

ANÁLISE DE MODELOS DE CÁLCULO DO FATOR DE AJUSTE DE VALORES DE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA QUANTO AO EFEITO DA TEMPERATURA

GESSIONEI DA S. SANTANA¹, EUGÊNIO F. COELHO², ALISSON J. SILVA³, LUCAS M. VELLAME⁴

¹ Eng^o Agr^o, Prof. Escola Agrotécnica Federal de Salinas, Salinas, MG, (038) 3841-1599, e-mail: gessionei@eafsalinas.gov.br

² Eng^o Agr., Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA

³ Graduando em Agronomia, Escola de Agronomia da UFBA, Cruz das Almas, BA

⁴ Eng^o Agr^o, Mestrando em Ciências Agrárias, Escola de Agronomia, UFBA, Cruz das Almas, BA

**Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA 2006
31 de julho a 04 de agosto de 2006 – João Pessoa – PB**

RESUMO: Devido à temperatura (T) ter influência na condutividade elétrica (CE), convencionou-se que essa variável seja reportada para uma T padrão ou de referência (25°C). Assim, é necessária a proposição de modelos destinados ao cálculo de um fator de ajuste (f_T), capaz de converter os valores de CE obtidos sob diferentes T para um valor de CE correspondente a T de 25°C. Assim, diversos modelos são propostos e encontrados na literatura, mas, contudo, não se tem conhecimento de informações sobre a existência ou não de diferenças entre os valores de f_T calculados por esses modelos, que justifique a opção e, ou, recomendação de um ou de outro modelo de cálculo desse fator. Nesse trabalho, cinco modelos de cálculo desse fator foram testados, submetendo-os ao cálculo do fator f_T , para T variando de 0 a 50 °C, com o objetivo de avaliá-los quanto ao grau de convergência ou divergência dos valores desse fator, calculados por esses modelos.

PALAVRAS-CHAVE: Salinidade, modelos matemáticos e temperatura

ANALYSES OF CALCULATION MODELS OF THE TEMPERATURE ADJUSTMENT FACTOR FOR ELECTRICAL CONDUCTIVITY

ABSTRACT: Electrical conductivity (CE) is affected by temperature (T), therefore it is necessary to express this variable for a standard temperature (25°C). In this way, it is necessary to propose models for calculating an adjustment factor in order to standardize the CE values under various temperatures to the temperature of 25°C. There are several available models for calculating this factor in the literature, however, there is no information about comparisons among these models that may be possible to recommend one or other as the most adequate. Five models for calculating this factor were evaluated in a range of 0 to 50°C. The degrees of convergence and divergence of the values of the factor from the models were analyzed for this range of temperature.

KEYWORDS: Salinity, mathematical, temperature

INTRODUÇÃO: A salinidade de um dado meio, tal como o solo, uma solução, dentre outros, é comumente expressa por meio de sua condutividade elétrica (CE). A CE consiste numa propriedade que determinados corpos têm de conduzir eletricidade. Isso é possível, graças à íntima relação que essa propriedade mantém com os sais dissolvidos presentes no meio, no qual se deseja determinar a salinidade, sendo essa, tanto maior, quanto maior for a concentração desses sais nesse meio. Sabe-se, no entanto, que a CE varia com a temperatura (T) do meio em questão. Logo, ao se expressar a CE de um dado meio, necessário se faz a citação da T, na qual essa CE foi obtida. Em face desse problema, a CE é convencionalmente reportada para uma T de referência (25°C) (RHOADES et al., 1999; NOBORIO, 2001). Dessa forma, diversos modelos destinados a calcular um fator de ajuste (f_T) dos valores de CE obtidos sob T diferentes de 25°C, são propostos na literatura (U. S. SALINITY LABORATORY STAFF, 1954; STOGRYN, 1971; FRANSON, 1985; RHOADES et al., 1999; SHEETS & HENDRICKX, 1995). Muitos autores têm utilizado em seus trabalhos esses modelos

(NOBORIO, 2001; PERSSON, 1997; DE NEVE et al., 2000; HEIMOVAARA et al., 1995; CORWIN & LESCH, 2005), mas, no entanto, não se têm encontrado na literatura relatos capazes de informar os usuários desses modelos, sobre a existência ou não de diferenças nos valores do fator f_T , calculados pelos modelos de U. S. SALINITY LABORATORY STAFF (1954), STOGRYN (1971), FRANSON (1985), RHOADES et al. (1999) e SHEETS & HENDRICKX (1995). Assim, não se sabe se há diferenças expressivas o bastante, nos valores do fator f_T , calculados por esses modelos, que justifique a opção por um ou outro modelo, assim como, qual deles proporciona o melhor ajuste dos valores de CE obtidos sob T diferentes de 25°C. Objetivou-se com esse trabalho, avaliar os modelos propostos por esses cinco autores, quanto ao grau de convergência ou divergência dos valores do fator f_T calculados por tais modelos.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho consistiu na avaliação de cinco modelos de cálculo do fator de ajuste (f_T) dos valores de CE obtidos sob temperaturas diferentes de 25°C. Os modelos avaliados são apresentados a seguir:

a) Modelo proposto pelo U. S. SALINITY LABORATORY STAFF (1954):

$$f_T = 1 + \frac{(25 - T)}{49,7} + \frac{(25 - T)^2}{3.728} \quad \text{válida para } 20 \leq T \leq 47 \quad (1)$$

b) Modelo proposto por STOGRYN (1971):

$$f_T = \exp \left\{ (25 - T) \left[2,033 * 10^{-2} + 1,266 * 10^{-4} (25 - T) + 2,464 * 10^{-6} (25 - T)^2 \right] \right\} \quad (2)$$

c) Modelo proposto por FRANSON (1985):

$$f_T = \frac{1}{[1 + \alpha (T - 25)]} \quad (3)$$

em que, α ($^{\circ}\text{C}^{-1}$) corresponde ao coeficiente de temperatura da amostra. Nesse trabalho, considerou-se α igual a $0,019 \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, conforme HEIMOVAARA et al., (1995).

d) Modelo proposto por SHEETS & HENDRICKX (1995):

$$f_T = 0,447 + 1,4034 \exp \left(- \frac{T}{26,815} \right) \quad (4)$$

e) Modelo proposto por RHOADES et al. (1999):

$$f_T = 1 - 0,20346 \left(\frac{T - 25}{10} \right) + 0,03822 \left(\frac{T - 25}{10} \right)^2 - 0,00555 \left(\frac{T - 25}{10} \right)^3 \quad (5)$$

Face à restrição imposta ao modelo 1, o cálculo do fator f_T , para esse modelo, foi feito para temperaturas (T) compreendidas entre 20 e 47 °C, ao passo que, para os demais modelos, calculou-se esse fator para T de 0 a 50 °C.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Verifica-se que o fator de ajuste (f_T) dos valores de condutividade elétrica (CE), obtidos sob temperaturas (T) diferentes de 25°C, comporta-se de forma inversa em relação a T, exceto para o modelo de RHOADES et al. (1999), no trecho de 0 a 6 °C (Figura 1). Este comportamento está de acordo com aquele obtido por HEIMOVAARA et al. (1995), ao avaliar o

comportamento do fator f_T , calculado de acordo com FRANSON (1985), em função da T. Ou seja, o fator f_T decresce com o crescimento da T. Sabendo-se que a CE cresce com o aumento da T, percebe-se, portanto, que o comportamento do fator f_T em relação a T mostra-se condizente, uma vez que, valores de CE obtidos a uma T superior à T de referência ou padronizada (25 °C), devem, de fato, ser multiplicados por um valor inferior à unidade (um) para que assim, se obtenham valores de CE compatíveis com a T de referência; enquanto isso, valores de CE obtidos à T inferiores a 25 °C, devem ser multiplicados por valores maiores que a um. A exceção do modelo proposto por RHOADES et al. (1999), percebe-se que na faixa de T mais comumente encontrada na prática (15 a 30 °C), há uma convergência dos valores de f_T calculados pelos demais modelos avaliados; os valores de f_T calculados pelo modelo de RHOADES et al. (1999) só são convergentes com aqueles obtidos com os demais modelos, na faixa de T de 20 a 30 °C. Exceto para o modelo de SHEETS E HENDRICKX (1995), o valor de f_T para a T de 25 °C, é igual à unidade (um). O valor de f_T igual a um na T de 25 °C, para quatro modelos avaliados, também está de acordo com os princípios teóricos que regem a relação f_T -T, além de indicar que valores de CE obtidos numa T de 25 °C não precisam ser corrigidos, ou, se forem, o valor corrigido será igual àquele não corrigido. Na faixa de T de 15 a 30 °C, observou-se, de modo geral, uma convergência dos valores do fator f_T calculados pelos cinco modelos avaliados. Para T inferiores e superiores a 15 e 30 °C, respectivamente, nota-se expressiva divergência entre os valores de f_T , calculados pelo modelo de RHOADES et al. (1999), em relação àqueles calculados com os demais modelos avaliados, o que revela, limitação do modelo de RHOADES et al. (1999), para cálculo desse fator naquelas faixas de T. Por outro lado, suave divergência é observada entre os valores do fator f_T calculados pelos demais modelos, para essas faixas de T. A exceção do modelo de RHOADES et al. (1999), não se observa divergência expressiva o bastante para que se priorize e, ou, recomende o uso de um ou de outro modelo no cálculo do fator f_T . Ademais, na faixa de T mais comumente encontrada na prática, os valores de f_T calculados pelos cinco modelos são, no geral, convergentes e próximos entre si.

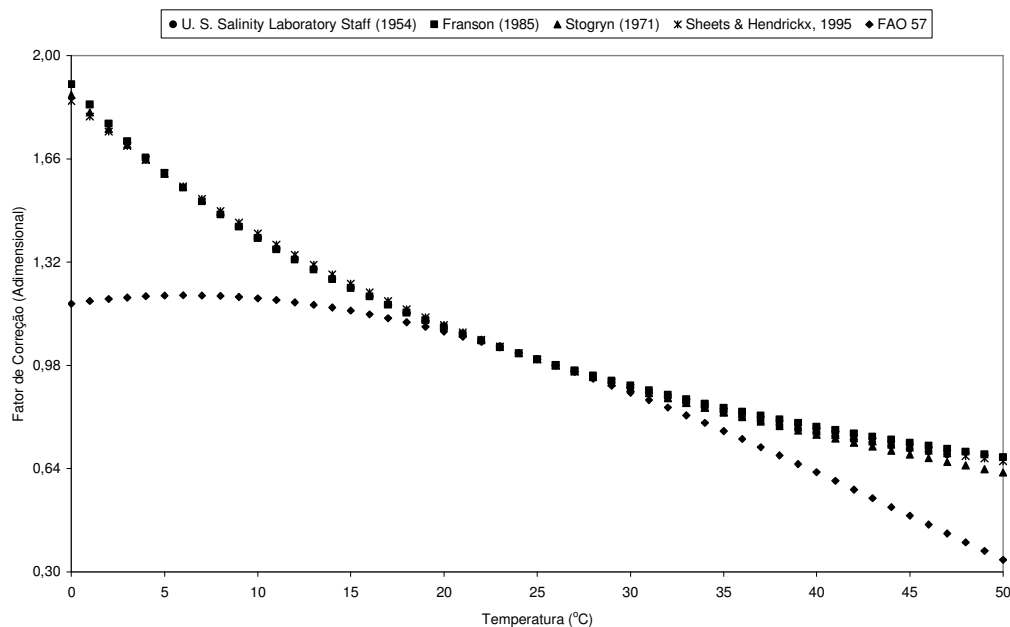


Figura 1. Valores do fator de ajuste (f_T) dos valores de condutividade elétrica como função da temperatura.

CONCLUSÃO: Na faixa de temperatura (T) de 20 a 30 °C, não se observaram diferenças expressivas o bastante, nos valores do fator f_T , calculados pelos cinco modelos estudados, para que se priorize o uso de um ou de outro modelo de cálculo desse fator. Para T inferiores e superiores a 20 e 30 °C, respectivamente, o modelo de RHOADES et al. (1999), não se mostra adequado para cálculo do fator

f_T ; dessa forma, sugere-se que o cálculo desse fator para T menores e maiores que essas, seja feito por meio de um outro modelo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CORWIN, D. L.; LESCH, S. M. Apparent soil electrical conductivity measurements in agriculture. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.46, p.11-43, 2005.
- DE NEVE, S.; VAN DE STEENE, J.; HARTMANN, R.; HOFMAN, G. Using time domain reflectometry for monitoring mineralization of nitrogen from soil organic matter. **European Journal of Soil Science**, v.51, p.295-304, 2000.
- FRANSON, M. A. H. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 16 ed., American Public Health Association, Washington, DC, 1985.
- HEIMOVAARA, T. J.; FOCKE, A. G.; BOUTEN, W.; VERSTRANTEN, J. M. Assessing temporal variations in soil water composition with time domain reflectometry. **Soil Science Society of America Journal**, v.59, p.689-698, 1995.
- NOBORIO, K. Measurement of soil water content and electrical conductivity by time domain reflectometry: a review. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.31, p.213-237, 2001.
- PERSSON, M. Soil Solution Electrical Conductivity Measurements under Transient Conditions Using Time Domain Reflectometry. **Soil Science Society of America Journal**, v. 61, p.997-1003, 1997.
- RHOADES, J.D.; CHANDUVI, F.; LESCH, S. Soil salinity assessment: methods and interpretation of electrical conductivity measurements. FAO Irrigation and Drainage Paper 57. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**, Rome, Italy, pp. 1–150, 1999.
- SHEETS, K. R.; HENDRICKX, J. M. H. Non-invasive soil water content measurement using electromagnetic induction. **Water Resources Researches**. v.31, p.2.401-2.409, 1995.
- STOGRYN, A. Equations for calculating the dielectric constant of saline water. **IEEE transactions. Microwave Theory Technology**. v.19, p.733-736, 1971.
- U. S. SALINITY LABORATORY STAFF. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils: U. S. Dept.** Agriculture Handbook 60, p.1-160, 1954.