

DETERMINAÇÃO DE TEORES TOTAIS DE CARBONO E NITROGÊNIO EM SOLOS DE REFERÊNCIA DA PARAÍBA

Vanessa dos Santos Gomes ¹
Cristiano dos Santos Sousa ²
Rodrigo Santana Macedo ³
Alexandre Pereira de Bakker ⁴

RESUMO

A matéria orgânica do solo (MOS) assume papel relevante por ser um atributo chave devido a sua influência na infiltração e retenção de água, atividade microbiana, suscetibilidade a erosão, complexação de elementos traços e estruturação do solo. Nesse sentido, os estudos da MOS em Solos de Referência (SR) são importantes, pois além de apresentarem características próximas das condições naturais, também possuem características taxonômicas chave, são representativos de uma dada região, importantes do ponto de vista de uso e apresentam significativa importância ecológica o que é possível compreender a dinâmica da MOS nesses solos. Os solos foram selecionados com base em sua representatividade geográfica, ecológica, importância de uso e grau de intemperismo. Foi realizado também o fracionamento físico da matéria orgânica: em frações areia, silte e argila e determinado o CT e NT dos horizontes dos solos. O fracionamento físico permitiu observar que dependendo do tipo de solo estudado e aos componentes químicos os teores de CT podem ser maiores na fração silte ao invés do esperado que é a fração argila.

Palavras-chave: Carbono Total, Nitrogênio Total, Frações do Solo.

¹Pesquisador PCI/CNPq do Instituto Nacional do Semiárido - INSA cs.agronomia@gmail.com;

²Pesquisador PCI/CNPq do Instituto Nacional do Semiárido - INSA, vanessa.gestao.ifpb@gmail.com;

³Pesquisador PCI/CNPq do Instituto Nacional do Semiárido - INSA, macedo-rs@hotmail.com;

⁴Pesquisador do Instituto Nacional do Semiárido-INSA, bakker1000@yahoo.com.br.

INTRODUÇÃO

Os solos resultam da interação dos fatores de formação clima, organismos, tempo, relevo e material de origem, no qual podem ser avaliados a partir de seus constituintes físicos, químicos, biológicos e mineralógicos. A ação desses fatores e de diferentes processos pedogenéticos é responsável pela grande variabilidade pedológica observada em distintos ambientes. A fim de se entender a causa de tal variabilidade em decorrência da interação de diferentes processos pedogenéticos, torna-se necessário o estudo de solos em áreas preservadas ou com mínimo de interferência antrópica. Nesse sentido, assume importância os estudos com Solos de Referência (SR), pois além de apresentarem características próximas das condições naturais, também possuem características taxonômicas chave, são representativos de uma dada região, importantes do ponto de vista de uso e apresentam significativa importância ecológica (USDA, 2010).

Apesar dos solos da região semiárida nordestina terem sido considerados por muito tempo inviáveis para agricultura (atualmente é reconhecida pela comunidade científica a importância dos estudos dos solos desse bioma (NASCIMENTO et al., 2015), notadamente aqueles que buscam descrever morfologicamente os principais solos do semiárido, incluindo características dos principais elementos da paisagem, bem como estudos de caracterização física, química, mineralógica e de dinâmica da matéria orgânica, as quais possam contribuir com a classificação, potencialidades, limitações, usos, práticas de manejo, conservação e preservação desses solos.

Diante desse cenário, a matéria orgânica do solo (MOS) assume papel relevante por ser um atributo chave devido a sua influência na infiltração e retenção de água, atividade microbiana, suscetibilidade a erosão, complexação de elementos traços e estruturação do solo. A MOS pode ser dividida em (ROSCOE & MACHADO, 2002): i) fração leve livre: constituída por materiais orgânicos derivados principalmente de restos vegetais microbianos e da microfauna, estabilizada no solo por recalcitrância química; ii) fração leve oclusa: constituída por resíduos de plantas, peletes fecais, grãos de pólen, pelos radiculares e estruturas fúngicas, estabilizadas por recalcitrância das moléculas e oclusão no interior de agregados, e; iii) fração pesada: constituída por materiais orgânicos em avançado estágio de decomposição, estabilizada por recalcitrância, oclusão e complexação/ligação com os minerais.

Para compreender a dinâmica do armazenamento do carbono no solo é indispensável quantificar a MOS, pois o solo é o maior compartimento terrestre de carbono, contendo quantidades que superam os presentes na biomassa vegetal. No solo, a maior parte do carbono

estocado é constituída por formas orgânicas, cuja quantidade, num dado momento, resulta do balanço das adições de resíduos e das perdas por erosão e processos de oxidação de materiais orgânicos (D'ANDREA et al., 2010).

As características edafoclimáticas podem interferir na decomposição da MOS, fazendo com que o estoque de C no solo sob o mesmo sistema seja conduzido de maneira diferente (URQUIAGA et al., 2010). Estudos recentes comprovam que no semiárido paraibano o carbono orgânico total varia entre classes de solos (Planossolos, Luvisolos e Neossolos) e também em diferentes regimes pluviométricos (FÉLIX, 2016). Diante disso, essa pesquisa enfatiza a importância do estudo da dinâmica da MOS em solos referência no semiárido paraibano, estando inserido como subprojeto na pesquisa intitulada Pedohidrologia, mineralogia, microbiologia e dinâmica da matéria orgânica e de metais pesados em solos de referência do Semiárido paraibano. Como produto, essa pesquisa fornecerá informações seguras a respeito da caracterização da MOS em ambientes preservados ou com mínimo de intervenção antrópica no semiárido paraibano, o que permitirá por meio de comparações com solos semelhantes um diagnóstico da real intensidade da intervenção antrópica no semiárido nordestino, bem como subsidiar e fomentar demais discussões sobre os fenômenos e processos envolvidos na gênese desses solos.

METODOLOGIA

Caracterização das áreas

Os solos de referência foram selecionados em parceria com o subprojeto em andamento intitulado Processos pedogenéticos e mineral e químicos de solos referência do estado da Paraíba. Os solos foram selecionados com base em sua representatividade geográfica, ecológica, importância de uso e grau de intemperismo. Sob vegetação natural e/ou com mínimo de interferência antrópica foram classificados os perfis 1 e 2 como Neossolo Litólico eutrófico típico e estavam localizados na Estação Experimental Lagoa Bonita do Instituto Nacional do Semiárido, município de Campina Grande –PB (Coordenadas 07°16'41" S e 35°55'59" WGr) e o perfil 2 está localizado na Reserva Particular do Natural (RPPN) Fazenda Almas. Limite entre os municípios de Sumé e São José dos Cordeiros (Coordenadas 07°29'10,46" S e 36°55'7,03" WGr). As áreas em os solos (perfil 3, 4, 6, 7 e 8) que foram classificados como Neossolo Regolítico eutrófico típico estão localizados respectivamente, na Reserva Particular

do Natural (RPPN) Fazenda Almas limite entre os municípios de Sumé e São José dos Cordeiros, PB (perfil 3 - Coordenadas 07°29'11,18" S e 36°55'6,13" WGr; perfil 4: Coordenadas 07°29'11,86" S e 36°55'4,62" WGr); O perfil 6: Pedra do Padre no município de Cajazeiras, Paraíba (Coordenadas 55°02'20" S e 92°45'93" WGr); o perfil 7: Distrito de Picotes. Município de Quixabá, Paraíba (Coordenadas 70°56'50"S e 92°25'78" WGr); o perfil 8: Município de Junco do Seridó, Paraíba. (Coordenadas 75°35'39"S e 92°30'00" WGr). Os solos que foram classificados como Luvisolo Crômico Órtico léptico estão localizados respectivamente na Reserva Particular do Natural (RPPN) Fazenda Almas (perfil 5). Limite entre os municípios de Sumé e São José dos Cordeiros, Paraíba (Coordenadas 07°29'10,46" S e 36°55'7,03" WGr); o Perfil 9 na Estação Experimental da Universidade Federal da Paraíba, no município de São João do Cariri, Paraíba (Coordenadas 7°22'45,1"S e 36°31'47,2" WGr). A área classificadas Latossolo Amarelo Distrófico petroplântico (perfil 10) está localizado no Sítio Bujari no município de Cuité, Paraíba. O perfil 11 classificado como Latossolo Amarelo Distrófico plântico está localizado no Sítio Zequinha, município de Bananeiras, Paraíba e o perfil 12 classificado como Latossolo Amarelo Distrófico húmico localizado na Chã do Jardim no município de Areia, Paraíba. O estudo foi conduzido a partir do exame de perfil de solo em trincheira, no em que foram coletadas amostras deformadas em cada horizonte pedogenético identificado em campo.

Fracionamento Físico Granulométrico da matéria orgânica

Foi realizado também o fracionamento físico da matéria orgânica: em frações areia, silte e argila e determinado o CT e NT dos horizontes dos solos 0,1 g de solo, envolvidos em uma folha de estanho e analisado via combustão seca em analisador elementar modelo LECO CHN - 628S. Concomitantemente, será analisado também o COT, conforme normas constantes em Embrapa (2017).

Determinação de Carbono total e Nitrogênio

A determinação de CT e NT dos horizontes dos solos foram realizada em 1,0 g de solo seco ao ar (TFSA). Primeiramente essas amostras serão trituradas em almofariz e passadas em peneira de malha de 0,149 mm. Em seguida, será pesado aproximadamente 0,1 g de solo, envolvidos em uma folha de estanho e analisado via combustão seca em analisador elementar

modelo LECO CHN - 628S. Concomitantemente, será analisado também o COT, conforme normas constantes em Embrapa (2017).

Figura 1: Determinação de Carbono e Nitrogênio total das frações e da massa total do solo. LECO modelo CHN 628S.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em condições naturais, o solo é organizado de forma bem estruturada e bem definida de acordo com a sua composição granulométrica, química e atuação dos agentes biológicos. A conversão para agricultura convencional impõe mudanças drásticas nessa estabilidade, o que resulta na perda da MO e dos agregados mais complexos (Bayer et al., 2006). Portanto, é interessante verificar a distribuição nos teores de C e de N no solo em áreas nativas para verificar a influência dessas atividades em ambientes, em relação à granulometria, química e biologia do solo ao longo dos perfis a serem analisados.

Neste sentido, a matéria orgânica se comporta ao longo do perfil do solo da seguinte forma, na primeira camada geralmente na profundidade 0-10cm predomina a matéria orgânica particulada (MOP) que é composta por resíduos de origem animal e vegetal e também onde está mais disponível os nutrientes como N, P, S que estão contidos na matéria orgânica. Nos horizontes posteriores ou nas camadas mais profundas estes nutrientes estão fixados nos colóides do solo e interagem com a fração mineral do solo.

Neossolos Litólicos

Os Neossolos Litólicos apresentam horizonte A ou hístico, posicionado diretamente sobre a rocha, horizonte C ou Cr, ou sobre material constituído por fragmentos de rocha (horizonte AC). São rasos apresentando geralmente menos de 50 cm. Possuem fertilidade natural média, com pH variando de 5,0 a 6,5. Estão presentes em terrenos acidentados, ocorrendo também em terrenos suave ondulados. No Semiárido representam 19,2% da cobertura edáfica (ARAÚJO FILHO, 2013; EMBRAPA, 2013).

Na **tabela 1**, podemos observar os teores CT e NT nos horizontes A dos perfis 1 e 2 um valor de 24,6 g kg⁻¹ e 15,7 g kg⁻¹ para CT e 2,03 e 1,43 g Kg⁻¹ para NT, valores de CT e NT foram encontrados na região semiárida de Pernambuco em Neossolo Litólico numa área de Caatinga densa, sendo 16,2 g kg⁻¹ de CT e 1,4 g Kg⁻¹ NT (Santana, 2015) são considerados valores próximos aos encontrados nesse trabalho. Em estudo realizado em um Neossolo Litólico em Sertânia foram encontrados em vegetação nativa os valores de 11,55 g kg⁻¹ de CT e 0,9 g kg⁻¹ de NT sendo encontrados nas profundidades de 0-13 cm correspondente ao horizonte A (ANTUNES et al., 2010).

A limitada produção de biomassa vegetal e a rápida mineralização no período chuvoso diminui a os teores de nitrogênio em alguns tipos de solos da região (Salcedo e Sampaio, 2008). Mas isso não significa que não haja a reposição de nitrogênio no solo, essa reposição é realizada principalmente pela associação de leguminosas como os rizóbios devido a sua capacidade de fixar nitrogênio atmosférico (FREITAS e SAMPAIO, 2008).

Para as demais profundidades que correspondem aos horizontes C e Cr (**Tabela 1**), os teores de CT foram, respectivamente, 10,3 g kg⁻¹ e 5,5 g kg⁻¹ e NT 1,20 g kg⁻¹ e 0,94 g kg⁻¹. Existem poucos dados publicados sobre os teores de CT e NT em horizontes como C e Cr ou até um metro de profundidade no semiárido nordestino (GALINDO et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2009).

A diminuição dos teores de CT e NT (Tabela 1), pode ter ocorrido devido ao maior aporte de serapilheira, e também de matéria orgânica que é depositada na superfície e a facilidade do solo possuir uma textura mais arenosa e disponibilizar justificando que o conteúdo de C do solo depende também da textura, pois solos mais arenosos por não terem uma maior agregação expõe a matéria orgânica e pode acelerar a decomposição e mineralização.

Tabela 1. Carbono e Nitrogênio Total e das Frações de Matéria Orgânica de dois perfis de Neossolo Litólico Eutrófico Típico no município de Campina Grande e Sumé, respectivamente.

Horizonte	CT	NT	Areia	Silte	Argila	
	g/kg	g/kg	CT	CT	CT	
Relação C/N						
g/Kg						
Perfil 1 Neossolo Litólico Eutrófico típico						
A	24,6	2,03	12,12	0,00	14,07	81,81
C	10,3	1,20	8,57	0,00	4,44	50,03
Perfil 2 Neossolo Litólico Eutrófico típico						
A	15,7	1,43	11,00	0,00	8,43	69,89
Cr	5,5	0,94	5,83	0,00	2,25	34,87

Em relação ao fracionamento físico da matéria orgânica, a fração areia dos Neossolos Litólicos apresentaram baixíssimos teores de CT ao longo do perfil e teores de NT, os maiores teores do Neossolo Litólico foram maiores na fração argila com teores no horizonte A de CT e 81,81 g kg⁻¹ e 69,89 g kg⁻¹. Numerosos autores descrevem a influencia da textura do solo fração argila (ou argila+silte) no acúmulo de carbono, mostrando também que a fração argila tem uma importância significativa na determinação de níveis acúmulo de carbono estão relacionados também aos minerais contidos na argila (FELLER e BEARE, 1997).

6.2 Neossolo Regolítico

Os Neossolos Regolíticos podem ter pouca expansão do material (natureza arenosa) podem ter camadas subsuperficiais favoráveis (fragipânico). Na tabela 2, os teores de CT dos horizontes A, dos perfis 3 e 4 foram de 18,9 g kg⁻¹ e 11,6 g kg⁻¹ o que são baixo em relação ao valores de CT dos perfis 6 e 8 que correspondem a 75,5 g kg⁻¹ e 25,3 g kg⁻¹, respectivamente. Os valores de NT do horizonte A dos perfis 3, 4, 6, 7 e 8 foram de 1,77 g kg⁻¹, 1,21 g kg⁻¹, 4,82 g kg⁻¹, 1,01 g kg⁻¹, 1,21 g kg⁻¹, respectivamente.

Tabela 2: Carbono e Nitrogênio Total e das Frações de dois perfis de Neossolo Regolítico Eutrófico Típico no município da Reserva Particular do Natural (RPPN) fazenda almas –Sumé.

Horizonte	CT	COT	NT	Relação C/N	Areia	Silte	Argila
					CT	CT	CT
g/kg g/kg g/kg g/kg g/Kg							
P3 Neossolo Regolítico Eutrófico típico							
A	18,9	-	1,77	10,78	0,00	10,945	38,226
C1	3,8	-	0,72	5,30	0,00	1,7183	16,534
C2	3,2	-	0,72	4,34	0,00	1,7629	24,773
P4 Neossolo Regolítico Eutrófico típico							
A	11,6	-	1,21	9,55	0,00	7,1676	-
C1	2,3	-	0,47	4,86	0,00	1,137	28,438
C2	1,0	-	0,47	2,19	0,00	1,7538	-

Em relação ao carbono contido nas frações do solo pôde-se observar que a fração que mais apresentou o maior teor de CT foi a fração argila, sendo mais representativo no horizonte A do perfil 6 com o teor de 130,93 g kg⁻¹ em quase todos os perfis de Neossolo Regolítico com exceção da fração silte do perfil 8 apresentado na **tabela 3** com 136,09 g kg⁻¹ para melhores explicações será necessário reunir com as análises químicas e mineralógicas deste solo.

Tabela 3: Carbono e Nitrogênio Total e das Frações de dois perfis de Neossolo Regolítico Eutrófico Típico no município de Cajazeiras, Quixabá e Junco do Seridó, respectivamente.

Horizonte	CT	COT	NT	Relação C/N	Areia	Silte	Argila
					CT	CT	CT
g/kg g/kg g/kg g/kg g/Kg							
Perfil 6 Neossolo Regolítico Eutrófico típico							
A	75,5	-	4,82	15,67	0,00	0,00	130,93
CR	8,1	-	1,01	8,06	0,00	1,54	26,32
Perfil 7 Neossolo Regolítico Eutrófico típico							
A	8,2	-	1,01	8,14	0,00	8,113	-
Cr	3,4	-	0,65	5,15	0,00	2,3078	-
Perfil 8 Neossolo Regolítico Eutrófico típico							
A	25,3	-	1,37	18,51	0,00	136,09	56,91
Cr	9,0	-	0,76	11,74509549	0,00	25,013	-

Luvissolos

Os Luvissolos Crômicos são caracterizados por serem solos pouco profundos apresentando de 60 a 120 cm, que variam entre bem a imperfeitamente drenados, com sequência

de horizontes do tipo A, Bt e C, e diferenciação nítida entre os horizontes A e Bt, devido ao contraste de textura, cor e/ou estrutura. São moderadamente ácidos a ligeiramente alcalinos, de boa fertilidade natural. Estão presentes nas topografias planas e suavemente onduladas, representam 13,3 % da área do Semiárido e são utilizados na agricultura de diversas maneiras, entretanto, por uso indevido, 65% da área desse solo encontram-se erodidas (ARAUJO FILHO, 2013; EMBRAPA, 2013).

Os teores de CT dos perfis 5 e 9 foram ,respectivamente, de 19,1 g kg⁻¹ e 11,5 g kg⁻¹ e os teores de NT foram de 1,86 g kg⁻¹ e 1,16 g kg⁻¹ a fração argila foi a que apresentou os maiores teores de CT nos ao longo dos perfis 5 e 9 (**Tabela 4**).

Tabela 4: Carbono e Nitrogênio Total e das Frações de dois perfis de Luvisolo Crômico Órtico léptico no município de Sumé e São João do Cariri, respectivamente.

Horizonte	CT g/kg	COT g/kg	NT g/kg	Relação C/N		Argila CT g/Kg
				Areia CT	Silte CT	
P5 Luvisolo Crômico Órtico léptico						
A	19,1	-	1,86	10,27	0,00	33,885
Bt	8,0	-	1,08	7,44	0,00	17,878
CB	5,6	-	0,62	9,04	0,00	13,567
P9 Luvisolo Crômico Órtico léptico						
A	11,5	-	1,16	9,84	0,00	-
Bt	5,8	-	0,84	6,89	0,00	11,59
Btv2	5,0	-	0,67	7,43	0,00	-

Latossolos

Os Latossolos são solos em estágio avançado de intemperização com muitas transformações em seu material de origem (Embrapa, 2013) e recobrem 21% do Semiárido (ARAUJO FILHO, 2013). Os teores de CT dos perfis 10,11 e 12 apresentaram em seus horizontes A 27,6 g kg⁻¹, 17,1 g kg⁻¹ e 23,0 g kg⁻¹, respectivamente. Os teores CT do silte do perfil 10 nos horizontes A1 e A2 apresentaram altos valores (130,04 g kg⁻¹ e 78,36 g kg⁻¹) em relação aos teores de CT da Argila desses horizontes (47,0 g kg⁻¹ e 35,73 g kg⁻¹) esse resultado será melhor explicado ao unir os resultados da mineralogia e química dos solos em questão. Outro resultado interessante foram os baixos teores de CT no horizonte A do perfil 12 (**Tabela 5**).

Tabela 5: Carbono e Nitrogênio Total e das Frações de dois perfis de Latossolo Amarelo Distrófico petroplântico, Latossolo Amarelo Distrófico plântico e Latossolo amarelo distrófico húmico no município de Cuité, Bananeiras e Areia, respectivamente.

Horizonte	CT		NT		Areia	Silte	Argila
	g/kg	g/kg	Relação C/N	g/Kg	CT	CT	CT
P10 Latossolo Amarelo Distrófico petroplântico							
A1	27,6	2,10	13,12	0,00	130,04	47,001	
A2	17,3	1,48	11,70	0,00	78,36	35,733	
BA	8,3	0,89	9,32	0,00	12,61	16,927	
Bw	5,2	0,58	9,01	0,00	3,30	9,6153	
Bwc1	4,8	0,71	6,70	0,00	3,98	8,8149	
Bwc2	9,2	1,01	9,06	0,00	15,35	13,904	
P11 Latossolo Amarelo Distrófico plântico							
A1	17,1	1,62	10,58	0,00003536	51,02	31,908	
A2	10,0	1,04	9,59	0,00003403	11,64	24,307	
AB	8,5	0,92	9,20	0,00003772	8,88	31,908	
Bw	5,8	0,73	7,89	0,00004501	4,63	-	
Bwf	6,2	0,71	8,67	0,00005522	3,64	15,796	
P12 Latossolo Amarelo Distrófico húmico							
A1	23,0	1,71	13,40	0,00	0,00	-	
A2	14,5	1,03	14,03	0,00	10,88	-	
A3	13,8	0,86	16,08	0,00	9,08	-	
A4	7,3	0,76	9,56	0,00	3,39	12,11	
BA	6,0	0,83	7,18	0,00	3,59	9,32	
Bw	5,0	0,86	5,79		5,41	7,40	

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O solo que apresentou o maior teor de CT foi o Neossolo Regolítico Eutrófico típico do município de Cajazeiras, precisando ser observados outras variáveis como estabilidade de agregados, análise química e mineralógica para uma melhor explanação desse resultado;

O fracionamento físico permitiu observar que dependendo do tipo de solo estudado e aos componentes químicos os teores de CT podem ser maiores na fração silte ao invés do esperado que é a fração argila.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, P. D.; SAMPAIO, E. V. S. B.; FERREIRA JÚNIOR, A. L. G.; GALINDO, I. C. L.; SALCEDO, I. H.. Distribuição de ^{137}Cs em três solos representativos do estado de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa-MG, v. 34, p. 935-943, 2010.
- BAYER, C.; LOVATO, T.; DIECKOW, J.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUK, J. A method for estimating coefficients of soil organic matter dynamics based on long-term experiments. *Soil Tillage Research*, v. 91, n. 1-2, p. 217-226, 2006.
- BENITES, V.M.; MADARI, B. & MACHADO, P.L.O.A. Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: Um procedimento simplificado de baixo custo. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2003a. 7p. (Comunicado Técnico, 16)
- CAMBARDELLA, C. A.; ELLIOTT, E. T. Particulate Soil Organic-Matter Changes across a Grassland Cultivation Sequence. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.56, n.3, p.777-783, 1992.
- D'ANDREA, A.F.; SILVA, M.L.N.; FREITAS, D.A.F.; CURI, N.; SILVA, C.A. Variações de curto prazo no fluxo e variabilidade espacial do CO_2 do solo em floresta nativa. *Pesquisa Florestal Brasileira*, 30:85-92, 2010.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 3 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. 573p.
- FELLER, C.;BEARE, M.H. Physical control of soil organic matter dynamics in the tropics. *Geoderma*.p.69-116,1997.
- FELIX, E.S. Relação de pedoambientes com os estoques de carbono e nitrogênio e com as formas de fósforo e nitrogênio em solos do semiárido paraibano. 69p. Dissertação (Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo – Universidade Federal da Paraíba). Areia – PB. 2016.
- FONTANA, A.; PEREIRA, M.G.; ANJOS, L.H.C.; BENITES, V.M; et al. Quantificação e utilização das frações húmicas como característica diferencial em horizontes diagnósticos de solos brasileiros. *R. Bras. Ci. Solo*, 34:1241-1257, 2010.
- GALINDO, I. C. L.; RIBEIRO, M. R.; SANTOS, M. F. A. V.; LIMA, J. F. W. F.; FERREIRA, R. F. A. L. Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no município de Jataúba-PE. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa-MG, v. 32, p. 1283-1296, 2008.
- GUERRA, J.C.M.; SANTOS, G. de A.; SILVA, L.S. da; CAMARGO, F.A.O. Macromoléculas e substâncias húmicas. In: SANTOS, G. de A. (Ed.). *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. 2.ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.19-26.
- NASCIMENTO, C.D.V.; SILVA, D.M.; COSTA, M.C.G.; TOMA, R.S.; COOPER, M. **Carbono das substâncias húmicas de Luvisolo sob sistema agrossilvipastoril no semiárido**. XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2015.
- OLIVEIRA, L. B.; RIBEIRO, M. R.; FERRAZ, F. B.; JACOMINE, P. K. T. Classificação de solos planossólicos do Sertão do Araripe (PE). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa-MG, v. 27, p. 685-693, 2003.
- ROSCOE, R.; MACHADO, P.L.O.A. **Fracionamento físico do solo em estudos da matéria orgânica**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2002. 86p.
- SANTANA, M.S. Estoques de carbono e nitrogênio em solos do sertão pernambucano sob diferentes usos. 62p. Dissertação (Programa de Pós Graduação em tecnologias energéticas e nucleares – Universidade Federal de Pernambuco).Recife. 2015.
- USDA. **United States Department of Agriculture**. Disponível em <https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/soils/ref> (Acessado em jun. 2018).