

A COMPACTAÇÃO DO SOLO NA PRODUÇÃO DE GRAMAS

Álvaro Pires da Silva

Professor Associado
Departamento de Solos e Nutrição de Plantas
ESALQ/USP – Piracicaba - SP

1. Introdução

A compactação do solo é um processo físico que restringe o crescimento de todas as plantas e a produção de gramas está inserida nesse contexto. Esse texto tem como objetivo abordar o estado da arte para a quantificação da qualidade física e compactação do solo. Apesar do texto não se referir explicitamente a gramas, todos os conceitos apresentados se aplicam perfeitamente ao entendimento dos efeitos da compactação do solo na produção de gramas.

Qualidade física do solo é a capacidade do solo em promover ao sistema radicular das plantas condições favoráveis ao crescimento e desenvolvimento. As condições favoráveis na zona radicular estão relacionadas com a estrutura do solo, e são determinadas pela disponibilidade de água, aeração, temperatura e resistência que o solo oferece à penetração de raízes. No que diz respeito à funcionalidade, a estrutura do solo ideal é aquela que permite uma grande área de contato entre raízes e o solo, apresentando espaço poroso suficiente para movimentação de água e difusão de gases, além da resistência à penetração não ser impeditiva ao crescimento de raízes. Os solos em seu habitat natural raramente fornecem uma qualidade física ideal ao crescimento das raízes.

2. Fatores físicos do solo relacionados ao crescimento vegetal

Estudos associam às condições físicas ideais ao crescimento de plantas uma porosidade de aeração (**PA**) mínima de 10%, o valor de 2,0 MPa como um limite de resistência à penetração (**RP**) para o crescimento de raízes e parte aérea das plantas, além de

uma ampla disponibilidade de água no solo (entre a capacidade de campo e ponto de murcha permanente) .

Dentre os fatores diretamente relacionados com o crescimento vegetal, a água é a principal variável intensamente estudada. Deficiência ou excesso de água limitam o crescimento radicular. A água não causa injúria diretamente às raízes, mas o excesso de água no solo desloca ar do espaço poroso (não capilar), causa deficiência de oxigênio que por sua vez pode reduzir o crescimento e funcionamento, causando a morte das raízes. Uma deficiência severa de água no solo geralmente leva a uma redução ou cessa o crescimento radicular, inibindo a absorção de água e nutrientes. Os fatores que atuam no ambiente radicular estão relacionados em complexas interações, atuando simultaneamente. Uma modificação na umidade do solo promove modificações na aeração e na resistência do solo à penetração de raízes.

A disponibilidade de água às plantas está diretamente relacionada ao estado de energia em que a água se encontra no solo, esta energia é conhecida como energia potencial e determina o movimento da água no solo. De toda água armazenada no solo, apenas uma parte pode ser utilizada pelas plantas. A quantidade de água existente entre a capacidade de campo (θ_{CC}) e o ponto de murcha permanente (θ_{PMP}) é definida como “água disponível (**AD**)”. Em valores potenciais, a faixa de **AD** é utilizada entre 0,01 MPa (θ_{CC}) e 1,5 MPa (θ_{PMP}).

O crescimento vegetal, além da disponibilidade de água, também pode ser diretamente afetado por um fator conhecido como resistência à penetração (**RP**). A RP refere-se a dificuldade que uma raiz experimenta ao crescer através de camadas densas e compactadas, ou a dificuldade que uma plântula encontra ao emergir através da superfície do solo.

A avaliação da qualidade física do solo envolve a obtenção de dados de difícil aquisição com dispêndio de tempo e recursos para serem determinados. Os estudos são baseados em análises quantitativas de propriedades isoladas, entretanto, é a interação destes aspectos quantitativos que determinam a qualidade do solo. As propriedades físicas do solo são importantes para o crescimento de plantas e são frequentemente relacionadas ao conteúdo de água, oxigênio, temperatura e resistência à penetração.

Letey (1985) reuniu em um único parâmetro as limitações relacionadas ao crescimento de plantas (conteúdo de água, aeração e resistência à penetração) e definiu como “*Non-Limiting Water Range (NLWR)*”. O NLWR, intervalo hídrico não-limitante, é um parâmetro que descreve uma faixa de água e incorpora limitações do conteúdo de água no crescimento de plantas relacionadas à aeração, resistência à penetração e água disponível. Os limites da faixa de água, mencionados por Letey, consideravam conteúdos de água associados à

capacidade de campo e ponto de murcha permanente, bem como a resistência do solo à penetração e aeração na qual o crescimento de plantas poderia cessar ou ser dramaticamente reduzido (Silva et al., 1994). Em seu trabalho, Letey descreveu a necessidade de manejar o potencial hídrico, temperatura, aeração e resistência à penetração uma vez que se deseja obter boas produtividades; desta forma a resposta das plantas às modificações físicas dentro dos limites do intervalo seriam ótimas, e impedidas fora dele. Solos estruturalmente pobres foram relacionados a um estreito NLWR, necessitando de um manejo cuidadoso, enquanto que solos com boas condições estruturais apresentaram um NLWR maior e necessitam de um manejo relativamente menos cuidadoso.

Em 1994, Silva et al. redefiniram e quantificaram o conceito do NLWR. Neste trabalho o conceito foi definido como “Least Limiting Water Range” (LLWR), faixa ou conteúdo de água na qual são mínimas as limitações para o crescimento de plantas, associadas ao potencial matricial, porosidade de aeração e resistência à penetração. Para Silva et al., a incorporação dos fatores que afetam diretamente o crescimento de plantas em uma única variável, proporcionou um parâmetro mais sensível às mudanças estruturais do solo (caracterizado pela densidade do solo) do que a água disponível. Este índice deve ser sensível a mudanças no ambiente, respondendo a uma possível degradação estrutural do solo que afete o crescimento de plantas. O conceito do LLWR integra três fatores associados ao crescimento de plantas dentro de uma única variável, desta forma pode ser usado com um índice de qualidade estrutural do solo para produção de plantas. Fora da faixa do LLWR as limitações associadas ao crescimento de plantas são mais acentuadas e dentro do LLWR as limitações relacionadas ao crescimento de plantas são menos limitantes. Silva et al.(1994) estabeleceram que o limite superior do LLWR seria definido pela umidade em que a porosidade de aeração inferior é a 10% (θ_{PA}) ou pela umidade na capacidade de campo(θ_{CC}), e o limite inferior definido pela umidade em que a resistência à penetração é o fator restritivo ao crescimento de plantas (θ_{RP}) ou pela umidade no ponto de murcha permanente (θ_{PMP}). Silva et al.(1994) estabeleceram a curva característica de retenção de água no solo como função de duas variáveis independentes: tensão de água no solo e densidade do solo (D_s). A RP foi estabelecida como função da D_s e da umidade volumétrica do solo (θ_v). A θ_{CC} foi estabelecida em 100 hPa e a θ_{PMP} em 15000 hPa, a água disponível pôde ser definida como função da D_s . O valor de 2 MPa foi estabelecido como limitante ao crescimento radicular. Ao se isolar a θ_v no modelo de RP, definiu-se a umidade em que a RP supera o valor crítico (θ_{RP}), fixado neste estudo em 2 MPa, como função apenas da D_s . A densidade foi usada como variável de

monitoramento neste estudo que apresentou uma descrição detalhada do LLWR com aspectos estatísticos e metodológicos.

Orellana et al. (1996) denominaram o conceito introduzido por Letey, de Non-Limiting Water Range para *Intervalo Hídrico Ótimo (IHO)*. No Brasil Tormena et al. (1998) introduziram o conceito de IHO, o qual tem sido utilizado como tradução em trabalhos que utilizam esse parâmetro, e será adotado neste trabalho como tradução do LLWR. A partir do reconhecimento de complexas interações entre os parâmetros físicos do solo, e com a incorporação dos fatores que afetam diretamente o crescimento de plantas, vários trabalhos vêm utilizando o IHO como índice de qualidade estrutural do solo para crescimento de plantas.

A funcionalidade do conceito do IHO têm levado pesquisadores a empregar sua metodologia em trabalhos que buscam a avaliação da qualidade estrutural do solo. Entretanto, a inexistência de uma metodologia simplificada para a quantificação do IHO tem restringido o uso desta técnica entre pesquisadores e técnicos. Em vista desta dificuldade, Leão e Silva (2005) criaram algoritmos, em planilha do Microsoft Excel® e uma rotinas no programa “*Statistical Analysis System – SAS*” (Leão et al. 2005), para facilitar e popularizar o uso deste índice considerado como indicador da qualidade estrutural de solos.

3. Literatura Citada

- LEAO, T. P., SILVA, A. P., MACEDO, M. C. M. et al. Least limiting water range in the evaluation of continuous and short-duration grazing systems. *Rev. Bras. Ci. Solo*, vol.28, no.3, p.415-422., 2004.
- LEAO, T. P., SILVA, A. P.; Perfect, E.; Tormena, C.A.. An algorithm for calculating the least limiting water range of soils using a statistical analysis system. *Agronomy Journal* v. 97 p. 1210-1215, 2005.
- LEAO, T. P.; SILVA, A. P.; A simplified Excel® algorithm for estimating the least limiting water range of soils. *Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)*, vol.61, no.6, p.649-654, 2004.
- LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop production. *Advances in Soil Science*, v.1, p.277-294, 1985.
- ORELLANA, J. A. de; PILATTI, M.A.;GRENON, D. A. Soil quality: an approach to physical state assessment. *Journal of Sustainable Agriculture*, v.9, n.2, p.91-108, 1997.
- SILVA, A. P.; KAY, B. D.; PERFECT, E. Characterization of the least limiting water range of soils. *Soil Science Society of America Journal*, v.58, p.1775-1781, 1994.

TORMENA, C.A.; SILVA, A. P.; LIBARDI, P.L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. Rev. Bras.Ci. Solo, vol.22, p.573-581, 1998.