

Capítulo 10

Granulometria: análise convencional e teste de dispersantes químicos em solos da IX RCC

João Herbert Moreira Viana, Guilherme Kangussu Donagemma, Marcos Bacis Ceddia, Bruno Unterline, Hosana Maria Andrade

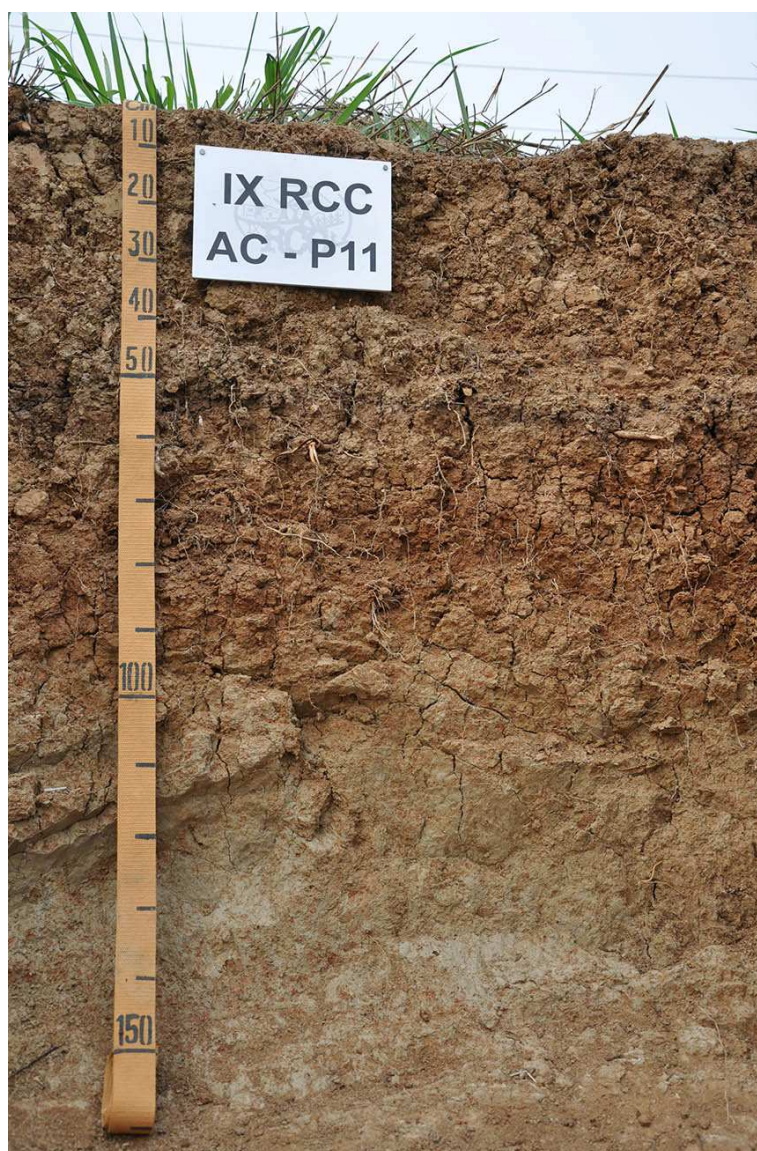


Foto: Sergio Hideiti Shimizu

Introdução

A análise granulométrica constitui-se em uma das análises básicas para a caracterização de um solo, tanto para fins taxonômicos como para avaliação de sua capacidade de uso e de seu manejo (Klute, 1986). Apesar disso, problemas metodológicos têm sido levantados, em função de o método tradicional ter sido originalmente desenvolvido para países com solos de características e ambientes de formação bastante diversos do Brasil (Donagemma, 2003). Entre eles, há problemas de dispersão em Latossolos, especialmente os mais oxídicos, cujos procedimentos analíticos encontram-se atualmente em fase de revisão.

separação e quantificação. A dispersão é a etapa mais crítica da análise granulométrica. Esta tem que ser eficiente para desagregar e manter separadas as partículas do solo ao longo de toda análise. Nesse sentido, associa-se a dispersão física (agitação rápida ou lenta) com a dispersão química, utilizando dispersantes químicos.

Em geral, os solos tropicais mais intemperizados, pobres em nutrientes e ácidos ($\text{pH} < 5,5$) apresentam, na mineralogia da fração argila, predomínio de minerais de carga variável dependente de pH, tais como óxidos de ferro e de alumínio e caulinita, além de substâncias húmicas. Portanto, é necessário elevar o pH da solução acima do ponto de carga zero (PCZ) do solo, para que se formem cargas negativas, favorecendo a dispersão. Além disso, devem-se substituir, no complexo de troca, cátions mais flocculantes (Al^{3+} , Ca^{2+}) por um cátion dispersante, como o sódio. Este elemento possui maior raio iônico hidratado, o que favorece a expansão da dupla camada difusa e, assim, a dispersão da fração argila.

O dispersante mais indicado para a análise granulométrica de solos no Brasil tem sido o hidróxido de sódio. Porém, em solos tropicais brasileiros que apresentam pH mais elevado ($\text{pH} > 6,0$), podem ocorrer altos teores de cátions flocculantes como cálcio e magnésio, e o predomínio de minerais 2:1 de carga permanente na fração argila, como as esmectitas. Neste caso, o dispersante mais indicado deveria ser o hexametáfosfato de sódio. Observa-se, então, que o dispersante químico a ser usado depende do solo, ao contrário do estabelecimento de um único dispersante para ser utilizado na rotina dos laboratórios de física do solo no País. No caso dos solos amazônicos, novos desafios se apresentam, na medida em que solos com características peculiares são descritos, os quais necessitam de novos testes e validação dos métodos. Nesse sentido, ressalta-se que são escassos os estudos de dispersão para indicar o dispersante mais adequado, particularmente para os solos do Acre.

No estado do Acre, a influência de materiais de origem derivados de sedimentos andinos, potencialmente mais ricos e complexos que os materiais mais intemperizados do Brasil central, exige uma abordagem mais cautelosa do uso do método padrão, a análise criteriosa dos resultados e a verificação da eventual necessidade de adaptações e/ou ajustes no método de análise granulométrica.

Neste estudo, foi utilizada a análise granulométrica convencional, com adaptações propostas para a padronização do método (dispersão por agitação lenta e pipetagem de silte + argila). Foram também testadas outras soluções e avaliada a eficiência destas na dispersão dos solos da IX RCC, no estado do Acre. Trata-se de estudo preliminar, com fim exploratório e limitado pela disponibilidade de amostras, e que necessita maior detalhamento futuro para validação de seus resultados.

O estudo foi dividido em duas partes para facilitar a compreensão.

Parte 1 – Análise granulométrica convencional

Material e métodos

A análise granulométrica foi efetuada conforme os procedimentos descritos em detalhe a seguir, com base no método original (Vettori, 1969; Embrapa, 1997) e com modificações sugeridas e em fase de aprovação na revisão do método (Ruiz, 2005).

As amostras da terra fina seca ao ar, coletadas quando da descrição e preparação dos perfis para a IX RCC, foram separadas em duas frações, uma para a análise propriamente dita e outra para determinação da umidade e correção do valor da massa inicial pelo fator F (conforme descrição na Tabela 1). Foram usados 10 gramas de TFSA para a determinação da umidade em estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$, por 24 horas e 25 gramas da TFSA para a análise granulométrica. Essas amostras, pesadas em balança analítica, foram colocadas em garrafas de vidro, sendo a seguir

adicionado o dispersante NaOH 1 mol L⁻¹ e 100 ml de água deionizada. As garrafas foram colocadas para agitar em agitador do tipo Wagner, de agitação lenta (50 rpm), por 16 horas. Em seguida, foi separada a fração areia em peneira de 0,053 mm, por meio de lavagem com água. Toda a suspensão foi colocada em cilindro de sedimentação e o volume completado para 1 litro. Para a coleta do silte + argila, foi efetuada a agitação constante da suspensão por meio de agitador magnético com a barra imantada mergulhada no cilindro. Após homogeneização da suspensão, foi coletada por meio de pipeta (10 ml) uma alíquota para silte + argila, que então foi levada para secar em estufa. A seguir, a suspensão foi deixada em repouso pelo tempo calculado conforme a Lei de Stokes, ajustada para a temperatura do laboratório. Foi então coletada alíquota da suspensão para quantificar argila, tomada com pipeta a 5 cm de profundidade do topo do líquido no cilindro de sedimentação, sendo esta levada para secar em estufa. As amostras secas foram pesadas em balança analítica, e os resultados, calculados por meio de planilha eletrônica.

Os resultados foram ajustados para 100% pela divisão do valor obtido pela soma das frações, com a redistribuição proporcional dos valores. Não foram feitas repetições em função da pequena quantidade de material de solos, exceto para duas amostras que foram analisadas em triplicata para se avaliar a variância dos resultados.

Tabela 1. Resultados da análise granulométrica dos solos da IX RCC pelo método da pipeta.

Composição Granulométrica da Terra Fina (g kg⁻¹)

Identificação	Areia total	Silte	Argila	Densidade de partícula
AC-P01 - Ap	765	192	44	2.63
AC-P01 - E1	745	248	8	2.66
AC-P01 - E2	723	266	11	2.61
AC-P01 - Bh	601	262	138	2.55
AC-P01 - Bhsx	466	268	266	2.43
AC-P02 - Ap	734	118	148	2.59
AC-P02 - AB	648	147	205	2.63
AC-P02 - BA	625	150	225	2.58
AC-P02 - Bw1	639	133	228	2.64
AC-P02 - Bw2	652	132	216	2.67
AC-P02 - Bw3	673	111	216	2.68
AC-P04 - Ap	392	444	165	2.42
AC-P04 - BA	314	457	228	2.51
AC-P04 - Bt1	289	421	290	2.63
AC-P04 - Bt2	137	342	521	2.66
AC-P04 - BCf1	101	369	530	2.64
AC-P04 - BCf2	81	381	539	2.79
AC-P05 - Ap	269	500	231	2.25
AC-P05 - A	238	522	240	2.54
AC-P05 - BA	211	482	306	2.59
AC-P05 - Bt1	191	326	484	2.68
AC-P05 - Bt2	83	396	521	2.53
AC-P05 - BC	36	375	590	2.65
AC-P05 - Cr	52	350	598	2.45
AC-P06 - Ap	206	486	307	2.32
AC-P06 - AB	185	485	329	2.33
AC-P06 - BA	174	451	375	2.43
AC-P06 - Bt1	148	418	434	2.45
AC-P06 - Bt2	106	374	520	2.26
AC-P06 - Bt3	51	393	556	2.39
AC-06 - BC	67	432	501	2.69
AC-P08 - Ap	111	526	363	2.07

Resultados e discussão

Os perfis apresentam uma grande variabilidade na granulometria, chamando a atenção os elevados teores de silte de alguns perfis, como o AC-P08 (Tabela 1). Os resultados são apresentados nas Figuras 1 a 5 em função da profundidade dos horizontes nos perfis.

As transições de horizontes descritas no campo ficam evidentes também nas Figuras de 1 a 5, como a transição E2/Bh no perfil AC-P01, a transição BA/Bt1 no AC-P05, a transição Bt1/Bt2 no AC-P04 ou a transição BA/Bt no AC-P11. É clara a uniformidade do padrão latossólico (Bw) do perfil AC-P02, assim como a transição mais suave no Argissolo AC-P06. Os contatos com o material de origem dos solos no horizonte C se destacam nos perfis AC-P08 e AC-P10.

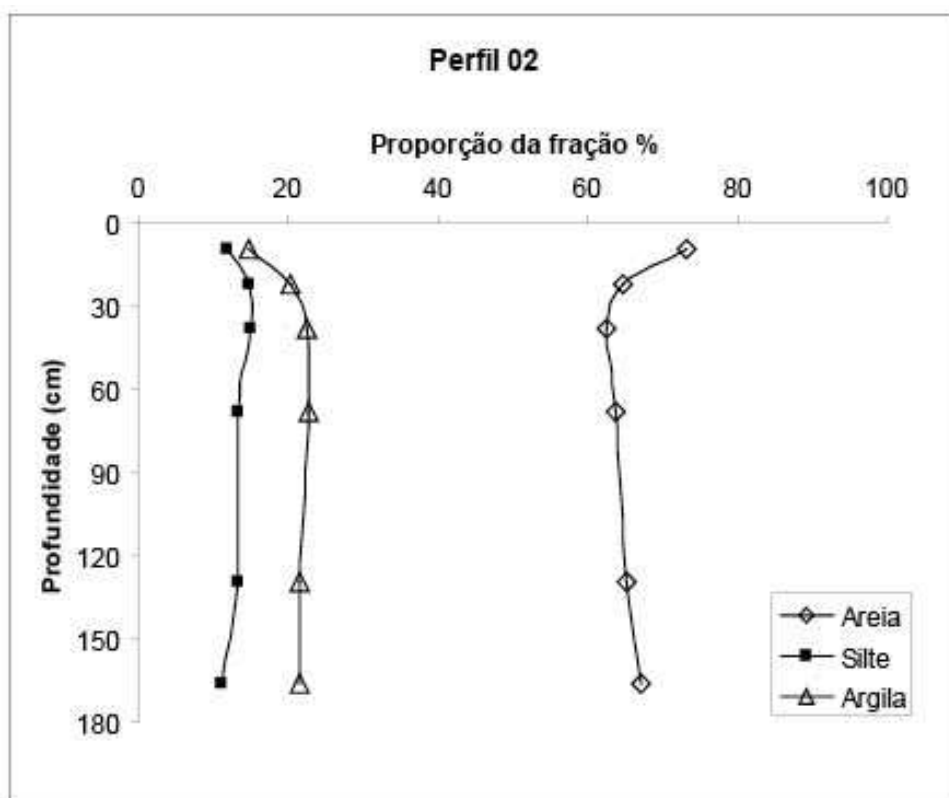
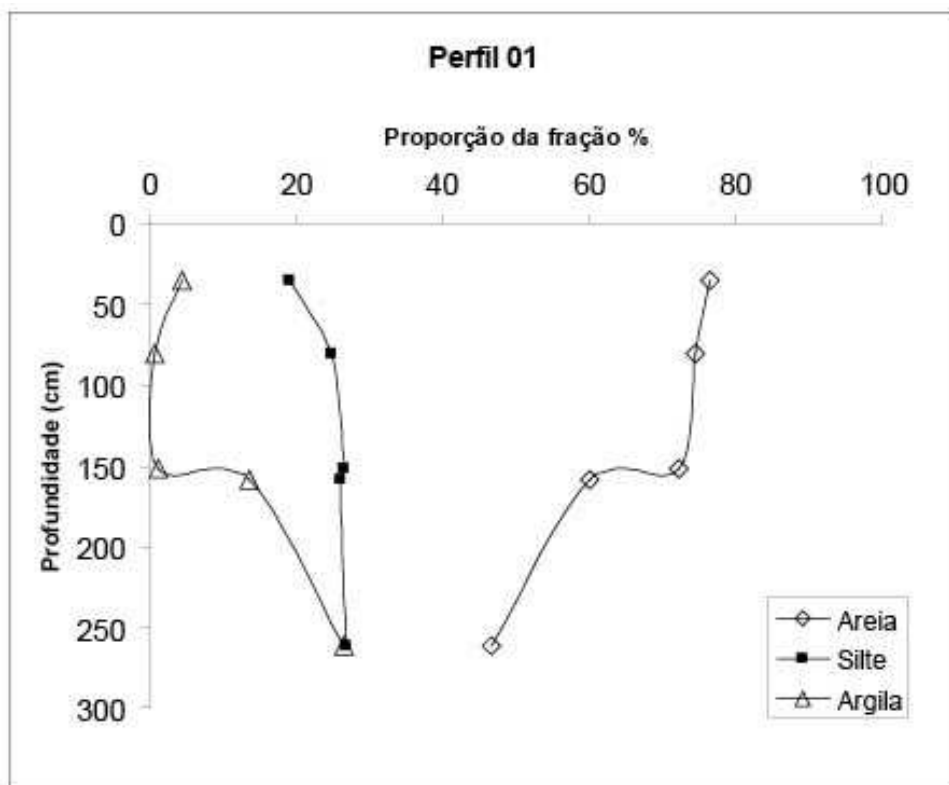


Figura 1. Distribuição granulométrica nos perfis AC-P01 e AC-P02.

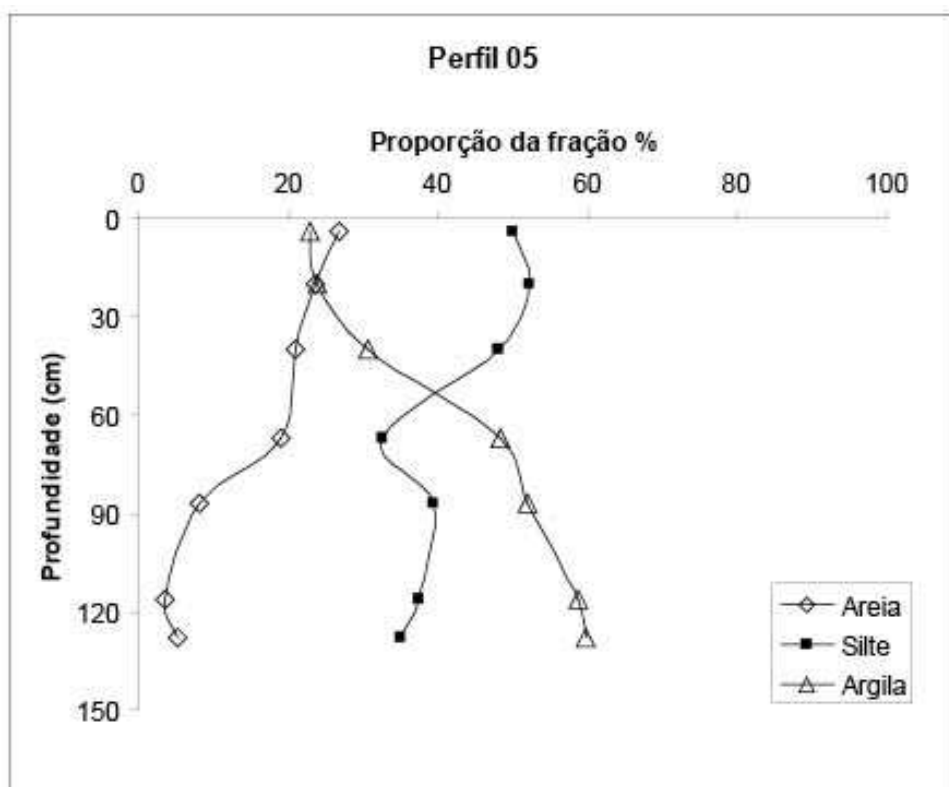
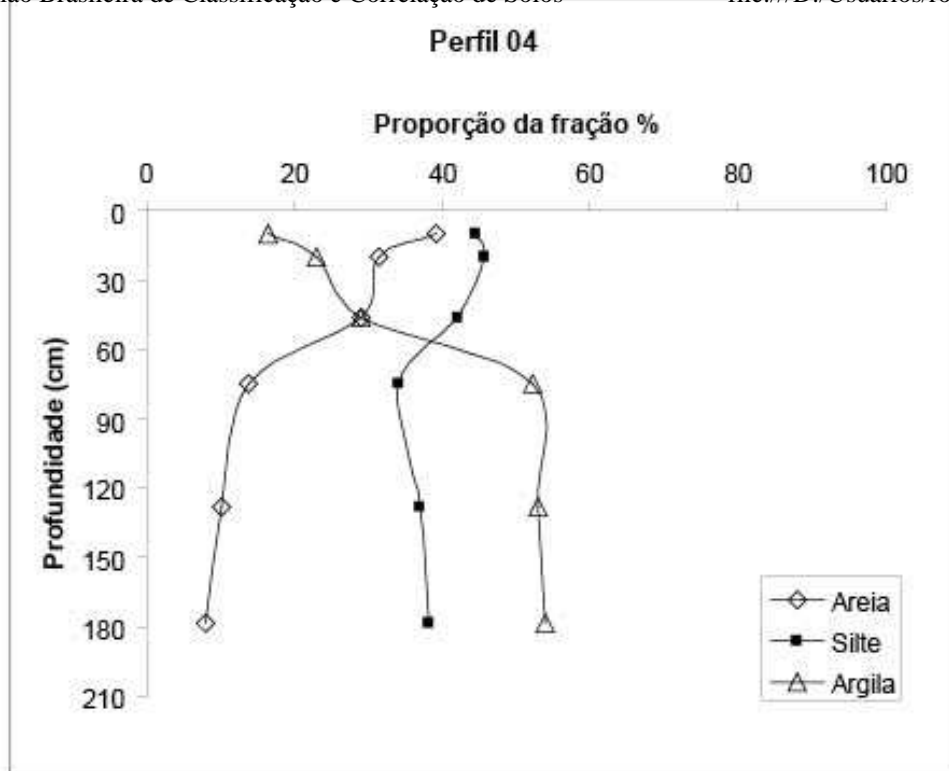


Figura 2. Distribuição granulométrica nos perfis AC-P04 e AC-P05.

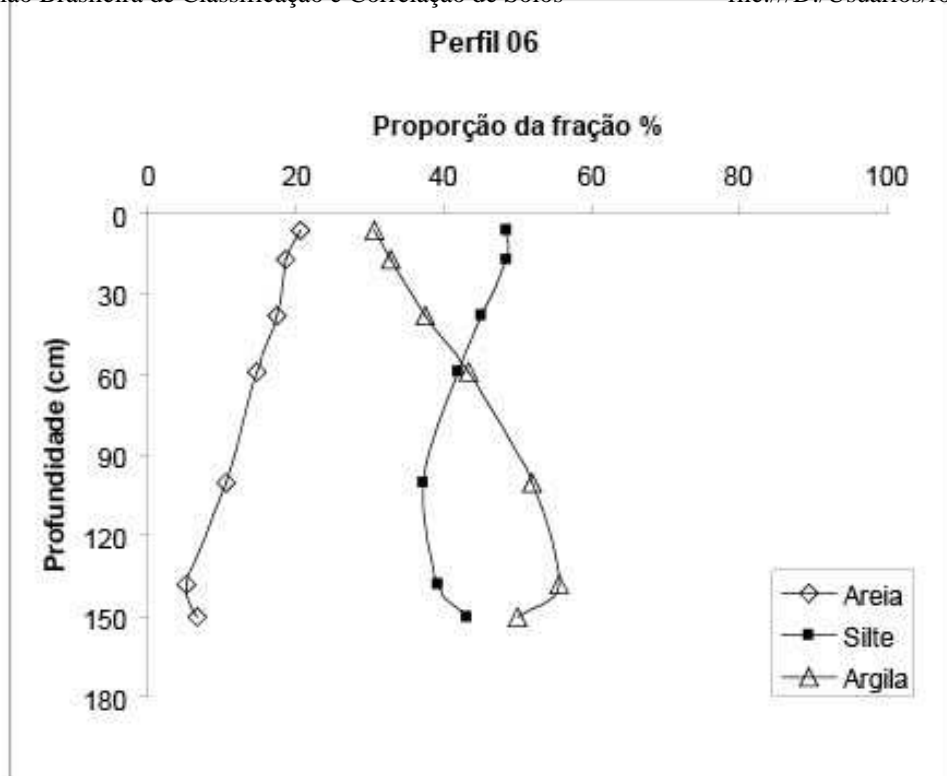
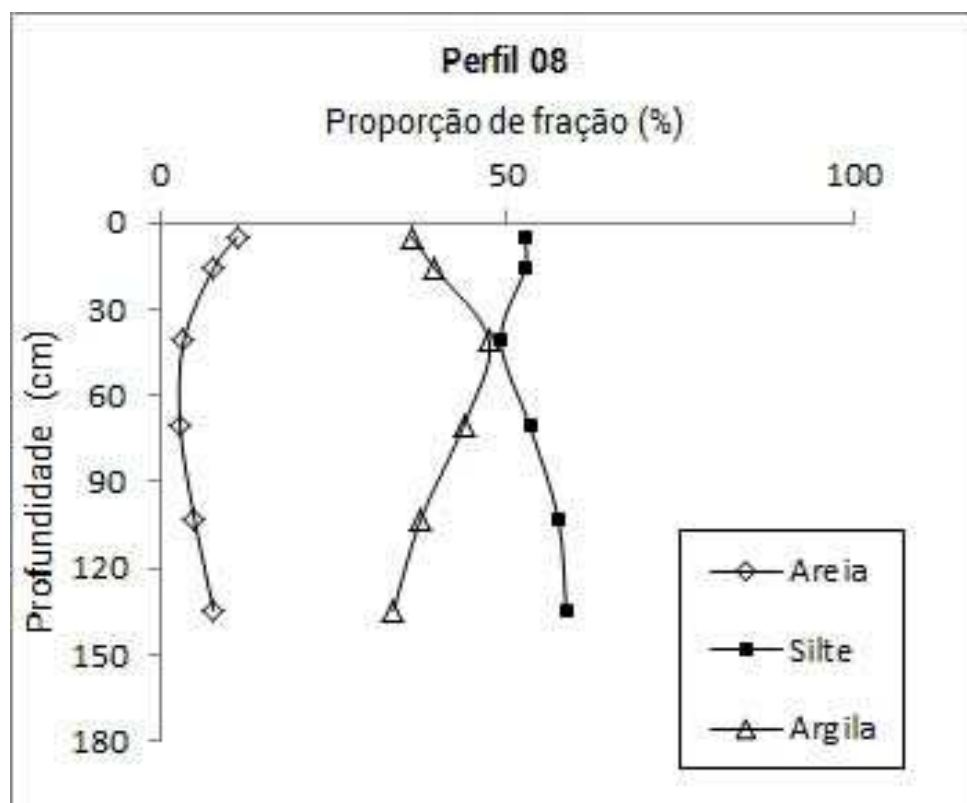


Figura 3. Distribuição granulométrica no perfil AC-P06.



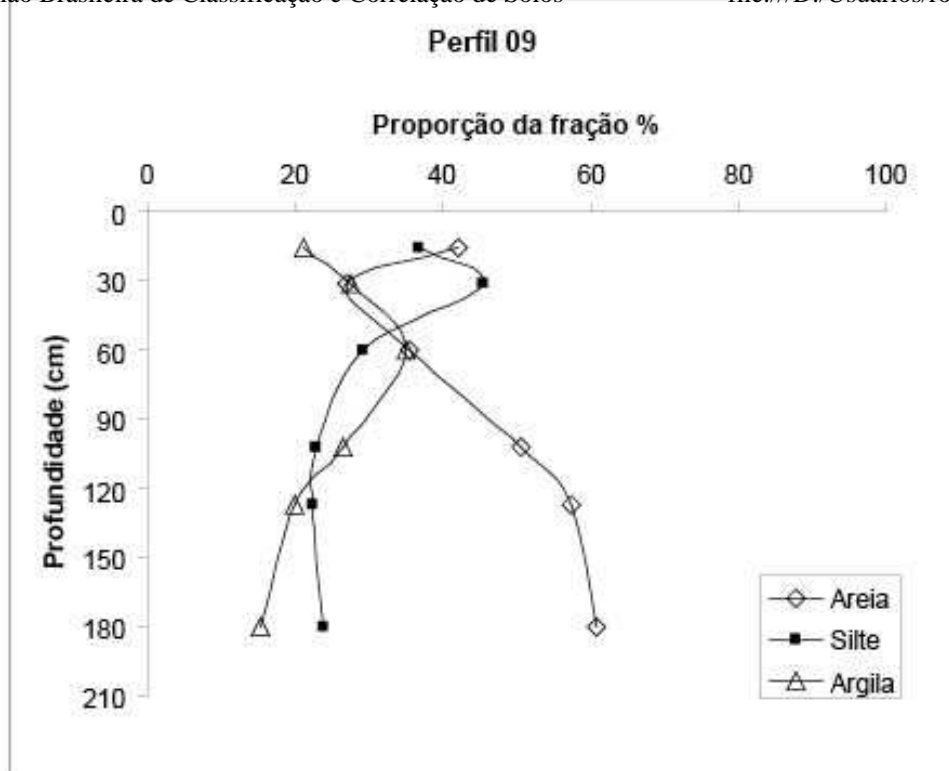
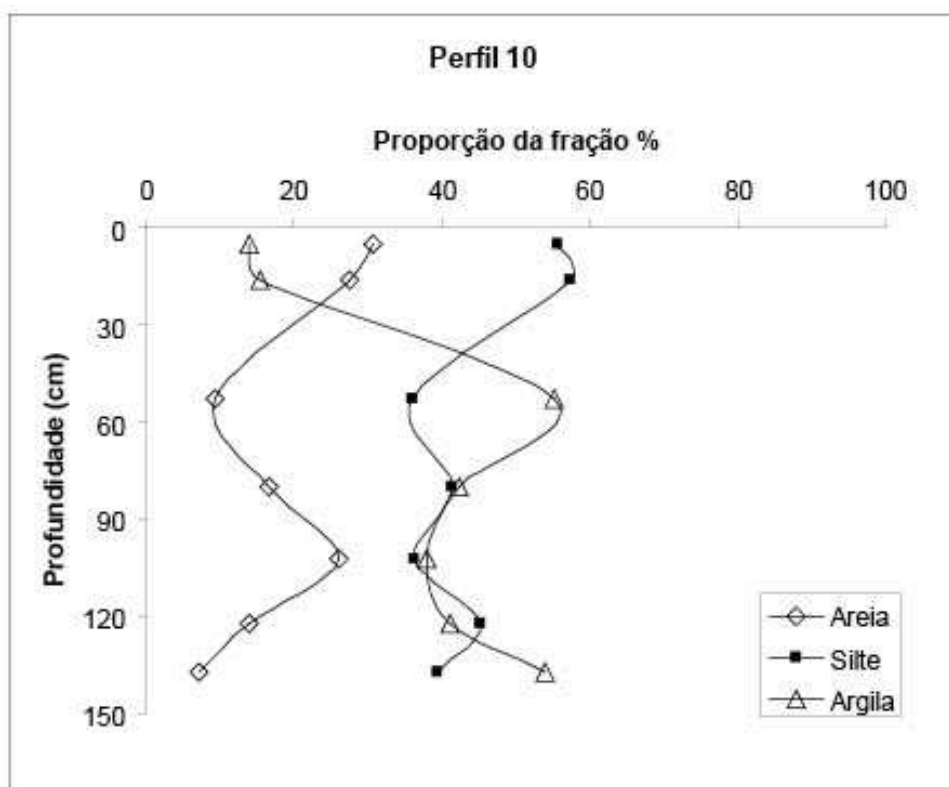


Figura 4. Distribuição granulométrica nos perfis AC-P08 e AC-P09.



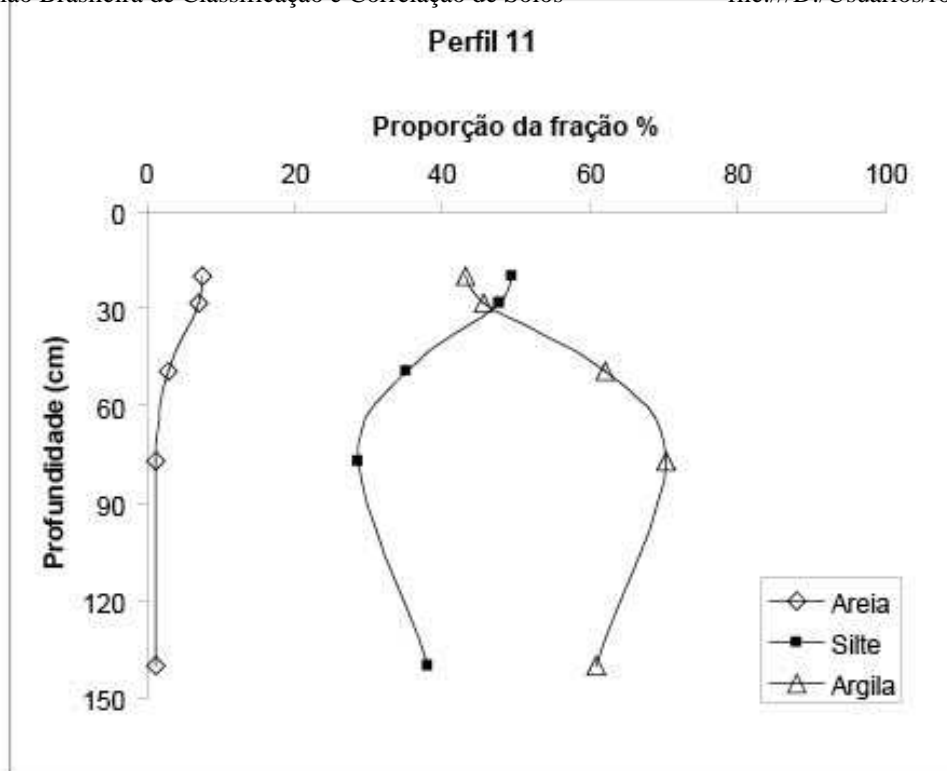


Figura 5. Distribuição granulométrica nos perfis AC-P10 e AC-P11.

Considerações finais sobre a Parte 1

Os resultados das análises granulométricas estão coerentes com as descrições morfológicas dos perfis. Os resultados elevados de silte afirmam a peculiaridade dos solos da IX RCC, comparados aos de outras regiões do Brasil, além de indicarem a necessidade de validação e adequação do método de análise granulométrica para esta condição específica.

Parte 2 – Análise granulométrica dos solos do Acre influenciada pelo tipo de dispersante

Material e métodos

Foi realizado teste de dispersão nos perfis AC-P06, AC-P07 e AC-P11 da IX RCC, no estado do Acre, selecionando-se o horizonte A e um dos horizontes diagnósticos subsuperficiais de cada perfil. Com esses materiais, foi realizado experimento de dispersão em laboratório, com duas repetições e três dispersantes químicos (hidróxido de sódio, hexametáfosfato de sódio, hexametáfosfato + hidróxido de sódio), mantendo-se a concentração dos dispersantes conforme Embrapa (1997).

A análise granulométrica foi feita da seguinte forma: 10 gramas de TFSA de cada amostra foram colocadas em frascos de vidro, onde se adicionaram 50 ml da solução dispersante, conforme os tratamentos. Para o hidróxido de sódio, o hexametáfosfato de sódio e a mistura das duas soluções, seguiu-se o procedimento de Camargo et al. (2009).

O volume então foi completado com 150 ml de água destilada, e a amostra foi colocada em agitador recíprocante, para agitação lenta por 16 horas, a 120 rpm. Após o término do tempo de dispersão, as amostras foram passadas em peneira de 0,053 mm, para separar a areia, que foi coletada e levada a secar em estufa a 105 °C. As frações silte e argila foram coletadas em provetas de 500 ml. O volume foi completado até a marca, a suspensão foi homogeneizada e imediatamente após foi pipetada alíquota para determinar o silte + argila (Ruiz, 2005).

A suspensão então foi deixada em descanso, por tempo calculado segundo a Lei de Stokes, e, após o tempo de sedimentação, pipetou-se outra alíquota para determinar a fração argila. As amostras das frações silte + argila e argila foram levadas para secar em estufa a 105 °C, após o qual foram pesadas as amostras secas em balança analítica e feitos os cálculos conforme Ruiz (2005).

Resultados e discussão

Neste trabalho, é apresentado o valor médio das frações granulométricas e discutido o comportamento geral dos perfis selecionados, cuja caracterização química encontra-se na Tabela 2.

De modo geral, para esses perfis da IX RCC, particularmente que têm argila de atividade alta e elevados teores de cálcio e magnésio trocáveis, o dispersante mais eficiente foi o hexametáfosfato de sódio, que resultou em maiores teores de argila (Figuras 6, 7, 8, 9, 10 e 11). A mistura hexametáfosfato de sódio + hidróxido de sódio não foi tão eficiente. Esse resultado pode estar relacionado ao fato de que esses solos – como já têm pH elevado, e com isso já apresentam elevada proporção de cargas negativas – não requerem elevação adicional do pH. Além disso, devido às concentrações elevadas de cálcio e magnésio, estes devem ser complexados pelo fosfato proveniente do hexametáfosfato para facilitar a dispersão.

Tabela 2. Caracterização química dos perfis de solo da IX RCC, no estado do Acre.

Horizonte	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	V %
		(cmol _c kg ⁻¹)				
AC-P06 - Argissolo Vermelho Alítico nitossólico						
Ap	5,1	1,7	2,1	0,42	2,4	34
Bt1	5,1	3,7	1,4	0,06	6,7	18
AC-P07 - Vertissolo Háptico Órtico com carbonato chernossólico						
Ap	6,8	33,8	4,1	0,11	0,0	96
Biv	7,0	37,3	6,2	0,09	0,0	100
AC-P11 - Cambissolo Háptico Ta Eutrófico vertissólico						
Ap	5,4	19,0	5,1	0,16	0,5	82
Biv1	4,9	14,1	5,2	0,14	8,2	59

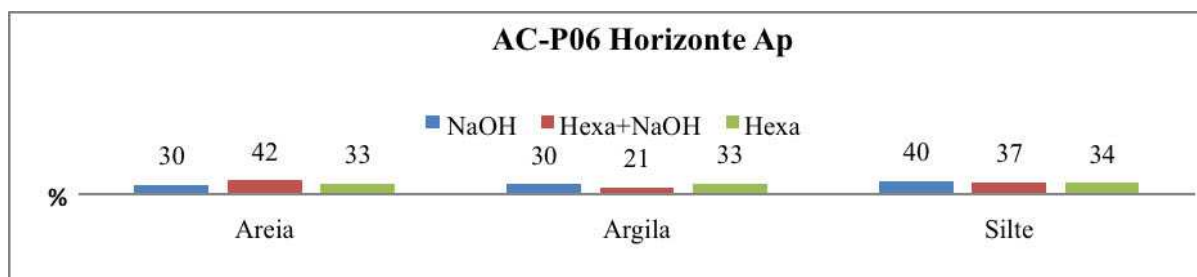


Figura 6. Proporções de areia, silte e argila do horizonte Ap (AC-P06) influenciadas por diferentes dispersantes químicos.

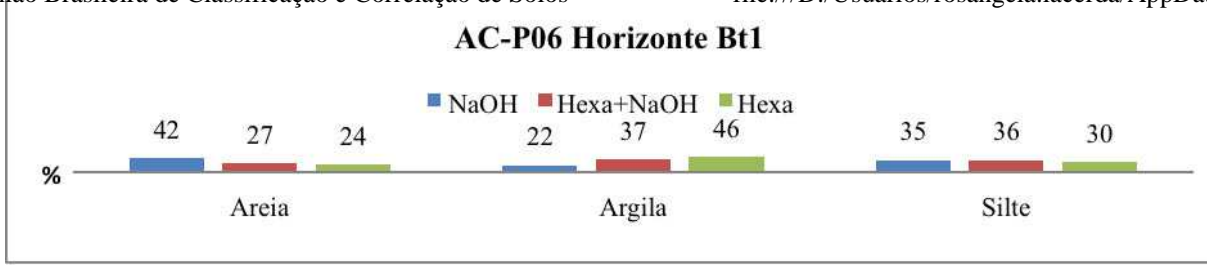


Figura 7. Proporções de areia, silte e argila do horizonte Bt1 (AC-P06) influenciadas por diferentes dispersantes químicos.



Figura 8. Proporções de areia, silte e argila do horizonte Ap (AC-P07) influenciadas por diferentes dispersantes químicos.

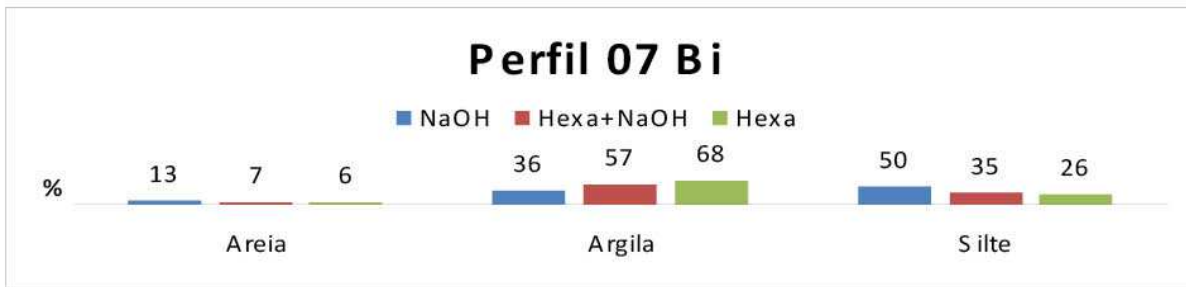


Figura 9. Proporções de areia, silte e argila do horizonte Biv (AC-P07) influenciadas por diferentes dispersantes químicos.

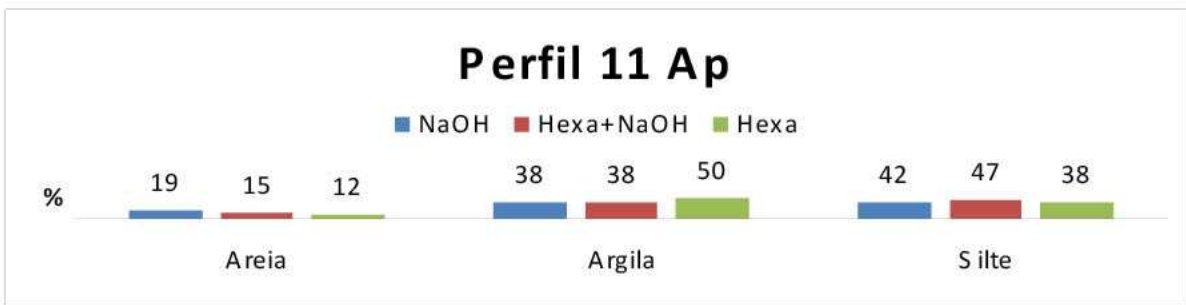


Figura 10. Proporções de areia, silte e argila do horizonte Ap (AC-P11) influenciadas por diferentes dispersantes químicos.

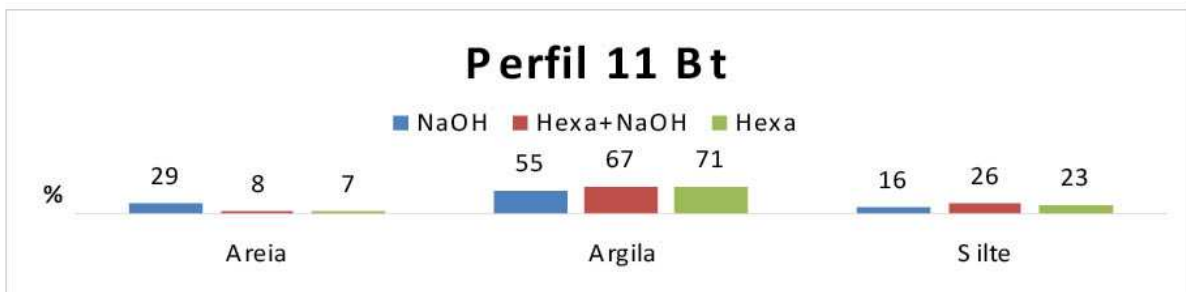


Figura 11. Proporções de areia, silte e argila do horizonte Biv1 (AC-P11)

influenciadas por diferentes dispersantes químicos.

Por outro lado, o hidróxido de sódio, em geral, conduziu a valores menores da fração argila e maiores das frações silte e areia nos solos com argila de atividade alta. Nesse caso, como os solos apresentam predomínio de minerais de carga permanente na fração argila, não é necessário aumentar o valor de pH, com a solução de NaOH, para obter mais cargas negativas e, assim, favorecer a dispersão. Além disso, como esses solos têm concentrações elevadas de cálcio e magnésio, ao se adicionar sódio em concentração maior que a do hexametáfosfato, os cátions competem pela água de hidratação e pode haver a compressão da dupla camada difusa, reduzindo a estabilidade da dispersão. Portanto, a baixa eficiência do tratamento com a mistura de dispersantes pode estar também relacionada a esse fenômeno.

Considerações finais sobre a Parte 2

Preliminarmente, as proporções das frações argila, silte e areia de alguns solos da IX RCC foram influenciadas pelo tipo de dispersante químico, seguindo a ordem de eficiência de dispersão: hexametáfosfato > hexametáfosfato + hidróxido de sódio > hidróxido de sódio. Para esses solos, que apresentam argila de atividade alta e elevados teores de cálcio e magnésio trocáveis, o dispersante mais indicado é o hexametáfosfato de sódio.

Referências

CAMARGO, O. A.; MONIZ, A. C.; JORGE, J. A.; VALADARES, J. M. A. S. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2009. 77 p. (IAC. Boletim técnico, 106).

DONAGEMMA, G. K.; RUIZ, H. A.; FONTES, M. P. F.; KER, J. C.; SCHAEFER, C. E. G. R. Dispersão de Latossolos em resposta a pré-tratamentos na análise textural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 4, p. 762-765, jul./ago. 2003.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. rev. atua1. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

KLUTE, A. **Methods of soil analysis**. Part 1 – Physical and mineralogical methods. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy: Soil Science Society of America, 1986. 1188 p.

RUIZ, H. A. Incremento da exatidão na análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão silte + argila. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 2, p. 297-300, maio/abr. 2005.

VETTORI, L. **Métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro: EPFS, 1969. 34 p. (Boletim técnico, 7).