

LIMITES DE CONSISTÊNCIA DE SOLOS DA AMAZÔNIA CENTRAL E SUA IMPORTÂNCIA AGRÍCOLA¹

JOSÉ CARLOS CORRÊA²

RESUMO - Estudo da consistência dos solos Latossolo Amarelo, Podzólico Vermelho-Amarelo textura argilosa e Podzólico Vermelho-Amarelo textura média foi realizado na UEPAE de Manaus, situada à margem esquerda da rodovia AM-010, km 30, que liga Manaus à cidade de Itacoatiara. A finalidade foi a de estabelecer o teor de água que limita o extremo superior da faixa em que esses solos apresentam as melhores condições físicas para o seu preparo mecanizado. O grau de plasticidade dos solos variou de médio a alto, indicando, com isto, que não devem ser trabalhados mecanicamente com teores de água acima do limite inferior de plasticidade. Este limite variou, no Latossolo Amarelo textura argilosa, de 40 a 42% e de 42 a 43,6% de umidade para as áreas com e sem uso agrícola, respectivamente. Para o solo Podzólico Vermelho-Amarelo textura argilosa, sob condições de mata, o limite foi de 29% a 30% de umidade. Dentro de cada unidade de solo houve a tendência de o limite inferior de plasticidade aumentar com o teor de matéria orgânica.

Termos para indexação: física do solo, Latossolo Amarelo, Podzólico Vermelho-Amarelo, plasticidade.

LIMIT OF CONSISTENCY AND AGRICULTURAL IMPORTANCE OF SOILS FROM THE CENTRAL AMAZONIAN REGION

ABSTRACT - With the purpose of determining the upper limit of the range of water content suitable for mechanised land preparation, the consistency of a heavy textured Yellow Latosol and a medium textured Red-Yellow Podzolic soil was studied at the EMBRAPA Experiment Station located at the km 30 of the Manaus-Itacoatiara highway (State of Amazonas, Brazil). The degree of plasticity of these soils ranged from medium to high, which means that they should not be tilled when the water content is above the lower limit of plasticity. For the Yellow Latosol this limit ranged from 40% to 42% of moisture, on a plot not under agricultural use and between 42% to 43%, for a cultivated plot. For the Red-Yellow Podzolic soil the limit lies between 29% to 30%. Within each soil unit there was a trend for increasing the lower limit of plasticity with increasing organic matter.

Index terms: soil physics, Yellow-Latosol, Red-Yellow Podzolic, plasticity.

INTRODUÇÃO

A consistência do solo é decorrente das manifestações de forças físicas de adesão e coesão que atuam no solo conforme a variação do conteúdo de água. Para Forsythe (1972), estas forças são manifestadas através do comportamento do solo ante a gravidade, a pressão, a tração, o empuxo e a tendência do solo em aderir-se a corpos estranhos. Logo, o conceito de consistência do solo inclui a resistência à compressão, resistência ao esforço cortante, friabilidade, plasticidade e pegajosidade, propriedades estas que se manifestam de acordo com a variação das forças de adesão e coesão. Solos com baixo conteúdo de água apresentam-se duros muito coerentes, devido a um efeito cimentante entre as suas partículas secas. Se o solo for

preparado nestas condições, haverá a formação de torrões, conforme Gomes & Cabeda (1976). Nos solos úmidos, as moléculas de água são adsorvidas sobre as partículas, enfraquecendo a coerência e tornando a sua massa friável. A friabilidade é avaliada pela facilidade de esboroamento do material quando submetido a pressões. A zona de consistência friável representa a faixa ótima de umidade para o preparo do solo. No caso de o solo encontrar-se muito úmido, sua massa apresenta característica de plasticidade, isto é, a capacidade de não recuperar sua forma original ao cessar a ação da força extrema deformante, e características de pegajosidade em que o solo tem a capacidade de aderir a outros objetos.

Conforme Caputo (1974), foi Atterberg que introduziu os conceitos de limite de liquidez, limite de plasticidade e índice de plasticidade. O limite de liquidez é representado pela percentagem de umidade que limita a consistência plástica da viscosa. O limite de plasticidade é representado pelo conteúdo de umidade na qual a consistência muda

¹ Aceito para publicação em 17 de março de 1982.

² Eng.º Agr.º, M.Sc., Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (UEPAE) - EMBRAPA, Caixa Postal 455, CEP 69000 - Manaus, AM.

de friável para plástica e corresponde à percentagem mínima de umidade em que o solo pode ser deformado sem quebrar. O índice de plasticidade é obtido pela diferença entre os limites de liquidez e de plasticidade. Para Caputo (1974), as definições desses limites são convencionais, embora tenham sido fundamentadas em extensas investigações experimentais. Entretanto, as determinações desses limites são rotineiras nos laboratórios de mecânica dos solos e permitem de uma maneira rápida e simples, dar uma idéia clara do tipo de solo e suas propriedades plásticas.

Lavantamentos pedológicos realizados no Amazonas, tais como: Levantamento dos solos da área Manaus/Itacoatiara (Falesi et al. 1969), Levantamento dos solos do Distrito Agropecuário da SUFRAMA e Levantamento Detalhado dos Solos do IPEAAOc (Rodrigues et al. 1972), revelaram a predominância de solos Latossolo Amarelo de textura argilosa e textura muito argilosa e, em segundo plano, solos Podzólico Vermelho-Amarelo textura argilosa e textura média. Esses solos apresentam baixa fertilidade natural, mas, devido a sua vasta extensão, vêm sendo muito utilizados na agricultura e pecuária. Embora apresentem boas características físicas, têm surgido problemas durante seu preparo mecanizado, face à grande percentagem de argila e ao regime pluviométrico da região. Conforme Teixeira (1980), este regime apresenta duas estações bem distintas: uma, bastante chuvosa, que vai de dezembro a junho, e outra menos chuvosa, de junho a novembro. Por conseguinte, os solos argilosos, quando lavrados muito úmidos, apresentam o inconveniente de formar lama, que posteriormente endurece. Se lavrados secos, apresentam grandes blocos ou torrões.

O estudo teve por objetivo quantificar o estado de consistência plástica dos solos argilosos em questão e estabelecer o teor de umidade que limita o extremo superior da faixa em que os referidos solos apresentam melhores condições físicas para o seu preparo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na UEPAE de Manaus, situada à margem esquerda da rodovia AM-010 (km 30), que liga a cidade de Manaus à Itacoatiara, entre as coordenadas

geográficas de 2° 51' 07" e 2° 54' 10" de latitude sul e 57° 57' 20" e 60° 01' 03" de longitude WGr. Os solos utilizados foram descritos, mapeados e classificados por Rodrigues et al. (1972), como Latossolo Amarelo textura muito argilosa, Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico textura argilosa e Podzólico Vermelho-Amarelo textura média.

Os latossolos são profundos e formados por minerais fortemente intemperizados. São ácidos, bem drenados e possuem textura muito argilosa e argilosa nos horizontes A (81 a 88% de argila) e B (91 a 93% de argila), conforme Rodrigues et al. (1972). Os valores da soma de bases permutáveis, a capacidade de troca de cátions, a saturação de bases e a atividade das argilas são baixos.

Os Podzólicos Vermelho-Amarelo Distrófico apresentam perfis profundos (1,80 m), bem drenados e porosos, fortemente desgastados, com seqüência de horizontes A, B e C. Estes solos estão associados aos Latossolos, conforme levantamentos realizados por Sombroek (1962, 1966), Falesi (1967) e Rodrigues et al. (1972). Morfologicamente, apresentam características próximas aos Latossolos, diferenciando-se apenas através do gradiente textural acima de 2. Apresentam o horizonte B com textura argilosa (36% a 40% de argila) e média (18% a 22% de argila) segundo Rodrigues et al. (1972). O caráter distrófico está condicionado pelos valores baixos de soma de bases permutáveis, capacidade de troca de cátions, saturação de bases, e argila de baixa atividade.

O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é do tipo Am, caracterizado pelas estações de clima quente-úmido, temperatura constantemente alta e precipitações elevadas, acima de 2.000 mm anuais.

Na unidade Latossolo Amarelo textura argilosa foram coletadas amostras em quatro áreas contíguas, com topografia uniforme, localizadas nas partes mais altas do relevo, assim caracterizadas: a) área de vegetação de mata; b) área de mata recém-desmatada, queimada, destocada, arada, gradeada (dezembro/79) e cultivada com milho; c) área de capoeira utilizada com culturas anuais (milho e feijão em rotação) desde 1976, através do sistema de preparo de solo convencional (aração e gradagem); d) área de capoeira com plantio direto de culturas anuais (milho e feijão em rotação). As unidades Podzólico Vermelho-Amarelo textura argilosa e textura média vêm sendo mantidas com uma vegetação de mata e capoeira, respectivamente.

Em cada unidade de solo foram coletadas três amostras de três locais diferentes, com auxílio do trado holandês, em diferentes profundidades. As amostras foram secadas ao ar livre, destorroadas e passadas em peneira com malhas de 2 mm de diâmetro. A análise granulométrica foi determinada por tamisação e sedimentação, empregando-se o NaOH como agente dispersante e agitador de alta rotação. A argila foi determinada pelo método internacional de pipeta, modificado. As texturas foram classificadas segundo a escala americana (Estados Unidos 1951). A argila dispersa em água foi determinada seguindo-se a mesma técnica empregada na análise granulométrica, usando-se

apenas água destilada. O grau de floculação foi calculado através da fórmula, $GF = (AT - ADA)/AT \cdot 100$, apresentada por Vettori (1969), onde AT é argila total e ADA é argila dispersa em água.

O carbono orgânico foi determinado por oxidação da matéria orgânica com bicromato de potássio 0,4 N, segundo o método de Walkley - Black e a percentagem de matéria orgânica foi obtida multiplicando-se a percentagem de carbono pelo fator 1,72.

Os limites de liquidez, de plasticidade e de pegajosidade foram determinados segundo técnicas descritas por Sowers (1965). O índice de plasticidade foi obtido por diferença entre os limites de liquidez e de plasticidade. Com base nesse índice, os solos foram classificados quanto ao grau de plasticidade conforme Jenkins citado por Caputo (1974). O limite de liquidez e o índice de plasticidade foram usados para os solos segundo o gráfico de plasticidade de Casagrande apresentado por Caputo (1974).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, encontram-se sumariados todos os dados obtidos no experimento. Observa-se que há variações nos teores de areia, silte e argila, nas duas unidades de solo estudadas. Na unidade Latossolo, essas pequenas variações são verificadas independentemente do uso e manejo do solo; entretanto, não se deve atribuí-las ao cultivo realizado nessas áreas. Além disso, a textura é uma das características mais estáveis do solo.

Os teores de matéria orgânica obtidos para as áreas em estudo variam de altos e médios, segundo os níveis apresentados pelo Instituto Agronômico de Campinas (Marques 1971). Em virtude da maior percentagem de areia nos solos Podzólicos, o teor de matéria orgânica é mais baixo que nos Latossolos. Nota-se que o teor de matéria orgânica no solo Latossolo Amarelo com cultivo é mais baixo que no Latossolo não cultivado. De modo geral, esse fato pode ser atribuído à perda por erosão e oxidação da matéria orgânica nos solos cultivados.

Com relação ao limite de plasticidade há uma tendência em se elevar com o aumento do teor de matéria orgânica no solo. Observa-se, também, um aumento do limite de liquidez e índice de plasticidade com a profundidade, em função do aumento do teor de argila no solo. Esses dados concordam com Baver (1956) ao informar que, de um modo geral, aumentos no teor de matéria orgânica tendem a elevar o limite inferior de plasticidade,

enquanto que o aumento no teor de argila elevam os limites de consistência plástica e o índice de plasticidade. Para Caputo (1974), uma pequena percentagem de matéria orgânica eleva o limite de plasticidade sem elevar simultaneamente o limite de liquidez. Tais solos apresentam, portanto, baixos valores para o índice de plasticidade.

O limite plástico, que delimita o extremo superior da faixa de umidade, variou de 40% a 42% de umidade para o Latossolo textura argilosa sem uso agrícola; de 42% a 43,6% para o Latossolo textura argilosa com uso agrícola, e 29% a 30% para o solo Podzólico Vermelho-Amarelo textura argilosa. Para o solo Podzólico Vermelho-Amarelo textura média, não há problemas no preparo e cultivo, por possuir baixa plasticidade e quase nenhuma compressibilidade. Observa-se, nos Latossolos, para a profundidade de 0 a 20 cm, que o limite de plasticidade não varia entre os diferentes sistemas de manejo aplicados, em comparação com a área virgem.

Os solos Latossolo Amarelo textura argilosa e Podzólico Vermelho-Amarelo textura argilosa não devem ser preparados quando apresentam níveis superiores ao limite plástico. Esses solos, quando lavrados com uma percentagem de umidade superior ao limite plástico, deixam de ser friáveis e passam a apresentar plasticidade, tornando-se altamente suscetíveis à compactação, visto que as partículas de argila são orientadas mais facilmente, aumentando a densidade do solo e, conseqüentemente, reduzindo a macroporosidade. A percentagem de umidade um pouco abaixo do limite plástico irá impedir a manifestação dos estados de máxima coesão que ocorrem quando o solo se apresenta duro ou plástico. Esse teor de umidade é suficiente para dar origem à formação de filmes, mais ou menos espessos, nos pontos de contato das partículas.

Como se observa na Tabela 1, o índice de plasticidade acompanhou estreitamente as variações que ocorreram no limite da liquidez, uma vez que o limite de plasticidade variou pouco entre as profundidades estudadas em cada unidade de solo. Considerando-se a classificação dos solos quanto ao grau de plasticidade, segundo Jenkins citado por Caputo (1974), as profundidades estudadas dos Latossolos variam de medianamente plástico

TABELA 1. Correspondência entre o limite de liquidez, limite de plasticidade, percentagem de argila e matéria orgânica nos solos Latossolo Amarelo textura argilosa e Podzólico Vermelho-Amarelo textura argilosa e média.

Solo	Uso	Profundidade (cm)	Análise granulométrica de T.F.S.A. (%)					Classe de plasticidade (JENKINS)	Índice de plasticidade	Limite de plasticidade	Limite de liquidez	Matéria orgânica	Grau de floculação	Classificação textural	Grau de floculação	Matéria orgânica	Limite de plasticidade	Índice de plasticidade	Limite de liquidez	Limite de plasticidade	Limite de plasticidade (%)
			Argila (< 0,002 mm)		Argila (0,05 - 0,002 mm)		Total														
			Gruesa (2 - 0,20) mm	Fina (0,20 - 0,05) mm	Total	Dispersa em água															
Latosolo	s/uso	0 - 15	11,0	3,0	14,0	17,0	69,0	39,0	43	55,8	3,8	43	multo argiloso	43	2,2	42,6	13,2	55,8	42,6	39,8	
		15 - 30	8,0	3,0	11,0	12,0	77,0	0,2	98	55,8	2,2	98	multo argiloso	98	2,2	40,0	20,0	60,0	40,0	40,2	
- Meta -		0 - 20	9,0	3,0	12,0	11,0	77,0	40,0	48	55,8	3,3	48	multo argiloso	48	3,3	42,2	13,6	55,8	42,2	36,1	
Latosolo		0 - 10	9,0	3,0	12,0	12,0	76,0	37,0	61	55,5	3,1	61	multo argiloso	61	3,1	43,6	11,9	55,5	43,6	41,3	
- Meta -	Convencional	10 - 20	7,0	2,0	9,0	19,0	73,0	0,1	100	57,0	1,9	100	multo argiloso	100	1,9	43,0	14,0	57,0	43,0	42,3	
Latosolo Capoeira	Convencional	0 - 20	10,0	3,0	13,0	13,0	74,0	36,0	51	52,2	2,2	51	multo argiloso	51	2,2	42,9	9,3	52,2	42,9	43,3	
Latosolo	Direto	0 - 20	8,0	2,0	10,0	12,0	78,0	35,0	55	55,9	1,9	55	multo argiloso	55	1,9	42,0	13,9	55,9	42,0	41,1	
- Capoeira																					
Podzólico	S/uso	0 - 15	37,0	9,0	46,0	40,0	15,0	40,0	53	35,0	2,7	53	argilo arenoso	53	2,7	30,0	5,0	35,0	30,0	31,1	
- Meta -		15 - 30	28,0	6,0	34,0	20,0	46,0	27,0	41	40,0	2,0	41	argila	41	2,0	29,2	10,8	40,0	29,2	33,2	
Podzólico	S/uso	0 - 15	59,0	13,0	72,0	9,0	19,0	10,0	47	20,0	1,9	47	franco arenoso	47	1,9	21,0	1,0	20,0	21,0	20,6	
- Capoeira		15 - 30	47,0	13,0	60,0	14,0	26,0	20,0	23	26,0	1,3	23	argilo arenoso	23	1,3	19,2	6,8	26,0	19,2	22,1	

* m.pl. (medicamento plástico); a.pl. (laminado plástico); n.pl. (não plástico); f.pl. (francamento plástico).

a altamente plástico, enquanto nos Podzólicos de textura argilosa a variação é de fracamente plástico a medianamente plástico. O alto grau de plasticidade destes solos está associado ao alto teor de argila, visto que a argila caulinita apresenta pequena plasticidade.

Conforme o gráfico de plasticidade de Casagrande, apresentado por Caputo (1974), o solo Latossolo Amarelo textura argilosa está inserido na faixa siltes inorgânicos de alta compressibilidade, enquanto que o solo Podzólico Vermelho textura argilosa está incluído na faixa de siltes inorgânicos de média compressibilidade.

CONCLUSÕES

1. Os solos Latossolo Amarelo textura muito argilosa e Podzólico Vermelho-Amarelo textura argilosa, quando apresentarem níveis de umidade superiores ao limite de plasticidade, 42% e 30%, respectivamente, não devem ser trabalhados. Seus níveis de umidade deverão estar um pouco abaixo do limite plástico, evitando, com isto, as manifestações de máxima coesão entre suas partículas e, conseqüentemente, sua suscetibilidade à compactação. Um estado de máxima coesão, na prática, equivale à máxima resistência oferecida pelo solo ao trabalho de implementos agrícolas, à penetração das raízes dos vegetais e à infiltração de água.

2. O teor de matéria orgânica nesses solos é de grande importância, por aumentar a faixa de consistência friável, possibilitando, na prática, o preparo do solo numa maior faixa de umidade sem que haja ocorrência da formação de barro.

REFERÊNCIAS

- BAVER, L.D. Soil physics. 3.ed. New York, John Wiley, 1956. 489p.
- CAPUTO, H.P. Mecânica dos solos e suas aplicações. 3.ed. Rio de Janeiro, Livro Técnico, 1974. v.1, 62p.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil survey staff; soil survey manual. Washington, 1951. 503p. (Hand-book, 18).
- FALESI, I.C. O estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia Brasileira. In: LENF, H., ed. Atas do simpósio sobre biota amazônica. Rio de Janeiro, CNPq, 1967. v.1, p.151-68.
- FALESI, I.C.; CRUZ, E. de S. & PEREIRA, F.B. Os solos da área Manaus/Itacoatiara. Belém, IPEAN, 1969. 116p. (IPEAN. Boletim Técnico. Série Estudos e Ensaio, 1).
- FORSYTHE, W.M. Manual de laboratório de física de solos. Turrialba, IICA, 1972. 216p.
- GOMES, A.S. & CABEDA, M.S.V. Consistência de solos argilosos-escuros do Rio Grande do Sul e sua importância agrônômica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 15, Campinas, 1976. Anais... p.31-3.
- MARQUES, J.Q.A. Manual brasileiro para levantamento da capacidade de uso de terra. III aproximação. Rio de Janeiro, Esc. Téc. Agríc., 1971. 434p.
- RODRIGUES, T.E.; SOUSA, R. dos; KATUJI, M.I.; FALESI, I.C. & SILVA, B.N.R. da. Levantamento detalhado dos solos o IPEAAOc. Manaus, IPEAAOc, 1972. 63p. (Boletim Técnico, 3).
- SOMBROEK, W.G. Amazon soils: a reconnaissance of the soils of the Brazilian Amazon region. Wageningen, CLL, 1966. 303p.
- SOMBROEK, W.G. Reconnaissance soil survey of área Guamá-Imperatriz. s.l., FAO/SPEVFA, 1962. Mimeografado.
- SOWERS, G.G. Consistency. In: BLACK, C.A. Methods of soil analysis. Madison, Amer. Soc. Agron. 1965. Cap. 31, p.391-9 (Agronomy, 9).
- TEIXEIRA, L.B. Boletim Agrometeorológico. Manaus, UEPAE de Manaus, 1980. p.1-26.
- VETTORI, L. Métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, Equipe de Pedologia e Fertilidade do solo, 1969. 24p. (Boletim Técnico, 7).