

Resistência à Penetração na Cultura do Feijoeiro: Intensidade e Tempo de Permanência

Neiva Somavilla Gelain⁽¹⁾; Paulo Ivonir Gubiani⁽²⁾

Dalvan José Reinert⁽³⁾; José Miguel Reichert⁽³⁾; Maurício Kunz⁽²⁾ & Marcelo Kunz⁽⁴⁾

(1) Graduanda do Curso de Engenharia Florestal, Bolsista CNPq, Depto Solos, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Av. Roraima prédio 42, sala 3017, Santa Maria, RS, CEP 97105-900, neivaengenheira@gmail.com (apresentador do trabalho); (2) Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo (PPGCS), Bolsista CAPES, UFSM, Santa Maria, RS, CEP 97105-900, paulogubiani@gmail.com, mauriciokunz@mail.ufsm.br; (3) Professor Titular, Bolsista CNPq, Depto Solos, UFSM, Santa Maria, RS, CEP 97105-900, dalvanreinert@gmail.com; (3) Professor Titular, Bolsista CNPq, Depto Solos, UFSM, Santa Maria, RS, CEP 97105-900, reichert.jm@googlemail.com; (4) Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA), Bolsista CAPES, UFSM, Santa Maria, RS, CEP 97105-900, marcelokunz@bol.com.br

RESUMO: Baixas taxas de crescimento da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) podem estar relacionadas com o tempo de permanência da resistência à penetração acima de 2 MPa. Nesse sentido, o trabalho objetivou avaliar essas relações por meio da análise de correlação linear. O feijoeiro foi cultivado num Argissolo Vermelho distrófico arênico. Os tratamentos constaram de dois níveis de irrigação e três níveis de compactação. Foram verificadas correlações significativas a 5 % (-0,96) entre tempo de duração da resistência à penetração acima de 2 MPa e a altura de plantas, e a 10% (-0,92) entre o tempo de duração da resistência à penetração acima de 2 MPa e a massa seca da cultura, medida aos 56 dias após a semeadura. A análise temporal da resistência à penetração parece ser uma alternativa promissora para compreender melhor seu comportamento em níveis diferentes de compactação.

Palavras-chave: compactação, umidade do solo, regressão linear.

INTRODUÇÃO

O efeito da compactação do solo na cultura do feijoeiro, sob a ótica do intervalo hídrico ótimo (IHO), é relatado nos trabalhos de Silva (2003) e Collares (2005). De maneira geral, os autores verificaram que o rendimento da cultura mostrou pouca relação com a intensidade das restrições indicadas pelo IHO. Klein & Câmara (2007), a partir de dados de rendimento da soja, questionam o valor de 2 MPa de resistência à penetração (RP) como limite crítico inferior do IHO.

Normalmente, o comportamento da RP no gráfico do IHO, induz a uma interpretação de que a probabilidade de ocorrência de limitações ao crescimento de plantas sempre aumenta à medida que diminui o IHO (aumento da densidade do solo). É provável, porém, que a RP imponha limitações

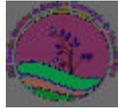
significativas às plantas apenas a partir de um determinado nível de compactação, condição na qual a RP passa a ser efetivamente um fator restritivo mais importante que a deficiência hídrica. No sentido do aumento do IHO (diminuição da densidade do solo), a interpretação das limitações às plantas como sendo decrescentes pode estar equivocada, pois em baixos níveis de compactação a quantidade de água no solo pode ser suficiente para que não haja resistência mecânica à penetração das raízes, porém pode estar próxima da umidade do ponto de murcha permanente ou ser insuficiente para garantir um adequado desenvolvimento das plantas. Dessa forma, o efeito da RP sobre as culturas pode estar indiretamente atenuado ou potencializado pelas condições hídricas do solo.

A medida do tempo para a ocorrência ou do tempo de permanência da RP acima de valores críticos consiste numa análise alternativa que pode estar relacionada com medidas de crescimento ou rendimento das culturas.

Nesse sentido, o trabalho teve como objetivo avaliar a variação da RP, estimada a partir de equações de regressão, em função da umidade do solo, em diferentes níveis de compactação, e verificar a relação do tempo de permanência da RP acima de 2 MPa e da sua intensidade com a produção de matéria seca e a altura das plantas do feijoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em um ARGISSOLO VERMELHO distrófico arênico (Embrapa, 2006). Os tratamentos constaram de dois níveis de irrigação por aspersão (IR - irrigado; NI - não irrigado) e três níveis de compactação definidos



em relação à condição atual da área, cultivada sob plantio direto consolidado: (i) plantio direto (PD); (ii) plantio direto com compactação adicional (PDc) e (iii) plantio direto subsolado (PDSb). Os tratamentos foram dispostos num esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os níveis de irrigação e nas subparcelas os níveis de compactação, no delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. A subsolagem foi realizada num espaçamento entre hastes de 0,5 m, até uma profundidade de 0,25 m, e a compactação adicional foi aplicada por uma série de passadas de um trator MF 275, ao qual foi acoplada uma grade aradora para aumentar a carga sobre o solo.

A semeadura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), cultivar BRS Valente, foi realizada manualmente no dia 30 de janeiro de 2008 (safreinha), em linhas espaçadas 0,45 m, numa densidade de 280000 sementes ha⁻¹.

O monitoramento da umidade do solo foi feito a partir da semeadura até os 56 dias após a semeadura (DAS), nas camadas de 0-0,10, 0,15-0,25 e 0,3-0,45 m por meio de TDR Trase. Aos 25 DAS, a irrigação passou a ser aplicada somente nos tratamentos irrigados, sempre que a umidade do solo diminuía para valores em torno de 5 % da capacidade de campo.

A resistência à penetração (RP) foi medida em cinco condições distintas de umidade, por meio de um penetrógrafo manual, modelo RIMIK, CP 20, programado para uma velocidade de penetração de 2 m min⁻¹ e registro de dados a cada 0,015 m de incremento em profundidade. Em cada medida da RP, foram feitas cinco penetrações nas entrelinhas da cultura, em cada parcela. A partir dos dados de RP e umidade, foram ajustadas equações de regressão, sendo a RP a variável dependente e a umidade a variável independente. Para essas equações, foram incluídas as medições de todas as subparcelas, visto que na ocasião das medidas da RP a irrigação ainda não tinha sido suprimida nos tratamentos não irrigados.

A produção de matéria seca da parte aérea (MS) aos 56 DAS (enchimento das vagens) foi determinada em três plantas, aleatoriamente escolhidas em cada subparcela. As plantas foram coletadas e, após medida sua área foliar e altura

(AP), foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar a 65 °C.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na camada de 0,30-0,45 m, a umidade do solo variou muito pouco. Por isso, não foi possível estabelecer relação com a RP. Nas camadas de 0-0,10 m e 0,15-0,25 m, a RP não mostrou boa relação com a umidade volumétrica, principalmente no tratamento PDSb (Fig. 1 e 2). No entanto, o modelo linear foi significativo a 5 % em todos os casos.

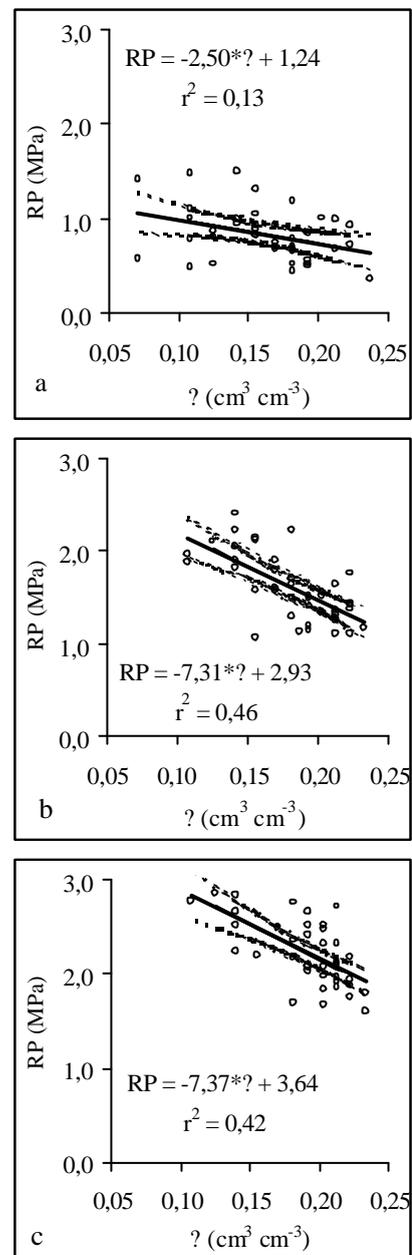
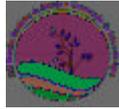


Figura 1. Resistência à penetração na camada de 0-0,10 m em função da umidade volumétrica (θ) no



PDsb (a), PD (b) e PDc (c). Linhas tracejadas correspondem ao intervalo de confiança de 95 % para a média.

A pequena relação da RP com a umidade pode estar relacionada ao fato de que a RP foi medida em vários pontos distribuídos na parcela, enquanto que a umidade foi medida em um único local. A maior variabilidade da RP nos tratamentos PDsb e PDc deve ser resultado de modificações heterogêneas na estrutura do solo, causadas pelas operações de subsolagem e compactação adicional. Em ambas camadas, o coeficiente angular mostrou aumento no sentido PDsb-PDc, indicando que a RP é afetada com maior intensidade pela variação da umidade, à medida que aumenta o grau de compactação. Na camada de 0-0,10 m, observa-se que uma RP de 2 MPa é obtida no PDc e no PD quando a umidade volumétrica estiver, respectivamente, próxima de 0,22 e 0,12 m³ m⁻³, enquanto no PDsb o valor máximo possível seria de 1,24 MPa, na condição de solo completamente seco (coeficiente linear).

Por essa interpretação é possível prever que, no PDsb, a significância estatística de correlações entre variáveis da cultura e a estimativa da RP é menos provável de ocorrer e, caso haja, a modificação medida na variável da planta, possivelmente, será provocada muito mais indiretamente por déficit hídrico, do que propriamente pela variação da RP. Além disso, em todos os tratamentos e camadas deve ser considerada ainda a confiabilidade das médias estimadas, visto que o intervalo de confiança de 95 % para a média é relativamente amplo. Dessa forma, o uso de um valor pontual estimado, considerado como crítico (por exemplo, 2 MPa), pode estar bastante afastado do valor real do parâmetro populacional.

A variação da umidade do solo dos cinco aos 56 DAS foi mais acentuada na camada de 0-0,10 m, tanto dentro quanto entre os tratamentos (Fig. 3a). Por outro lado, na camada de 0,15-0,25 m, as diferenças mais evidentes foram verificadas entre os níveis de irrigação (Fig. 3b). A maior variabilidade da umidade na camada de 0-0,10 m deve estar associada, principalmente, à modificação estrutural do solo imposta pelos níveis de compactação. A maior variação da umidade ocorreu dos 32 aos 52 DAS, período no qual praticamente não houve precipitação. Na camada de 0-0,10 m, observa-se que, embora a umidade do solo no PDsb tenha diminuído até 0,05 cm³ cm⁻³, a RP estimada

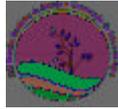
permaneceu bem abaixo de 2 MPa (Fig. 3c). No período entre os 32 e 52 DAS, verifica-se que o tempo transcorrido para a RP atingir o valor de 2 MPa, ou o tempo em que ela permanece acima desse valor, à medida que a umidade do solo diminuiu, foi diferente entre os níveis de compactação, bem como entre as camadas (Fig. 3c e 3d). O tempo de duração da RP acima de 2 MPa (TRP_{>2MPa}) foi em média 13 e 18 dias, respectivamente, para o PD e o PDc, na camada de 0-0,10 m e de 7, 16 e 17 dias, respectivamente, para o PDsub, PD e o PDc, na camada de 0,15-0,25 m. A intensidade da RP medida pela diferença entre o valor máximo da RP no período analisado menos o valor de 2 MPa (?RP_{>2MPa}) foi em média 0,5 e 1,0 MPa, respectivamente, para o PD e o PDc, na camada de 0-0,10 m e de 0,4, 1,2 e 1,4 MPa, respectivamente, para o PDsub, PD e o PDc, na camada de 0,15-0,25 m. No tratamento PD, na camada 0-0,10 m foram verificadas correlações significativas pela análise de Pearson a 5 % (-0,96) entre o TRP_{>2MPa} e a AP, e a 10% (-0,92) entre o TRP_{>2MPa} e a MS. Possivelmente, o pequeno número de correlações significativas se deve ao fato de que a RP maior que 2 MPa ocorreu quando as plantas já se encontravam num estágio avançado de desenvolvimento. Dessa forma, as plantas podem ter sido pouco afetadas pela RP, visto que o sistema radicular poderia estar crescendo a taxas menores.

CONCLUSÕES

A análise temporal da RP parece ser uma alternativa promissora para compreender melhor seu comportamento em níveis diferentes de compactação. É necessário, porém, obter estimativas mais precisas da RP em função da umidade, para melhorar a confiabilidade das relações feitas a partir dessas estimativas.

REFERÊNCIAS

- COLLARES, G.L. Compactação em Latossolos e Argissolo e Relação com Parâmetros de Solo e de Plantas. Santa Maria, R.S. 2005. 107p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.
- EMBRAPA - Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2.ed. Brasília: Embrapa, 2006, 306p.
- KLEIN, V.A. & CÂMARA, R.K. Rendimento da soja e intervalo hídrico ótimo em Latossolo Vermelho sob plantio direto escarificado. R. Bras. Ci. Solo, 31: 221-227, 2007.



SILVA, V.R. Propriedades Físicas e Hídricas em solos sob diferentes níveis de compactação. 2003. 171f. Tese

(Doutorado em Agronomia - Biodinâmica do solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

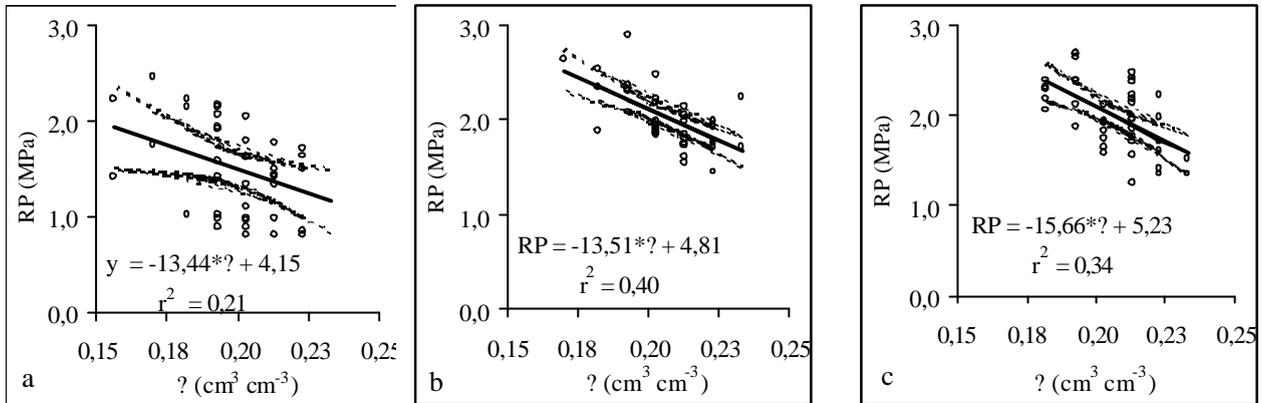


Figura 2. Resistência à penetração na camada de 0,15-0,25 m em função da umidade volumétrica (v) no PDsb (a), PD (b) e PDc (c). Linhas tracejadas correspondem ao intervalo de confiança de 95 % para a média.

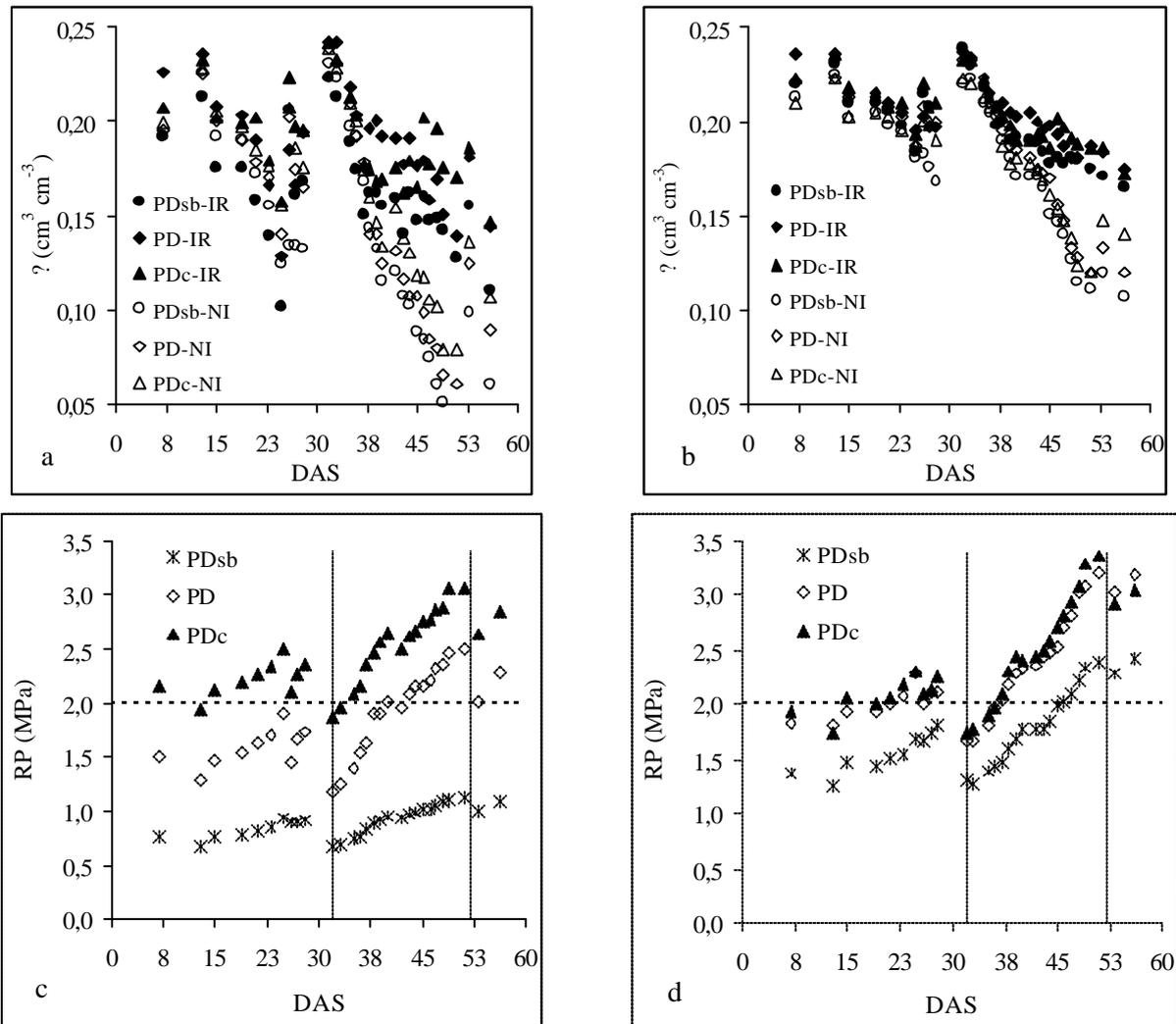


Figura 3. Variação no período de zero a 60 dias após a semeadura (DAS) da umidade volumétrica (v) nas camadas de 0-0,10 m (a) e 0,15-0,25 m (b), em diferentes níveis de compactação, com (IR) e sem (NI) irrigação, e das médias das estimativas da resistência à penetração nas camadas de 0-0,10 m (c) e 0,15-0,25 m (d), em diferentes níveis de compactação, sem irrigação.