

ATIVIDADE 2

Resenha do artigo: "INTERAÇÃO SOLO-PLANTA AVALIADA POR MODELAGEM ESTATÍSTICA DE ESPAÇO DE ESTADOS".

Luis Carlos Timm; Lorival Fante Jr.; Emanuel Pimentel Barbosa; Klaus Reichardt; Osny Oliveira Santos Bacchi

O autor menciona primeiramente que as condições que determinam o crescimento das raízes e sua forma de distribuição, encontram-se nas características e propriedades do solo na zona radicular, como a densidade e porosidade do solo, o movimento de água, os nutrientes, o pH e a presença de elementos tóxicos, dentre outros.

O estudo então se motiva na compreensão de espaço de estados através de um modelo de regressão dinâmica para verificar possíveis relações significativas entre a distribuição do sistema radicular de uma cultura agrícola e os atributos físicos do solo que são elas a densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade total do solo.

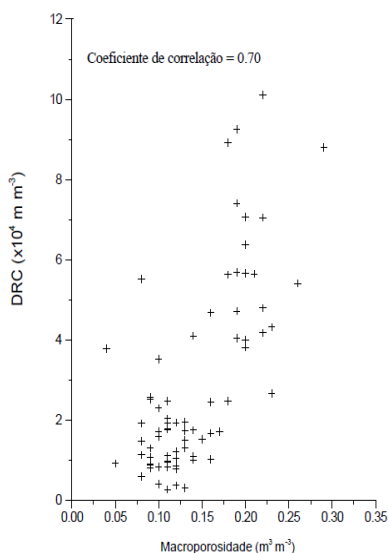
A relação entre o comprimento da raiz e os atributos físicos do solo é representada através de modelos de regressão, porém não de uma forma estática com coeficientes fixos, mas sim de uma forma dinâmica com coeficientes variáveis no espaço através de representação de espaço de estados.

O autor avaliou o sistema radicular da aveia forrageira e na determinação dos atributos densidade e porosidade do solo, empregando o método do anel volumétrico, a separação das raízes das amostras indeformadas de solo, se deu por dispersão em água com agitação mecânica e utilização de peneira de malha 0,2 mm.

Foram calculados os coeficientes de correlação linear entre a variável de interesse de estudo, dita resposta (DRC) e as variáveis tomadas como explicativas, ou seja, densidade do solo, macroporosidade e porosidade total do solo, além da porosidade total defasada de 1 espaçamento (porosidade no ponto vizinho). Os coeficientes de correlação encontrados foram -0.62 , 0.70 , 0.63 e 0.61 , respectivamente. Também constatou-se que a microporosidade não apresentou um coeficiente de correlação expressivo, logo, esta variável não foi incluída no estudo.

A macroporosidade apresentou maior coeficiente de correlação em função da densidade radicular por comprimento de raiz (DRC), os outros fatores densidade do solo, microporosidade e porosidade total do solo respectivamente 0.62 , 0.63 e 0.61 , onde também se obtiveram dados como densidade do solo (D_s), microporosidade (Mip), macroporosidade (Map) e porosidade total do solo (P) na camada de 0 - 0.30 m de profundidade.

Foi constatado que a variável DRC não apresentava um perfil de normalidade, mostrando certa assimetria, logo, optou-se por substituir o "outlier" pela média de seus dois pontos vizinhos e com isto, obteve-se uma descrição mais robusta e



de melhor capacidade de interpretação destes dados.

No modelo de regressão dinâmica os coeficientes betas não são considerados fixos, mas variam ao longo do espaço segundo uma evolução markoviana e são estimados por algoritmos tipo filtro de Kalman.

Foi considerado o seguinte modelo de regressão dinâmica para a relação solo-planta, descrito pelas duas equações abaixo:

$$(LDRC)_i = (\beta_0)_i + (\beta_1 \text{ Poro})_i + (\beta_2 \text{ Poro})_{i-1} + (\text{Erro})_i \quad (1)$$

equação das observações

$$\begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \end{pmatrix}_i = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \beta_2 \end{pmatrix}_{i-1} + \begin{pmatrix} w_0 \\ w_1 \\ w_2 \end{pmatrix}_i \quad (2)$$

equação da evolução

onde:
(LDRC)_i = logaritmo da densidade radicular por comprimento de raiz no ponto i;

(b₀)_i = componente de nível do processo no ponto i;

(b₁)_i = coeficiente de regressão dinâmica (local) da variável porosidade no ponto i;

(Poro)_i = porosidade total do solo no ponto i;

(b₂)_i = coeficiente de regressão dinâmica (local) da variável porosidade no ponto i-1, ou seja, defasada de 1 espaçamento;

(Poro)_{i-1} = porosidade total do solo no ponto i-1;

(Erro)_i = componente de erro observacional (aleatório) no ponto i, com média zero, variância v_i e distribuição normal;

vetor $w_i = (w_0 \ w_1 \ w_2)'$ das perturbações do sistema, com média zero, variância constante e distribuição normal.

As estimativas sequenciais, além de englobarem as estimativas fixas como um de seus pontos (o último) são obtidas pelo algoritmo de mínimos quadrados sequenciais, que é um caso particular do algoritmo do filtro de Kalman com implementação via fatores de desconto, tomando estes fatores iguais a 1.00.

As estimativas dos coeficientes de um modelo de regressão dinâmica onde é permitida uma variabilidade de 1% para os coeficientes de regressão (entre cada dois pontos consecutivos), correspondendo a um fator de desconto no filtro de Kalman (FK) de 0.99 e com isto, o modelo de regressão tornou-se ligeiramente dinâmico.

Já para o coeficiente de nível do processo, foi considerada uma maior dinamicidade (fator de desconto de 0.95), resultando no conjunto em um coeficiente de explicação em torno de 0.98 a 0.99, o que representa uma melhora expressiva em relação ao modelo estático, mesmo quando considerado em sua versão sequencial. Entretanto o autor ressalta as vantagens da versão suavizada em relação a versão ordinária do modelo dinâmico, pois embora com uma pequena redução no grau de explicação dos dados (de 0.99 para 0.98), tem-se uma melhor interpretabilidade para os coeficientes estimados na versão suavizada, por apresentarem menor variabilidade.

Pode-se verificar que o modelo de regressão estática sequencial apresentou um R² de 0.69 e o modelo estático convencional R² de 0.59. Contudo o modelo de regressão dinâmica apresenta um R² em mais de 0.98, o que o torna mais vantajoso quanto aos métodos de relacionar o sistema solo e planta. Verificou-se que a mesma em virtude do caráter local, se adequa a aplicação do modelo de regressão dinâmica.