

Contribuição de compostos amorfos na coesão de solos dos Tabuleiros Costeiros do Ceará⁽¹⁾.

Lilian Rafaelly de Sousa Duarte⁽²⁾; Juliana Matos Vieira⁽³⁾; Ricardo Espíndola Romero⁽⁴⁾; Jaedson Anunciato Mota⁽⁴⁾; Tiago Osório Ferreira⁽⁴⁾; Dimitri Matos Silva⁽⁵⁾;

⁽¹⁾Trabalho executado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

⁽²⁾Estudante de Pós-graduação em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas; Universidade Federal do Ceará; Fortaleza, Ceará; rafaellybl@hotmail.com; ⁽³⁾ Estudante de Pós-graduação em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas; Universidade Federal do Ceará; ⁽⁴⁾ Professor; Departamento de Ciências do Solo; Universidade Federal do Ceará; ⁽⁵⁾ Estudante de graduação; Universidade Federal do Ceará.

RESUMO: Os Tabuleiros Costeiros apresentam solos com horizontes coesos, os quais podem ocasionar impedimento físico à penetração das raízes e à dinâmica da água. No entanto, a gênese desses horizontes permanece desconhecida. Desta forma, objetivou-se avaliar a influência de compostos amorfos na coesão desses solos, estudando-se solos coesos dos Tabuleiros Costeiros do Ceará. Para avaliação do efeito do material amorfo na coesão dos solos, foram utilizadas amostras de TFSA dos horizontes coesos dos solos estudados, submetidas a 2 tratamentos: com e sem extração de compostos amorfos. Três ciclos de umedecimento e secagem foram aplicados nas amostras e, em seguida, condutividade hidráulica, resistência à penetração (RP) e densidade do solo foram determinadas. Observou-se que houve um aumento na condutividade hidráulica nos solos em que os compostos de baixa cristalinidade foram retirados, tal fato foi observado em todos os solos, independente da textura dos mesmos. Após a extração dos compostos amorfos, os horizontes coesos mostraram uma significativa redução da resistência à penetração e na densidade do solo, indicando que estes compostos podem ser um dos responsáveis pela gênese de horizontes coesos.

Termos de indexação: pedogênese, caráter coeso, cimentação.

INTRODUÇÃO

Os Tabuleiros Costeiros possuem algumas classes de solos que podem apresentar horizontes coesos, os quais podem ocasionar impedimento físico à penetração das raízes e à dinâmica da água. Os horizontes coesos são definidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (Embrapa, 2006) como horizontes pedogenéticos subsuperficiais adensados, muito resistentes à penetração da faca, com consistência seca muito dura a extremamente dura, passando a friável ou firme quando úmido.

A origem dos horizontes coesos não está bem esclarecida, podendo estar associada a diferentes processos, tais como: argiluviação; agrupamento de partículas de argila face a face; presença de compostos orgânicos pouco polimerizados e adensamento pela alternância de ciclos de umedecimento e secagem (Ribeiro, 2001). Estudos também indicam que a gênese dos horizontes coesos pode estar relacionada à cimentação fraca e temporária promovida por compostos amorfos envolvendo material sílico-aluminoso (Araújo Filho et al., 2001).

De fato, estudos realizados em solos da Austrália (Franzmeier et al., 1996) também destacam a sílica amorfa ou de baixa cristalinidade como o principal agente cimentante em *hardsetting*, correlato ao caráter coeso (Giarola et al., 2001).

Os solos de uma topossequência do Ceará (Vieira et al., 2011) indicaram a influência de compostos amorfos no comportamento do caráter coeso desses horizontes.

Dessa forma, objetiva-se com este trabalho avaliar a influência de desses compostos na pedogênese de horizontes coesos em solos com diversas texturas dos Tabuleiros Costeiros do estado do Ceará.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido com material de diferentes áreas dos Tabuleiros Costeiros do estado do Ceará. Para tanto, foram coletadas amostras de horizontes coesos com composição granulométrica variada (**Tabela 1**).

Para a avaliação da contribuição dos compostos amorfos ou de baixa cristalinidade na coesão, foi realizada a extração desses compostos e análises físicas nas amostras (resistência do solo à penetração, condutividade hidráulica do solo saturado e densidade do solo) a fim de se avaliar o comportamento desses solos na presença e na ausência desses compostos amorfos.

As amostras foram divididas em dois conjuntos de sub-amostras. Em um dos conjuntos foi realizada

a extração e quantificação de compostos de baixa cristalinidade ou amorfos (Fe, Al e Si) com solução de oxalato ácido de amônio, conforme McKeague & Day (1996). Os materiais dos dois tratamentos (com extração por oxalato de amônio e sem extração) foram colocados em tubos de PVC de (5x2 cm), forrados com pano em uma das extremidades, em quatro repetições. Posteriormente, os tubos foram submetidos a três ciclos de umedecimento e secagem, e ao final a condutividade hidráulica do solo foi realizada.

Aplicou-se nas amostras uma tensão de 6 atm, visando à uniformidade da umidade das mesmas. A resistência do solo à penetração foi medida nas duas parcelas com o auxílio de um penetrômetro com velocidade constante de penetração de 0,01 m min⁻¹. Em seguida, as amostras foram secas em estufa a 105 °C para a determinação da densidade do solo.

Os dados de resistência à penetração e condutividade hidráulica foram submetidos à análise de variância e a comparação das médias foi realizada pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%, utilizando-se o software SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A condutividade hidráulica saturada do solo (K₀) apresentou grande variação entre os diferentes horizontes coesos, onde os maiores valores observados foram nos materiais dos solos (horizontes Bt) menos argilosos, ocorrendo o inverso no material mais argilosos. A correlação negativa e significativa entre os valores de condutividade e os teores de argila evidenciam tal fato (Figura 1).

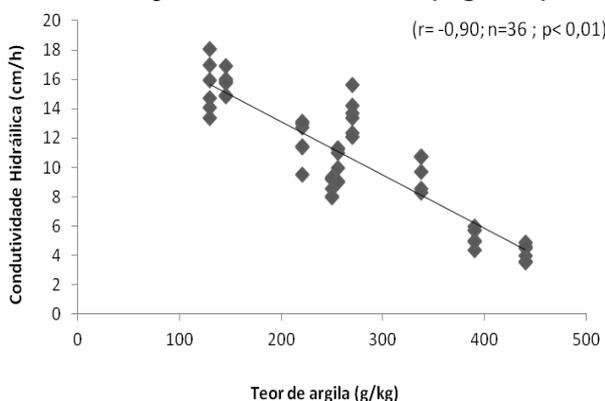


Figura 1- Correlação entre condutividade hidráulica e teor de argila

Em relação aos tratamentos que as amostras foram submetidas, observa-se que houve um aumento na K₀ naquelas em que os compostos de baixa cristalinidade foram retirados (Tabela 2).

No período de secamento do solo, notou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos, notadamente nos perfis P1, P4, P5, P6, P7 e P9, mesmo os solos estando úmidos (saturados).

Pode-se inferir, que o processo de extração desses compostos, não permitiu, após os ciclos de umedecimento e secagem, uma melhor acomodação ou empacotamento das partículas dos solos estudados. Esse fato pode ser evidenciado nos valores de densidade do solo, onde observa-se um declínio significativo dos valores nas amostras onde os compostos de baixa cristalinidade foram retirados (Tabela 2). Uma vez que densidade diminuiu, ocorreu um aumento na porosidade, e conseqüentemente o fluxo de água tornou-se mais fácil, aumentando, dessa forma a K₀.

Os horizontes coesos apresentaram uma elevada resistência do solo à penetração (RP)

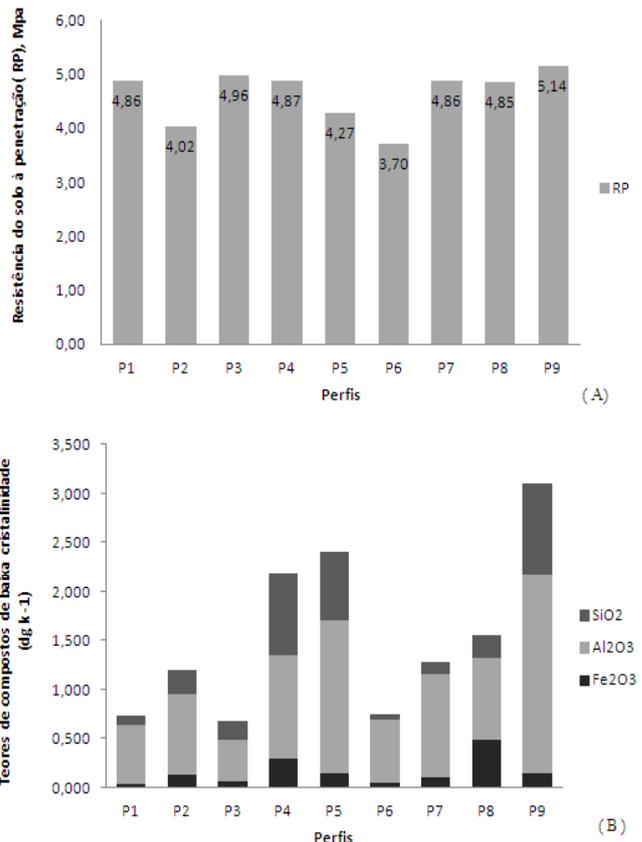


Figura 2 – (A) Valores de resistência à penetração nas amostras em que os compostos amorfos não foram retirados; (B) Teores de compostos amorfos.

destorreados e submetidos a poucos ciclos de umedecimento e secagem. Contudo, não foi observado um padrão nos valores de RP no qual se pudesse diferenciar entre esses solos, os diferentes graus de coesão.

No presente trabalho não houve correlação entre os teores de Si e os valores de RP. De acordo com a hipótese desse estudo, era esperado que os solos com maiores teores de Si e Al apresentassem maior RP, o que não aconteceu de fato (**Figura 2 A, B**). Porém, sabe-se que RP está correlacionada com vários atributos e condições do solo, dentre eles, a densidade, e, principalmente, a umidade (θ) no momento da determinação, bem como pode ser influenciada pela coesão (Stolf et al., 1983; Busscher et al., 1997; Giarola et al., 2001). No entanto, a análise da RP foi efetuada com as amostras submetidas à tensão de 6 atm e, assim, pode-se observar que teores de umidade (**Tabela 3**) nas amostras são bastante heterogêneos entre os solos.

Esse fato pode explicar, em parte, a não correlação entre os compostos de baixa cristalinidade e os teores de RP, visto que esses compostos agem como um agente cimentante temporário durante o período em que o solo encontra-se mais seco.

Com base nessas informações, pode-se sugerir que compostos amorfos (pouco cristalinos ou de baixa cristalinidade) são responsáveis, em parte, pela gênese do caráter coeso nos horizontes coesos dos solos estudados.

Tabela 3- Valores de umidade determinados nas amostras no momento da determinação da RP.

Perfil	Umidade (θ) - %	
	S/ extração	C/ extração
P1	10,0	10,4
P2	11,5	11,0
P3	9,1	10,1
P4	10,7	12,2
P5	12,7	13,4
P6	10,4	11,2
P7	15,7	15,9
P8	16,7	16,8
P9	17,6	18,3

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos mostram que os solos com caráter coeso que passam por processo de destorroamento apresentam alta resistência à penetração após apenas alguns ciclos de umedecimento e secagem.

Após a extração dos compostos amorfos, os horizontes coesos mostraram uma significativa redução da resistência à penetração, da densidade do solo e da condutividade hidráulica, indicando que estes compostos podem ser um dos responsáveis pela gênese de horizontes coesos.

REFERÊNCIAS

ARAUJO FILHO, J.C.; CARVALHO, A.; SILVA, F.B.R. e. Investigações preliminares sobre a pedogênese de horizontes coesos em solos dos tabuleiros costeiros do Nordeste do Brasil. In: WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS, Aracaju, 2001. **Anais**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2001. p.123-142

EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006, 306p

FRANZMEIER, D.P.; CHARTRES, C.J.; WOOD, J.T. **Hardsetting** soils in Southeast Australia: Landscape and profile processes. **Soil Science Society of America Journal**, v. 60, p. 1178-1187, 1996.

FREITAS, E.D. **Gênese de solos de uma topossequência dos tabuleiros costeiros (CE): Ênfase na dinâmica do ferro**. Fortaleza, CE, Universidade Federal do Ceará. 2010. 60p (Monografia).

GIAROLA, N.F.B. et al. Similaridades entre o caráter coeso dos solos e o comportamento hardsetting: Estudo de caso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p. 239-247, 2001.

LIMA, H.V. et al. Comportamento físico de um argissolo acinzentado coeso no estado do ceará. **R. Bras. Ci. Solo**, 29:33-40, 2005.

LIMA, H. V. ; SILVA, A P ; ROMERO, R.E . Estabilidade estrutural e argila dispersa em água nos solos com horizontes coesos no Estado do Ceará. In: XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2005, Recife. **XXX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, v. 1. p. 1-1.2005.

.McKEAGUE, J.A., DAY, J. H. Dithionite and oxalate extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soil. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 46, p. 13-22, 1996.

PONTE, C.M.; RIBEIRO, L.P. Estudo da gênese de horizontes coesos em uma topossequência na área do Candeal. Escola de Agronomia da UFBA. Salvador: IGEO/UFBA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.25, p. 239-247, 2001

STOLF, R.; FERNANDES, J. & URLANI NETO, V.L. Recomendação para o uso do penetrômetro de impacto - modelo IAA/Planalsucar - Stolf. São Paulo, MIC/IAA/PNMCA-Planalsucar, 1983. 8p. (Boletim, 1).

VIEIRA, J.M.; ROMERO, R.E.; FERREIRA, T.O. et al. Contribuição de material amorfo na gênese de horizontes coesos em Argissolos dos Tabuleiros Costeiros do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 4, p. 623-632, out/dez. 2012.

Tabela 1- Solos dos tabuleiros costeiros do Ceará que foram estudados.

Local	Fonte	Hor. Coeso	Prof. cm	Classe Textural	Argila (g.kg ⁻¹)	Classe de Solo
Trairi	Vieira et al., 2011	Bt1	105-142	Fr.-are.	130	Argissolo Acinzentado Eutrófico abrupto
Trairi	Vieira et al., 2011	Bt1	92-125	Fr.-are.	146	Argissolo Amarelo Distrocoeso arênico
Pacajus	Freitas, 2011	Bt1	125-156+	Fr.-arg.-are.	221	Argissolo Acinzentado Eutrófico abrupto
Parazinho	Lima et al., 2007	BA	61-82	Fr.-arg.-are.	250	Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico plintico
Trairi	Vieira et al., 2011	Bt1	91-142	Fr.-arg.-are.	256	Argissolo Amarelo Distrocoeso típico
Pacajus	Lima et al., 2005	Bt1	97-127	Fr.-arg.-are.	290	Argissolo Acinzentado Distrocoeso arênico
Fortaleza	Vieira 2013	Bt2	79-112	Arg.-are.	338	Argissolo Amarelo Eutrocoeso típico
Camocim	Lima et al., 2007	Bt1	57-92	Arg.-are.	390	Argissolo Amarelo Distrocoeso
Fortaleza	Vieira, 2013	Bt1	96-145	Argilosa	440	Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico

Fr.: Franco; Are.: Arenosa; Arg.: Argilo.

Tabela 2- Valores de condutividade hidráulica e densidade dos horizontes coesos estudados

Perfil	Teor de Argila (g.kg-1)	Condutividade Hidráulica, ko (cm.h-1)		Densidade do Solo (g.kg-1)	
		S/ extração	C/ extração	S/ extração	C/ extração
		P1	130	14,8 a*	16,23 b
P2	146	15,22 a	16,21 a	1,44 a	1,38 a
P3	221	11,20 a	12,53 a	1,54 a	1,45 a
P4	250	8,18 a	9,27 b	1,46 a	1,36 b
P5	256	9,35 a	11,18 b	1,40 a	1,33 b
P6	270	12,71 a	14,4 b	1,42 a	1,33 b
P7	338	8,84 a	10,74 b	1,36 a	1,29 b
P8	390	5,04 a	5,53 a	1,37 a	1,32 b
P9	440	3,68 a	4,48 a	1,38 a	1,31 b

* Teste de tukey. Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam médias significativas a 5% de probabilidade

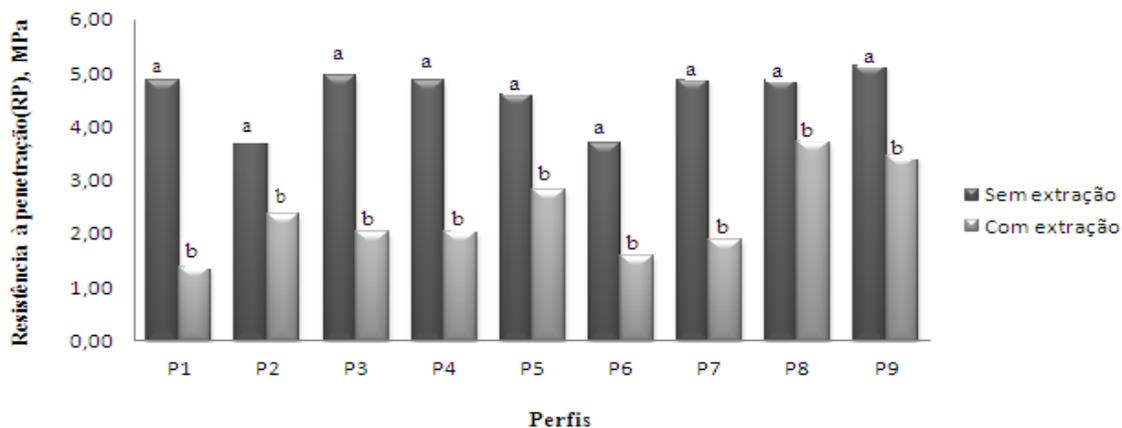


Figura 3 – Valores médios de resistência a penetração nos horizontes coesos estudados. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.