimento do volume de água disponível à planta, associado a informações como profundidade efetiva e variáveis climáticas, pode-se manejar a irrigação de modo a otimizar o uso de água e os custos. Da mesma forma, estas informações podem ainda ser utilizadas em modelos hidrológicos e de modelagem do processo erosivo.

## CONCLUSÕES

Como forma de manutenção das características ideais do solo para o desenvolvimento das culturas, pode ser tomada a sub-bacia hidrográfica como unidade de trabalho e planejamento, o que permitirá técnicos e produtores organizados ter uma visão mais próxima das características da bacia. As informações apresentadas, relativas à faixa de água disponível às plantas, porosidade e condutividade hidráulica, associadas às informações climáticas e de planta, permitem o planejamento e manejo da irrigação.

As informações apresentadas permitem a construção ou formatação de um plano local de ação que vigorará sobre um planejamento individual da propriedade, como um instrumento que aponta aos técnicos e produtores as soluções mais adequadas referentes ao tipo e características do solo de propriedades para controle da erosão.

Embora as glebas apresentem alta macroporosidade e elevada condutividade hidráulica, a presença de uma camada superficial mais arenosa e abaixo uma camada mais argilosa, a falta de proteção vegetal na superfície, o revolvimento do solo e o relevo suave ondulado, deixa estas áreas mais propensas ao processo erosivo. Desta forma, é necessário um planejamento que versará sobre as problemáticas apontadas nas glebas analisadas, apresentando alternativas mitigadoras, como por exemplo: o aumento da cobertura vegetal em áreas mais desprotegidas, dissipando a energia das gotas de chuva, reduzindo a desagregação da estrutura do solo; a adoção de práticas que propiciem aumento da infiltração da água no solo, reduzindo o escoamento superficial e promovendo maior disponibilidade de água; identificação de formas de controle, diretas ou indiretas, do escoamento superficial, reduzindo os riscos de erosão, ou a diminuição dos índices da mesma; assim como a capacitação, disseminação do conhecimento e de experiências, para a transferência das técnicas de manejo propostas para outras propriedades da Bacia Hidrográfica do Arroio do Ouro, como forma de levar os resultados a campo e possibilitando implantar práticas agrícolas mais adequadas e assim realizar um manejo do solo que seja benéfico para esta bacia.

## AGRADECIMENTOS

Os autores reconhecem à FAPERGS e ao CNPq o apoio recebido para a realização desse trabalho.

## REFERÊNCIAS

- BAVER, L. D. (1949). Practical values from physical analyses of soils. *Soil Science* 68, pp. 1-13.
- BLAKE, G.R.; HARTGE, K.H. (1986). Bulk density. In *Methods of soil analysis: Physical and mineralogical methods*. Klute, A. American Society of Agronomy, Soil Science Society of

America, Madison. pp. 363-375.

DECAGEON DEVICES. (2000). *Operator's manual version 1.3 WP4 dewpointmeter*. Decagon Devices, USA, 70 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. (1997). *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro-RJ, 212 p.

GRABLE, A.R.; SIEMER, E.G. (1968). Effects of bulk density aggregate size, and soil water suction on oxygen diffusion, redox potential and elongation of corn roots. *Soil Science Society of America Proeedings* 32, pp. 180-186.

GUPTA, S.C.; ALLMARAS, R.R. (1987). Models to access the susceptibility of soil to excessive compaction. *Advances in Soil Science* 6, pp. 65-100.

KIEHL, E.J. (1979). *Manual de edafologia: Relação solo-água-planta*. Agronômica Ceres, São Paulo-SP, 262 p.

LIBARDI, P.L. (2005). *Dinâmica da água no solo*. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 335 p.

MESQUITA, M.G.B.F.; MORAES, S.O. (2004). A dependência entre a condutividade hidráulica saturada e atributos físicos do solo. *Ciência Rural* 34, pp. 963-969.

PAZ, V.P.S.; TEODORO, R.E.F.; MENDONÇA, F.C. (2000). Recursos hídricos, agricultura irrigada e meio ambiente. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 4, pp. 465-473.

RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P.E.P. (2002). Métodos e estratégias de manejo de irrigação. *Circular Técnica* 19, pp. 1-10.

VOMOCIL, J.A.; FLOCKER, W.J. (1961). Effect of soil compaction on storage and movement of soil air and water. *Transactions of the America Society of Agricultural Engineering* 4, pp. 242-246.