

Resistência a Penetração e Densidade do Solo como Indicativos de Compactação do Solo em Área de Cultivo da Cana-de-Açúcar

RENATO PAIVA DE LIMA⁽¹⁾, MAURÍCIO JAVIER DE LEON⁽²⁾, BRUNO ANTÔNIO BERNARDO DA SILVEIRA GONZAGA⁽³⁾ & ROSEILTON FERNANDES DOS SANTOS⁽⁴⁾

RESUMO - A produtividade da cana-de-açúcar está intimamente relacionada ao ambiente de produção. A caracterização da camada compactada pode contribuir para identificação de áreas degradadas. O objetivo do presente trabalho foi utilizar a resistência à penetração e a densidade do solo como indicativos de compactação do solo em área de cultivo da cana-de-açúcar. Foi utilizado um penetrômetro digital e amostrados 52 pontos em toda área com posterior elaboração de um gráfico com a resistência média dada em kPa. Para densidade do solo foram coletadas 7 amostras simples onde foi feita à média dessas para análise comparativa. Os resultados mostraram que a camada de 50 a 100 mm apresentou maior resistência a penetração. Da área total 49,74% apresentou resistência superior a 1.800 kPa, e 46,37% demonstrou resistência que varia entre 1.000 e 1.800 kPa. A densidade do solo em todas as amostras superou 1,45 g cm⁻³, valor considerado limite máximo para solos argilosos. Pode-se concluir que a propriedade apresenta faixas compactadas, podendo ser utilizado para descompactação, as operações de gradagem, escarificação e aração, já que a compactação atinge apenas os primeiros 10 cm do perfil do solo.

Palavras-Chave: (Cana-de-açúcar; resistência à penetração; densidade do solo).

Introdução

A cultura da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) reveste-se, atualmente, de grande importância socioeconômica, visto que é utilizada como matéria-prima para as agroindústrias do açúcar, álcool e aguardente, além de representar para o nosso país uma fonte de grande geração de empregos e renda no meio rural [1].

O Estado da Paraíba tem se destacado no Nordeste, como produtor de açúcar e de álcool, sendo a exploração da cultura da cana-de-açúcar, não restrita apenas a zona litorânea, mas também em outras microrregiões, como a do brejo paraibano [2].

O equilíbrio ambiental pode ser entendido como sendo o resultado de fatores ligados ao solo, clima, fauna e ao homem. As práticas agropecuárias provocam alterações no ambiente, sendo o solo, o principal agente de transformação.

A qualidade física assume importância na avaliação do grau de degradação do solo e na identificação de práticas de uso sustentáveis. Embora se admita que a verdadeira preocupação esteja com a qualidade física, esta tem afetado bastante a qualidade química e biológica, já que uma depende da outra, por tanto, melhorando a qualidade física de determinado solo indiretamente se está contribuindo para a melhoria das suas condições químicas e biológicas [3].

Uma das principais causas da degradação do solo é a compactação, resultado do processo de aumento da densidade e resistência penetração. A compactação do solo ocorre de maneira muito freqüente em ambientes que utilizam máquinas e implementos ou em áreas onde o pisoteio de animais é intenso, constituindo um dos mais sérios fatores de restrição ao desenvolvimento das plantas [4].

A resistência do solo à penetração (RP) juntamente com a densidade do solo (DS) são atributos físicos que influenciam diretamente o crescimento das raízes e, conseqüentemente, a parte aérea das plantas. O efeito do impedimento mecânico sobre o desenvolvimento radicular é dependente das características pedológicas e das práticas de manejo a que o solo é submetido. Quando aumenta a resistência à penetração do solo, o sistema radicular apresenta desenvolvimento reduzido, podendo comprometer a produtividade da área [3]. De certa forma, existe uma relação entre resistência à penetração e densidade solo. Esta relação afetada principalmente pela textura e teor de umidade do solo. Há quem relate a influência da densidade do solo no desenvolvimento radicular das plantas. Com o aumento da densidade ocorre diminuição do volume de poros, contribuindo para baixas produtividades da área cultivada [5].

Este trabalho teve como objetivo utilizar a resistência à penetração e a densidade do solo como indicativos de compactação do solo em área submetida a pastagem intensiva e destinada ao cultivo da cana-de-açúcar.

Material e Métodos

O estudo foi realizado em novembro de 2008, em propriedade do Engenho Triunfo, com área aproximada de 1,7 ha, cujas coordenadas são 06°59'41,8" S e 35°44'05,4" W, localizada no Município de Areia - PB, cujas coordenadas geográficas são 06° 57' 46" S 35° 41' 31" W, e altitude média de 557 m. O solo em estudo foi classificado como ARGISSELO segundo JACOMINE et al

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Estudante de Graduação em Agronomia, Departamento de Solos e Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Campus Universitário, Areia, PB, CEP 58397-000. E-mail: renato_agro@hotmail.com

⁽²⁾ Segundo Autor é Professor Adjunto do Departamento de Solos e Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Campus Universitário, Areia, PB, CEP 58397-000. E-mail: mauricio@cca.ufpb.br

⁽³⁾ Terceiro Autor é Estudante de Graduação em Agronomia (Bolsista PROBEX / UFPB), Departamento de Solos e Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Campus Universitário, Areia, PB, CEP 58397-000. E-mail: bruno_gonz@hotmail.com

⁽⁴⁾ Quarto Autor é Professor Adjunto do Departamento de Solos e Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba. Campus Universitário, Areia, PB, CEP 58397-000. E-mail: roseilton@cca.ufpb.br

[6], com 32% de argila, 19,8% de silte e 20% de areia com classe textural Franco Argilo Arenosa. A precipitação média está quantificada em 1400 mm de acordo com dados da Estação Meteorológica do CCA/UFPB.

O trabalho constituiu-se da análise da densidade do solo juntamente com a resistência mecânica do solo à penetração. Para avaliação da resistência mecânica a penetração foi utilizado um penetrômetro eletrônico, modelo FALKER PenetroLOG – PLG 1020, com aptidão eletrônica para aquisição de dados. Foram amostrados 52 pontos em toda área com posterior elaboração de um gráfico médio relacionando a profundidade amostrada com a força aplicada para penetração no solo (kPa), bem como a configuração de um mapa que permite visualizar os pontos críticos de resistência a penetração na propriedade. O penetrômetro foi configurado para registrar leituras a cada 10 mm de incremento de profundidade. Os dados referentes ao penetrômetro foram extraídos e analisados a uma profundidade máxima de 40 cm. O gráfico representativo de resistência à penetração foi obtido através do Software PenetroLOG. O perímetro da área foi obtido através de GPS de navegação, modelo Garmin Etrex, e a elaboração dos mapas da resistência à penetração encontrada na área através do Software FalkerMap.

Para densidade do solo foram utilizadas sete amostras de solo na profundidade de 0-20 cm. Essa profundidade foi escolhida devido a sua maior contribuição para os sistemas de cultivo. Na mesma amostra retirada para análise da densidade foi extraída a umidade do solo pelo método da estufa. A umidade do solo no dia da amostragem esteve em torno de 1,77% (valor médio), não diferindo, em termos de amplitude, dos demais valores obtidos em cada amostra. As amostras foram coletadas de forma aleatória e analisadas através do método do torrão impermeabilizado conforme metodologia descrita pela EMBRAPA [7]. As amostras foram coletadas entre os dias 28 e 29 de novembro de 2008. Para a análise da densidade foram utilizadas as instalações do Laboratório de Física do Solo do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). A área de pesquisa estava ocupada com pastagem e convivia sobre intenso pisoteio animal, e não há registros sobre preparo de solo ou outra atividade qualquer nos últimos 10 anos. A gleba estava programada para receber a cultura da cana-de-açúcar em substituição ao pasto.

Resultados e Discussão

Resistência à penetração

A **Figura 1** mostra um gráfico com a medição média dos 52 pontos amostrados na propriedade em estudo. Pode-se observar que a extração dos dados foi feita a uma profundidade de 0-400 mm (40 cm). No gráfico (**Figura 1**) é possível visualizar que a camada

de maior resistência à penetração ocorre no intervalo de 50–100 mm de profundidade. Nesta camada a pressão exercida ultrapassa 2000 kPa. Segundo CAMARGO et al [4], valores até 2500 kPa são considerados baixos e apresentam pouca limitação ao desenvolvimento das raízes. Apesar de a pressão média exercida estar em torno de 2000 kPa, os valores em alguns pontos chegaram a atingir 5500 kPa, resistência essa considerada alta, onde nesta situação já apresenta sérias limitações ao desenvolvimento do sistema radicular das plantas. RIPOLI et al [8] comentam que para melhor desenvolvimento da cana-de-açúcar é preciso observar o ambiente de produção oferecido à cultura, que leva em consideração atributos químicos, biológico e a qualidade física do solo, que em linhas gerais é bastante afetada pela compactação do solo.

A **Figura 2** apresenta a faixa mais prejudicada pela compactação na propriedade. No mapa é possível observar que 49,74% da área apresentou resistência a penetração acima de 1.800 kPa, e 46,37% demonstrou resistência que varia entre 1000 e 1.800 kPa na profundidade de 50 a 100 mm. Cabe ressaltar que o referido mapa apresenta os valores de todos os pontos amostrados, inclusive aqueles onde o equipamento não conseguiu registrar todos os dados dentro do intervalo de profundidade avaliado (0 – 400 mm). Através deste mapa é possível identificar áreas críticas que precisam de cuidados especiais pelas máquinas e equipamentos de preparo do solo como no caso da decisão de realização da operação de descompactação subsuperficial. Segundo CAMARGO et al [4], no campo sintomas de compactação podem ser observados tanto na planta quanto no próprio solo. Entretanto deve-se tomar cuidado para não confundir danos causados pela compactação com danos causados por seca e moléstias. Por este motivo se torna imprescindível o diagnóstico técnico utilizando equipamentos específicos.

Densidade do Solo

Na **Tabela 1** é possível observar o valor médio da densidade do solo na propriedade, bem como o valor de cada amostra de solo. Segundo CAMARGO et al [4], pode-se dizer com certa restrição, que a densidade é a medida quantitativa mais direta da compactação. KIEHL [9] enfatiza que para solos argilosos, a densidade é considerada ideal quando assume níveis que variam entre 1,0 e 1,2 g cm⁻³. As densidades obtidas nas amostras individuais (1 a 7, **Tabela 1**) mostram valores bem superiores ao intervalo sugerido por KIEHL [9]. Essas densidades podem estar relacionadas com o pisoteio animal, que na propriedade em estudo, está bastante evidenciada pelo tempo que esses animais estão na área sem nenhum manejo rotacional. O valor médio da densidade na área também é elevado (1,65 g cm⁻³), constatando que em toda a área, a qualidade física do solo está comprometida pela compactação [10]. Para cana-de-açúcar, um aumento na densidade do solo, principalmente na camada superficial, prejudicaria o desenvolvimento do sistema radicular, já que esta cultura tem seu nível de exploração nutricional arranjado na camada arável do solo. Densidades muito altas podem comprometer a

respiração das raízes e exercer resistência ao seu desenvolvimento.

Agradecimentos

Ao Engenho Triunfo pela colaboração prestada para a realização da presente pesquisa.

Conclusões

1. A camada que se mostrou com maior resistência a penetração está no intervalo de 50 a 100 mm. Nesta camada a pressão exercida ultrapassou 2000 kPa.
2. Da área total analisada 49,74 % apresentou resistência a penetração acima de 1.800 kPa, e 46,37% demonstrou resistência que varia entre 1000 e 1.800 kPa na profundidade de 50 a 100 mm.
3. A densidade do solo em todas as amostras superou $1,45 \text{ g cm}^{-3}$, valor considerado limite máximo para solos argilosos. Esta situação caracteriza a compactação do solo da propriedade do Engenho Triunfo.
4. Neste caso a descompactação pode ser feita através da adição de matéria orgânica e operações como aração, gradagem, ou escarificação já que a camada compactada compreende apenas os primeiros 10 cm do solo.
5. O equipamento FALKER PenetroLOG – PLG 1020 mostrou-se eficiente na avaliação de camadas compactadas, porém dificuldades na aquisição de dados foram encontradas em pontos onde a resistência à penetração ultrapassa o limite de 4500 kPa.

Referências

- [1] FELIPE, Danielle Carvalho. Produtividade da cana-de-açúcar (*saccharum officinarum*) submetida a diferentes épocas de plantio e a adubação mineral. Areia- PB:UFPB/CCA, 2008.
- [2] JUNIOR, L. R. P.; GAMA, J. S. N.; RESENDE, I. R. A.; CAMPOS, V. B.; PRAZERES, S. S.. Variação climática no brejo paraibano e sua influência na produtividade da cana-de-açúcar. Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil) v.3, n.3, p. 50-58 de julho/setembro de 2008.
- [3] DEXTER, A. R. Soil physical quality. Part I. Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. Geoderma, v.120, p.201-214, 2004a.
- [4] CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F.. Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas. Piracicaba – SP, Degaspar, 1997. 132p.
- [5] LETEY, J. Relationship between soil physical properties and crop reduction. Adv. Soil Science, v.1, p. 27-294, 1985.
- [6] JACOMINE, P.K.T.; RIBEIRO, M.R.; MONTENEGRO, J.O.; SILVA, A.P. & MÉLO FILHO, H.F.R. Levantamento exploratório reconhecimento de solos do Estado da Paraíba. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura/Sudene, 1972. 650p. (Boletim Técnico, 15; Série Pedologia, 8)
- [7] Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solo. Manual de Métodos de Análise de Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPS, Documento 1).
- [8] RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C.; CASAGRANDE, D. V.; IDE, B. Y.. Plantio da Cana-de-açúcar: Estado de Arte. Piracicaba – SP, T.C.C. RIPOLI, 2006. 216p.

[9] KIEHL, E. J.. Manual de Edafologia. Piracicaba – SP, Editora Agronômica Ceres, 1979. 262p.

[10] REINERT, D. J.; REINERT J. M. Propriedades Físicas do Solo. Santa Maria – RS: CCR/UFSM, 2006.

Figura 1. Gráfico de Resistência a Penetração.

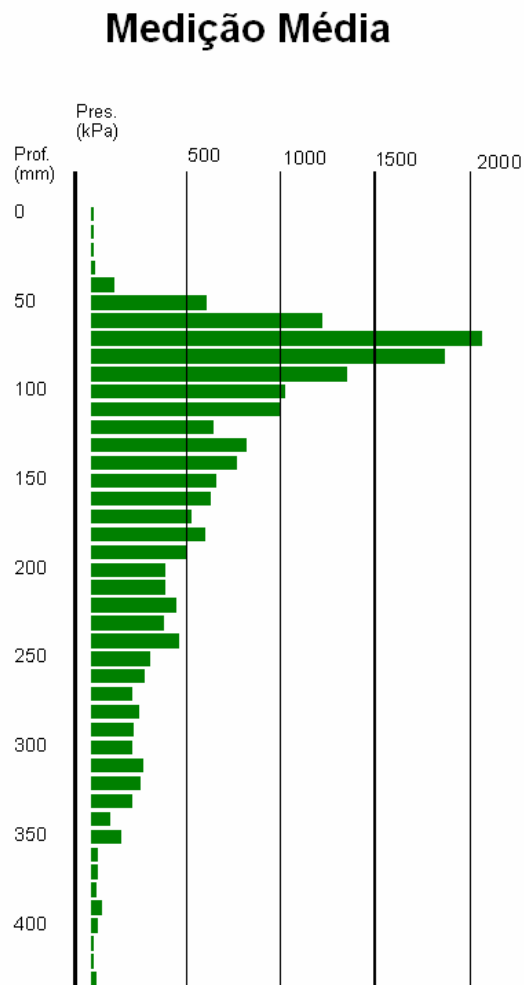


Tabela 1. Densidades do solo referentes à propriedade do Engenho Triunfo.

Amostras	Densidade do Solo g cm^{-3}
1	1,65
2	1,60
3	1,59
4	1,73
5	1,54
6	1,72
7	1,73
Média	1,65

Figura 2. Mapa de faixas críticas de resistência a penetração.

