

Resistência à mecanização em dois solos representativos do sudoeste de Minas Gerais

Gabriela Costa Oliveira¹; Tiago Fernandes da Silva²; Maria Elisa da Silva³; Vladimir Antonio Silva⁴;

1 Gabriela Costa Oliveira, Bolsista (IFMG), Zootecnia, IFMG Campus Bambuí, Bambuí - MG; gabis-oliveira@live.com

2 Tiago Fernandes Silva, Curso Técnico em Manutenção Automotiva, IFMG Campus Bambuí, Bambuí - MG; tiagofernandes369@gmail.com

3 Maria Elisa da Silva, Curso Agronomias, IFMG Campus Bambuí, Bambuí - MG; elisamaria4545@gmail.com

4 Vladimir Antonio Silva, Pesquisador do IFMG, Campus Bambuí; vladmir.silva@edu.com.br

RESUMO

A mecanização é um importante recurso nos sistemas de produção agrícola. O emprego correto de equipamentos e máquinas é de extrema importância para obtenção de altas produtividades agropecuárias, priorizando a racionalização dos custos e a conservação do solo como recurso natural, tendo como meta a sustentabilidade. Sabe-se que utilização do solo sem o conhecimento básico das suas características e necessidades pode resultar a degradação desse importante recurso natural. Dessa forma, é de extrema importância o conhecimento da necessidade de potência da máquina que cada solo exige, podendo-se dimensionar sua resistência à mecanização agrícola e relacionar esta resistência com suas propriedades. Destaca-se que a resistência à ação de implementos agrícolas no solo tem total influência do aumento da densidade aparente e da diminuição da umidade, onde os maiores teores de água e menores densidades aparentes resultam em menores valores da resistência à penetração (CUNHA; VIEIRA; MAGALHÃES, 2002). Objetivou-se neste trabalho comparar a resistência à mecanização através da força exigida pelo subsolado na barra de tração do trator, por dois diferentes solos representativos do Sudoeste de Minas Gerais, um latossolo e um cambissolo, de maneira a subsidiar a classificação da aptidão agrícola dessas terras quanto aos impedimentos à mecanização, tendo em vista a agricultura de precisão. Os resultados do ensaio de tração exibiram severas diferenças entre os solos e as profundidades testadas. O CXbd1 (CAMBISSOLO HÁPLICO tb distrófico) apresentou 291,14% de resistência à ação do subsolador daquela observada na profundidade de 0 a 20cm e 334,80% na profundidade de 0 a 40cm quando comparado ao LVd1 (LATOSSOLO VERMELHO distrófico). Dentro do LVd1, a resistência à ação do subsolador na profundidade de 0 a 40cm foi 142,22% daquela observada para a profundidade de 0 a 20cm, enquanto para o CXbd1 na profundidade de 0 a 40cm foi 163,55% daquela observada para a profundidade de 0 a 20cm. **Palavras-Chave:** Mecanização agrícola; densidade aparente; valores da resistência à penetração.

INTRODUÇÃO:

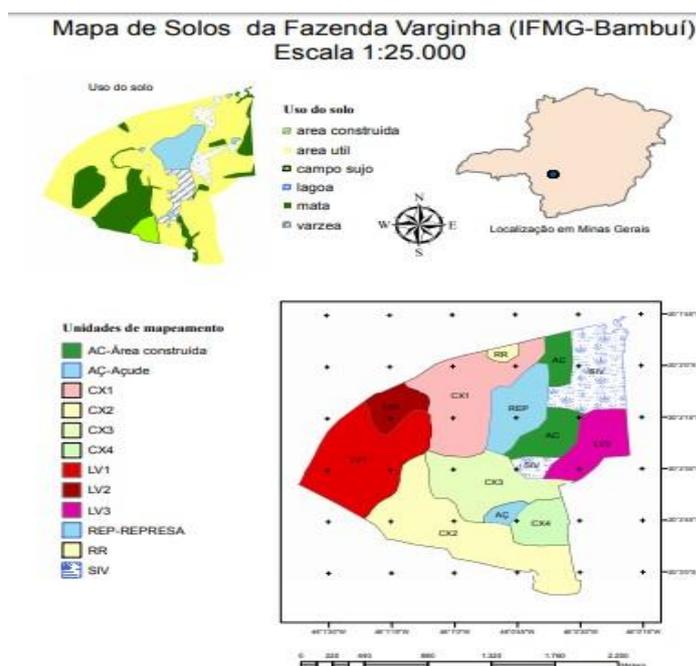
A mecanização é um importante recurso nos sistemas de produção agrícola. O emprego correto de equipamentos e máquinas é de extrema importância para obtenção de altas produtividades agropecuárias, priorizando a racionalização dos custos e a conservação do solo como recurso natural. Sabe-se que utilização do solo sem o conhecimento básico das suas características e necessidades pode resultar a degradação desse importante recurso natural. Dessa forma, é de extrema importância o conhecimento da necessidade de potência da máquina que cada solo exige, podendo-se dimensionar sua resistência à mecanização agrícola e relacionar esta resistência com suas propriedades. Destaca-se que a resistência à ação de implementos agrícolas no solo tem total influência do aumento da densidade aparente e na diminuição de umidade, onde os maiores teores de água e menores densidades aparentes resultam em menores valores da resistência à penetração (CUNHA; VIEIRA; MAGALHÃES, 2002).

METODOLOGIA:

O presente trabalho foi realizado na Fazenda Varginha, km 05 da estrada Bambuí – Medeiros, Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Bambuí, tendo como referência as coordenadas geográficas (20°02'21" S e 46°01'24" O) e altitude de 650m. Os solos foram morfologicamente descritos conforme CARNEIRO, 2017 (LV1, CX1 e RR) e conforme SILVA, 2017 (LV2, LV3, CX2, CX3 e CX4).

Adotando-se o método de mapeamento de solos por prospecção, tendo como base uma grade de 200m x 200m sobreposta ao perímetro da fazenda, definiram-se os locais das prospecções. Realizaram-se as prospecções em minitrincheiras ou com trado buscando-se atribuir ao local a característica do perfil modal que mais se aproximava, morfologicamente. Com essas informações provenientes de 93 de amostragem, gerou-se o mapa de solos da Fazenda Varginha conforme OLIVEIRA et al., 2018, pelo delineamento em SIG dos polígonos representativos das classes de solo (figura 1).

Figura 1. Mapa de solos e de uso atual do solo da Fazenda Varginha.



Fonte: OLIVEIRA et al., 2018.

Os 93 locais de amostragem, distribuídos na área em estudo resultaram numa densidade de observação de 0,28 obs./ha (ou 3,53 ha/observação), o que permitiu unidade mínima mapeável de 3,6ha e a elaboração do mapa de solos em escala 1:25.000 (IBGE,2007).

Para os estudos de resistência à mecanização, selecionaram-se os dois solos de maior expressão, tanto em participação na área total da fazenda, LVd1 50,26ha (18,47%) e CXbd2 60,55ha (15,33%) (OLIVEIRA et al., 2018), quanto em significância de ocorrência na região do Centro-Oeste de Minas Gerais.

Para determinação da densidade aparente do solo, de posse do mapa de solos, através das coordenadas geográficas dos pontos de interesse das unidades de mapeamento LVd1 e CXbd2, tomadas em SIG, localizaram-se as unidades de mapeamento no campo, com o equipamento de GPS Garmin Etrex 35x, e ali, definiram-se os locais de amostragem. Coletaram-se as amostras com amostrador Uhland, com volume de 0,270dm³. Em cada unidade de mapeamento (LVd1 e CXbd2) coletaram-se amostras em 3 locais, de maneira a se ter um resultado da média de densidade aparente. Coletaram-se amostras em 4 profundidades, sendo elas de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40cm. No laboratório, após a pesagem das amostras úmidas, elas foram secas em estufa ventilada a 105°C por 24 horas (EMBRAPA, 1997). Após a secagem as amostras foram pesadas, obtendo-se a densidade do solo (Ds), em kg dm⁻³, através da equação $Ds = Ms / Vt$; Onde: Ms = massa da amostra de solo seca a 105°C (kg); Vt = volume do anel (dm³);

Para se medir a força exercida pelo trator na barra de tração utilizou-se uma célula de carga da marca Alfa Instrumentos® com capacidade máxima de 5000kgf. A célula de carga Modelo Z possui tamanho compacto, construção robusta, é cuidadosamente balanceada e mantém boa rejeição de cargas excêntricas ou laterais mesmo em condições adversas de operação. Essa célula foi devidamente instalada em um suporte na barra de tração segundo (Leite et al., 2016), ou seja, o trator foi equipado com um inversor conversor transformador 12V para 110V de 1200Watts, e a célula de carga. As cargas aplicadas pelo implemento (lastro) visualizadas em um indicador de pesagem da marca Alfa Instrumentos e por um Datalogger. A energia elétrica, necessária para alimentação dos equipamentos fixados ao trator, foi fornecida pela bateria do próprio trator e a tensão, transformada através do inversor de tensão.

Utilizou-se um trator agrícola marca John Deere, modelo 5603, 4 x 2 TDA, motor John Deere/4045D Série 350, rotação de potência máxima de 2.400 rpm e potência nominal igual a 55 kW (75 cv), operando em 1ª B, com velocidade nominal de 5km h⁻¹. Atrou-se ao suporte da célula de carga instalado na barra de tração do trator, um subsolador MARCA Piccin, MODELO SPDA 5, ANO 2010, trabalhando com 1 haste ativa. Desse modo, a força requerida pelo implemento era registrada pelo sistema a cada 0,25 segundos.

Realizaram-se avaliações da força requerida pelo subsolador nos dois solos mais representativos da Fazenda Varginha, LVd1 e CX2, nas profundidades de 0 a 20cm e de 0 a 40cm. As avaliações ocorreram no mesmo dia e a umidade dos solos foi determinada pelo método da estufa sendo 27,3% para o CXbd2 e 25,4% no LVd1. Os tratamentos foram os diferentes solos e as diferentes profundidades de ataque do implemento. O experimento foi conduzido em parcelas subdivididas, sendo os solos as parcelas e as profundidades as sub-parcelas. Para a coleta dos dados, para cada tratamento tracionou-se o implemento na velocidade de 5km h⁻¹ por 102 segundos, totalizando 408 leituras (repetições) por tratamento. Considerando os 4 tratamentos (dois solos-parcelas e duas profundidades – subparcelas), totalizaram 1632 repetições (leituras).

Os dados em formato texto do Datalogger, de força requerida, foram transferidos para planilha do Microsoft Excel® onde foram convertidos em colunas e linhas. Também os valores foram transformados para o formato numérico de maneira a permitir operações matemáticas. Posteriormente, salvou-se em formato D-base.DB-IV para gerar o banco de dados a ser utilizado no programa SISVAR® de análises estatísticas. A variável analisada foi força requerida na barra de tração (kgf) em função dos tratamentos. Determinaram-se os parâmetros do solo, densidade aparente pelo método do Umland e umidade em estufa, para as condições experimentais, com o intuito de se estabelecerem correlações desses parâmetros com as variáveis analisadas. Além disso, submeteram-se amostras do horizonte B dos solos estudados, à análise de ataque sulfúrico, na intenção de avançar a classificação dos solos até o terceiro nível categórico (KER et al., 2012) e subsidiar a discussão dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade aparente do solo exprime indiretamente a porosidade do solo bem como permite inferir sobre sua resistência à ação de máquinas agrícolas, sendo que, solos de maior densidade aparente apresentam menor volume de espaço poroso e maior resistência à mecanização. Observa-se pelos resultados que em todas as profundidades o CXbd2 apresentou maior densidade aparente 0-10= 1,18kg dm⁻³; 10-20= 1,23kg dm⁻³; 20-30= 1,35kg dm⁻³; 30-40 kg dm⁻³; quando comparado ao LVd1 0-10= 1,07kg dm⁻³; 10-20= 1,04kg dm⁻³; 20-30= 1,00kg dm⁻³; 30-40=0,94kg dm⁻³ (Oliveira et al., 2018). O CXbd2 apresentou aumento da densidade aparente com a profundidade de amostragem e as maiores densidades foram verificadas na profundidade de 20-30cm, provavelmente pelo decréscimo no teor de matéria orgânica do solo. Para o LVd1 nas menores profundidades verificaram-se as maiores densidades aparentes, o que pode ser atribuído ao uso intensivo de máquinas agrícolas e a sucessivos cultivos com milho para a finalidade de ensilagem, prática que tende a reduzir o teor de matéria orgânica pela retirada da matéria vegetal produzida.

A maior densidade aparente do CXbd2 em relação ao LVd1 pode ser atribuída à estrutura em blocos do cambissolo, mais compacta pelo ajuste face a face e à estrutura granular do latossolo que proporciona maior espaço poroso (RESENDE et al., 2014). Quanto à resistência à mecanização, tende a ser maior no cambissolo, cuja estrutura em blocos proporciona maior dureza, que no latossolo, cuja estrutura granular proporciona maior friabilidade.

Os resultados do ataque sulfúrico apresentados na Tabela 2, permitiram classificar o LATOSSOLO VERMELHO em LATOSSOLO VERMELHO distrófico, visto que o teor de Fe₂O₃ é superior a 12% e inferior a 18% (EMBRAPA, 2013; SANTOS, CURTI, SHIMIZU, 2015). O tratamento com ácidos fortes tem a função de dissolver os minerais secundários constituintes das frações finas do solo e possibilitar a quantificação de seus elementos formadores (Fe, Al, Si, Ti, Mn, P etc) (IBGE, 2007; KER et al., 2012). Tal determinação é relevante em pedologia, pois possibilita calcular as relações moleculares entre os constituintes de maior importância dos minerais do solo e avaliar o estágio de intemperismo. Dados de óxidos de ferro são usados diretamente para distinção de latossolos, e cambissolos, em suas categorias inferiores, e para separação de atributos relacionados a teor de óxido de ferro (hipo, meso, férrico e perférrico). Portanto, trata-se de determinação especialmente requisitada para distinção e caracterização de algumas Ordens no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. As relações moleculares de maior importância são as expressas por índice Ki (SiO₂ / Al₂O₃), índice Kr (SiO₂ / R₂O₃) e relação Al₂O₃ / Fe₂O₃

Tabela 2. Análise do ataque sulfúrico em amostras do horizonte B dos solos LVd1 e do CXbd2.

RESULTADOS	SOLO	
	LVd1-LATOSSOLO VERMELHO distrófico	CXbd – CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico
%SiO ₂	21,33	24,98
%Al ₂ O ₃	36,71	17,37
%Fe ₂ O ₃	11,32	6,64
Ki	0,99	2,44
Kr	0,82	1,96
Al ₂ O ₃ /Fe ₂ O ₃	5,09	4,11

FONTE: Laboratório de Análises de Solos/Ufla.

O valor do índice Ki representa o quociente da divisão entre um elemento de grande mobilidade por um de muito baixa mobilidade no processo de intemperismo. Os menores valores indicam grande intemperização. Portanto, é parâmetro usado na distinção de Latossolos e possibilita uma estimativa da constituição mineralógica da fração coloidal dos solos. Os resultados do índice Ki permitiram separar a classificação do LVd1 daquela do CXbd, uma vez que, latossolos apresentam índice Ki inferior a 2,0. Ainda, confirmou a classificação do cambissolo, por ter índice Ki superior a 2,2 (EMBRAPA, 2013).

Os valores de Kr, por sua vez, representam o quociente da divisão entre um elemento de grande mobilidade (Si) e o somatório de elementos de baixa mobilidade (Fe e Al), e assim como o Ki, é indicativo do grau de intemperismo dos solos. Por envolver os teores de ferro, de alumínio e silício, está sendo empregado para separar solos cauliniticos (Kr > 0,75) de solos oxidicos (Kr < 0,75).

Para o LVd1, percebe-se pelo seu valor de Kr (0,82) que há tendência de em sua fração argila predominar a natureza caulínica, em detrimento das argilas oxídicas. O material de origem do LVd1 é o calcário, relativamente pobre em Ferro, portanto o solo originado tende a apresentar menores teores de Ferro e maior participação de caulinita na fração argila.

Para o CXbd2 o valor de Kr mais elevado já era esperado pela sua própria coloração Bruno - amarelado (10YR 5/4) (SILVA, 2018), refletindo maiores teores de sílica e baixos teores de Ferro no material de origem, rochas pelíticas pobres.

A relação molecular Al_2O_3 / Fe_2O_3 expressa presença de ferro em relação a um elemento de muito baixa mobilidade no processo de intemperismo, em razão disto, usa-se na classificação de solos utilizada anteriormente no Brasil como parâmetro auxiliar para distinguir Latossolos Vermelho-Escuros (relação molecular $Al_2O_3 / Fe_2O_3 < 3,5$) de Latossolos Vermelho-Amarelos (relação molecular $Al_2O_3 / Fe_2O_3 > 3,15$) quando de textura média (IBGE, 2007), o que não é o caso do LVd1, que foi classificado como argiloso (CARNEIRO, 2017). Todavia, a pobreza em ferro no material de origem (calcário) do LVd1 resultou na relação molecular Al_2O_3 / Fe_2O_3 5,9, refletindo a pobreza em Ferro no solo originado, o que é também um forte indicativo da natureza caulínica (maior riqueza em Alumínio) da fração argila. Para o CXbd2, por conta do material de origem ser rochas pelíticas, já era esperada a natureza caulínica da fração argila, o que resultou na relação molecular Al_2O_3 / Fe_2O_3 4,11.

Os resultados do ensaio de tração exibem severas diferenças entre os solos e as profundidades testadas (tabela 3). O CXbd1 apresentou 291,14% de resistência à ação do subsolador daquela observada na profundidade de 0 a 20cm e 334,80% na profundidade de 0 a 40cm quando comparado ao LVd1. Dentro do LVd1, a resistência à ação do subsolador na profundidade de 0 a 40cm foi 142,22% daquela observada para a profundidade de 0 a 20cm, enquanto para o CXbd1 foi 163,55%.

Tabela 3. Valores médios observados de força requerida (Kgf) para tracionar o subsolador nas duas classes de solos e duas profundidades de ataque do subsolador.

SOLO ⁽¹⁾	USO	PROFUNDIDADE ⁽²⁾		DMS
		0-20	0-40	
LVd1	CULTIVO	443,54aA	630,81aB	26,14
CX1	PASTAGEM	1.291,34bA	2.111,98bB	
DMS	37,67			

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$);

Médias seguidas de letras maiúsculas distintas na linha diferem pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tal comparação confirma que, para fins de classificação em aptidão agrícola, o latossolo apresenta menor nível de limitação quando comparado ao cambissolo. Isso impacta diretamente no menor rendimento operacional do conjunto agrícola mecanizado no CXbd1, trazendo como consequência maior custo e menor capacidade operacional do conjunto mecanizado.

A menor diferença dentro do LVd1 nos remete a vislumbrar a possibilidade de preparos de solo mais profundos, tanto no aspecto físico quanto químico, fortalecendo o fator fundamental "mecanização" na classificação da aptidão agrícola dos latossolos, visto que, ambos apresentam limitações no fator fundamental fertilidade.

A maior densidade aparente do CXbd1 alinhou-se com a maior resistência à mecanização, quando comparado ao LVd1. A estrutura granular dos agregados do LVd1, de maior volume de poros, confere maior friabilidade quando comparada à estrutura compacta pelo alinhamento face a face dos agregados a estrutura em blocos do CXbd1, de menor volume de poros, isso pode ser confirmado pela maior densidade aparente do CXbd1.

CONCLUSÕES:

As análises de ataque sulfúrico permitiram classificar os solos no terceiro nível categórico em LVd1- LATOSSOLO VERMELHO distrófico e CXbd2- CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico;

Os solos diferiram entre si quanto à resistência à mecanização, sendo que LVd1 ofereceu menor resistência que o CXbd2 nas duas profundidades analisadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- CARNEIRO, L. A. **Descrição morfológica de três perfis modais de solos e suas classificações.** 2017. 36 p. Trabalho de Conclusão de curso - Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Bambuí, 2017.
- CUNHA, J. P. A. R. D.; VIEIRA, L. B.; MAGALHÃES, A. C. **Resistência mecânica do solo à penetração sob diferentes densidades e teores de água.** Engenharia na Agricultura, Viçosa, v. 10, n. 1/4, p. 558-568, jan./dez. 2002.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise do solo.** Rio de Janeiro: Embrapa, centro nacional de pesquisa do solo, 1997. 316p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013.
- IBGE. **Manual técnico de pedologia:** IBGE, Instituto Brasileiro de geografia e Estatística, 2 ed, Rio de Janeiro, 2007. 316p.
- KER, J.C.; CURI, N.; SCHAEFER, C.E.G.R.; VIDAL-TORRADO, P.. **Pedologia: fundamentos/** Editores João Carlos Ker et al.- Viçosa, MG: SBCS, 2012. 343p.: il.
- LEITE, D. A. **Desempenho de um trator agrícola utilizando óleo de coco Macaúba (Acrocomia aculeata).** 2016. 40 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal Minas Gerais, Bambuí, 2016.
- OLIVEIRA, G.C.; et al. **Delineamento em SIG do mapa de solos do campus do IFMG Bambuí.** In: **XI Jornada Científica,** Bambuí 2018.
- OLIVEIRA, G.C.; et al. **Densidade aparente de dois solos do Instituto Federal de Minas Gerais – campus Bambuí.** In: **XI Jornada Científica,** Bambuí 2018.
- RESENDE, M. et al. **Pedologia: Base para distinção de ambientes.** 6 ed. rev., amp. - Lavras: Editora UFLA, 2014. 378p. :il.
- SANTOS, H.G.; et al. **Sistema brasileiro de classificação do solo.**- 3 ed. rev. ampl. - Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353p.
- SANTOS, R.D.; CURI, N.; SHIMIZU, S.H. **Guia prático para classificação de solos brasileiros.** - Lavras: Ed do autor, 2015.82p.
- SILVA, C. A. **Descrição morfológica e classificação de cinco solos da Fazenda Varginha do IFMG-campus Bambuí.** 2017. 41 p. Trabalho de Conclusão de curso - Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Bambuí, 2017.