

Brazilian Journal of Animal and Environmental Research

Mineralogia de luvisolos formados sob gradiente pluviométrico no semiárido Paraibano

Mineralogy of luvisols formed under rainfall gradient in the semi-arid region of Paraíba

DOI: 10.34188/bjaerv3n4-142

Recebimento dos originais: 20/08/2020

Aceitação para publicação: 20/09/2020

Sebastiana Maely Saraiva

Doutora em Ciência do Solo, Universidade Federal da Paraíba – PPGCS/UFPB
Instituição: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – IFSPE
Endereço: BR 232, Km 504, sentido Recife, Zona Rural, Salgueiro/PE,
CEP: 56000-000
E-mail: maely.saraiva@ifbaiano.edu.br

Vânia da Silva Fraga

Doutora em Tecnologias Energéticas e Nucleares/Aplicação de Isótopos na Agricultura e Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
Instituição: Universidade Federal da Paraíba – UFPB
Endereço: Centro de Ciências Agrárias, Campus II, Rodovia, PB-079, Areia/PB, CEP: 58397-000
E-mail: vaniasfraga@gmail.com

José Coelho de Araújo Filho

Pós-Doutorado pela Universidade Técnica de Berlim - Alemanha
Instituição: Embrapa Solos UEP Recife
Rua Antônio Falcão, 402, Boa Viagem, Recife/PE, CEP: 51020-240
E-mail: jose.coelho@embrapa.br

Roseilton Fernandes dos Santos

Doutor em Agronomia/Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa – UFV
Instituição: Universidade Federal da Paraíba – UFPB
Endereço: Centro de Ciências Agrárias, Campus II, Rodovia, PB-079, Areia/PB,
CEP: 58397-000
E-mail: roseilton@cca.ufpb.br

Evaldo dos Santos Felix

Mestre em Ciência do Solo, Universidade Federal da Paraíba – PPGCS/UFPB
Instituição: Instituto Nacional do Semiárido – INSA/PCI/CNPq
Endereço: Av. Francisco Lopes de Almeida, s/n, Serrotão, Campina Grande/PB, Brasil
E-mail: evaldo.felix@insa.gov.br

Kalline Almeida Alves Carneiro

Doutora em Ciência do Solo, Universidade Federal da Paraíba – PPGCS/UFPB
Instituição: Universidade Federal da Paraíba – UFPB
Endereço: Centro de Ciências Agrárias, Campus II, Rodovia, PB-079, Areia - PB, CEP.: 58397-000
E-mail: kallinequimica2014@gmail.com

RESUMO

Os Luvisolos se destacam como uma das classes de solo mais representativas do Semiárido. Assim, torna-se importante o conhecimento sobre suas características mineralógicas e sobre os diversos fenômenos relacionados à sua pedogênese, bem como sobre a potencial reserva de nutrientes disponível para as plantas. Desse modo, o objetivo do presente trabalho foi conhecer qualitativamente a mineralogia das frações areia, silte e argila de Luvisolos no Semiárido paraibano, desenvolvidos sob um gradiente de pluviosidade. Foram descritos e coletados solos em três condições de umidade distintas de acordo com o índice de precipitação pluviométrica, designadas como muito seca (precipitação < 400 mm), seca (precipitação \geq 400 mm e < 600 mm) e subúmida (precipitação \geq 600 mm). A avaliação da mineralogia das frações do solo, foi feita selecionando amostras dos horizontes superiores, médios e inferiores dos perfis estudados. As amostras de terra fina seca ao ar de cada horizonte foram submetidas ao processo de fracionamento via úmida (areia) e por decantação (silte e argila). A frações foram submetidas a técnica de difratometria de raios-X, para a identificação dos minerais constituintes de cada. Notou-se que a composição mineralógica dos solos apresentou-se homogênea, pois a fração argila em sua constituição mineral foi semelhante nos três Luvisolos estudados, com predomínio de minerais secundários como esmectita, illita e caulinita e alguns interstratificados desses minerais. De maneira geral, as alterações nos índices de precipitação foram determinantes na formação dos Luvisolos, que, em função do seu material de origem são mais sensíveis aos processos de intemperismo.

Palavras-chave: Composição mineralógica, Pedogênese, pluviosidade.

ABSTRACT

Luvisols represents one of the most representative soil classes in the Semi-Arid. Therefore, it is important to know about its mineralogical characteristics, as well as about the various phenomena related to its pedogenesis, as well as about the potential reserve of available nutrients to plants. Thus, the aim of the present work was to qualitatively know mineralogy of sand, silt and clay fractions of Luvisolos in the semi-arid region of Paraíba, developed under a rainfall gradient. For that, soils were described and collected in three different humidity conditions according to the rainfall index, designated as very dry (precipitation <400 mm), dry (precipitation \geq 400 mm and <600 mm) and sub-humid (precipitation \geq 600 mm). For the evaluation of soil fractions mineralogy, samples from the upper, middle and lower horizons of the studied profiles were selected. Air-dried fine soil samples (TFSA) from each horizon were subjected to the wet fractionation process (sand) and decantation (silt and clay). The fractions of sand, silt and clay (treatments) were submitted to the X-ray diffractometry technique, for the identification of the constituent minerals of each fraction. It was noted that the mineralogical composition of the soils was homogeneous, as the clay fraction on its mineral constitution was similar to the three studied Luvisols, with a predominance of secondary minerals such as smectite, illite and kaolinite and some inter-ratified of these same minerals. In general, changes in precipitation rates were totally determinant in the formation of Luvisols, which, due to their source material, are more sensitive to weathering processes.

Keywords: Mineralogical composition, Pedogenesis, rain

1 INTRODUÇÃO

Por se tratar de recursos naturais essenciais para a sobrevivência do homem, os solos são, em muitas regiões, cultivados intensivamente. Por isso a necessidade de aprimoramento dos conhecimentos sobre esse bem tão importante, com a finalidade de agrupá-los quanto às suas propriedades semelhantes e de sugerir técnicas de uso e manejo mais adequadas.

Muito mais do que suporte físico para as plantas, o solo é o meio onde ocorrem reações e processos determinantes do sucesso ou insucesso no estabelecimento ou na recuperação de novo bioma (Santos et al. 2010). São formados por meio da interação dos fatores ambientais como o material de origem, clima, relevo e organismos que agem ao longo do tempo (Jenny, 1941).

Em regiões tropicais, como no Brasil, o clima exerce influência decisiva sobre a sua formação, visto que as altas precipitações pluviométricas e temperaturas são importantes para o desencadeamento das reações químicas e físicas (intemperismo químico e físico) que transformam o material de origem. Por outro lado, nas regiões semiáridas, à medida que a umidade vai se tornando escassa, o clima perde gradativamente sua importância, dificultando a atuação dos processos pedogenéticos, passando o material de origem a assumir papel importante na diferenciação dos solos. Por isso que, no semiárido, os solos conservam muitas características do seu material de origem (Araújo Filho, 2011).

Com a evolução dos solos, a sua composição mineral começa a depender mais do ambiente de intemperização do que da composição do seu material de origem. Nesse contexto, a composição do material mineral da fração argila pode ser usada para estabelecer o estágio de intemperização de um solo. Assim, a ocorrência de minerais facilmente intemperizáveis é mais abundante em solos pouco desenvolvidos, ao passo que, em solos mais evoluídos há predominância de minerais mais resistentes ao intemperismo (Kämpf et al., 2009).

Os minerais primários presentes no solo possuem potencial para o fornecimento de nutrientes para as plantas e encontram-se, principalmente nas frações areia e silte. Dentre outros, os nutrientes como P, Fe, Mn, Cu, Zn são liberados para a solução do solo através do intemperismo químico (Melo et al., 2009). Esses nutrientes e alguns elementos traço influem na fertilidade dos solos e, conseqüentemente na produtividade das culturas e na ciclagem global do carbono e de compostos orgânicos.

A fração mineral do solo se constitui em um compartimento de grande importância para a sua fertilidade, visto que os minerais são fonte potencial de nutrientes para as plantas. Por conseguinte, a caracterização mineralógica do solo oferece um panorama dos minerais presentes, que representam

uma reserva nutricional a curto, médio e longo prazo, de acordo as características dos minerais e do meio ambiente.

A classe dos Luvisolos destaca-se com aproximadamente 13% no domínio da caatinga (Jacomine, 1996) e é a segunda mais abundante no estado da Paraíba, ocupando uma área de 14,6 mil km², que representa 26% do território paraibano. Esta classe compreende solos minerais, não hidromórficos, onde ocorre desenvolvimento expressivo do horizonte diagnóstico B textural aliado à alta atividade de argilas e alta saturação por bases, imediatamente abaixo de horizonte A ou horizonte E (Santos et al., 2018). Distribuem-se por boa parte do território brasileiro, com maior expressividade em regiões como o semiárido nordestino, Região Sul e mesmo na região Amazônica (IBGE, 2015).

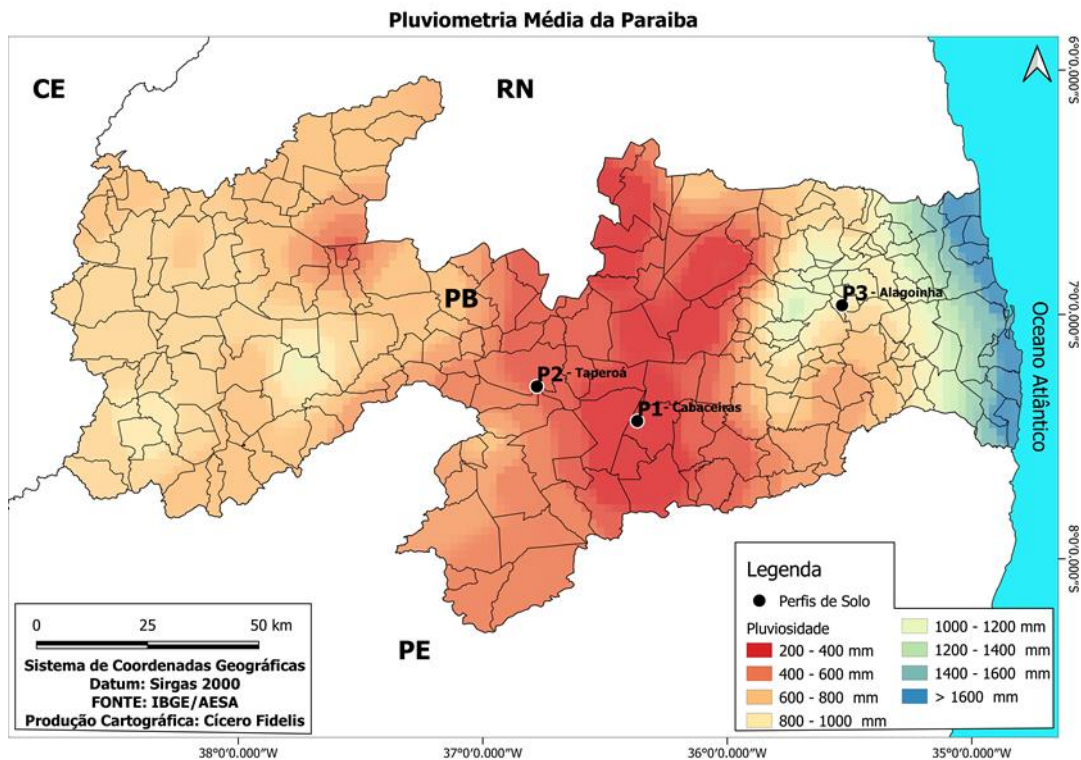
Assim, considerando a representatividade dos Luvisolos no estado da Paraíba e a importância da fração mineral para a reserva de nutrientes que se reflete na fertilidade natural dos solos, o objetivo do presente trabalho é conhecer qualitativamente a mineralogia das frações areia, silte e argila de três Luvisolos no Semiárido paraibano, desenvolvidos sob um gradiente de pluviosidade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram conduzidos em três condições de umidades distintas no estado da Paraíba, partindo-se da região mais seca do semiárido brasileiro na região de Cabaceiras (PB) até próximo ao confronto com a zona úmida costeira no município de Alagoinha (PB). Em acordo com as precipitações pluviométricas, as condições de umidade foram designadas como muito seca – MS (precipitação < 400 mm), seca – SC (precipitação ≥ 400 mm e < 600 mm) e subúmida – SU (precipitação ≥ 600 mm). Os pontos amostrais e o gradiente de umidade podem ser visualizados na Figura 1.

Localizado dentro da faixa Equatorial, o estado da Paraíba, apresenta um clima quente, com temperatura média anual em torno de 26°C. Em relação à pluviometria, o estado é o que apresenta a maior variabilidade espacial da precipitação. Na região do Cariri paraibano, o município de Cabaceiras é tido como o mais seco do Brasil, com precipitação média anual de aproximadamente 300 mm; enquanto que a capital João Pessoa, localizada na faixa litorânea e distante aproximadamente 150 km, apresenta uma precipitação média anual que ultrapassa os 1.700 mm.

FIGURA 1: Mapa de pluviometria média do Estado da Paraíba, indicando os pontos de coleta dos perfis de Luvisolos em um gradiente pluviométrico (adaptado de AESA, 2007)

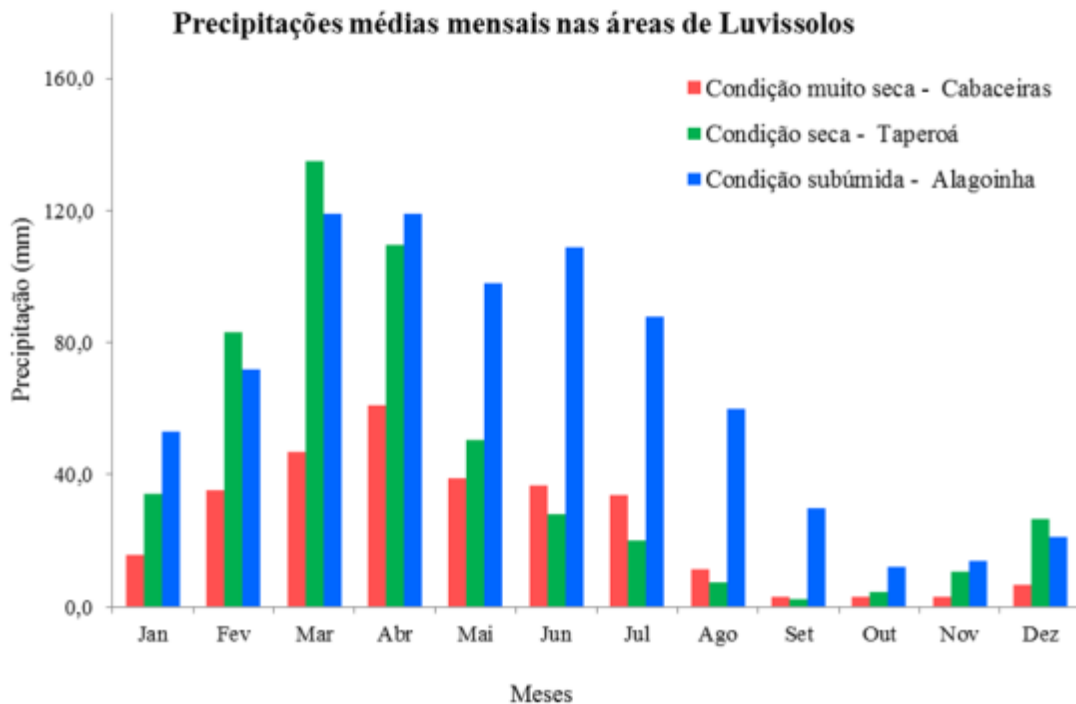


As áreas de estudo foram selecionadas considerando um gradiente pluviométrico e a ocorrência de Luvisolos, conforme descrito abaixo:

- Condição muito seca: Cabaceiras (PB), precipitação média anual 333,6 mm (S – 7° 26’ 10,92” e W – 36° 22’ 6,63”);
- Condição seca: Taperoá (PB), precipitação média anual 505,0 mm (S – 7° 17’ 41,9” e W – 36° 46’ 45,0”);
- Condição subúmida: Alagoinha (PB), precipitação média anual 795,0 mm (S – 6° 57’ 46,9” e W – 35° 31’ 51,5”)

Na figura 2 têm-se os índices de precipitação média mensal em cada tipo climático, de acordo com dados da Agência Executiva de Gestão das Águas do estado da Paraíba (AESA/PB).

FIGURA 2 – Histograma de precipitação média mensal no gradiente pluviométrico (fonte: AESA/PB).



Em cada área selecionada foram abertas trincheiras e efetuada a caracterização morfológica e a coleta de amostras de solo em cada horizonte, conforme recomendações de Santos et. Al. (2015). Para a avaliação da mineralogia das frações do solo, foram selecionadas amostras dos três horizontes intermediários dos perfis de Luvisolos estudados por Saraiva (2016), no P1 – horizontes BA, Btv e Bcz, no P2 – horizontes AB, Btv e Cbvn e no P3 – horizontes AB, Btv e C/Crn. As amostras de terra fina seca ao ar (TFSA) foram submetidas ao processo de fracionamento via úmida (areia) e por decantação (silte e argila), conforme procedimentos descritos em Teixeira et al. (2017).

As amostras de argilas, após serem desferrificadas e livres de matéria orgânica e de carbonatos, foram submetidas a tratamentos de saturação com K^+ , Mg^{+2} e Mg^{+2} e solvatação com glicerol. Após os tratamentos foram confeccionadas lâminas orientadas e saturadas com K^+ , à temperatura ambiente de 25 °C (K 25), aquecida a 350 °C (K 350) e a 550 °C (K 550); lâminas saturadas com Mg^{+2} (Mg) e saturadas com Mg^{+2} e solvatadas com glicerol (Mg – Gl) foram irradiadas à temperatura ambiente. Todos os procedimentos de pré-tratamento, saturação com magnésio e com potássio, foram realizados conforme os métodos propostos por Jackson (1975) e Whittig e Allardice (1976), com a finalidade de auxiliar no reconhecimento dos diversos minerais de argila.

As amostras da fração areia foram trituradas em almofariz de ágata e passadas na peneira de 200 Msh e preparadas lâminas em pó não orientadas em porta amostra escavado. Foram

confeccionadas, ainda, lâminas com silte, pelo método do pó não orientado, sem pré-tratamento. Todas as amostras de silte e areia foram analisadas por difração de raios X.

Os difratogramas de raios-X das frações silte e areia foram obtidos com equipamento DRX D2 Phaser Brucker, operando com radiação $K\alpha$ de cobre, 30 kv e 10 mA, com varredura de 2θ entre 5 e 40° , com passo de $0,5^\circ/s$. Para as amostra de argila nos seus diversos tratamentos, os difratogramas de raios-X foram obtidos utilizando equipamento de difratômetro Shimadzu XRD- 6100, operando a uma tensão de 40 kv, com corrente de 20 mA, radiação $K\alpha$ de cobre, com amplitude de varredura 3 a 30° , com passo $2\theta/min$.

A interpretação dos difratogramas e identificação dos minerais constituintes das amostras nas diferentes frações foram realizadas com base nos espaçamentos interplanares conforme estudos de Jackson (1975), Dixon e Weed (1989), Whittig e Allardice (1976), Moore e Reynolds (1989) e Brown e Brindley (1980).

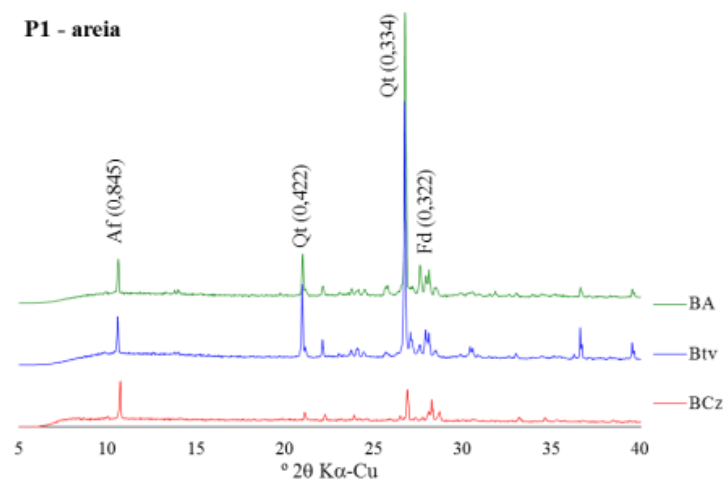
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 FRAÇÃO AREIA

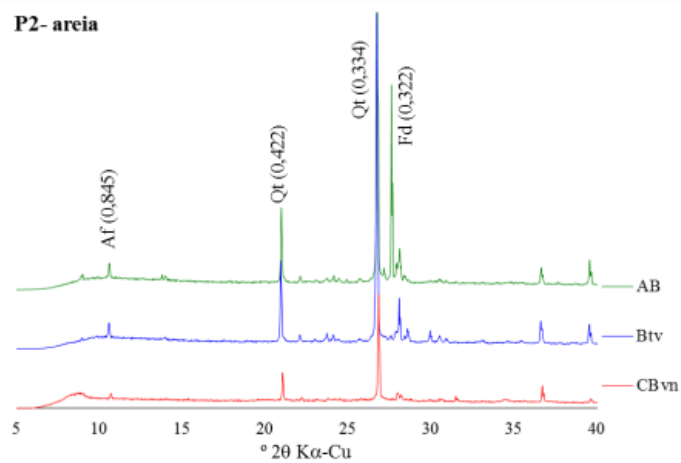
As intensidades das reflexões verificadas nos difratogramas de raios-X (Figura 3) sugerem que a assembleia mineralógica da fração areia é composta predominantemente por quartzo (0,334 e 0,422 nm) com presença de feldspatos (0,322 e 0,401 nm) e anfibólio (0,845 nm), como também observaram Silva (2018) e Gonçalves et al. (2019). O anfibólio ocorre apenas nos Luvisolos no ambiente muito seco (P1) (Figura 3-a) e seco (P2) (Figura 3-b) por se tratar de um mineral de fácil intemperização. Nesses solos houve uma redução da intensidade das reflexões de quartzo e feldspato na fração areia dos horizontes mais profundos representados pelos horizontes BCz no P1, CBvn no P2 e Cn/Crn no P3 em relação aos horizontes acima destes. Isso indica que esses minerais estão mais concentrados na fração areia dos horizontes mais superficiais.

FIGURA 3: Difratoformas de raios-X da fração areia dos horizontes BA, Btv e BCz do P1 – Luvissole no ambiente muito seco, Cabaceiras (a); dos horizontes AB, Btv e CBvn do P2 – Luvissole no ambiente seco, Taperoá (b) e dos horizontes AB, Btv e Cn/Crn do P3 – Luvissole no ambiente subúmido, Alagoinha (c). Af – anfibólio, Qt – quartzo, Fd – feldspato.

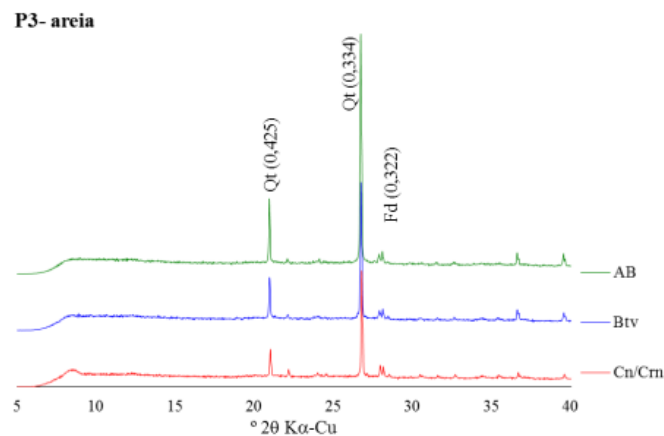
(a)



(b)



(c)



3.2 FRAÇÃO SILTE

Dentre as frações granulométricas dos solos estudadas, o silte é a que apresenta a maior variedade de minerais, com destaque para o quartzo, feldspato, anfibólio e ainda notando-se a ocorrência de reflexões em baixos ângulos que sugerem a presença de minerais 2:1. Observações relativamente semelhantes foram registradas por Gonçalves (2016), estudando solos do semiárido de Minas Gerais.

No P1 (Luvissole condição muito seca), houve ligeiro decréscimo dos picos de quartzo e feldspato na fração silte no horizonte BCz, em relação aos demais horizontes estudados. Já com relação ao anfibólio verificou-se o oposto, com aumento da reflexão (0,825 nm) no horizonte mais profundo (Figura 4-a) em função de ser um mineral de fácil alteração.

No P2 (Luvissole da condição seca), as reflexões de mica (1,00 nm), anfibólio (0,825 nm) e Quartzo (0,334 nm) foram mais pronunciados no horizonte Btv, seguido do CBvn e do AB (Figura 4-b) Neste solo ocorre também reflexões em baixos ângulos, sugerindo a presença de minerais 2:1 (Schulze, 1989) que se destacam com o aumento da profundidade do solo.

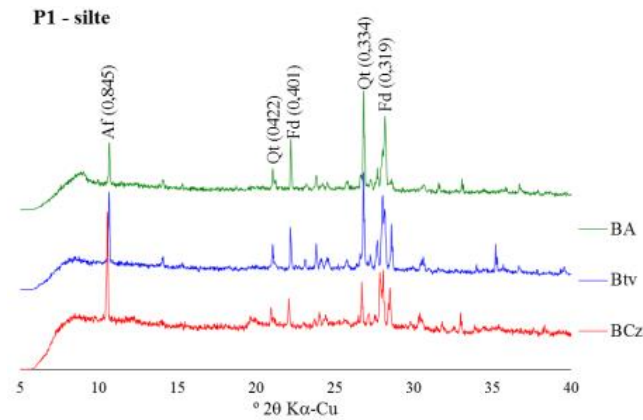
Os minerais presentes na fração silte do P3 (Luvissole da condição subúmida) são indicativos da condição ambiental subúmida, com a presença de caulinita (0,715 e 0,356 nm), quartzo (0,422 e 0,334 nm), feldspato (0,315) e ausência de anfibólio (Figura 4-c). As reflexões em baixos ângulos, bem distintas em todo perfil de solo, da mesma forma sugerem a presença de minerais 2:1.

Foi observado aumento das reflexões de quartzo nos horizontes mais profundos no P2 e P3, indicando um possível aumento desse mineral nas camadas mais profundas do solo, na fração silte, conforme Oliveira et al. (2004) registraram comportamento semelhante em Planossolos.

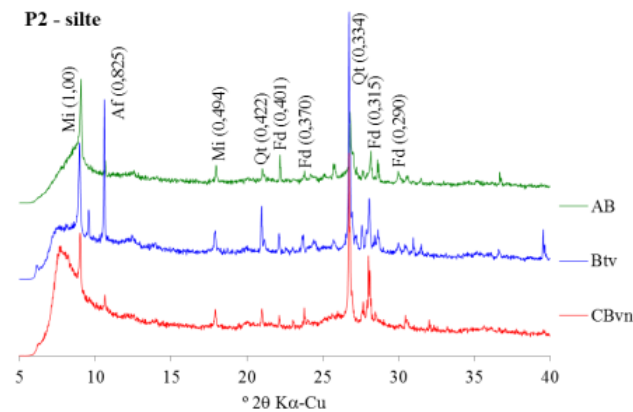
É importante notar que o anfibólio e a mica não ocorrem no ambiente mais úmido onde foi desenvolvido o P3. Possivelmente esses minerais já foram intemperizados em acordo às condições de maior umidade no local.

FIGURA 4: Difratomogramas de raios-X da fração silte dos horizontes BA, Btv e BCz do P1 – Luvissole do ambiente muito seco, Cabaceiras (a); dos horizontes AB, Btv e CBvn do P2 – Luvissole do ambiente seco, Taperoá (b) e dos horizontes AB, Btv e Cn/Crn do P3 – Luvissole do ambiente subúmido, Alagoinha (c). Af – anfíbólio, Qt – quartzo, Fd – feldspato, Ct – caulinita, Mi – mica.

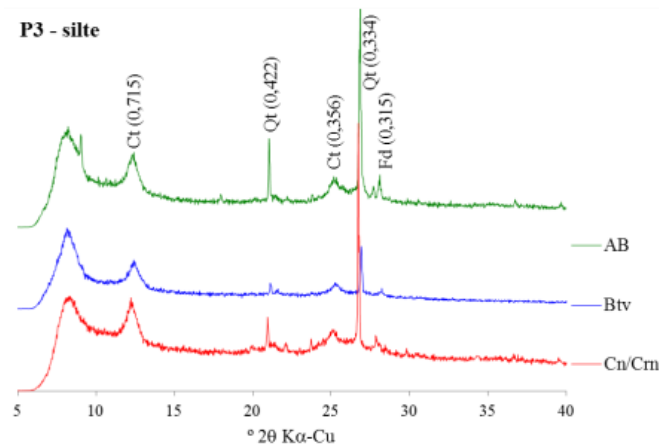
a)



b)



(c)

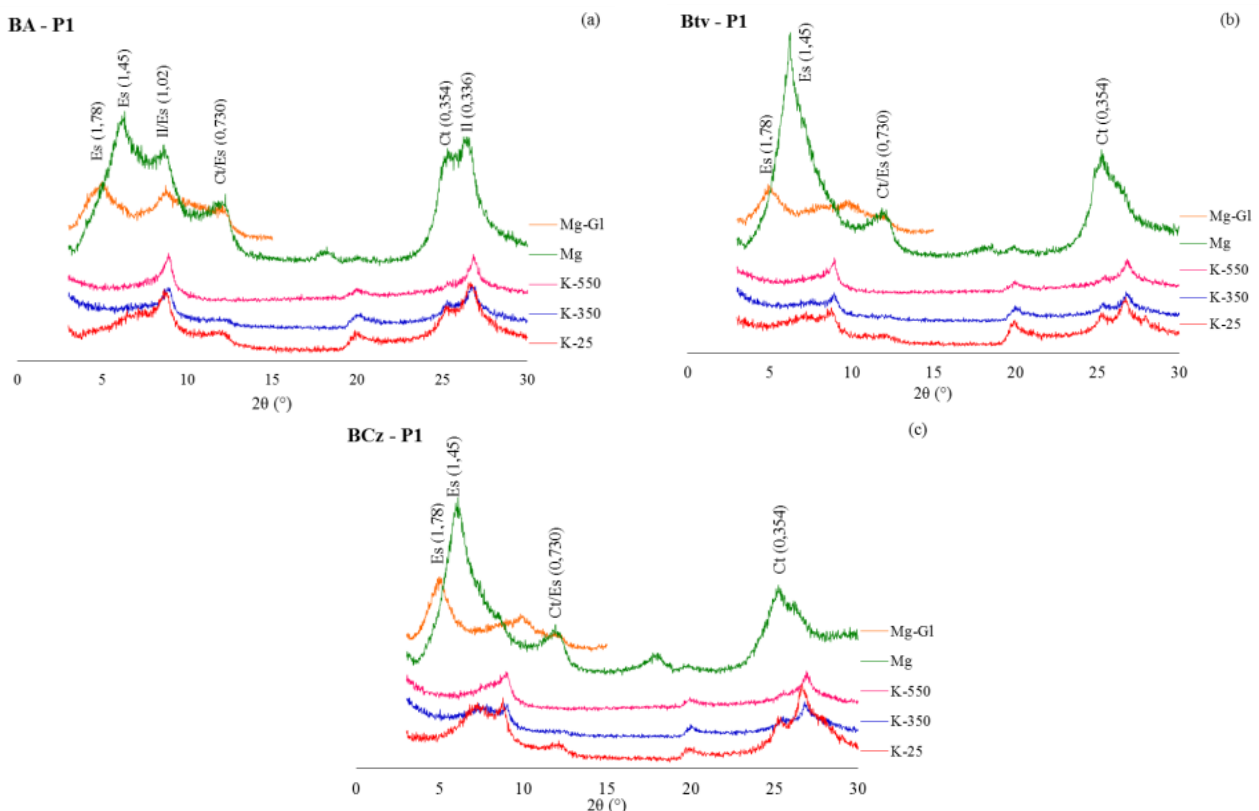


O feldspato, presente em todos os solos estudados, é um mineral determinante na neoformação de caulinita em solos do semiárido (Santos et al., 2012). Por ser um mineral relativamente resistente à intemperização, sua ocorrência nos solos indica uma importante reserva de nutrientes em longo prazo de elementos essenciais à nutrição de plantas.

3.3 FRAÇÃO ARGILA

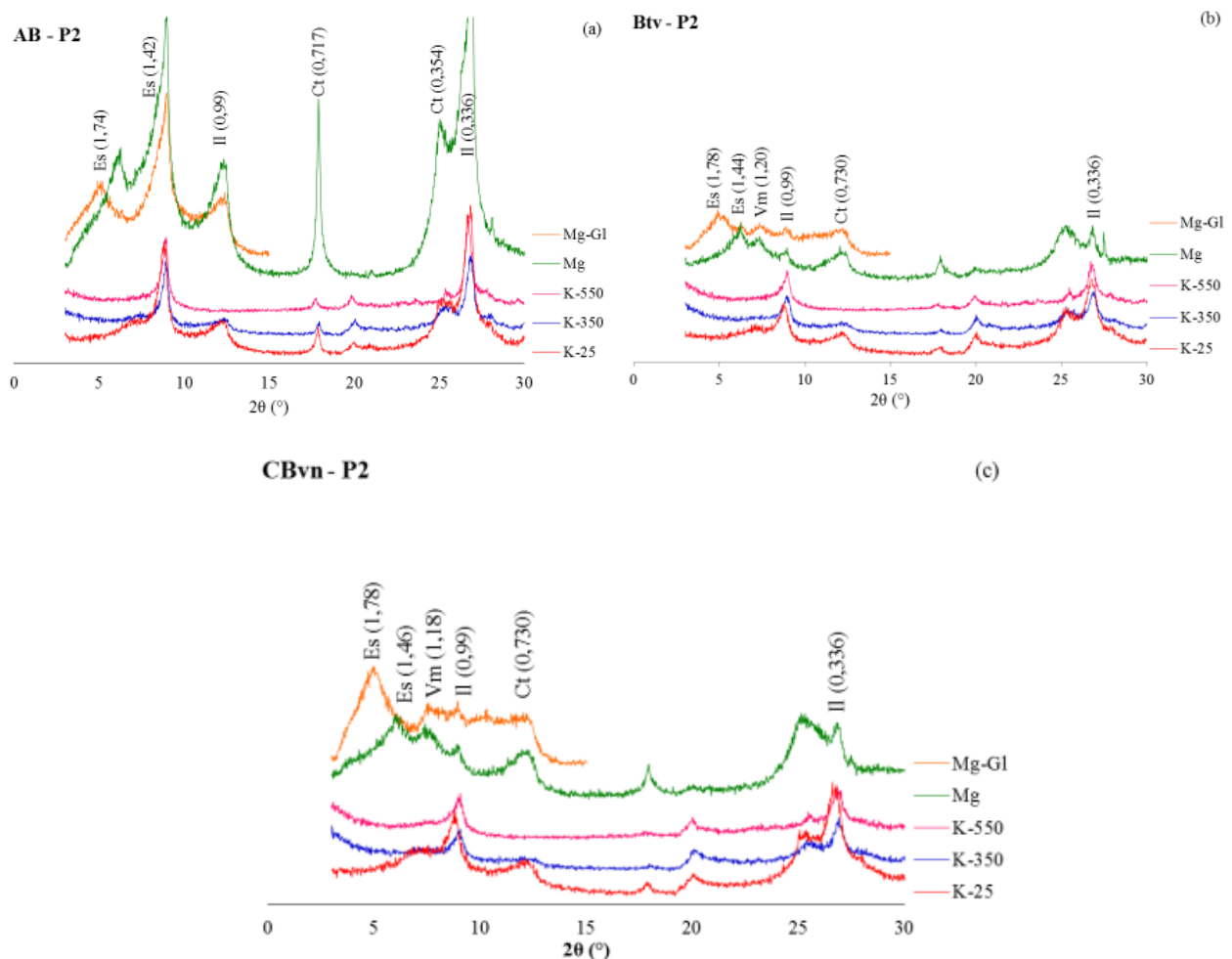
As reflexões da fração argila do Luvissole da condição muito seca (P1) são indicativas da presença marcante de esmectitas (1,45; 1,78 nm); além da presença de interestratificados de caulinita com esmectita (0,730 nm); caulinita (0,354 nm); e ilita (0,336 nm). É notória a presença dessa assembleia mineralógica em todos os horizontes estudados. No horizonte BA ocorre ainda interestratificados de ilita com esmectita (1,02 nm) e ilita (0,336 nm) separadamente (Figura 5). A presença de quartzo possivelmente está ligado à fração argila grossa, dado a redução da sua estabilidade nas frações mais finas, indicativo do baixo grau de desenvolvimento pedogenético dos solos de regiões semiáridas (Oliveira et al., 2004). A ocorrência de minerais 2:1 também confirmam o baixo grau de desenvolvimento pedogenético dos solos.

FIGURA 5: Difratogramas de raios-X da fração argila saturada com potássio a temperatura ambiente (K-25) e aquecida a 350 °C (K-350) e a 550 °C (K-550) e saturada com magnésio (Mg) e solvatada com Glicerol (Mg-Gl) dos horizontes BA (a), Btv (b) e BCz (c) do P1 (Luvissole no ambiente muito seco – Cabaceiras). Es – esmectita, II/Es – interestratificado de ilita com esmectita, Ct/Es – interestratificado de caulinita com esmectita, Il – ilita, Ct – caulinita.



A assembleia mineralógica do Luvissole da condição ambiental seca (P2) não denota a presença de minerais interestratificados como na condição muito seca, sendo composta basicamente por esmectita (1,74; 1,78; 1,46; 1,42), vermiculita (1,18; 1,20); ilita (0,99; 0,336 nm); e caulinita (0,717, 0,730 e 0,354 nm) (Figura 6). Nota-se que a caulinita se destaca no horizonte mais superficial em função da menor concentração de bases na parte mais superficial do perfil de solo.

FIGURA 6: Difratomogramas de raios-X da fração argila saturada com potássio a temperatura ambiente (K-25) e aquecida a 350 °C (K-350) e a 550 °C (K-550) e saturada com magnésio (Mg) e solvatada com Glicerol (Mg-Gl) dos horizontes AB (a), Btv (b) e CBvn (c) do P2 (Luvissole – condição ambiental seca). Es – esmectita, Il – ilita, Ct – caulinita, e Vm – vermiculita.



Os horizontes estudados no P3 (Luvissole da condição subúmida) apresentaram um modelo de distribuição e intensidade das reflexões dos minerais muito similares nos três horizontes estudados. Verifica-se a presença de vermiculita (1,40; 1,41 e 1,16 nm); ilita (0,98 nm); caulinita (0,716; 0,350 e 0,356 nm); e mica (0,336 nm) comuns em todos os horizontes. Nota-se, ainda, a ocorrência de possíveis interestratificados de mica com vermiculita (2,30 nm), apenas no horizonte AB e a presença

de esmectita (1,72 nm) apenas no horizonte Cn/Crn (Figura 7). O fato da esmectita não ocorrer nos horizontes superficiais deste P3 sugere a intemperização desse mineral, formando caulinita que se destaca em todo perfil, conforme também observaram Luz et al. (1992) e Câmara (2016) no Sertão pernambucano. Composição semelhante também foi observada por Fernandes et al. (2010) estudando Luvisolos da região do Sertão de São Francisco (estado de Sergipe).

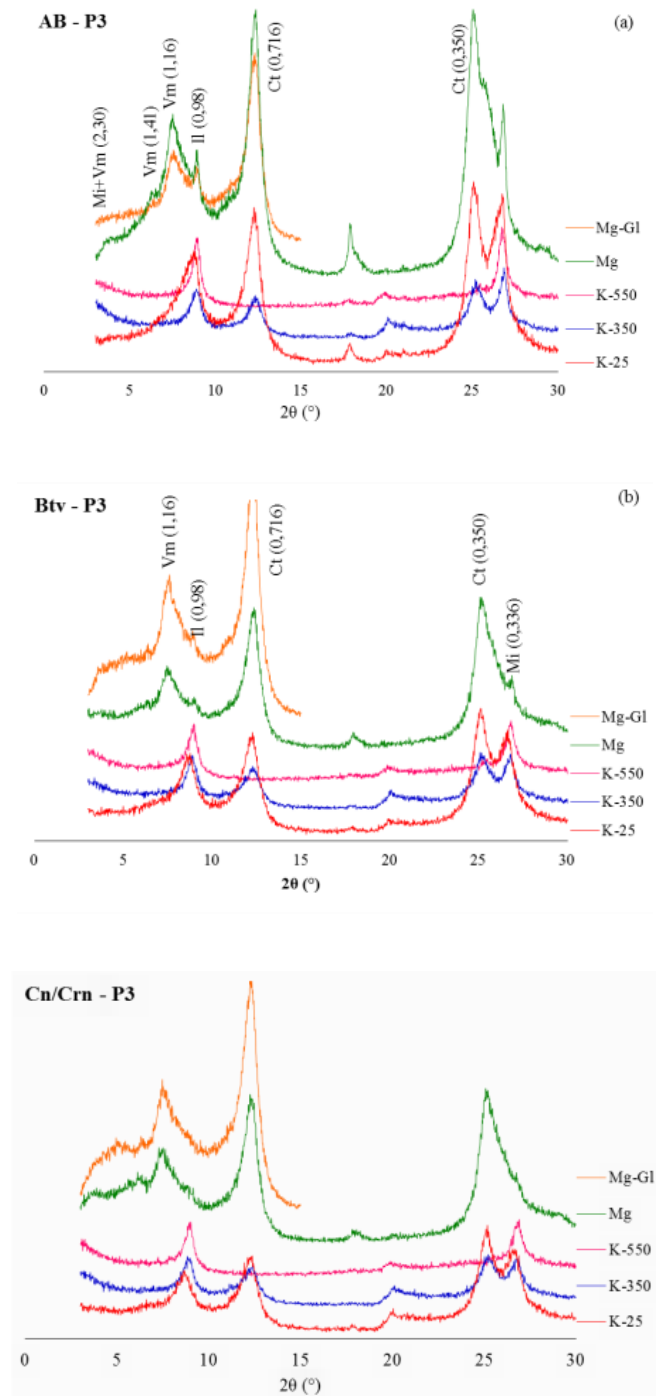
O P3 é um Luvisolo com aspecto diferente dos demais, pois na sua assembleia mineralógica destaca-se a presença marcante de caulinita ao longo de todo perfil. Esse aspecto diferencial na sua mineralogia sugere uma evolução pedogenética maior deste Luvisolo em relação aos demais Luvisolos nas condições ambientais seca e muito seca.

A presença marcante de esmectita em todos os horizontes dos Luvisolos estudados corrobora a atividade alta da argila típica dos solos desta classe, como notado na morfologia pela presença de horizonte diagnóstico Btv (horizonte B textural com caráter vértico).

As micas e ilitas (micas na fração argila) que se destacam nesses solos são importantes porque representam reserva de K em longo prazo para as plantas (Resende et al., 2011).

De modo geral os perfis estudados apresentam semelhanças entre si quanto à composição mineralógica da fração argila, com presença típica de Esmectita, Ilita (Mica), e Caulinita. Cabe destacar que a vermiculita só foi constatada na condição ambiental subúmida e seca. Composição mineralógica semelhante também foi observada por Silva (2018) e Gonçalves et al. (2019), ao estudarem Luvisolos no semiárido pernambucano e mineiro, respectivamente.

FIGURA 7: Difratogramas de raios-X da fração argila saturada com potássio a temperatura ambiente (K-25) e aquecida a 350 °C (K-350) e a 550 °C (K-550) e saturada com magnésio (Mg) e solvatada com Glicerol (Mg-Gl) dos horizontes AB (a), Btv (b) e Cn/Crn (c) do P3(Luvissole no ambiente subúmido – Alagoíinha). Mi – mica, Es – esmectita, Vm - vermiculita, Il – illita, Ct – caulinita.



Entre os minerais 2:1, esmectita, vermiculita e illita, no mínimo dois deles estão presentes no diversos horizontes estudados nos Luvisolos. Conforme Corrêa et al. (2003) as baixas precipitações pluviométricas aliada as altas taxas de evapotranspiração, comuns nas regiões semiáridas, desde que em ambientes ricos em bases (rochas e/ou sedimentos), são condições que favorecem à formação de solos com alta atividade das argilas, como é o caso dos Luvisolos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Independente das variações nos índices de chuvas, a mineralogia dos Luvisolos ao longo do gradiente pluviométrico estudado apresentou-se relativamente semelhante, sendo marcante a presença da esmectita na fração argila.

Foi notório um incremento de caulinita do ambiente muito seco para o subúmido, sugerindo a presença de Luvisolos pedogeneticamente mais desenvolvidos nos ambientes mais úmidos.

A assembleia mineralógica dos Luvisolos estudados mostrou um nítido predomínio dos minerais 2:1 (esmectita, vermiculita, illita e interstraticados) em relação aos minerais 1:1 (caulinita), além da presença de minerais primários como feldspatos, anfibólios e micas com potencial para liberação de nutrientes a médio e longo prazo, tipificando a alta fertilidade natural química destes solos.

REFERÊNCIAS

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Plano Estadual de Recursos Hídricos da Paraíba – PERH-PB. João Pessoa: SECTMA, 2007.

AESA, climatologia por municípios. Disponível em <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/climatologia>, acesso em 10/06/2019.

ARAÚJO FILHO, J. C. de. Relação Solo e Paisagem no Bioma Caatinga. *In: Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada XIV*, 2011. Dourados, MS. **Anais...** Dourados. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/896995>

BROWN, G; BRINDLEY, G.W. X-ray diffraction procedures for clay mineral identification. *In: BRINDLEY, G.W.; BROWN, G. (Eds). Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification*. London: Mineralogical Society; 1980. p. 305-60.

Câmara, E. R. G. **Caracterização e pedogênese de Luvisolos e Planossolos no núcleo de desertificação de Cabrobó, Pernambuco**. 2016. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/5206>

CORRÊA, M. M.; KER, J. C.; MENDONÇA, E. S.; RUIZ, H. A.; BASTOS, R. S. Atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos da região das várzeas de Sousa (PB). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, p. 311-324, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832003000200011>.

DIXON, J. B.; WEED, S. B. **Minerals in soil environments**. 2. ed. Madison: SSSA, 1989. 1244p.
FERNANDES, L. A. C.; RIBEIRO, M. R.; OLIVEIRA, L. B.; FERREIRA, R. F. A. L. Caracterização e classificação de solos de uma Litopossequência do Projeto Xingó-SE. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.5, n. 2, p.192-201, 2010. Doi: 10.5039/agraria.v5i2a675.

GONÇALVES, M. G. M.; KER, J. C.; OLIVEIRA, F. S. DE; RAMOS, L. O. S.; PACHECO, A. A.; CURI, N. Lateral loss of clay in the genesis of Luvisols in the Semi-Arid Depression of the Jequitinhonha Valley, Minas Gerais – Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, MG, v.43, p. 1-17, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-7054201943018219>

GONÇALVES, M. G. M. **Gênese de solos com horizonte Bt no domínio gnáissico da depressão semiárida do Vale do Jequitinhonha, MG**. 2016. 83 fl. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MG), 2016. Disponível em: <http://www.locus.ufv.br/handle/123456789/10374>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Pedologia**. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE. 2015. 430 p (Manuais Técnicos em Geociências, 4). Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv37318.pdf>.

JACKSON, M. L. **Soil chemical analysis: advanced course**. 2. ed. Madison, 1975. 895p.

JACOMINE, P. K. T. Solos sob caatingas: Características e uso agrícola. *In: ALVARES, V. V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. (Eds.) O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado*. Viçosa: SBCS/UFV, 1996. p. 95-111.

JENNY, H. **Factors of soil formation**. New York: McGraw-Hill, 1941. 281p.

KÄMPF, N.; CURI, N.; MARQUES, J. J. Intemperismo e Ocorrência de Minerais no Ambiente do Solo. In.: MELO, V. DE F.; ALLEONI, L. R. F. (Eds.). **Química e Mineralogia do Solo: Parte I Conceitos Básicos**. Viçosa, MG: SBCS, 2009. p. 333-379.

LUZ, L. R. Q. P. da; SANTOS, M. C. D.; MERMUT A. R. Pedogênese em um topossequência do semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.16, n.1, p.95-102, 1992.

MELO, V. de F.; CASTILHOS, R. M. V.; PINTO, L. F. S. Reserva Mineral do Solo. In.: MELO, V. de F.; ALLEONI, L. R. F. (Eds.). **Química e Mineralogia do Solo: Parte I Conceitos Básicos**. Viçosa, MG: SBCS, 2009. p. 251-332.

MOORE, D. M.; REYNOLDS, R. C. **X-ray diffraction and identification and analysis of clay minerals**. Oxford: University Press, 1989. 332p.

OLIVEIRA, L. B. DE; RIBEIRO, M. R.; FERRAZ, F. B.; FERREIRA, M. G. V. X.; MERMUT, A. R. Mineralogia, micromorfologia e gênese de solos planossólicos do Sertão do Araripe, estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG v. 28, p. 665-678, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832004000400009>

RESENDE, M.; CURI, N.; KER, J. C.; REZENDE, S. B. de. **Mineralogia de Solos Brasileiros: Interpretações e Aplicações**. 2. ed. rev. ampl. Lavras: UFLA, p. 201, 2011.

SANTOS, A. C. dos; SALCEDO, I. H.; CANDEIAS, A. L. B. Variabilidade espacial da fertilidade do solo sob vegetação nativa e uso agropecuário: estudo de caso na microbacia Vaca Brava – PB. **Revista Brasileira de Cartografia**, Uberlândia, v. 62, n.02, p. 119-124, 2010. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43672>

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356p.

SANTOS, J. C. B. dos; SOUZA JÚNIOR, V. S. de; CORRÊA, M. M.; RIBEIRO, M. R.; ALMEIDA, M. DA C. de; BORGES, L. E. P. Caracterização de Neossolos Regolíticos da Região Semiárida do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 36, p. 683-695, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000300001>

SANTOS, R. D. SANTOS, H. G. DOS. KER, J. C.; ANJOS, L. H. C. DOS; SHIMIZU, S. H. **Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo**. 7. ed. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência de Solos, 2015. 101 p. il.

SARAIVA, S. M. **Caracterização de Luvisolos, Neossolos Regolíticos e Planossolos ao longo de um gradiente pluviométrico no Semiárido brasileiro** 2016. 146 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, 2016. Disponível em: https://sigarq.ufpb.br/arquivos/2017090057ee5156759678d0e81c9fd9/SARAIVA_2016_-_Tese_verso_Final.pdf

SCHULZE, D. G. An Introduction to Soil Mineralogy. *In*: DIXON, J. B.; WEED, S. B., eds. **Mineral in soil environments**. Madison, Soil Science Society of America, 1989. p. 1-34.

SILVA, V. R. F. da. **Gênese de Luvisolos ao longo de uma climosequência sobre anfibólitos no Semiárido de Pernambuco**. 2018. 92 fl. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/7648>.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 3. ed. rev. ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

WHITTIG, L. D.; ALLARDICE, W. R. X-ray diffraction techniques for mineral identification and mineralogical composition. *In*: BLACK, C.A., (Ed.). **Methods of soil analysis**. 4. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1976. Part 1. p.671-698.