



Caracterização Física de Neossolos, Após o Uso de Composto Orgânico – Sobral/CE

Denise Maria Azevedo URSULINO¹, Maria Margarita Torres MORENO²,
Solange Lopes NOGUEIRA¹

Resumo: Os solos do nordeste brasileiro são atingidos extensa e intensamente por processos de degradação, estão sujeitos a fatores adversos devido ao clima semiárido e ao condicionamento geográfico, além da ação prejudicial do homem. Os solos de Sobral, município localizado na região Centro-Norte do Estado do Ceará, apresentam um cenário que evidencia o modo inadequado pelo qual o meio físico tem sido historicamente ocupado e utilizado. Com isso, levantou-se a hipótese de que aplicação de composto orgânico possibilitaria a recuperação de dois tipos de Neossolos degradados, o Flúvico e o Litólico em Sobral, avaliados por meio dos seguintes indicadores: granulometria a laser, umidade e análise micromorfológica. Os resultados mostraram que a aplicação do composto orgânico influenciou na organização e distribuição das partículas coloidais, levando os solos adquirirem aumento na estabilidade dos agregados, favorecendo a recuperação da qualidade física dos solos degradados.

Palavras Chaves: Solos, Composto Orgânico, Recuperação.

Abstract: *Brazilian soils have been affected extensively and intensely by degradation processes. They have been subjected to adverse effects due to the semiarid and the geographical conditioning, in addition to the harmful effects of man actions. The soils of Sobral district located in the Brazilian semiarid region, are degraded due to the inappropriate way in which they have been historically used and occupied. Thus, it was hypothesized that the application of organic compound produced can recover two Neossolos degraded in Sobral: the Flúvico and the Neossolo Litólico, evaluated through the following indicators: laser granulometry, moisture, and micromorphological analysis. The results showed that the application of organic compost influenced the organization and distribution of colloidal particles, causing the soil acquire increase in aggregate stability, promoting the recovery of the physical quality of degraded soils.*

Keywords: *Degraded Soil, Organic Compound, Recovery.*

¹ Instituto Centro de Ensino Tecnológico – CENTEC/Unidade São Gonçalo do Amarante

² Departamento de Petrologia e Metalogenia – UNESP/Campus Rio Claro

Autor para correspondência: Denise Maria Azevedo Ursulino

Instituto Centro de Ensino Tecnológico – CENTEC/Unidade São Gonçalo do Amarante.

Rua Estrada da Liberdade, s/nº, Bairro: Palestina, CEP: 62670-000. São Gonçalo do Amarante, Ceará.

Email: azevedocentec@hotmail.com

Recebido em 25 de Março de 2015 / Aceito em 14 de Dezembro de 2015.

1. INTRODUÇÃO

Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente através do GLSOD (Global Assessment of Soil Degradation), o continente Sul Americano tem 244 milhões de hectares de solo degradado, sendo o desmatamento responsável por grande parte dessa degradação (TAVARES, 2008). No Brasil, todas as estimativas apontam para o desmatamento, as atividades agrícolas e a mineração como as principais responsáveis pela degradação dos solos (TAVARES, 2008).

Uma grande parte dos solos degradados do território brasileiro está localizada no semiárido, na Região Nordeste. Segundo dados apontados pelo Projeto PNUD/BRA/93/036, o Nordeste do Brasil já apresenta cerca de 180.000 km² de áreas com processos de degradação considerados como grave e muito grave, sendo que 18.740 km² apresentam sinais intensos muito preocupantes, os chamados núcleos de desertificação. O Estado do Ceará tem proporcionalmente a maior área distribuída no perímetro do semiárido, cerca de 90% de seu território, sendo que aproximadamente 10% da área do Estado é afetada por processos de degradação que podem evoluir para o grau de desertificação (NASCIMENTO *et al.*, 2007).

O Município de Sobral, localizado na porção noroeste do Estado Ceará, apresenta um cenário que evidencia o modo inadequado e insustentável pelo qual o meio físico tem sido historicamente ocupado e utilizado. Os solos do município vêm sendo degradados desde 1700, com a derrubada da vegetação nativa para a fundação das fazendas de criação de gado, para o cultivo do café, algodão e para o plantio de culturas de subsistência (mandioca, feijão e milho). A

degradação foi potencializada com contínuo uso das atividades agrícolas, através da especulação imobiliária e pela extração de bens minerais. Salienta-se, que o processo pedogenético atuante é lento e menos ativo, em decorrência das condições climáticas de semiaridez reinantes no município. Essa fragilidade natural aliada às ações antrópicas reduz os horizontes superficiais dos solos conduzindo-os a uma instabilidade estrutural, por vezes ficando erodidos.

O estudo sobre recuperação de áreas degradadas, em particular do solo, está em crescimento. Diversas pesquisas enfatizam que a melhor forma de influenciar nas propriedades e na qualidade de um solo é fornecer matéria orgânica, a qual cria condições favoráveis na estruturação física, na troca de água, ar e calor (PRIMAVESI, 2002; MATAIX, 2007). Partindo desse princípio, o aporte da matéria orgânica ao solo na forma de composto orgânico, foi utilizado como técnica de reversão da degradação dos solos no município de Sobral. A viabilidade da técnica foi averiguada através de estações experimentais em dois Neossolos degradados utilizando atributos físicos como indicadores de qualidade.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O Município de Sobral está situado na região nordeste do Brasil, inserido na Bacia Hidrográfica do Rio Acaraú. Seu posicionamento encontra-se entre a Latitude de 3° 41'10" S e Longitude 40° 20'59" W (Figura 1). O município está no domínio do bioma caatinga, cujo contexto climático é dotado de uma longa estação seca e falta de regularidade na chegada das chuvas de verão. O regime pluviométrico da região concentra-se nos meses de março, abril e maio variando de 850 a 1000 mm, com temperaturas que

oscilam de 25° e 30°C em boa parte do ano.

Na unidade geomorfológica Planície Fluvial, associada ao Neossolo Flúvico (RU), foi instalada a estação experimental A (EEA), no limite sul da sede municipal (Figura 1). Geologicamente, ocorrem na área Cobertura Sedimentar Aluvionar (Holoceno) sobre rochas pré-cambrianas de composição gnáissicas migmatíticas e metabásicas (Domínio Ceará Central), bem como, sedimentos aluvionais. A área pertence a Fazenda Entre Rios e a mais de 100 anos vêm sendo explorada para pecuária, plantio de cana-de-açúcar e cultura subsistência. Na unidade Maciço

Residual, vinculada ao Neossolo Litólico (RL) foi implantada a estação experimental B (EEB), localizada no limite noroeste do município numa propriedade particular, a área está sendo utilizada atualmente para pecuária, plantio de cultura subsistência, contudo, foi utilizada anteriormente para extração de granito (Figura 1). O solo desenvolveu-se sobre rocha do Proterozóico classificada como Granito Meruoca, que é afetado por grandes falhamentos (Café Ipueiras e Lineamento Sobral Pedro II). A Tabela 1 apresenta de maneira sucinta os fatores de formação dos dois solos que neles atuaram e ainda atuam.

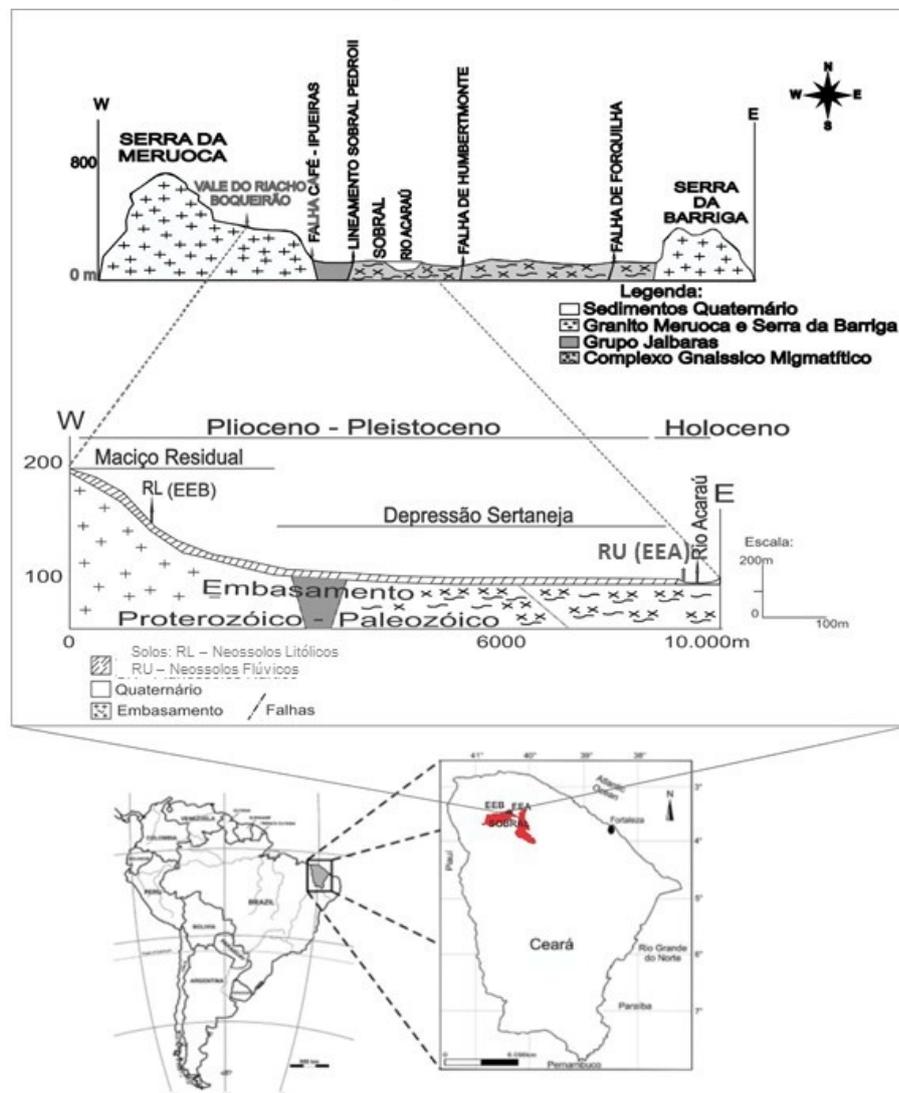


Figura 1 - Localização da área de estudo e representação esquemática da litologia, do relevo e posicionamento dos solos estudados.

Tabela 1 - Formação geológica, material litológico, unidade geomorfológica, clima e classificação dos Neossolos.

Estação Exp.	Formação Geológica	Material Litológico	Unidade Geomorfológica	Clima	Classificação
EEA	Sedimento Aluvionar	Material proveniente de rochas do embasamento e sedimentos recentes.	Planície Fluvial (Terraço Aluvionar)	Semiárido Úmido	Neossolo Flúvico (RU)
EEB	Pluton Meruoca	Granito	Maciço Residual	Semiárido quente/seco a subúmido	Neossolo Litólico (RL)

Fonte: Elaboração da autora.

Para a construção do sistema experimental levou-se em consideração o trabalho de GUERRA (1991). As estações experimentais foram construídas em alvenaria, dimensionadas com 12 m² no nível do solo para não reter a água em excesso. Para efeito de comparação as estações foram divididas em duas parcelas, com 6m² cada uma, definidas como: solo exposto (SE) sem tratamento orgânico e solo com composto (SC) com a manta orgânica. A produção do composto orgânico foi embasada nos trabalhos de BERTONI e LOMBARDI NETO (2005); MEIRELLES e RUPP (2005) e PRIMAVESI (2002). Neste trabalho foi utilizada a relação C:N abaixo de 12 g/kg para identificar o grau de maturidade do composto sugerido por IGLESIAS-JIMENEZ e PEREZ-GARCÍA (1992). Para a montagem da pilha de compostagem foi adicionado esterco bovino comum nas duas áreas testes e os resíduos vegetais pertencentes a cada unidade geomorfológica correspondente a cada estação climática. Foram produzidos primeiramente 80 kg de composto no período chuvoso e depois no período seco 40 kg do ano de 2010; a última produção, também com 40 kg ocorreu no período chuvoso de 2011. O composto foi

foi analisado no Laboratório de Solos/Água do Departamento de Solos da Universidade Federal do Ceará, conforme EMBRAPA (1999).

As amostras foram coletadas antes e após a disposição do composto numa profundidade de 20 cm. Para a caracterização dos solos foram realizados ensaios limite de liquidez (LL), limite de plasticidade (LP) e o Índice de Plasticidade (IP) foi determinado pela diferença entre o LL e o LP. Quando o IP = 0 é considerado Não Plástico, 1 < IP < 7 (Pouco Plástico), 7 < IP < 15 (Plasticidade Média) e IP > 15 (Muito Plástico) (CAPUTO, 1981). As análises foram executadas no Laboratório de Geotecnia do Departamento de Geologia Aplicada da Universidade Estadual Paulista (NOGUEIRA, 2005). O ensaio da massa específica da partícula (MEP) e da massa específica do solo (MES) foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Campus de Sobral/CE, conforme a norma NBR 6508/84. A porcentagem dos sólidos (PS) e a porcentagem dos espaços porosos (PEP) dos solos foram calculadas por: PS% = 100 x MES/MEP e a PEP% = 100 x (1- MES/MEP) (TROEH e THOMPSON, 2007).

A análise granulométrica a laser dos solos com composto orgânico, a umidade dos solos em campo nas parcelas SE e SC, e a análise micromorfológica foram utilizados como indicadores de qualidade (recuperação dos solos). A análise granulométrica a laser foi realizada utilizando-se o equipamento Malvern Mastersizer 2000, o tratamento dos dados foi executado por um software de mesmo nome (GUARDANI *et al.*, 1999). Os valores encontrados foram plotados no diagrama do sistema de classificação textural do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos.

Os dados sobre a umidade dos solos em campo após a aplicação do composto foram coletados a partir de um medidor portátil o XH901-1 (Moisture Meter), que mede pontualmente o teor volumétrico de umidade dentro da faixa de 1-10%, de acordo com os intervalos de leitura de 1-3% = solo seco, 4-7% = solo úmido e de 8-10% = solo molhado. A coleta foi avaliada de duas maneiras nas duas parcelas (SE e SC), em superfície e subsuperfície (pequenas cavas com 20 cm de profundidade). As leituras foram obtidas no período da manhã e da tarde, durante a estação de chuva e seca do ano de 2011.

Para análise micromorfológica foram coletadas amostras indeformadas em cada parcela, a coleta foi por meio de amostrador de ferro galvanizado de 13 cm de altura e 11 cm de diâmetro em uma pequena cava de 20 cm de profundidade, devidamente orientada em relação ao topo dos perfis, a partir da metodologia sugerida BULLOCK *et al.*, (1985) e CASTRO (2005). As lâminas foram confeccionadas no Laboratório de Laminação do Departamento de Geologia da Unicamp, no Estado de São Paulo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os solos foram relacionados de acordo com o material de origem, bem como, com as unidades geomorfológicas, resultando nas seguintes classes texturais, franco siltoso (Neossolo Flúvico-RU), e para cada amostra do Neossolo Litólico (RL) uma classe textural (franco arenoso, franco siltoso e franco) (Tabela 2).

A média do Índice de Plasticidade (IP) do Flúvico é de 4%, enquadrando-o no nível de Pouco Plástico, coerente com a classe textural (Tabela 2). O valor médio do IP no Neossolo Litólico de 3%, o insere no nível de Pouco Plástico (Tabela 2).

O alto valor da MEP no RU é de 2,74 g/cm³, este valor é atribuído à presença de partículas de plagioclásio cálcico (2,67 – 2,76 g/cm³) nas camadas detríticas, nessa faixa, também, se evidenciam a presença de mineral de argila do tipo 2:1, por exemplo, a montmorilonita (d=2,74 g/cm³). O RL obteve baixos valores de massa da partícula, reflexo do mineral mais abundante no granito Meruoca, o feldspato potássico (2,56 – 2,57 g/cm³). A massa específica do solo (MES) ou densidade da partícula é um atributo que varia com o material de origem do solo, bem como, pelo teor de matéria orgânica existente nos solos. Apesar do RU possuir, na origem, o conjunto mineralógico de maior densidade, o mesmo apresenta baixo valor de MES, 1,30 g/cm³ (Tabela 2), tal fato se dá por este possuir os maiores teores de matéria orgânica, devido aos cultivos existentes na área da estação experimental. A MES de 1,50 g/cm³ para o Neossolo Litólico é alta, embora o solo possua o conjunto mineralógico de alta densidade, o mesmo apresentou baixo teor de matéria orgânica, que aliado ao pisoteio do gado causaram compactação.

Tabela 2 - Características físicas dos solos antes da aplicação do composto.

Características	Neossolo Flúvico (EEA)				Neossolo Litólico (EEB)			
	Furo 1	Furo 2	Furo 3	\bar{y}	Furo 1	Furo 2	Furo 3	\bar{y}
Argila %	4,0	4,0	5	4	7,0	11	8,0	8,0
Silte %	60	58	63	60	20	61	44	41
Areia %	36	38	37	37	73	28	48	49
Classificação	Franco Siltoso				Franco Arenoso, Franco Siltoso e Franco			
LL %	24,70	23,20	23,70	24	14,70	19,65	20,24	18
LP %	21,62	20,57	19,03	20	11,94	17,81	16,53	15
IP %	3,08	2,63	4,63	4	2,76	1,84	3,71	3
Índice de Consistência	Pouco Plástico				Pouco Plástico			
MEP g/cm ³	2,63	2,63	2,74	2,7	4,1	2,3	3,4	3,2
MES g/cm ³	1,35	1,32	1,31	1,3	2,56	2,57	2,56	2,6
PS %	51,33	50,19	47,81	50	1,42	1,50	1,44	1,5
PEP %	48,66	49,80	52,18	50	55,46	58,36	56,25	57

Onde: Limite de Liquidez (LL), Limite de Plasticidade (LP), Índice de Plasticidade (IP), Massa Específica da Partícula (MEP), Massa Específica do Solo (MES), Porcentagem de Sólidos (PS) e Porcentagem do Espaço Poroso (PES). Fonte: Elaboração da autora.

Os valores da porcentagem dos sólidos (PS) do Neossolo Flúvico são os mais baixos, mesmo com grande quantidade de grãos grossos, os sólidos são moderadamente selecionados. O solo apresenta a maior porcentagem de espaços porosos (PES), os grãos são arredondados e de tamanho uniforme, possibilitando a retenção de uma grande quantidade de água durante o período chuvoso. O Neossolo Litólico possui a maior porcentagem de sólidos os grãos são grandes e sem seleção, é o solo mais aerado, porém, não permite armazenar água. O solo com maior massa específica do solo possui baixa porcentagem de espaços porosos, no caso, o Neossolo Litólico, influência da degradação levando ao desaparecimento da estrutura e o aumento na densidade aparente (Tabela 2).

Os dados apresentados demons-

tram que as características físicas dos solos estão comprometidas, são solos constituídos por um alto percentual de grãos grossos, evidenciando um tempo geológico relativamente curto (baixo grau de intemperização) e que somando à pouca profundidade, reforça o enquadramento desses solos em uma categoria de solos degradados.

Os altos valores de silte, aliados aos percentuais de argila encontrados no RU confirmam a potencialidade do material de origem em fornecer quantidades de materiais finos com a capacidade de agregar partículas, e o RL mesmo sendo constituído na sua essência por frações grossas, apresenta um percentual de finos que atua como ligante do solo.

Os valores da relação C:N dos compostos produzidos, em torno de 11g/kg, indica o alto grau de maturidade,

estando de acordo com a classificação sugerida Iglesias-Jimenez e Perez-García (1992). Dos 80kg de composto orgânico produzido foi possível constituir uma manta orgânica com 5cm de espessura. Devido às dimensões das estações experimentais e da quantidade de material disposto, o volume de composto calculado foi de 0,3m³. Dos 40 kg de composto produzido formou-se uma manta de 2,5cm resultando em um volume total/área de 0,15m³ de composto produzido.

A primeira aplicação de composto orgânico ocorreu em maio de 2010 (período chuvoso), três meses depois, no período de seca, pode-se observar que nas parcelas solo com composto (SC), na EEB algumas espécies vegetais nasceram durante a estação chuvosa e secaram durante a estiagem, na EEA mantiveram-se verde. A segunda aplicação em dezembro de 2010, o diagnóstico ocorreu em março de 2011 (período de chuva), a cobertura vegetal dentro das estações experimentais cresceu de forma bastante satisfatória. Na estação EEA cresceram uma leguminosa chamada de mata pasto liso (*Senna obtusifolia* (L.) H. S. Irwin & Barneby), a malícia roxa (*Shrankia leptocarpa*, DC.), também da família das leguminosas, o capim carrapicho (*Cenchrus echinatus* L.) e o capim batatais (*Paspalum notatum*) e o pé de galinha (*Dactyloctenium aegyptium* (L.) P. Beauv.), a chanana (*Turnera subulatae* Sm.), foi observado cobras e lagartos, bem como, abelhas, formigas e minhocas. Na estação EEB a parcela SC estava completamente ocupada pela leguminosa mata pasto liso (*Senna obtusifolia* (L.) H. S. Irwin & Barneby), além da presença de escorpiões, formigas, abelhas, lagartos e minhocas.

Os 160 kg de composto orgânico dispostos sobre os solos degradados

possibilitou a ocorrência de espécies com um enraizamento, mesmo que superficial apresentar funções de ancoragem aos solos, de forma a se obter proteção contra os processos erosivos. As espécies vegetais contribuem com o sistema radicular, caule e com as folhas, sendo utilizadas em diferentes arranjos geométricos como elementos estruturais e mecânicos para contenção e proteção do solo (COUTO *et al.*, 2010), diminuindo a velocidade do escoamento superficial.

As curvas de frequência granulométrica das amostras sem tratamento do Neossolo Flúvico são bimodais indicando transporte, estando em concordância com o pedoambiente de formação (Médio Rio Acaraú). As curvas tornam-se mais alongadas e estreitas na faixa da areia (> 63 µm) evidenciando uma maior concentração de partículas finas, distribuídas no limite silte e argila (Figura 2a). As curvas granulométricas das amostras do Neossolo Litólico são bimodais tornando evidente, que as partículas foram movimentadas, compatível com a natureza coluvial deste solo (Figura 2b).

As curvas de frequência granulométrica dos solos com tratamento evidenciam que com a aplicação do composto, os solos ficaram fisicamente ativos, o ultrassom desagrega, porém, devido à natureza dos colóides minerais existentes, a manta orgânica estimula as partículas dos dois solos se agregarem de forma estruturada (Figura 2a e 2b, amostra com composto).

A resposta dos solos ao tratamento com composto orgânico é governada pelo movimento que as partículas têm ao ambiente dado, com isso, é possível ressaltar a facilidade que as partículas possuem de se aderir a outro objeto. De acordo com Bunsch (1999) citado por Primavesi (2006), “não vale a tecnologia

de massa de nutrientes, mas a tecnologia de mobilização e acesso”.

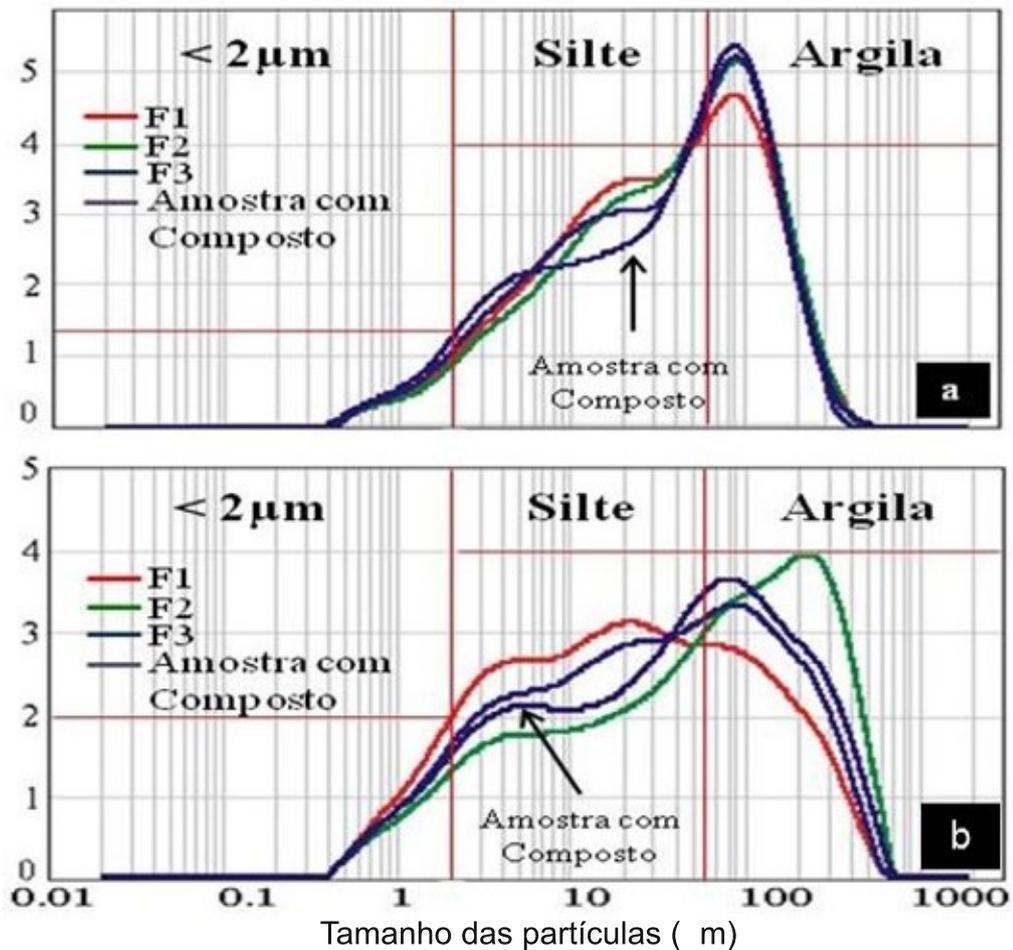


Figura 02 - Curva de frequência granulométrica sem e com tratamento. a) Neossolo Flúvico. b) Neossolo Litólico.

Dados anunciados pela Fundação Cearense de Meteorologia (FUCEME) apontam que em 2011 os índices pluviométricos totais de 745,6mm foram superiores à média de 2010 (540,4mm). Analisado o gráfico de umidade de campo durante a estação de chuva, nas parcelas solo exposto (SE) e solo com composto (SC), pode-se observar que existe uma relação devido a intensificação das chuvas no ano 2011, conseqüentemente, um aumento da umidade nos dois solos, tanto em superfície como em subsuperfície, pode-se observar que os solos nas duas parcelas, conforme a escala de umidade, ficaram molhados.

Guardadas as devidas proporções, pode-se considerar que nas parcelas SC, durante a estiagem, a umidade foi mantida, especialmente em subsuperfície no período da tarde, quando há a maior incidência solar (Figura 3).

O composto orgânico diminuiu o ressecamento do solo pela ação direta do sol, impediu a perda de umidade para a atmosfera, possibilitou a entrada de água, ar e serviu de substrato para do sistema radicular e para o desenvolvimento de minhocas. Segundo Primavesi (2006), para que haja minhocas o solo tem que ser protegido contra o ressecamento, ter aeração e conter matéria orgânica.

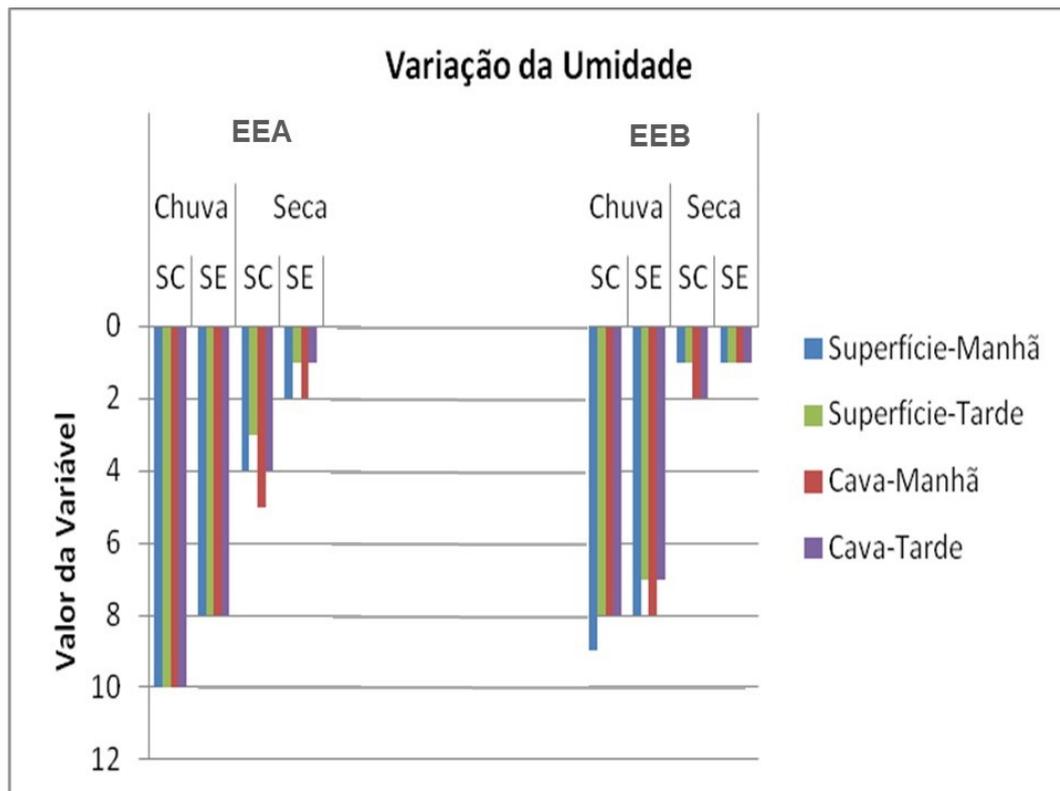


Figura 03 - Medida da umidade das duas áreas no período chuvoso e seco. Elaboração da autora.

A análise micromorfológica na parcela SE do Neossolo Flúvico, na unidade mais próxima da superfície, há concentração de minerais como o quartzo e o plagioclásio fortemente fraturado e bastante corroído (Figura 4a). Na lâmina referente à unidade subsuperficial revela um material predominantemente arenoso e pouca presença de material fino, onde a matriz é constituída por um plasma vermelho escuro amarelado, composto por matéria orgânica e fragmentos poliminerálicos (Figura 4b). A fotomicrografia da parcela SC, na unidade próxima da superfície, observa-se uma dispersão e a formação de uma estrutura maciça (Figura 4c). Na unidade subsuperficial pode-se observar uma microestrutura com pedalidade fortemente desenvolvida de microagregados a partir da flocculação (Lepsch, 2011), ainda é possível identificar pequenos nódulos de óxido ferro, agrupamentos de grãos de

quartzo mais finos e aumento da porosidade estrutural flocculação (Figura 4d).

A microfotografia do Neossolo Litólico da parcele SE na unidade superficial, exhibe faixas de minerais opacos disseminados ao longo de microfissuras o material é mais grosso (Figura 05a), sendo possível afirmar a ausência de agregação o plasma é composto por argila e matéria orgânica (Figura 5b). Na microfotografia da parcela SC na unidade de superfície há uma dispersão das partículas auxiliando na formação de poros do tipo canais (Figura 5c). Na fotomicrografia da unidade de subsuperfície, o esqueleto mostrou-se composto por alguns nódulos ferruginosos e é possível identificar a organização do material grosso e agregação de alguns colóides sendo conduzidos pelo plasma e apresentam porosidade em canais (Figura 5d).

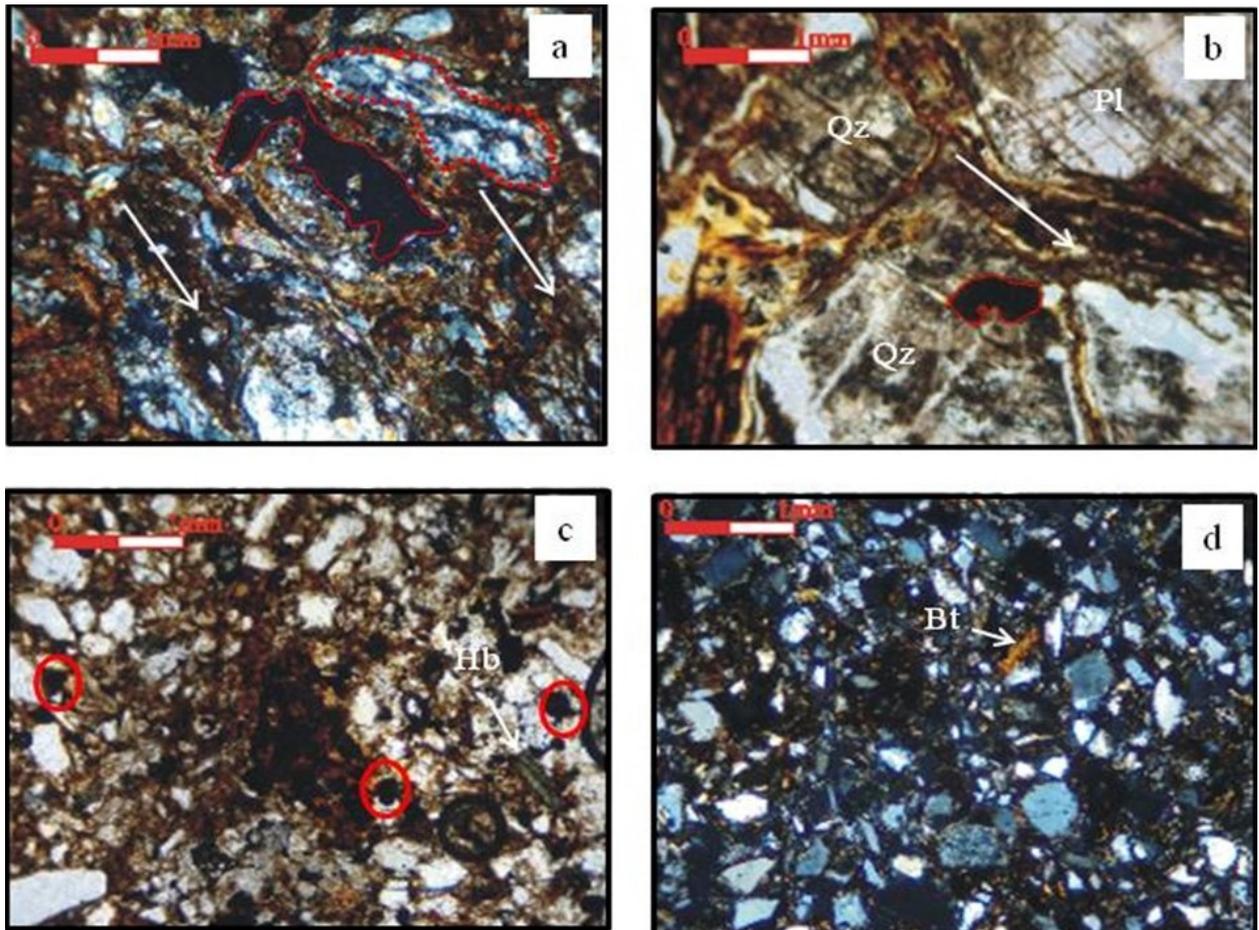


Figura 4 - a) Grãos poliminerálicos (circundada com linha vermelha pontilhada) com filamentos de matéria orgânica, solo sem muita estruturação. b) Detalhe dos grandes grãos de quartzo e plagioclásio com fraturas (em alteração) e pouco vazios ao seu redor. c) Aspecto da estrutura granular e formação de microagregados. d) Aspecto da estrutura granular formada na sua maioria por grãos de quartzo arredondados com fragmentos poliminerálicos evidenciando os microagregados.

Foi possível visualizar nas microfotografias a reorganização dos grãos após a disposição do composto orgânico, os grãos foram fragmentados (rompidos) em tamanhos menores favorecendo a formação de microagregados. O grau de desenvolvimento das microestruturas no Neossolo Flúvico foi moderado e fraco no Neossolo Litólico (BULLOCK *et al.*, 1985). A deposição de matéria orgânica é o ponto chave no processo de construção de solo, na medida em que proporciona a formação da estrutura, como constatado nos dois solos. Este fato reafirma os resultados obtidos por Valcarcel e D'alterio (1998),

a matéria orgânica é a principal responsável pela manutenção dos ecossistemas tropicais. De acordo com o trabalho de Lima *et al.* (2007), no semiárido cearense a estabilidade dos agregados é maior no cultivo orgânico, a matéria orgânica estimula as partículas dos solos a se agregarem devido à natureza dos coloides existentes e dos agentes cimentantes (KIEHL, 1985).

4. CONCLUSÃO

No município de Sobral, a pluviosidade e o processo pedogenético lento impõem sérias restrições de uso aos solos, que aliada a falta de critérios

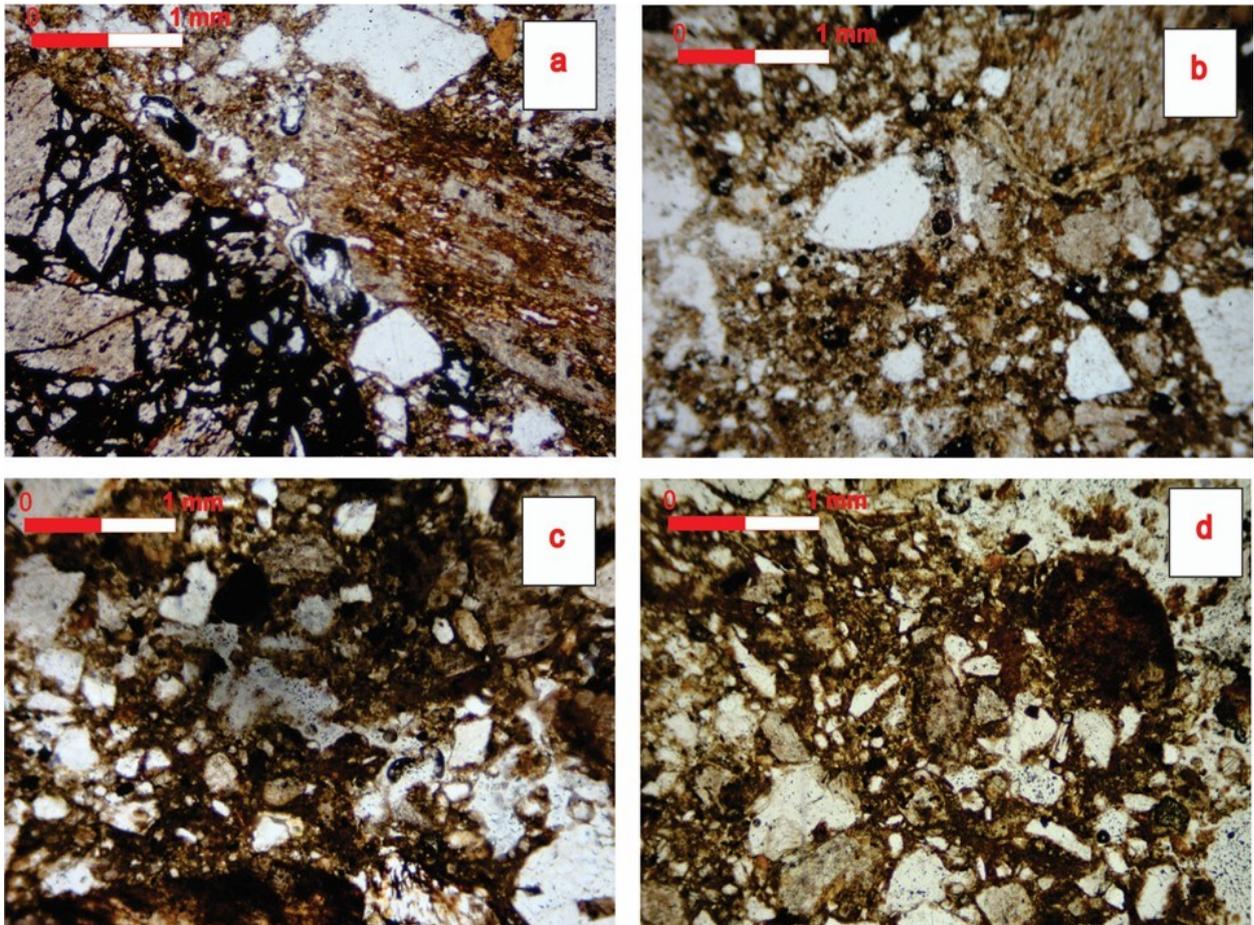


Figura 5 - A fotomicrografia exibe faixas de minerais opacos disseminados ao longo de microfissuras (a). Fotomicrografia apresentando estrutura de base porfírica, os grãos do esqueleto são mal selecionados, estão parcialmente cimentados pelo plasma, o solo não apresenta estrutura (b). Porosidade em canais (c). Uma possível organização do material e uma porosidade canais (d).

técnicos no uso e ocupação levaram o Neossolo Flúvico e Neossolo Litólico à apresentarem problemas nas características físicas. Visando reversão da degradação, foi empregada a biotecnologia, o composto orgânico, que demonstrou ser efetivo para a estabilização dos solos.

Devido à potencialidade do material de origem de cada solo, em fornecer materiais finos, o composto orgânico atuou como um ligante, proporcionando uma regeneração no solo, que se traduz numa melhoria gradual das suas características físicas, como a organização das partículas, a formação de agregados e pela

distribuição dos coloides nos solos. Dentre os solos estudados, o Neossolo Flúvico foi o que apresentou uma melhora significativa de suas propriedades físicas.

O composto orgânico aplicado propiciou o desenvolvimento de espécies com um enraizamento, que têm função de ancoragem, evitando a desagregação das partículas, evitando assim o aparecimento dos processos erosivos. A constatação mais surpreendente foi a relação tempo x composto orgânico, em aproximadamente 2 anos os solos foram recuperados, a manta orgânica possibilitou a diminuição do ressecamento, preservou a umidade necessária, em uma região de semiaridez.

A operação da aplicação do composto orgânico é projetada para ciclos repetitivos durante a estação da chuva infiltração/percolação e da estação da estiagem adsorção das partículas. Esta técnica de aplicação “intermitente” de composto no solo, pode ser empregada em áreas onde exista ou não exista resiliência. A escolha dessa estratégia de recuperação de solos, teve um enfoque econômico (custo/benefício), tempo (medidas de curto prazo), além do ganho ambiental.

AGRADECIMENTOS

Agradece-se ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio financeiro, ao Programa de Pós-graduação em Geologia Regional, ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas- IGCE, ao Instituto Centro de Educação Tecnológica do Estado do Ceará (CENTEC), ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE), Campus de Sobral/CE e ao Instituto de Geociências da UNICAMP pelas análises.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTONI, J. E LOMBARDI NETO, F. (2005) - Conservação do Solo. 5ª ed. São Paulo, Ícone, 355 p.

BRADY, N. C. 1989 - Natureza e propriedades dos solos/ Nyle C. Brady “The nature and properties of soils”. Trad. Antônio B. Neiva Figueiredo Fº. 7ª ed. Rio de Janeiro, Freitas Bastos, 898 p.

BULLOCK, P.; FEDOROFF, N.; JONGERIUS, A.; STOOPS, G.; TURSINA, T. E BABEL, U. (1985) - Handbook for soil thin section description. England, Waine Research Publication, 152 p.

CAPUTO, H.P. (1981) - Mecânica dos solos e suas aplicações. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos S.A, 241 p.

CASTRO, S. S. (2005) - Micromorfologia de solos aplicada ao diagnóstico de erosão. In: Guerra, A. J. T., Silva, A. S. da, Botelho, R. G. M (eds.) - Erosão e conservação dos solos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 127-163.

COUTO, L.; GONÇALVES, W.; COELHO, A. T.; PAULA, C. C. DE; GARCIA, R.; AZEVEDO, R. F.; LOCATELLI, M. V.; ADVÍNCULA, T. G. DE L.; BRUNETTA, J. M. F. C.; COSTA, C. A. B.; GOMIDE, L. C.; & MOTTA, P. H. (2010) - Técnicas de bioengenharia para revegetação de taludes no Brasil / Laércio Couto ... [et al.]. In: Boletim Técnico CBCN, n.001, Viçosa/MG. p 118.

EMBRAPA (1999) - Sistema Brasileiro de classificação de solos. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Brasília: SPI, 412p.

FUCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. Dados Pluviométrico do Município de Sobral. Disponível em: <http://www.funceme.br>. Acesso em: abril de 2012.

GUARDANI, R., NASCIMENTO, C.A.O.; GUARDANI, M.L.G.; MARTINA, M.H.R.B. E ROMANO, J. (1999) - Study of Atmospheric Ozone Formation by Means of a neural Network-Based Model, J. Air & Waste Manage Association, 49, 316-323.

GUERRA, A.J. T. (1991) - Soil characteristics and erosion, with particular reference to organic matter content. Tese de Doutorado, Universidade de Londres, 441 p.

IGLESIAS-JIMENEZ, E. E PEREZ-GARCIA, V. (1992) - Determination of maturity indices for city refuse compost. Agriculture, Ecosystems and Environmental, vol. 38, n. 4, p. 331-343.

KIEHL, E. J. (1985) - Fertilizantes orgânicos. Piracicaba/São Paulo. Editora Agronômica Ceres. 492 p.

- LEPSCH, I. F. (2011) – 19 Lições de pedologia. São Paulo: Oficina de Texto.
- LIMA, H. V. DE; OLIVEIRA, T. S. DE; OLIVEIRA, M. M. DE; MENDONÇA, E. DE S.; LIMA, P. J. B. F. (2007) - Indicadores da qualidade do solo em sistemas de cultivo orgânico e convencional no semiárido cearense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 31, n. 5, p. 1085-1098.
- MATAIX, C. (2007) - Técnicas de revegetación de taludes. In: *Restauración de Ecosistemas Mediterráneos*/José M^a Rey Benayas; Tíscar Espigares Pinilla; José Manuel Nicolau Ibarra (eds.). Universidad de Alcalá, p 189 – 214.
- MEIRELLES, L. R.; RUPP, L. C. D. (2005) - Agricultura ecológica: princípios básicos. Cartilha do Centro Ecológico de Ipê, 76p. Disponível em http://www.permacultura-ahia.org.br/artigos/Cartilha_Agricultura_Ecologica.pdf
- NASCIMENTO, F. R.; SOUZA, M. J. N.; CRUZ, M. L. B. (2007) - Enfoque geoambiental para tratamento da degradação/desertificação no município de Sobral-Nordeste do Brasil-Ceará. *Revista Eletrônica Ateliê (UFC-IESA)*, vol. 1, p. 80-101.
- NOGUEIRA, J. B. (2005) - Mecânica dos Solos – Ensaio de Laboratório/João Baptista Nogueira, São Carlos, EESE-USP, 1995. Reimpressão.
- PRIMAVESI, A. (2002) - Manejo ecológico do solo: agricultura em regiões tropicais/Ana Primavesi – São Paulo: Nobel, 549 p.
- TAVARES, S. R. L. (2008) - Curso de recuperação de áreas degradadas: a visão da Ciência do Solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação. Tavares S. R. L.; Melo, A. S.; Andrade, A. G.; Rossi, C. Q. e Capeche, C. L. (eds.). Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 228p. Disponível em <http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/publicacao.html>.
- TROEH, F. R. E THOMPSON, L.M. (2007) - Solos e Fertilidade do Solo. 6a. Edição. Andrei Editora Ltda, 718 p.
- URSULINO, D.M.A. (2013) - Estudo geoquímico de solos em áreas degradadas no município de Sobral (CE) com vistas à sua recuperação. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro, 164 p.
- VALCARCEL, R. E D'ALTERIO, C.F.V. (1998) - Medidas físico-biológicas de recuperação de áreas degradadas: avaliação das modificações edáficas e fitossociológicas. *Revista Floresta e Ambiente*, vol. 5, n. 1, p. 68-88.