



## TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM SOLOS: DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS TÉRMICOS E SIMULAÇÃO.<sup>1</sup>

*Jonas Cegelka da Silva<sup>2</sup>, Fabiane Avena de Oliveira<sup>3</sup>, Pedro Augusto Pereira Borges<sup>4</sup>.  
UNIJUÍ*

**INTRODUÇÃO:** Existem dois tipos de métodos para medir o teor de água dos solos: os métodos diretos e os indiretos. O método gravimétrico é o método direto mais utilizado e consiste na medida das massas úmida e seca da amostra de solo. Embora seja um método preciso, é trabalhoso, não pontual, destrutivo e demorado, o que justifica a pesquisa com métodos indiretos. Os transdutores térmicos desenvolvidos têm como vantagem a construção simples e o custo moderado. O presente trabalho tem como meta desenvolver técnicas para determinar a condutividade e a difusividade térmica em função do teor de água de solos típicos da região noroeste do Estado do RS e usar tais parâmetros na simulação da transferência de calor no solo. **MATERIAL E MÉTODOS:** O transdutor térmico construído consiste de um cilindro de cobre de 0,01 m de diâmetro e 0,02 m de altura, com um termopar e uma resistência elétrica de  $2,5\Omega$  instalados internamente. Os espaços vazios são preenchidos com areia seca, a fim de impedir o deslocamento dos dispositivos eletrônicos e correntes convectivas de ar, resultantes do aquecimento da resistência. As extremidades são vedadas com epóxi, o que impede a passagem de água do solo para dentro do conjunto. A extremidade inferior é moldada de forma cônica para que o transdutor penetre no solo com maior facilidade e aderência. A resistência elétrica é ligada a uma fonte de tensão de 1,5V e o termopar é conectado em placas analógico/digital de aquisição de dados, que estão conectadas a um computador. A impossibilidade de troca de água entre o solo e o interior do cilindro faz com que as propriedades térmicas dos materiais que compõe o transdutor (areia e cobre) permaneçam inalteradas em relação à variação da água do solo. Acionando a fonte de calor durante certo intervalo de tempo, são coletadas as variações de temperatura, próximo à fonte. Com essas variações, é calculada a difusividade térmica do solo, usando um modelo matemático de transferência de calor. Esse procedimento é feito para solos com diferentes teores de água, contemplando todo o intervalo de umidade desde o solo residual até o saturado, cujos dados de teor de água e difusividade são usados para construir as curvas de calibrações adimensionais  $\alpha x \Theta$  (difusividade térmica x teor de água), usando uma função sigmóide e uma função linear. A análise de precisão é feita comparando as medidas de teor de água do transdutor com as medidas realizadas pelo método gravimétrico e a precisão é calculada em função da incerteza das medidas de temperatura e teor de água do solo. A avaliação da sensibilidade é feita determinando experimentalmente a menor variação de água identificada pelo transdutor, para diferentes teores de água e tipos de solo. **RESULTADOS:** A escolha da função sigmóide para ajuste é sabidamente uma má escolha, pois as derivadas nas extremidades tendem a zero, aumentando significativamente o erro no cálculo do teor de água. A escolha da reta seria mais apropriada, porém esta correlação mostrou-se muito baixa. Dessa forma, o método proposto apresenta imprecisões significativas para a medida do teor de água de solos próximos dos estados residual e saturados. **CONCLUSÕES:** A impossibilidade de utilizar uma curva de calibração para qualquer solo exige o conhecimento do teor de água



residual e saturado do solo a ser medido, além dos experimentos prévios de determinação da curva de calibração específica. Essa limitação restringe a aplicação, apenas para situações onde o transdutor permanece instalado na mesma posição, para todas as medidas de teor de água. Nesse sentido, a pesquisa de uma relação entre a proporção argila/areia, bem como a influência da variação da massa específica, da temperatura e da textura do solo nos parâmetros da curva de calibração pode ser investigada. A precisão do transdutor pode ser melhorada com o aperfeiçoamento do protótipo, aumentando o intervalo de aplicação para solos próximo dos estados residual e saturado. Apoio: CNPq.

1 Projeto de pesquisa desenvolvido no curso de física e financiado pelo CNPq

2 Acadêmico do curso de Física – Licenciatura da UNIJUÍ e bolsista PIBIC/CNPq 2008/2009

3 Professora orientadora Dra. Fabiane Avena de Oliveira – DeFEM – Departamento de Física, Estatística e Matemática

4 Professor co-orientador Dr. Pedro Augusto Pereira Borges – DeFEM – Departamento de Física, Estatística e Matemática