

GRANULOMETRIA DOS SOLOS DA IX RCC DO ACRE

João Herbert Moreira Viana⁽¹⁾ ; Guilherme Kangussu Donagemma⁽²⁾ ; Marcos Bacis Ceddia⁽³⁾ ; Bruno Unterline⁽⁴⁾ ; Hosana Maria Andrade⁽⁵⁾

(1) Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, jherbert@cnpmc.embrapa.br; (2) Pesquisador, Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, donagemmaster@gmail.com; (3) Professor Associado, UFRRJ, Seropédica, RJ, ceddia@ufrj.br; (4) Graduando em Agronomia, UFRRJ, Seropédica, RJ; (5) Técnica, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG

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, problemas de dispersão em Latossolos, especialmente os mais oxidícos, cujos procedimentos analíticos encontram-se atualmente em fase de revisão.

A análise granulométrica compreende as seguintes etapas: pré-tratamentos, dispersão, separação e quantificação. A dispersão é a etapa mais crítica da análise granulométrica. A mesma 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 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.

Nesse 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.

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°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 M, 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, através de lavagem com água. Toda a suspensão foi colocada em cilindro de sedimentação e o volume completado para um (01) 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. Foram medidos também o pH em água (relação 1:2,5) e a densidade de partícula pelo método do picnômetro.

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 – P07 ou o AC – P08. 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 nestas figuras, 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 – P07, AC – P08 e AC – P10.

Já o elevado teor de silte no perfil AC – P07 pode ser devido a ineficiência da dispersão pela solução de NaOH, usada nessa etapa, o que se coaduna com os resultados obtidos no teste de dispersantes na parte 2 desse trabalho, e pode ter ocorrido também nos demais perfis. Ou

ainda pode haver descontinuidade entre os horizontes nos perfis ou do próprio material de origem, a ser confirmada pelos dados de geoquímica. As triplicatas de duas amostras (Tabela 2) apresentaram baixo desvio padrão entre subamostras, indicando incerteza reduzida, apesar do teor geral elevado do silte indicar a necessidade de ajuste do método para esses solos, conforme visto nos testes de soluções dispersantes (Parte 2).

Os resultados obtidos para a densidade de partículas indicam tendência geral de valores menores que o valor tomado como densidade de referência na Lei de Stokes, de 2,65 Mg m⁻³ (Figura 6). Este resultado pode ser devido à influência da matéria orgânica ou a agregados e concreções com porosidade oclusa ou ainda menor densidade das partículas minerais que formam o solo. Apenas os perfis AC – P01, AC – P02, AC – P04 e AC – P05 tiveram comportamento próximo dos perfis de solos comumente observados em outras regiões do Brasil.

CONCLUSÕES

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 Acre, 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.

Tabela 1. Identificação das amostras da IX RCC, no Estado do Acre

Número de Registro	Identificação	Número de Registro	Identificação
138615	Perfil AC - P01 - Ap	138646	Perfil AC - P08 - Ap
138616	Perfil AC - P01 - E1	138647	Perfil AC - P08 - AB
138617	Perfil AC - P01 - E2	138648	Perfil AC - P08 - Bt1
138618	Perfil AC - P01 - Bh	138649	Perfil AC - P08 - Bt2
138619	Perfil AC - P01 - Bhxs	138650	Perfil AC - P08 - BC
138620	Perfil AC - P02 - Ap	138651	Perfil AC - P08 - C1
138621	Perfil AC - P02 - AB	138652	Perfil AC - P09 - Ap
138622	Perfil AC - P02 - BA	138653	Perfil AC - P09 - BA
138623	Perfil AC - P02 - Bw1	138654	Perfil AC - P09 - Bt1
138624	Perfil AC - P02 - Bw2	138655	Perfil AC - P09 - Bt2
138625	Perfil AC - P02 - Bw3	13656	Perfil AC - P09 - Bt3
138626	Perfil AC - P05 - A1	138657	Perfil AC - P09 - BC
138627	Perfil AC - P05 - A2	138658	Perfil AC - P10 - Ap
138628	Perfil AC - P05 - BA	138659	Perfil AC - P10 - AB
138629	Perfil AC - P05 - Bt1	138660	Perfil AC - P10 - Bt1
138630	Perfil AC - P05 - Bt2	138661	Perfil AC - P10 - Bt2
138631	Perfil AC - P05 - BC	138662	Perfil AC - P10 - BC
138632	Perfil AC - P05 - C	138663	Perfil AC - P10 - CB
138633	Perfil AC - P06 - Ap	138664	Perfil AC - P10 - C
138634	Perfil AC - P06 - BA	138665	Perfil AC - P11 - Ap
138635	Perfil AC - P06 - B1	138666	Perfil AC - P11 - BA
138636	Perfil AC - P06 - Bt1	138667	Perfil AC - P11 - Bt
138637	Perfil AC - P06 - Bt2	138668	Perfil AC - P11 - Bv
138638	Perfil AC - P06 - Bt3	138669	Perfil AC - P11 - BCv
138639	Perfil AC - P06 - BC	138670	Perfil AC - P04 - Ap
138640	Perfil AC - P07 - A	138671	Perfil AC - P04 - BA
138641	Perfil AC - P07 - AB	138672	Perfil AC - P04 - Bt1
138642	Perfil AC - P07 - Bi	138673	Perfil AC - P04 - Bt2
138643	Perfil AC - P07 - BC1	138674	Perfil AC - P04 - BC1
138644	Perfil AC - P07 - BC2	138675	Perfil AC - P04 - BC2
138645	Perfil AC - P07 - C		

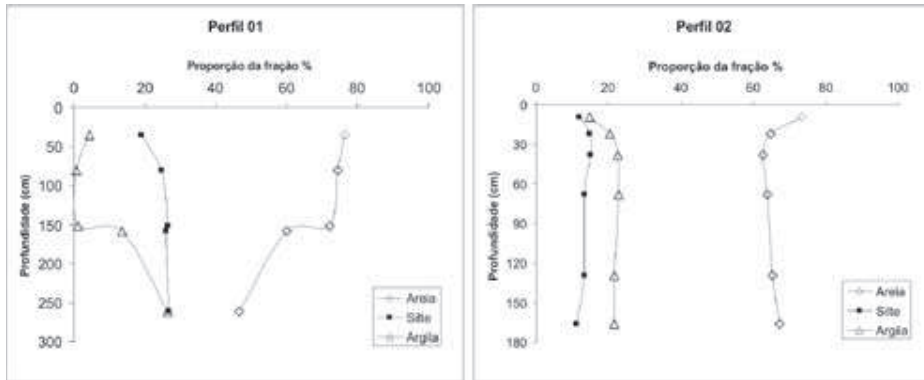


Figura 1. Distribuição granulométrica nos perfis AC – P01 e AC – P02.

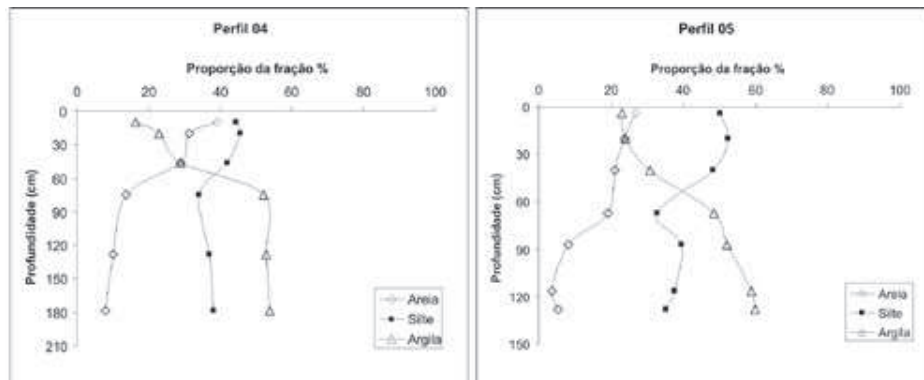


Figura 2. Distribuição granulométrica nos perfis AC – P04 e AC – P05.

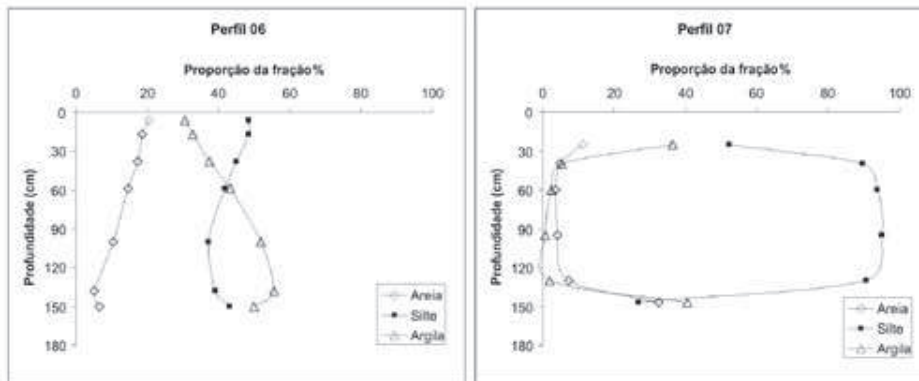


Figura 3. Distribuição granulométrica nos perfis AC – P06 e AC – P07.

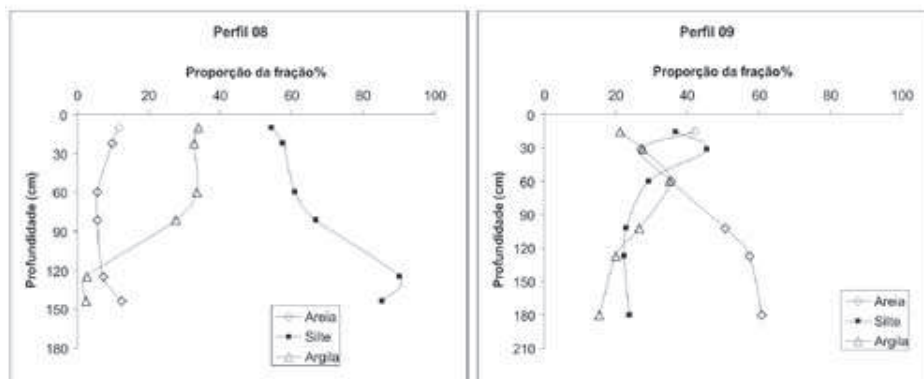


Figura 4. Distribuição granulométrica nos perfis AC – P08 e AC – P09.

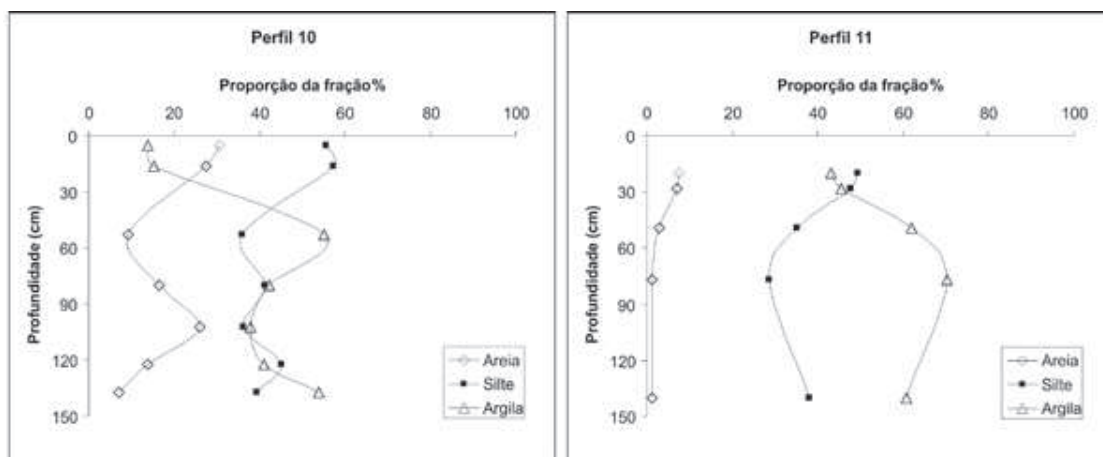


Figura 5. Distribuição granulométrica nos perfis AC – P10 e AC – P11.

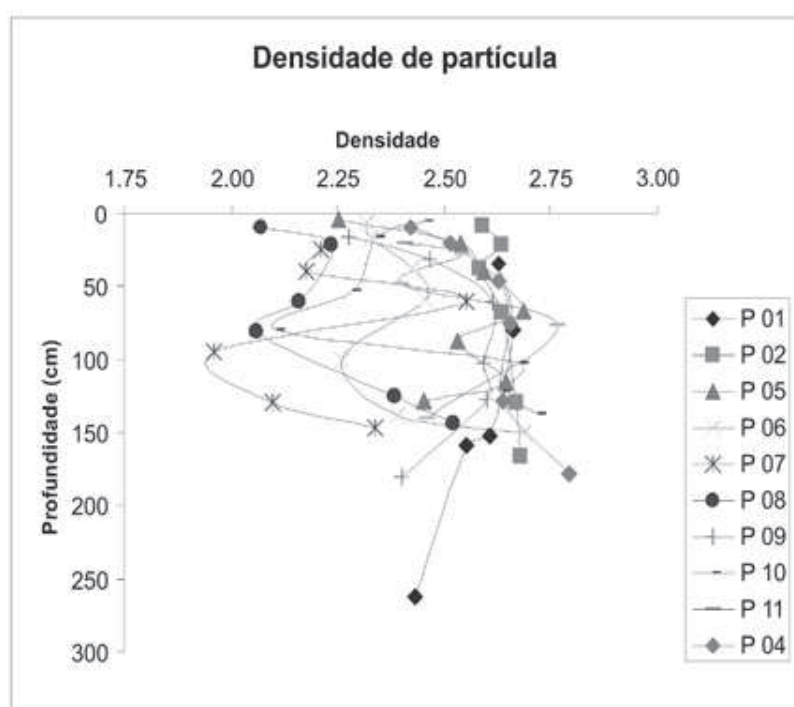


Figura 6. Distribuição da densidade de partícula (Mg m⁻³) nos perfis da IX RCC, Acre.

Tabela 2. Resultados de granulometria de amostras avaliadas em triplicata.

	Perfil AC - P05 - A2			Perfil AC - P06 - BA		
	Areia	Silte	Argila	Areia	Silte	Argila
R1	26,6	50,5	23,0	19,2	50,5	30,3
R2	24,8	53,2	22,0	18,6	51,5	29,9
R3	25,7	52,3	22,0	19,1	50,5	30,4
-	25,7	52,0	22,3	19,0	50,8	30,2
Desvio Padrão	0,9	1,4	0,6	0,3	0,6	0,3

PARTE 2 – ANÁLISE GRANULOMÉTRICA COM DISPERSANTES ALTERNATIVOS: DISPERSÃO DOS SOLOS DO ACRE INFLUENCIADA PELO TIPO DE DISPERSANTE

MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado teste de dispersão com 11 perfis de solos da IX RCC, no Estado do Acre, selecionando-se o horizonte A e um dos horizontes diagnósticos subsuperficiais de cada perfil. Com estes materiais foi realizado experimento de dispersão em laboratório, com duas repetições, sendo assim o delineamento constituído de: onze perfis de solo, dois horizontes (A e horizonte subsuperficial) 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 adicionou 50 ml da solução dispersante, conforme os tratamentos. Para o hidróxido de sódio, o hexametáfosfato de sódio e a mistura das duas soluções foram seguidos 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 que 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 de todos os perfis frente aos tratamentos, porém, será apresentado apenas o resultado de três solos, cuja caracterização química encontra-se na Tabela 3.

De modo geral que, para os perfis da IX RCC, particularmente aqueles que têm argila de atividade alta, pH elevado (acima de 6,00) 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 7, 8, 9, 10, 11 e 12). A mistura hexametáfosfato de sódio + hidróxido de sódio não foi tão eficiente, não se recomendando seu uso. Esse resultado pode estar relacionado ao fato 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, este deve ser complexado pelo fosfato proveniente do hexametáfosfato para facilitar a dispersão.

Tabela 3. Caracterização química dos perfis de solo da IX RCC, no Estado do Acre.

Horizonte	pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	V %
Argissolo Vermelho Alítico - AC - P06						
Ap	5,1	1,7	2,1	0,42	2,4	34
Bt1	5,1	3,7	1,4	0,06	6,7	18
Cambissolo Háplico / Vertissolo Háplico - AC - P07						
A	6,8	33,8	4,1	0,11	0,0	96
Bi	7,0	37,3	6,2	0,09	0,0	100
Vertissolo Háplico / Luvisolo Cromico - AC - P11						
A	5,4	19,0	5,1	0,16	0,5	82
Bt	4,9	14,1	5,2	0,14	8,2	59

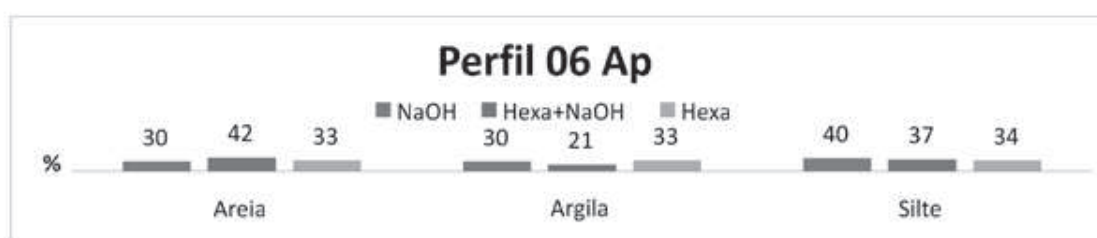


Figura 7. Proporções de Areia, Silte e Argila de Horizonte Ap (AC – P06) influenciadas por diferentes dispersantes químicos.



Figura 8. Proporções de Areia, Silte e Argila de Horizonte Bt1 (AC – P06) influenciadas por diferentes dispersantes químicos.

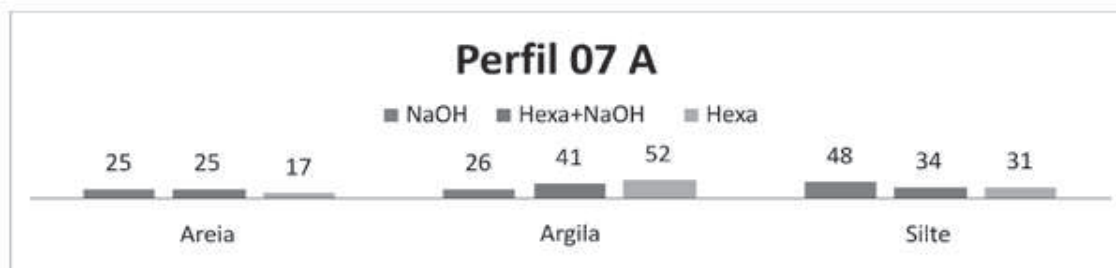


Figura 9. Proporções de Areia, Silte e Argila de Horizonte A (AC – P07) influenciadas por diferentes dispersantes químicos.



Figura 10. Proporções de Areia, Silte e Argila de Horizonte Bi (AC – P07) influenciadas por diferentes dispersantes químicos

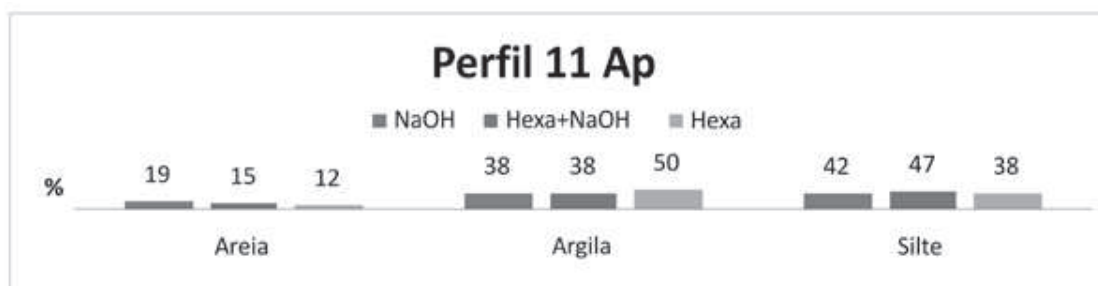


Figura 11. Proporções de Areia, Silte e Argila de Horizonte Ap (AC – P11) influenciadas por diferentes dispersantes químicos.

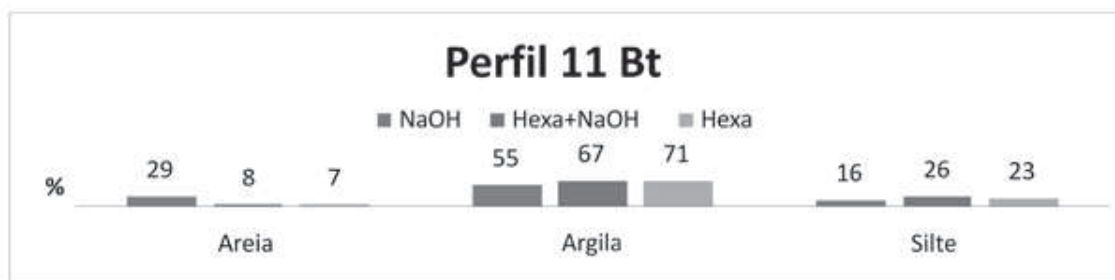


Figura 12. Proporções de Areia, Silte e Argila de Horizonte Bt (AC – P11) influenciadas por diferentes dispersantes químicos.

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. Neste 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 estes 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 este fenômeno.

CONCLUSÕES

Conclui-se preliminarmente que:

As proporções das frações argila, silte e areia dos 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 os solos da IX RCC, particularmente os que apresentam argila de atividade alta na fração argila, pH elevado (>6,00) e elevados teores de cálcio e magnésio trocáveis, o dispersante mais indicado é o hexametáfosfato de sódio.

Para os solos da IX RCC que apresentam argila de atividade alta, pH menor que 5,5, cálcio, magnésio e alumínio trocáveis elevados, a mistura hidróxido de sódio + hexametáfosfato de sódio pode ser usada na dispersão.

Este estudo deve ser aprofundado com maior número de repetições e associando os resultados da análise granulométrica aos das análises químicas e mineralógicas desses solos.