

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ  
CAMPUS PROFESSORA CINOBELINA ELVAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA  
MESTRADO EM SOLOS E NUTRIÇÃO DE PLANTAS

GÊNESE DE SOLOS EM CERRADO DE CLIMA TROPICAL COM ESTAÇÃO  
SECA DE INVERNO

DIEGO FERREIRA DE SOUZA

BOM JESUS – PI

2017

DIEGO FERREIRA DE SOUZA

GÊNESE DE SOLOS EM CERRADO DE CLIMA TROPICAL COM ESTAÇÃO SECA DE  
INVERNO

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, para obtenção do título de “Mestre” em Agronomia, na área de concentração em Solos e Nutrição de Plantas.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Cleto Soares de Moura

BOM JESUS – PI  
2017

## Ficha Catalográfica

Souza, Diego Ferreira de

Gênese de solos derivados de sedimentos arenosos em cerrado de clima tropical. / Diego Ferreira de Souza. – Bom Jesus: UFPI, 2017.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, Programa de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Bom Jesus-PI, 2017.

Orientação: Prof<sup>o</sup> Dr. Márcio Cleto Soares de Moura

1. Formação Piauí
2. Formação Urucaia;
3. Piauí
4. Morfologia do solo;
5. Mineralogia do solo

DIEGO FERREIRA DE SOUZA

GÊNESE DE SOLOS EM CERRADO DE CLIMA TROPICAL COM ESTAÇÃO SECA DE  
INVERNO

Dissertação apresentada à Universidade Federal  
do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas,  
para obtenção do título de “Mestre” em  
Agronomia, na área de Concentração em Solos e  
Nutrição de Plantas.

Prof.º RONNY SOBREIRA BARBOSA

(CPCE/UFPI)

Prof.º THIAGO VINICIUS BARROS IBIAPINA

(UFOPA)

Prof.º YURI JACQUES AGRA BEZERRA DA SILVA

(CPCE/UFPI)

---

Prof.º Dr. Márcio Cleto Soares de Moura  
(Orientador)

BOM JESUS – PI  
2017

## **BIOGRAFIA**

Diego Ferreira de Souza, filho de Arlene de Sousa e Nivaldo Ferreira de Souza. Nasceu em 12 de maio de 1992 na cidade de Bom Jesus-PI, é Engenheiro Agrônomo, pela Universidade Federal do Piauí (UFPI), em 2015. Em setembro de 2015 ingressou no curso de Mestrado em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal do Piauí.

## AGRADECIMENTOS

A Deus que me guia através das intuições no caminho do bem e a meus queridos pais, avôs que me educaram através dos bons exemplos.

Uma dissertação é um trabalho de equipe, em que uma inumerável quantidade de pessoas colabora direta e indiretamente para sua conclusão. Cheguei ao ponto dos agradecimentos porque recebi muito apoio ao longo dessa caminhada, e começo agradecendo ao meu orientador prof. Márcio Cleto Soares de Moura, ao meu coorientador prof. Ronny Sobreira Barbosa e ao prof. Yuri Jacques Agra, que estiveram comigo na hora da identificação e coleta dos solos, tarefa árdua e difícil, que sempre estiveram disponíveis para ajudar na condução do trabalho.

Agradeço imensamente aos alunos de iniciação científica João de Deus, Romário Porto que acompanharam, ajudaram na coleta e análises, não medindo esforços para o êxito do trabalho. Ao amigo Juvenal Júnior pela amizade e pala força.

Agradeço à Universidade Federal do Piauí, através do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Solos e Nutrição de Plantas, pela oportunidade de cursar e concluir o Mestrado. Agradeço a direção do Campus Professora Cinobelina Elvas em Bom Jesus, pela disponibilização do transporte, laboratórios e reagentes químicos.

Agradeço ao meu avô esteve presente com palavras de incentivo, coragem e apoio e pelo exemplo de ser humano que ele é.

Agradeço a todos que de alguma maneira fizeram parte desta caminhada e torceram por minha vitória.

Agradeço a Capes pela concessão da bolsa.

Por fim agradeço a Deus que é o começo de tudo e que mesmo sem vê-lo sei que está comigo.

## SUMÁRIO

PÁGINA

Resumo geral.....	
Genereal Abstract.....	
Lista de tabelas.....	
Lista de abreviaturas e siglas.....	
CAPÍTULO 1: .....	1
1.INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2.REFERENCIAL TEÓRICO .....	3
2.1 Fatores e processos de formação do solo .....	3
2.2 Solos tropicais .....	5
2.3 Bioma Cerrado .....	6
2.4.Solos derivado de arenito e solos arenosos .....	8
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	10
CAPÍTULO 2: .....	13
Resumo.....	13
Abstract .....	15
1.INTRODUÇÃO .....	16
2.MATERIAL E MÉTODOS .....	18
3.RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
4.CONCLUSOES.....	39
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	40
ANEXOS.....	44

## RESUMO GERAL

**SOUZA, Diego Ferreira de. Gênese de solos em cerrado de clima tropical com estação seca de inverno.** 2017, 55p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal do Piauí, PI.

Estudos de caracterização de solos em regiões ainda pouco exploradas, além de disponibilizarem e ampliarem a base de informações sobre as mais distintas ordens de solos do território nacional, também permitem sistematizar informações sobre suas propriedades, que poderão servir de subsídio para o desenvolvimento de práticas de manejo e uso sustentável das terras.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos de solos formados em Cerrado de clima tropical com (estação seca de inverno). Utilizaram-se cinco perfis localizados na microrregião do Alto médio Gurguéia, sudoeste do Estado do Piauí. Os perfis foram numerados de P1 a P5 seguindo a seguinte ordem: NEOSSOLO FLÚVICO (RY), LATOSSOLO AMARELO (LA), NEOSSOLO LITÓLICO (RL), NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (RQ) e ARGISSOLO VERMELHO (PV). Os perfis foram submetidos à descrição morfológica e a amostragem em seus horizontes. Foram feitas as caracterizações físicas, químicas e mineralógicas. Os perfis amostrados apresentaram características compatíveis com as observações descritas no sistema brasileiro de classificação de solos. Os solos dessa região apresentaram-se com elevados teores de areia e com pH ácido e baixa saturação por bases (V), que é reflexo direto da influência do arenito material de maior expressão na formação destes solos. Com os difratogramas da argila foi possível observar a presença de caulinita, goethita, hematita, quartzo, muscovita, ilita, rutilo, anatásio, vermiculita. Conclui-se que é possível traçar um padrão entre os solos dessa região que é, principalmente, em resposta ao elevado teor de areia e a maior ocorrência de minerais 2:1.

**Palavras-chaves:** Formação Piauí; Formação Urucaia; Piauí; Pedogênese; Mineralogia do solo.



## GENERAL ABSTRACT

**SOUZA, Diego Ferreira de. Genesis of soils derived from sandy sediments in tropical climate cerrado.** 2017, 55p . Dissertation (Masters in Soil and Plant Nutrition) – Federal University of Piauí. PI<sup>1</sup>.

Soil characterization studies in regions that are still little explored, besides making available and expanding the information base on the most diverse orders of soils of the national territory, also allow to systematize information about their properties, that can serve as subsidy for the development of management and sustainable use of land.

The objective of this work was to characterize the morphological, physical, chemical and mineralogical attributes of soils formed in Cerrado of tropical climate with (dry winter season). Five profiles were located in the micro-region of Upper Gurguéia, southwest of the State of Piauí. The profiles were numbered from P1 to P5 in the following order: FLUVISOLS, FERRALSOLS, LEPTOSOLS, ARENOSOLS and ACRISOLS. The profiles were submitted to morphological description and sampling in their horizons. Physical, chemical and mineralogical characterizations were made. The profiles were compatible with the observations described in the Brazilian soil classification system. The soils of this region presented high levels of sand and acidic pH and low saturation by bases (V), which is a direct reflection of the influence of the sandstone of higher expression in the formation of these soils. With the clay diffractograms it was possible to observe the presence of kaolinite, goethite, hematite, quartz, muscovite, illite, rutile, anatase, vermiculite. It is concluded that it is possible to draw a pattern between the soils of this region which is mainly in response to the high sand content and the higher occurrence of 2: 1 minerals.

**Key words:** Piauí Formation; Urucuia Formation; Piauí; Pedogenesis; Mineralogy of soil;

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo 2

Figura 1. Microrregião do Alto Médio Gurguéia, sudoeste do Piauí .....	18
Figura 2. Delimitação da área e localização dos perfis amostrados .....	19
Figura 3. Difratoogramas da fração argila dos perfis amostrados .....	35

### Anexos

Figura 1. Vegetação Cerradão Neossolo Flúvico .....	45
Figura 2. Perfil Neossolo Flúvico .....	45
Figura 3. Vegetação Cerrado <i>stricto sensu</i> Latossolo Amarelo .....	46
Figura 4. Perfil Latossolo Amarelo .....	46
Figura 5. Vegetação Cerrado “campo” Neossolo Litólico .....	47
Figura 6. Perfil Neossolo Litólico .....	47
Figura 7. Vegetação Cerrado “campo” Neossolo Quartzarênico .....	48
Figura 8. Perfil Neossolo Quartzarênico .....	48
Figura 9. Perfil Argissolo Vermelho .....	49

## **CAPÍTULO 1**

### **1. INTRODUÇÃO GERAL**

O Bioma Cerrado abriga o principal polo de expansão da produção agropecuária do Brasil. Destaca-se por ser o segundo maior do Brasil e sua área abrange desde o Pantanal Matogrossense até a faixa litorânea maranhense. Os fatores apontados como determinantes para a predominância das formações com fitofisionomias savânicas que caracterizam este bioma são o clima, os solos e o fogo, mas outras variáveis ambientais também contribuem para sua identificação.

O Cerrado piauiense é considerado a última fronteira agrícola no Brasil, principalmente pelo seu potencial para produção de grãos. É observado uma grande exploração nessa região nos últimos anos. Porém, pouco se sabe sobre as características dos solos que constituem essa região, características essas essenciais para escolha do uso do solo e do manejo mais adequado.

A formação e classificação dos solos tem sido uma área chave de pesquisa desde que a disciplina da ciência do solo surgiu no século XIX. Dokuchaev postulou em 1886 que o solo é sempre e em toda parte uma função do material de origem, do clima, da vegetação, e da idade e topografia do terreno. Jenny (1941) formalizou os fatores e não viu os fatores como formadores, criadores ou forças, mas como fatores estatais que definem o estado do sistema do solo.

Os fatores de formação de solo também influenciaram o desenvolvimento de sistemas de classificação de solos, embora diferentemente em vários países. Alguns sistemas de classificação dependem de processos específicos, mas a maioria dos sistemas usa propriedades morfológicas e características do solo para agrupar diferentes classes de solos.

Os solos no bioma do cerrado brasileiro são geralmente considerados de baixa fertilidade, ácidos, com mineralogia de argila caracterizada por óxidos de ferro e alumínio e caulinita. Em grande parte do território brasileiro, predominam solos altamente intemperizados, a maioria pertence à ordem dos Latossolos, onde predominam argilominerais de baixa atividade, que lhes conferem baixa CTC, o que com o baixo teor a matéria orgânica desses solos os tornam solos de carga variável dependente de pH. Em solos com tais características, a MOS exerce papel importante na dinâmica dos nutrientes. O objetivo deste

trabalho foi caracterizar atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos de solos formados em Cerrado de clima tropical com estação seca de inverno, o qual apresenta uma estação bem definida de chuvas e outra estação seca.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Fatores e Processos de Formação do Solo

A formação e classificação dos solos tem sido uma área chave de pesquisa desde que a disciplina da ciência do solo surgiu no século XIX. No início da ciência do solo a maioria das coisas que estavam sob os pés dos cientistas era amplamente desconhecida e suas especulações sobre a origem de muitas características do solo eram rudimentares. Por exemplo, houve teorias de que as pedras se desenvolveram em solos por precipitação química e que a turfa foi formada por algas. Os estudos iniciais sobre o solo no século XIX concentraram-se em dois ramos, na geologia e no material de origem de um lado, e química agrícola, por outro lado Hartemink (2013).

Dokuchaev postulou em 1886 que o solo é sempre e em toda parte uma função da rocha-mãe, o clima, a vegetação, a idade do terreno, e a topografia do terreno Dokuchaev (1883). Jenny (1941) formalizou os fatores e não viu os fatores como formadores, criadores ou forças, mas como fatores estatais que definem o estado do sistema do solo. Desta forma, os fatores de formação de solo proporcionaram um quadro forte para o nosso pensamento e abordagens e dominaram a pesquisa da gênese do solo desde que foram postulados. Em geral, a equação do fator formador do solo tornou-se um conceito popular em pedologia Bockheim et al.( 2005).

O conceito de solo, sua abrangência, estudo análise varia de acordo com o modelo conceitual das diferentes áreas de conhecimento. Para pedologia, o solo é um corpo tridimensional formado na superfície terrestre, por meio da interação dos fatores ambientais (material de origem, clima, relevo, organismos) agindo ao longo do tempo, varia espacialmente, é resiliente a perturbações, sendo capaz de ser destruído Ker (2012).

O entendimento da gênese do solo é a base para seu mapeamento, para sua classificação e para muitos outros estudos relacionados à formação do solo. O conhecimento de como o solo (no passado) se formou permite preservá-lo ou prever, como ele irá se comportar no presente e no futuro Lepsch (2011).

Cinco são os fatores de formação que motivam direta ou indiretamente as manifestações mais ou menos intensa dos fenômenos que ocorrem no solo: relevo, clima, organismos, tempo e material de origem. Segundo o modelo de formação (ou gênese) do solo concebido por Dokuchaev em 1883 e equacionado por Jenny (1941), os fatores ambientais

definem o sistema solo em termos variáveis que controlam as características do sistema: os solos formam e desenvolvem progressivamente sob a influência dos referidos fatores ambientais KER (2012).

Segundo o enfoque clássico equacionado por Hans Jenny (1941), no qual a proposição diz que para se avaliar o efeito de cada fator nas propriedades do solo, um fator é variável e os demais devem ser mantidos constantes. O conceito proposto por Jenny é útil para a compreensão dos processos pedogenéticos. A interação dos fatores ambientais (material de origem, clima, organismos, relevo, tempo) desencadeiam processos formadores dos solos, chamados processos pedogenéticos (ou pedogênicos), cuja as ações estão registradas nas feições morfológicas e na sua composição do solo Sokolov (1996).

A condição inicial para formação do solo é estabelecida pelas características do material de origem, os fatores clima e organismos, representam a adição de energia responsável para impulsionar o desenvolvimento do solo, tendo sua ação alterada pelo relevo local. Assim, as diferentes combinações dos fatores ambientais direcionam processos que atuam no substrato geológico ou no solo pré-existente acontecendo modificações pedogenéticas Ker (2012). Segundo o modelo de Simonson Chadwick & Graham (2000), um solo é alterado no local por meio de quatro processos múltiplos na forma de adições, perdas, transformações e translocação de materiais.

Os processos pedogenéticos específicos derivam da interpretação das características expressas pelos diferentes tipos de solos, considerando serem elas o resultado de um ou mais processos ou reações específicas condicionadas pelos fatores ambientais Fanning & Fanning (1989). Dentre os principais processos específicos destacam-se: melanização, leucinização, pedalização, silificação, ferralitização, plintização, laterização, lessivagem, podzolização, gleização, salinização, sodificação, ferrólise, carbonatação, sulfurização, paludização e pedoturbação.

## **2.2 Solos tropicais**

Clima tropical caracterizam-se por chuvas de verão e climas de savanas, ambos caracterizados por uma estação seca e uma estação chuvosa, com chuvas concentradas entre dezembro e maio Aguiar (2004). O clima tropical pode receber as seguintes denominações: tropical-equatorial, tropical-úmido-seco ou tropical do Brasil Central, encontrando-se distribuído em grandes áreas do Planalto Central Brasileiro e em boa parte das regiões

Nordeste e Sudeste Ribeiro & Walter (2008). As temperaturas são elevadas e apresentando duas estações bem definidas pelas chuvas, o inverno é quente e seco e o verão é quente e chuvoso. As temperaturas médias são superiores a 20°C, com amplitude térmica anual de até 7°C e precipitações de 1.000 a 1.500 mm ano<sup>-1</sup> Ker et al. (2012). O mundo tropical engloba aproximadamente 1/3 das terras do planeta, o que equivale a aproximadamente 50 milhões de km<sup>2</sup>. Apresentam condições ambientais diversas, desde áreas permanentemente congeladas até aquelas com temperaturas médias anuais acima de 25° C. Esta diversidade de ambientes tropicais pode ser analisada em função de seus solos.

Na maior parte da região tropical, a decomposição das rochas se fez com muita intensidade e os regolitos se formaram sem interrupções Lepsch (2011), associado com boa drenagem verificam-se nesses solos uma intensa remoção e lixiviação de cátions de reação básica, com resultante acúmulo de Al<sup>3+</sup> trocável nos sítios de carga negativa. Dada a hidrólise do Al<sup>3+</sup>, ocorre disponibilização de H<sup>+</sup>, que causa acidificação do meio. Nessas áreas é comum encontrar solos com valores de pH menor que 5 SBCS (2009).

Muito se tem falado sobre os solos tropicais e sua importância na segurança alimentar mundial. Segundo a FAO, em seu relatório estatístico anual de 2013 FAO (2013), a expansão da agricultura não será fácil e, hoje, pouco mais de 1,5 bilhão de hectares (12% da superfície terrestre) são usados para produção agrícola. A expansão teria que avançar sobre áreas florestadas, protegidas por razões ambientais ou usadas para assentamentos humanos.

Terras potencialmente acessíveis à agricultura estão distribuídas de maneira desuniforme entre as regiões e países. Aproximadamente 90% estão concentradas na América Latina e na África Subsaariana, sendo a metade deste percentual em apenas sete países – Brasil, República Democrática do Congo, Angola, Sudão, Argentina, Colômbia e Bolívia. Do outro lado, não existem terras acessíveis na Ásia (Sul e Ocidental) e no norte da África FAO (2013). Assim, a maioria das terras ainda disponíveis para uso agrícola encontra-se entre os trópicos.

### **Bioma Cerrado**

O Cerrado é a maior região de savana tropical da América do Sul, incluindo grande parte do Brasil Central, parte do nordeste do Paraguai e leste da Bolívia. Detém 5% da biodiversidade do planeta, sendo considerado a savana mais rica do mundo, porém um dos biomas mais ameaçados do País Aguiar (2004). Compreende aproximadamente 207 milhões de hectares, equivalente a 24% do território nacional, deste total IBGE (2004), o bioma já

perdeu 47,84% de sua cobertura de vegetação até 2008 – MMA (2007). Sua área nuclear abrange o Distrito Federal e dez estados: Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Tocantins, Maranhão, Bahia, Piauí, Minas Gerais, São Paulo e Paraná, somando aproximadamente 1.500 municípios IBGE (2004).

Faz limite com outros quatro biomas brasileiros: ao norte, encontra-se com a Amazônia, a nordeste com a Caatinga, a sudeste com a Mata Atlântica e a sudoeste, com o Pantanal. Particularmente nessas áreas de contato entre os biomas, chamadas de ecótonos, a biodiversidade é extremamente alta, com elevado endemismo de espécies. Nenhum outro bioma sul-americano possui zonas de contatos biogeográficos tão distintos, conferindo-lhe um aspecto ecológico único, com alta biodiversidade Dias (2008). Segundo o sistema Brasileiro de Classificação da Vegetação Brasileira IBGE (2012), o bioma é subdividido em quatro subgrupos de formação: que englobam as formações florestais (40.229.098 ha ou 32% do bioma), savânicas (75.655.044 ha ou 61%) e campestres (8.061.576 ha ou 7%) Embrapa Cerrados (2006) e MMA (2007).

O Cerrado apresenta precipitação pluvial média variando entre 600 a 800 mm no limite com a Caatinga e de 2.000 a 2.200 mm na interface com a Amazônia. Tal fato, associado a outros fatores abióticos e bióticos, reflete a existência de uma grande variabilidade de solos com diferentes níveis de intemperização Reatto & Martins, (2005) e Embrapa (2005).

Os solos no bioma do cerrado brasileiro são geralmente considerados de baixa fertilidade, ácidos, com mineralogia de argila caracterizada por óxidos de ferro e alumínio e caulinita M.B. Silva et al. (2017). Em grande parte do território brasileiro, predominam solos altamente intemperizados, a maioria pertence à ordem dos Latossolos, onde predominam argilominerais de baixa atividade (sesquióxidos e argilas 1:1), que lhes conferem, juntamente com a matéria orgânica, carga variável dependente de pH. Em solos com tais características, a MOS exerce papel importante na dinâmica dos nutrientes SBCS (2007). Os óxidos insolúveis de Fe e de Al mais frequentes em solos altamente intemperizados são a goethita ( $\alpha$ -FeOOH), a hematita ( $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) e a gibsitita ( $\gamma$ -Al(OH)<sub>3</sub>). A primeira confere cor amarela ao solo (2,5Y - 10YR) na ausência de hematita, enquanto, na segunda, a cor é avermelhada (2,5YR - 5R), mesmo quando ela aparece em pequenos teores SBCS (2009).

Os óxidos de Fe são um dos melhores indicadores ambientais no perfil do solo. As características destes minerais no perfil dos solos do Cerrado são fundamentais na



reconstrução da gênese do solo Inda Junior & Kampf (2003). Os óxidos de Fe têm sido avaliados sob três formas: (a) Fe total; (b) Fe constituinte dos óxidos de Fe pedogênicos; e (c) Fe constituinte dos óxidos de Fe pedogênicos de baixa cristalinidade. Através do conhecimento da distribuição relativa das diferentes formas de Fe é usado na interpretação da pedogênese, na avaliação das condições e da intensidade do intemperismo, no entendimento do comportamento físico e químico do solo e na classificação de solos.

Os solos do Cerrado são, em sua maioria, profundos, destacando-se as classes dos Latossolos. Esses tipos de solo representam cerca de 48 % da área do bioma, os arenosos (Neossolos Quartzarênicos), que representam cerca de 15% da área total, além desses, ocorrem em 7,5% da região os solos pedregosos e rasos (Neossolos Litólicos), geralmente de encostas, os orgânicos (Organossolos) e outros em menor quantidade Reatto et al. (2008).

#### **2.4 Solos derivados de arenito e solos arenosos**

As diversas paisagens associadas aos Cerrados dependem, entre outros aspectos, das formações geológicas com os seus respectivos tipos de rochas sedimentares, metamórficas e ígneas. As rochas sedimentares ocupam uma área considerável do Cerrado. Há uma variação pronunciada, especialmente dos arenitos que têm textura fina, média e grosseira. Em algumas formações, eles podem estar associados a rochas pelíticas. Além disso, existem diferenças em seus cimentos que podem ser silicoso, ferruginoso ou calcífero. Em solos originados de textura fina, a retenção de água das chuvas é maior, e sua permanência no perfil também aumenta Savanas (2008).

Arenitos quartzosos contêm mais de 50% de partículas de areia na forma de quartzo, além de agentes cimentantes variados (sílica, Fe e carbonatos) e minerais associados (feldspatos, micas). Os solos originados de arenitos quartzosos, em geral, têm textura grosseira, especialmente nos horizontes superficiais e alta permeabilidade; tendem a ser pobres em bases, com pouca reserva em nutrientes, especialmente sob climas úmidos em que a boa permeabilidade do material favorece a lixiviação. Os solos são profundos, exceto quando desenvolvidos em arenitos cimentados por sílica. Em arenitos cimentados com Fe, os solos tendem a ser Argissolos e Latossolos. Arenitos arcosianos (contêm 25% ou mais de feldspatos) tendem a originar solos mais argilosos (Argissolos e Latossolos) e, dependendo da taxa de lixiviação, com alta reserva em nutrientes Ker (2012).

Os Neossolos Quartzarênicos apresentam textura arenosa, ou seja, classes texturais areia ou areia franca, em todos os horizontes, até a profundidade de 1,50 m da superfície do solo, ou até o contato lítico. Outros solos apresentam horizontes de textura leve, tais como os Latossolos e Neossolos Flúvicos, Argissolos, Luvisolos, Planossolos e Plintossolos.

Na região do Matopiba, ao se excluir as áreas ocupadas por unidades de conservação da natureza e terras indígenas, os Neossolos Quartzarênicos ocorrem em 6,8 milhões de hectares (11,05%), e os Latossolos e os Argissolos, em 5,8 milhões de hectares (9,45%) Lumbreras et al. (2015).

Solos leves, com textura geralmente arenosa, são caracterizados, predominantemente, pela estrutura fraca, pequena granular ou por grãos simples, a qual confere grande friabilidade a esses solos. Entretanto, esses solos são altamente susceptíveis à erosão, em razão da baixa coesão entre os grãos e da baixa estabilidade de agregados Scopel et al. (2012). Características importantes, como retenção de água e permeabilidade, estão estreitamente associadas à textura do solo e à mineralogia da fração argila.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, L. M. S.; MACHADO, R. B.; MARINHO-FILHO, J. A diversidade biológica do Cerrado. In: AGUIAR, L. M. S. & CAMARGO, A. J. A. **Cerrado: ecologia e caracterização**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 2004.

BOCKHEIM, J.G., A\*, A.N. GENNADIYEV B, A.E. HARTEMINK A, E.C. BREVIK C . Soil-forming factors and Soil Taxonomy. *Geoderma* 226–227 (2014) 231–237

BOCKHEIM, J.G., GENNADIYEV, A.N., HAMMER, R.D., TANDARICH, J.P., 2005. Historical development of key concepts in pedology. *Geoderma* 124, 23–36.

CHADWICK, O.A. & GRAHAM, R.C. PEDOGENIC PROCESS. In: SUMMER, M.E., Ed, *Handbook of soil science*. Boca Raton, CRC Press, 2000. p. E41-E75.

DIAS, B. F. S. Conservação da biodiversidade no bioma Cerrado: histórico dos impactos antrópicos no bioma Cerrado. In: FALEIRO, F. G. & FARIAS NETO, A. L. **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. p. 303-333.

DOKUCHAEV, V.V., 1883. Russian Chernozem. Selected works of V.V. Dokuchaev, vol. I. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem (translated in 1967).

DONAGEMMA, K. G. et al. Caracterização, potencial agrícola e perspectivas de manejo de solos leves no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1003-1020, 2016.

EMBRAPA CERRADOS. 2006. **Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros: Mapeamento de Cobertura Vegetal do Bioma Cerrado**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/component/k2/item/7626?Itemid=926>.

EMBRAPA. EMBRAPA CERRADOS. *Conhecimento, tecnologia e compromisso ambiental / Embrapa Cerrados. – 2.ed. rev. e ampl.- Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005.*

FANNING, D.S. & FANNING, M.C.B. *Soil morphology, Genesis, classification*. New York, John Wiley & Sons, 1989. 395 p.

FAO Statistical Yearbook 2013 World Food and Agriculture. Food na Agriculture Organization of the United Nations, 2013. Disponível em: <[HTTP://www.fao.org/docrep](http://www.fao.org/docrep)>.

HARTEMINK, A. E.; BOCKHEIM, J.G.. Soil genesis and classification. *Catena* 104 (2013) 251–256

HOOSBEEK, M.R., BRYANT, R.B., 1994. Towards the quantitative modeling of pedogenesis—a review. *Geoderma* 55, 183–210

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Manual Técnico da Vegetação Brasileira

Inda Junior, A. V., & Kampf, N. Avaliação de procedimentos de extração dos óxidos de ferro pedogênicos com ditionito-citrato-bicarbonato de sódio. **Revista brasileira de ciência do solo**. Viçosa. Vol. 27, n. 6 (nov./dez. 2003), p. 1139-1147, 2003.

JENNY, H. Factors of soil formation: A system of quantitative pedology. New York, Dover Publications [1941]. 281p.

KER, J.C.; CURINI, N.; SCHAEFER, C.E.G. R. & VIDAL-TORRADO, P., Eds. *Pedologia; Fundamentos*. Viçosa, MG, SBCS, 2012. 343P.

LAL R. Managing World Soils For Food Security And Environmental Quality. *Advances in Agronomy*, v. 74, p. 155-192, Academic Press, 2001.

LEPSCH, IGO F. 19 Lições de pedologia / Igo F. Lepsch. – São Paulo: Oficina de Textos, 2011. ISBN 978-85-7975-029-8

LUMBRERAS, J.F.; CARVALHO FILHO, A. de; MOTTA, P.E.F. da; BARROS, A.H.C.; AGLIO, M.L.D.; DART, R. de O.; SILVEIRA, H.L.F. da; QUARTAROLI, C.F.; ALMEIDA, R.E.M. de; FREITAS, P.L. de. **Aptidão agrícola das terras do MATOPIBA**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2015. 48p. il. color. (Embrapa Solos. Documentos, 179)

M.B. Silva et al. / *Catena* 154 (2017) 107–117 Soils in the karst landscape of Bodoquena plateau in cerrado region of Brazil M.B. Silva a , L.H.C. dos Anjos b , Marcos Gervasio Pereira b , \*, Jolimar Antônio Schiavo c , Miguel Cooper d , Rafael de Souza Cavassani

MMA. 2007. **Biodiversidade do Cerrado e Pantanal: áreas e ações prioritárias para conservação**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira/%C3%A1reas%20priorit%C3%A1rias/item/493>

MMA. **Mapas de Cobertura Vegetal dos Biomas Brasileiros**. Brasília, DF. 2007.

REATTO, A. & MARTINS, E. S. Classes de solo em relação aos controles da paisagem do bioma Cerrado. In: SCARIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C. & FELFILI, J. M. (org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. MMA. Brasília, DF. 2005.

SANTOS, H.G. dos; CARVALHO JUNIOR, W. de; DART, R. de O.; AGLIO, M.L.D.; SOUSA, J.S. de; PARES, J.G.; FONTANA, A.; MARTINS, A.L. da S.; OLIVEIRA, A.P. de. **O novo mapa de solos do Brasil**: legenda atualizada. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 67p. (Embrapa Solos. Documentos, 130).

SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A. de; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. de. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

SAVANAS: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais / editores técnicos Fábio gelape Faleiro, Austeclínio Lopes de Farias Neto. – Planaltina, DF: Embrapa Cerrados; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 1198 p. : il. color. ISBN 978-85-7075-039-6

SBCS, Viçosa, 2007. Fertilidade do Solo, 1017p. (Eds. NOVAIS, R.F., ALVAREZ B., V.H., BARROS, N.F, FONTES, R.LF., CANTARUTTI, R,B. & NEVES, J.C.L).

SBCS, Viçosa, 2009. Química e Mineralogia do Solo, Parte II 685P. (Eds. Vander de Freitas Melo e Luís Reynaldo Ferracciú Alleoni).

SCOPEL, I.; SUERTEGARAY, D.M.A.; SOUZA, M.S.; PEIXINHO, D.M.; FERREIRA D.M. Neossolos Quartzarênicos órticos das áreas de areais do sudoeste do Rio Grande do Sul: características físicas e morfológicas. In: SUERTEGARAY, D.M.A.; SILVA, L.A.P. da; GUASSELLI, L.A. (Org.). **Arenização**: natureza socializada. Porto Alegre: Compasso Lugar-Cultura: Imprensa Livre, 2012. p.489-528.

SOKOLOV, I.A. The paradigm of pedology from Dokuchaev to the present Day. Eurasian Soil Sci., 29:222-232, 1996.

## CAPÍTULO 2

### **GÊNESE DE SOLOS DERIVADOS DE SEDIMENTOS ARENOSOS EM CERRADO DE CLIMA TROPICAL**

#### **RESUMO**

**SOUZA, Diego Ferreira de. Gênese de solos em cerrado de clima tropical com estação seca de inverno.** 2017, Cap. 2, 55p.. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal do Piauí, PI.

O entendimento sobre as características pedogenéticas dos solos é de grande importância para que se torne possível indicar o manejo menos impactante para cada classe de solo. Dito isto, o objetivo deste trabalho foi caracterizar atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos de solos formados em Cerrado de clima tropical com estação seca de inverno. Utilizaram-se cinco perfis localizados na microrregião do Alto médio Gurguéia, sudoeste do Estado do Piauí e que foram numerados de P1 a P5 seguindo a seguinte ordem: NEOSSOLO FLÚVICO Psamítico típico (RY), LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico (LA), NEOSSOLO LITÓLICO Distrófico fragmentário (RL), NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico (RQ) e ARGISSOLO VELMELHO Distrófico típico (TC). Os perfis foram submetidos à descrição morfológica e a amostragem em seus horizontes. Nestas amostras, foram caracterizadas a granulometria, argila dispersa em água (ADA), grau de floculação da argila (GF), pH, teores de Ca, Mg, K, P e matéria orgânica. Foram observados também a acidez trocável ( $Al^{3+}$ ) e a acidez potencial (H+Al). Foram caracterizados os teores totais de óxidos de Si, Fe, Al e Ti pelo método do ataque sulfúrico. Estes dados foram utilizados para o cálculo dos índices de intemperismo  $K_i$  e  $K_r$ . A terra fina seca ao ar (TFSA) de amostras retiradas de horizontes superficiais e subsuperficiais (exceto RL pela ausência de horizonte subsuperficial) foi analisada por difratometria de raios X (DRX). Os solos dessa região apresentaram-se com elevados teores de areia e com pH ácido e baixa saturação por bases (V), que é reflexo direto da influência do arenito na formação destes solos. Com os difratogramas da argila foi possível observar a presença de bentonita, caulinita, gibbsita, goethita, hematita, quartzo e rutilo. Conclui-se que é possível traçar um padrão entre os solos dessa região que é, principalmente, em resposta ao elevado teor de areia e a provável maior ocorrência de minerais 2:1 do grupo da bentonita.

**Palavras-chaves:** Formação Piauí; Formação Urucaia; Piauí; Pedogênese; Mineralogia do solo.

**SOUZA, Diego Ferreira de. Genesis of soils derived from sandy sediments in tropical climate cerrado.** 2017, 55p . Dissertation (Masters in Soil and Plant Nutrition) – Federal University of Piauí. PI<sup>1</sup>.

### **ABSTRACT**

The understanding of the pedogenetic characteristics of the soils is of great importance to assist in the decision making to indicate the least impactful management for each class of soil. The objective of this work was to characterize morphological, physical, chemical and mineralogical attributes of soils formed in Cerrado of tropical climate with dry winter season. Five profiles were located in the micro-region of Upper Gurguéia, southwest of the State of Piauí. The profiles were numbered from P1 to P5 following the following order: FLUVISOLS, FERRASOLS, LEPTOSOLS, ARENOSOLS and ACRISOLS. The profiles were submitted to morphological description and sampling in their horizons. Particle size, clay dispersed in water (ADA), clay flocculation degree (GF), pH, Ca, Mg, K, P and organic matter contents were characterized. Exchangeable acidity ( $Al^{3+}$ ) and potential acidity ( $H + Al$ ) were also observed. Based on the results of the chemical analyzes, the sum of bases (SB), cation exchange capacity (CTC), base saturation (V) and aluminum saturation (m) were calculated. The total contents of Si, Fe, Al and Ti oxides were characterized by the sulfuric attack method. The free iron ( $Fe_d$ ) forms were extracted with sodium dithionite-citrate-bicarbonate, and the badly crystallized iron ( $Fe_o$ ) was extracted with ammonium acid oxalate. The thin air dry soil (TFSA) of samples taken from surface and subsurface horizons (except RL due to absence of subsurface horizon) was analyzed by X-ray diffractometry (XRD). The sampled profiles presented characteristics compatible with the observations described in the Brazilian soil classification system. The soils of this region presented high levels of sand and acid pH and low saturation by bases (V), which is a direct reflection of the influence of the sandstone on the formation of these soils. With the clay diffractograms it was possible to observe the presence of kaolinite, gibbsite, goethite, hematite, quartz, muscovite, illite, rutile, anatase, vermiculite. It is concluded that it is possible to draw a pattern among the soils of this region which is mainly in response to the high sand content and the higher occurrence of 2: 1 minerals.

**Keywords:** Piauí Formation; Urucuaia Formation; Piauí; Pedogenesis; Mineralogy of soil;



## **Introdução**

O Bioma Cerrado abriga o principal polo de expansão da produção agropecuária do Brasil. Destaca-se por ser o segundo maior do Brasil e sua área abrange desde o Pantanal Matogrossense até a faixa litorânea maranhense. Os fatores apontados como determinantes para a predominância das formações com fitofisionomias savânicas que caracterizam este bioma são o clima, os solos e o fogo, mas outras variáveis ambientais também contribuem para sua identificação. IBGE (2004)

A geologia do Bioma Cerrado é uma das mais diversificadas do País, compreendendo rochas que remontam do Pré-Cambriano ao Cenozóico. O relevo exhibe uma gama muito grande de feições morfológicas distribuídas em níveis altimétricos diferenciados, constituindo unidades bem definidas, dentre as quais destacam-se planaltos, depressões e planícies. A amplitude altimétrica varia de cerca de 50 m no litoral até os 2.000 m. Os solos constam desde unidades representativas de mais de uma dezena de classes e são, em sua maioria, distróficos, ácidos e como altos valores de alumínio trocável. IBGE (2004).

O cerrado piauiense ocupa aproximadamente 11,5 milhões de hectares, sendo cinco milhões destes agricultáveis e três milhões adequados ao cultivo em grande escala Fontenele (2009). Considerando que o Estado do Piauí apresenta-se como uma das últimas fronteiras agrícolas do Brasil, sistemas de manejo conservacionistas devem ser adotados nessa área para evitar perdas de solo, água e nutrientes Pragana (2012).

Num país das dimensões do Brasil, existe variabilidade entre solos, em decorrência da heterogeneidade da interação entre os fatores de formação do solo, neste caso, provocado principalmente pela variação climática e de material de origem Oliveira & Costa (2004). A desconsideração desta variabilidade certamente resulta em equívocos na adoção de sistemas de manejo e na interpretação do potencial e limitação dos solos do cerrado.

Para o uso agrícola sustentável dos solos, é necessário conhecer as características intrínsecas e inerentes a cada região Santos (2012), em especial, naquelas que ainda estão no seu início de exploração. Este é o caso do cerrado do Piauí, que é uma das regiões mais promissoras na produção de alimentos, é dividida em quatro microrregiões: Bertolândia, Alto Parnaíba Piauiense, Alto Médio Gurguéia e Chapadas do Extremo Sul Piauiense. Possuem uma área de 8,5 milhões de hectares, representando cerca de 30% da área total do Cerrado setentrional brasileiro Aguiar & Monteiro (2005).

Pode-se afirmar que o grande desafio é tomar medidas que façam a agricultura atender a necessidade mundial de alimentos para uma população crescente, minimizando simultaneamente os impactos negativos nos diversos agentes ambientais Seufert et al., (2012).

Grande parte dos produtores desta região consideram informações generalistas sobre os solos do cerrado. Desta forma adotam manejos de seus sistemas produtivos partindo do princípio que seu o solo do cerrado é um Latossolo com características mineralógicas do argilo mineral caulinita Dick (1986). Inevitavelmente, isso induz o produtor ao erro, pois nem todo solo do cerrado é Latossolo e não se tem garantias de que a maior influência dos atributos do solo ocorre em resposta à ocorrência da caulinita.

Para mudar esta realidade, os primeiros passos envolvem a caracterização dos solos desta região, reconhecendo a influência dos fatores de formação do solo Lepsch (2015). Uma vez que, a evolução mineralógica de um solo, desde seu material de origem até seu horizonte mais superficial, é um processo inerente àquele solo, considerando que, com a modificação de um dos fatores de formação, o produto final, solo, será diferente Espindola (2010).

Assim sendo, objetivou-se com este trabalho caracterizar atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos de solos formados em cerrado de clima tropical com estação seca de inverno, na tentativa de encontrar padrões pedogenéticos que subsidiem maiores informações para o uso mais adequado dos solos do cerrado.

## 1. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de estudo e amostragem

A área de estudo localiza-se na mesorregião Alto Parnaíba no sudoeste do Estado do Piauí, microrregião do Alto Médio Gurguéia (Figura 1).



Figura 1. Microrregião do Alto Médio Gurguéia, sudoeste do Piauí. Fonte:

Esta região apresenta relevo ondulado, suave ondulado e escarpado. A área está inserida na Bacia hidrográfica do Gurguéia. Essa região é composta pelos tipos de solos como Latossolos Amarelos, Argissolos, Neossolos e Luvisolos Brasil (1973). O clima da área em estudo é tropical quente e úmido, tipo Aw na classificação de Köppen, com temperaturas e precipitação médias anuais de 26 °C e 1000 mm respectivamente, com estação chuvosa de outubro a abril, sendo de janeiro a março o trimestre mais chuvoso e apresentando ocorrência de veranicos. A vegetação típica da região em estudo é o cerrado subcaducifólio, com suas diversas fisionomias variando na paisagem, principalmente em função da profundidade dos solos.

## 2.2 Amostragem dos perfis do solo

Na microrregião do alto médio Gurguéia foram amostrados cinco perfis de solo, considerando a representatividade de cada um. Para selecionar os locais de amostragem, foi feita uma análise conjunta dos mapas de solos, identificando os solos de maior ocorrência na região, do mapa de geologia e do mapa de estrutura rodoviária com o intuito de selecionar os pontos de amostragem (Figura 2).

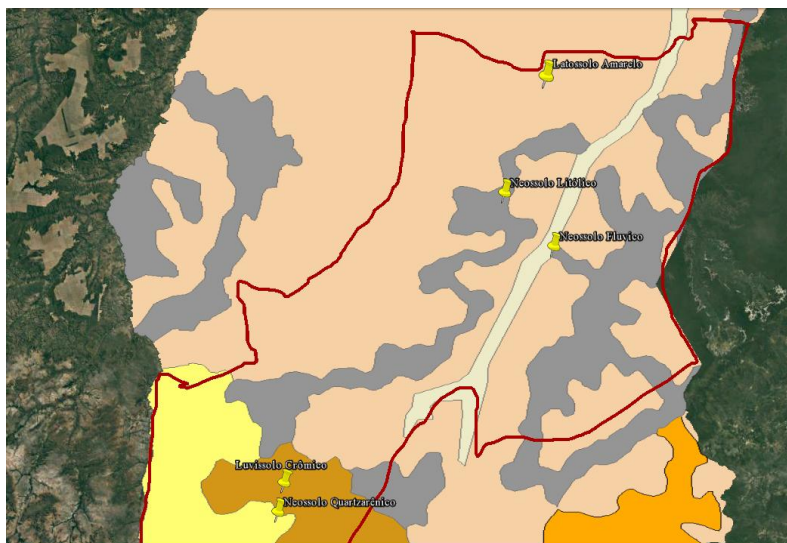


Figura 2: Delimitação da área e localização dos perfis amostrados

As aberturas dos perfis (Figura 2) ocorreram em áreas com mínimo ou nenhuma atividade antrópica, a fim de que fosse viável associar a mineralogia de cada local com os fatores e processos pedogenéticos. O planejamento amostral deste trabalho foi adaptado de outras pesquisas que também tinham o intuito de caracterizar, em grandes áreas, variáveis de notória importância ambiental e que estavam relacionadas diretamente com a pedogênese; Preston et al. (2014).

Os perfis foram identificados com P1 a P5 seguindo a ordem: NEOSSOLO FLÚVICO Tb Eutrófico típico (RY), LATOSSOLO AMARELO Distrófico típico (LA), NEOSSOLO LITÓLICO distrófico fragmentário (RL), NEOSSOLO QUARTZARÊNICO Órtico típico (RQ) e ARGISSOLO VERMELHO Distrófico típico (PV) (Tabela 1). Todos eles estão inseridos no bioma Cerrado, porém com porte de plantas de forma diferenciada. O principal material de origem destes solos é o Arenito, exceto o RY, que foi formado a partir de

sedimentos clásticos e solúveis de natureza fluvial. A cronoestatigrafia dos locais de amostragem se restringem à era Paleozóica, Mesosóica e Cenozóica.

Tabela 1. Descrição dos perfis estudados e caracterização do ambiente.

Município Coordenadas UTM – 23L	Litoestratigrafia <sup>a</sup>	Classificação <sup>b</sup>	Clima (Koopen) <sup>c</sup>	Vegetação <sup>d</sup>	Material de origem <sup>a</sup>	Posição na vertente (Altitude)	Cronoestratigrafia <sup>e</sup>
<b>Bom Jesus</b> <b>Lon.: 0564345</b> <b>Lat.: 8985958</b>	Depósitos Aluvionares	Neossolo Flúvico – RY P1	Aw 26.7 °C 1002 mm	Cerradão	Sedimentos inconsolidados	Sopé colúvio- aluvionar (275 m)	Cenozóico
<b>Palmeira do Piauí</b> <b>Lon.: 0569189</b> <b>Lat.: 9061930</b>	Formação Piauí Grupo Balsas	Latossolo Amarelo – LA P2	Aw 26.8 °C 1054 mm	Cerrado <i>stricto sensu</i>	Arenito, folhelho, argilito e siltito	Topo (555 m)	Paleozóico
<b>Currais</b> <b>Lon.: 0552164</b> <b>Lat.: 9016650</b>	Formação Piauí Grupo Canidé	Neossolo Litólico – RL P3	Aw 26.4 °C 986 mm	Cerrado “campo”	Arenito, siltito e folhelho	Encosta (350 m)	Paleozóico
<b>Barreiras do Piauí</b> <b>Lon.: 0461158</b> <b>Lat.: 8896026</b>	Formação Urucaia	Neossolo Quartzarênico – RQ P4	Aw 25.2°C 1029 mm	Cerrado “campo”	Arenito conglomerático	Sopé (505 m)	Mezozoico
<b>Gilbués</b> <b>Lon.: 0457948</b> <b>Lat.: 8923022</b>	Formação Piauí Grupo Balsas	Argissolo Vermelho Crômico – TC P5	Aw 25.0 °C 1054 mm	Cerrado <i>stricto sensu</i>	Arenito, folhelho, argilito e siltito	Topo (489 m)	Paleozóico

<sup>a</sup>Geobank-CPRM; <sup>b</sup>Santos et al., 2014; <sup>c</sup>INMET-Tipo, média de temperatura e de pluviosidade anual; <sup>d</sup>Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012); <sup>e</sup>Embrapa monitoramento por satélite – GeoWEB.

Além da ocorrência em diferentes posições das vertentes, os perfis amostrados encontram-se em locais que apresentam intensidades pluviométricas distintas, apesar de serem todos considerados como clima tropical com estação seca de inverno. Outro componente de diferenciação é a litoestratigrafia dos locais de amostragem, que envolvem materiais da formação Piauí (grupos Balsas e Canidé), formação Urucaia e depósitos aluvionares (Tabela 1).

Todo o processo de abertura do perfil, descrição morfológica e amostragem de solo foi realizada seguindo os critérios descritos por Santos et al. (2016).

## 2.3 Análises físicas e químicas

As amostras de cada horizonte ou camada foram secas ao ar e posteriormente destorradas, homogeneizadas e passadas em peneira de aço inox com malha de 2,00 mm (TFSA). Com a (TFSA) foram feitas as análises físicas. As análises físicas foram a granulometria e argila dispersa em água (ADA). O grau de floculação (GF) foi calculado de acordo com a metodologia Embrapa (2011).

As análises químicas foram o potencial hidrogeniônico (pH) em água e KCl, acidez potencial (H+Al) cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ), potássio ( $\text{K}^+$ ), alumínio ( $\text{Al}^{3+}$ ) utilizando as metodologias propostas por Raij et al. (2001). Enquanto que os teores de P e MO foram analisados utilizando a metodologia preconizada por Claessen (1997). Os valores equivalentes à soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%) obtidos por cálculos propostos por Embrapa (2011).

### 1.4 Análises mineralógicas

Para as análises mineralógicas foram selecionados os horizontes superficial e subsuperficial de cada perfil de solo (exceto RL pela ausência de horizonte subsuperficial). Esta seleção considerou a profundidade efetiva das raízes de plantas cultivadas no Cerrado e o horizonte diagnóstico por apresentar características pedológicas mais estáveis dentro do horizonte (Perfil P2 e P5 possuíam horizonte diagnóstico).

No ataque sulfúrico total as amostras foram tratadas com  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a fim de extrair os teores totais de óxidos de ferro ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) e alumínio ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), seguido de dissolução alcalina para óxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ) e titânio ( $\text{TiO}_2$ ) de acordo com Embrapa (2011). Essas informações foram utilizadas para calcular as relações moleculares  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  (Ki) e  $\text{SiO}_2/(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)$  (Kr).

Os óxidos de ferro ( $\text{Fe}_d$ ) livres foram extraídos com citrato-ditionito-bicarbonato Mehra & Jackson (1960) e o ferro ( $\text{Fe}_o$ ) mal cristalizados foi extraído com oxalato ácido de amônio, de acordo com a metodologia descrita por Camargo et al. (2009) adaptado de Schwertmann (1973).

Para as análises mineralógica as amostras de TFSA foram trituradas e pulverizadas passadas em ( $63\mu\text{m}$ ) e realizadas difração de raios-x (DRX), através do PANalytical - Empyrean, com anodo de cobalto, sob tensão de 40 kV e corrente de 30 mA. As amostras

foram analisadas pelo método do pó. Os registros por meio de varredura foram obtidos no intervalo de 5 a 75 ° 2 $\theta$  para as amostras totais pulverizadas. Os resultados foram interpretados com auxílio do software X'Pert HighScore 2.1 com banco de dados do ICDD (International Center for Diffraction Data).

Tratamentos: Parte da fração argila foi submetida aos pré-tratamentos de eliminação de matéria orgânica, óxidos de ferro livre e carbonatos; em seguida, as amostras foram saturadas com KCl e MgCl<sub>2</sub>. As amostras saturadas com KCl foram analisadas sob temperatura ambiente (K25) e aquecidas a 550 °C (K550), e aquelas saturadas com MgCl<sub>2</sub> foram analisadas diretamente sob essa condição (Mg) e após solvatação com glicerol (Mg-Gli). Em ambos os casos de saturação, as amostras foram analisadas sob a forma de agregados orientados sobre lâminas de vidro. Além dos tratamentos supracitados, as amostras que apresentaram minerais esmectíticos foram submetidas ao teste de Greene-Kelly, cujo procedimento detalhado encontra-se em Lim & Jackson (1986).

## 2. Resultados e Discussão

### 3.1 Morfologia do solo

No perfil representativo da classe dos Neossolos Flúvicos (P1), delimitou-se os horizontes A e camadas 2C1-3C2-4C3-5C4-6C5-7C6-8C7-9C8 ao longo de 2,0 m de profundidade (Tabela 2). O P1 apresentou heterogeneidade ao longo do perfil, principalmente na textura e cor do material que compõe a fase sólida do solo. A cor variou de matizes 5YR a 7,5YR, que é reflexo da adição de óxidos de ferro, principalmente hematita e goethita. Verificou-se indícios também da ocorrência de minerais de argila 2:1 nestes solos, uma vez que, sua consistência é ligeiramente dura quando seca (é possível verificar rachaduras na superfície destes solos no período seco), o que veio a ser confirmado com a análise de DRX. Ainda em relação a cor, observa-se que a heterogeneidade do valor e do croma, que pode ser um indicativo de distribuição errática de matéria orgânica pelo fato deste componente ser responsável pelo escurecimento do solo Demattê et al. (2011). Enquanto o horizonte A deste perfil apresentou textura franco-argiloarenosa, as demais camadas apresentaram textura areia, areia franca e franco-arenosa de forma alternada. De acordo com Santos et al. (2014), a individualização do horizonte A nos Neossolos é uma característica típica e suas características possuem ligação direta com o material de origem. No caso dos Neossolos Flúvicos, essa relação provoca essa heterogeneidade ao longo do perfil, uma vez que o material de origem deste solo são sedimentos inconsolidados Barbosa et al. (2017).

O P2 apresentou textura areia franca nos horizontes A e AB e franco-argiloarenosa nos horizontes diagnósticos BW1-BW2 (Tabela 2). Na profundidade de 0,6 m, inicia-se o horizonte B latossólico (Bw1) com espessura de 50 cm e com microagregação moderada. A matiz 5Y foi observado em todos os horizontes do perfil, o que indica a presença de goethita neste solo Corrêa et al. (2008), indicando pouco  $Fe_2O_3$  no material de origem ou drenagem deficiente no perfil Gomes et al., (2004). Esta característica é típica de solos que foram formados pelo processo específico de Ferralitização, que resulta na formação de solos com teores elevados de óxidos de ferro.



Tabela 2. Descrição morfológica dos perfis estudados.

Horizonte	Prof. (m)	Cor (úmida)	Estrutura <sup>a</sup>	Consistência			Transição <sup>b</sup>
				Seca	Úmida	Molhada	
<b>P1 – Neossolo Flúvico</b>							
A	0-0,15	5YR 4/3	F; Peq; e BloSub	Lig. Dura	Friável	Não plástico	Grad e Pla
2C1	0,15-0,35	5YR 6/6	Gs; Mpeq e Granu	Lig. Dura	Friável	Não plástico	Grad e Pla
3C2	0,35-0,45	7.5YR 7/6	Gs; Mpeq e Granu	Lig. Dura	Friável	Não plástico	Abr e Pla
4C3	0,45-0,80	7.5YR 7/6	Gs; Mpeq e Granu	Lig. Dura	Friável	Lig. plástico	Grad e Pla
5C4	0,80-1,10	5YR 5/4	F; grande e BloSub	Lig. Dura	Friável	Lig. plástico	Abr e Pla
6C5	1,10-1,30	5YR 5/	Mo; Peq; e BloSub	Lig. Dura	Friável	Pegajoso	Abr e Ond
7C6	1,30-1,40	5YR 5/4	Mo; Mpeq e BloSub	Lig. Dura	Friável	Pegajoso	Grad e Pla
8C7	1,40-1,60	7.5YR 6/8	Gs; Mpeq e BloSub	Lig. Dura	Friável	Lig. pegajoso	Grad e Pla
9C8	1,60-2,00+	7.5YR 6/8	Gs; Mpeq e BloSub	Lig. Dura	Friável	Lig. pegajoso	-
<b>P2 – Latossolo Amarelo</b>							
A	0-0,20	5Y 2.5/2	Mo; Mpeq e BloSub	Lig. dura	Friável	Não plástico	Cla
AB	0,20-0,35	5Y 5/2	Mo; Peq; e BloSub	Lig. dura	Friável	Não plástico	Grad
BA	0,35-0,60	5Y 7/4	Mo; Peq; e BloSub	Lig. dura	Friável	Não plástico	Dif
BW1	0,60-1,10	5Y 7/6	Mo; Peq; e Granu	Lig. dura	Friável	Lig. plástico	Dif
BW2	1,10-2,10+	5Y 7/6	Mo; Peq; e Granu	Lig. dura	Friável	Lig. plástico	-
<b>P3 – Neossolo Litólico</b>							
A	0-0,10	7.5YR 7/1	Fra; Peq; e Granu	Lig. dura	Friável	Lig. plástico	Abr e Des
<b>P4 – Neossolo Quartzarênico</b>							
A1	0-0,20	5YR 4/4	Fra; Peq; e BloSub	Macia	Muito friável	Não pegajoso	Dif e Pla
A2	0,20-0,55	5YR 5/6	Fra; Peq; e BloSub	Macia	Muito friável	Não pegajoso	Grad e Pla
C1	0,55-1,13	5YR 6/8	Fra; Peq; e BloSub	Macia	Muito friável	Não pegajoso	Cla e Pla
C2	1,13-2,00+	5YR 6/8	Fra; Peq; e BloSub	Macia	Muito friável	Não pegajoso	-
<b>P5 – Argissolo Vermelho</b>							
BA	0-0,10	2.5YR 4/6	F; Med e BloSub	Dura	Firme	Lig. pegajoso	Pla e Cla
Bt	0,10-0,85	10R 4/8	F; Med e BloSub	Dura	Firme	Lig. Pegajoso	Pla e Cla
BC	0,85-1,10	10R 4/8	F; Med e BloSub	Dura	Muito firme	Lig. pegajoso	Pla e Cla
CR	1,10-1,30	10R3/6	F; grande e BloSub	Muito dura	Muito firme	Lig. pegajoso	-

<sup>a</sup>F, Forte; Fra, Fraca; Mo, Moderada; Gs, Grãos simples; Mpeq, Muito pequena; Peq, Pequena; Med, Médio; BloSub, Blocos subangulares; Granu, Granular. <sup>b</sup>Grad, Gradual; Dif, Difusa; Abr, Abrupta; Cla, Clara; Pla, Planta, Ond, Ondulada; Des, Descontínua.

A atual posição na paisagem do P2 (Tabela 2) e a forma levemente ondulada do relevo são relevantes para a ocorrência deste processo. A atividade biológica é muito evidente no horizonte A, de modo que sua coloração (valor = 2) demonstra sinais claros do processo de melanização Kämpf & Curi (2012). No entanto, nos horizontes A e AB, observa-se que o (croma = 2), resultando num tom de cor mais acinzentado. Segundo Santos et al. (2014), o tom de cor acinzentado pode indicar processo de gleização. Dessa forma, podemos supor que estes Latossolos, apesar de hoje estarem no topo da paisagem, já sofreram forte influência da estacionariedade da água na sua

O P3 (Tabela 2), localizado no município de Currais, é o perfil menos desenvolvido em relação aos demais perfis estudados. Foi observado um horizonte A sobre uma camada Cr com contato lítico a menos de 50 cm de profundidade. Este Neossolo Litólico apresenta horizonte A com textura franco-argiloarenosa, com cor dominante de cinzento muito escuro (7.5YR 3/1). Este perfil se encontra numa posição da paisagem tipicamente erosional, o que impede a formação de solos bem. A vegetação sobre este solo possui baixa densidade populacional com plantas com pequena quantidade de folhas, resultando no pouco aporte de material orgânico para que seja submetido ao processo de melanização. Isso justifica o fato de ter sido observado no horizonte A uma estrutura fraca. A camada Cr é constituída por matações angulares e subangulares de rocha, perfazendo mais de 90 % do volume de sua massa, com a parte restante preenchida por material intemperizado (horizonte A). A atual condição climática pode promover maiores avanços na formação do solo, outros fatores, como organismos e o relevo não dão condições para potencializar o uso destes solos para a produção de alimentos.

O P4 (Tabela 2) representa o Neossolo Quartzarênico que possui uma área de abrangência representativa no Cerrado Piauiense. Apresentou sequência de horizontes A1-A2-C1-C2, profundidade superior a 2,0 m. Sabemos que a evolução do solo é uma analogia que se faz utilizando as características do horizonte B e não a profundidade do perfil (Santos et al., 2014), por isso, este perfil é representativo para as classes do Neossolos Quartzarênicos. Mesmo sendo um solo em vias iniciais de formação, ele apresentou estrutura fraca e em blocos subangulares, que é um indicativo de que já existe a atuação de agentes cimentantes. Isso pode ser reflexo da pequena atuação dos óxidos de ferro devido sua coloração ser de matiz 5YR, ou então a areia muito fina associada ao silte pode estar ajudando neste comportamento. Desconsideramos a atuação da matéria orgânica neste aspecto pelo fato dos

horizontes apresentarem valor e croma elevados, que resultam em cores mais claras, indicando geralmente baixos teores deste componente Dantas et al. (2014).

O Argissolo Vermelho (P5) é um solo pouco profundo, com a espessura menor que 1,30 m. O perfil apresentou o horizonte BA com coloração vermelha (2,5YR 4/6) e os horizontes Bt, BC e Cr apresentaram coloração no matiz vermelho a vermelho muito escuro (10R 4/8, 4/8 e 4/6 respectivamente). Estas cores avermelhadas, como observada no perfil evidência o reflexo do material de origem rico em minerais como fonte principal de fonte de Fe, sendo está característica reflexo da ferralitização. Quanto ao grau de desenvolvimento estrutural, o horizontes Bt apresentou-se como forte, ou seja, as unidades estruturais são bem definidas e com pouco material solto. Esta fato pode ser associado a ocorrência expressiva de agentes cimentantes como argilominerais 2:1 e de óxidos de ferro. De acordo com Côrrea et al. (2008), os óxidos de Fe, principalmente hematita e goethita, possuem grande relação com os fenômenos de estruturação e agregação dos solos. Em relação à consistência, o P5 apresentou ligeira plasticidade e pegajosidade. Essa característica está associada com maior teor de argila promovendo maior expressão das forças de coesão e adesão.

### **3.2 Atributos físicos e químicos**

Observa-se no P1 a distribuição errática do teor de argila variando de 25 a 204 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 3). A influência fluvial na formação dos Neossolos Flúvicos é comprovada pelo valor de ADA, que neste perfil, ficou maior que 25 em todos os horizontes. No entanto, nenhum dos horizontes apresentou teores de areia menores que 741 g kg<sup>-1</sup>, sendo, na sua maioria, composta por Areia Fina (horizontes A, 2C1, 3C2, 4C3, 8C7 e 9C8).

A fração mineral dos horizontes que compõem o P2 é composta em sua maioria por areia (Tabela 3), variando de 884 a 713 g kg<sup>-1</sup> entre os horizontes A e Bw2. Essa fração é composta na sua maioria por Areia Fina, com teores entre 373 a 492 g kg<sup>-1</sup>. O silte possui pouca ocorrência destes solos, com concentrações abaixo dos 40 g kg<sup>-1</sup>. Os teores de argila aumentam à medida que se aprofunda no perfil, iniciando com 100 g kg<sup>-1</sup> no horizonte A, e elevando - se até 251 g kg<sup>-1</sup> no horizonte Bw2. A translocação de argila é um processo natural que pode ocorrer, inclusive em Latossolos e, no P2, essa característica não apresentou quantidade suficiente para que se enquadrasse como gradiente textural Santos et al. (2014). Observa-se que o material de origem teve forte influência sobre a formação deste Latossolo Amarelo, evidenciando a influência do Arenito em suas características. Apesar disso, observa-

se que o P2 apresenta elevado grau de agregação, uma vez que o mesmo apresentou valores de GF acima de 75% em todos os horizontes.

Tabela 3. Caracterização física dos horizontes dos perfis estudados.

Horizonte	Prof. m	-----g.kg <sup>-1</sup> -----							Argila (c/disp)	Silte	Floculação %	Classe textural
		AMF	AF	AM	AG	AMG	AT	Argila (água)				
P 1 – Neossolo Flúvico												
A	0-0,15	252	410	52	14	13	741	51	204	55	75	FAR
2C1	0,15-0,35	236	671	57	1	0	965	25	25	10	0	A
3C2	0,35-0,45	90	728	135	1	0	954	25	25	21	0	A
4C3	0,45-0,80	312	511	35	3	1	862	25	100	38	75	AF
5C4	0,80-1,10	259	135	49	24	6	810	25	153	37	84	AF
6C5	1,10-1,30	98	195	375	216	30	914	25	75	11	67	A
7C6	1,30-1,40	296	271	105	47	5	724	25	101	15	75	FAR
8C7	1,40-1,60	436	477	12	3	0	928	25	50	22	50	A
9C8	1,60-2,00 <sup>+</sup>	177	424	327	21	1	950	25	25	25	0	A
P2 – Latossolo Amarelo												
A	0-0,20	79	480	278	43	4	884	25	101	15	75	AF
AB	0,20-0,35	108	492	241	36	2	879	25	100	21	75	AF
BA	0,35-0,60	67	478	223	31	1	800	0	176	25	100	FRA
BW1	0,60-1,10	99	398	223	36	2	758	0	226	16	100	FAR
BW2	1,10-2,10	90	373	213	36	1	713	0	251	35	100	FAR
P3 – Neossolo Litólico												
A	0-0,10	140	366	179	41	15	741	126	202	58	38	FRAR
P4 – Neossolo Quartzarênico												
A1	0-0,20	398	453	88	2	5	946	0	25	29	100	A
A2	0,20-0,55	361	437	109	2	1	910	0	75	15	100	A
C1	0,55-1,13	398	422	105	1	1	927	0	50	23	100	A
C2	1,13-2,00 <sup>+</sup>	398	404	97	1	0	900	25	75	25	67	A
P5 – Argissolo Vermelho												
A	0-0,10	135	468	203	18	5	829	75	125	45	40	AR
BA	0,10-0,20	82	322	196	20	4	624	0	201	175	100	FAR
Bt	0,20-0,85	84	307	180	18	5	594	0	251	155	100	FAR
BC	0,85-1,10	109	312	177	18	6	622	0	226	152	100	FAR
CR	1,10-1,30	91	338	209	21	4	663	25	175	161	86	FAR

<sup>a</sup>FAR, Franco-argiloarenosa; FRAR, Franco-argilorenosa; FRA, Francoarenosa; AF, Areia franca; A, Areia.

A Areia Muito Fina também teve maior ocorrência do P3, compondo quase 50% da fração areia, que foi de 741 g kg<sup>-1</sup> e o teor de Argila foi de 202 g kg<sup>-1</sup>, classificando este solo como de textura franco-argilorenosa. Seu GF foi de 38%, que é um comportamento normal quando se trata de um solo jovem. Nestas situações, o solo passou por pouca hidrólise e

oxidação, onde predomina a bissialitização e baixa ocorrência de óxidos que promoveriam esta agregação Kämpf e Curi, (2012).

No P4 quanto à composição granulométrica relativa à TFSA, foi observado o predomínio da fração areia total, cujos valores variaram entre 900 a 946 g kg<sup>-1</sup>, com maior quantidade de areia fina grossa, com teores entre 404 a 453 g kg<sup>-1</sup>, enquanto os teores de areia muito fina variaram entre 361 e 398 g kg<sup>-1</sup>. Os teores de silte variaram entre 15 e 29 g kg<sup>-1</sup>. Em relação a argila os teores variaram de 25 a 75 g kg<sup>-1</sup>.

O gradiente textural é observado no horizonte Bt do P5, em observância com Santos et al. (2014). Dentre os solos estudados, este foi o que apresentou menores teores de areia, com concentração entre 594 e 663 g kg<sup>-1</sup>. Assim como os outros perfis, a AF foi a que ocorreu em maior proporção dentro da fração areia, evidenciando que o intemperismo físico e a formação e características da AF dos solos dessa região precisam ser mais estudados.

Os resultados referentes às análises químicas estão apresentados na (Tabela 4). Os atributos químicos do P1 evidenciaram variações significativas entre o horizonte A e as demais camadas principalmente nos teores de P, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, M.O e CTC e nos valores apresentados de pH, SB, V% e m% indicando haver composição diferenciada (descontinuidade de material de origem) entre os horizontes (Tabela 4). O P1 apresentou pH em H<sub>2</sub>O, com valores entre 4,56 e 5,09. As características químicas de cada camada do P1 guardam uma estreita relação com o material de origem característico desta classe de solo na qual é formado pelo transporte de sedimentos e posterior deposição de material inconsolidado que é trazido pela vazante do rio Gurguéia.

Os valores de pH do P2 foram baixos, enquadrando-se na classe de reação como solo fortemente ácido Embrapa (2006), com pH no horizonte A chegando a 4,56 e 3,6, em água e KCl, respectivamente. O pH aumentou com a profundidade, chegando a 5,09 em água e 4,01 em KCl no horizonte Bw2. Este parâmetro reflete as condições climáticas da região, pois a precipitação média anual de 1000 mm favorece a lixiviação das bases promovendo a acidificação do solo. O ΔpH foi mantido negativo ao longo de todo perfil, indicando carga líquida negativa, refletindo a natureza caulínica e a pobreza química destes solos Melo et al., (2006).

Tabela 4. Caracterização química dos perfis estudados.

Horizonte	pH		ΔpH	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	SB	V	m	M.O	H + Al	CTC
	H <sub>2</sub> O	KCl												
P1 – Neossolo Flúvico														
A	6,06	5,14	-0,92	31	0,56	3,9	1,7	0,2	6,16	70	3	3	2,6	8,76
2C1	6,2	4,54	-1,66	19	0,13	0,7	0,3	0,2	1,13	45	15	1	1,4	2,53

3C3	5,73	4,3	-1,43	9	0,05	0,5	0,2	0,1	0,75	43	12	0,1	1	1,75
4C3	6,05	4,43	-1,62	29	0,15	1,2	0,7	0,1	2,5	56	5	2	1,6	3,65
5C4	6,93	5,56	-1,37	9	0,39	3,7	3,9	0,1	8	92	1	5	0,7	8,7
6C5	7,17	5,17	-2	13	0,11	0,8	1,2	0,1	2,11	81	5	0,1	0,5	2,61
7C6	6,22	5,04	-1,18	5	0,17	1,1	2	0,1	3,27	78	3	1	0,9	4,17
8C7	6,66	4,97	-1,69	4	0,08	0,7	1	0,1	1,78	3	5	0,1	0,4	2,18
9C8	6,6	5,07	-1,53	3	0,04	0,4	0,1	0,2	0,52	46	28	0,1	0,6	1,12
P2 – Latossolo Amarelo														
A	4,56	3,6	-0,96	1,7	0,04	0,4	0,02	0,13	0,41	10	76	9	3,5	3,91
AB	4,71	3,78	-0,93	1,7	0,04	0,4	0,02	0,6	0,41	16	59	4	2,2	2,61
BA	4,9	3,79	-1,11	1,7	0,04	0,4	0,02	0,5	0,41	19	55	4	1,7	2,11
BW1	4,89	3,9	-0,99	1,7	0,04	0,5	0,02	0,5	0,51	24	50	3	1,6	2,11
BW2	5,09	4,01	-1,08	1,7	0,04	0,5	0,02	0,3	0,51	28	37	1	1,3	1,81
P3 – Neossolo Litólico														
A	4,23	3,46	-0,77	4	0,06	0,1	0,1	1,1	0,26	6	81	18	4,1	4,36
P4 – Neossolo Quartzarênico														
A1	5,34	3,92	-1,42	2	0,04	0,1	0,02	0,5	0,14	8	78	5	1,7	1,84
A2	5,58	4,17	-1,41	1,7	0,04	0,05	0,02	0,4	0,01	1	98	2	1,7	1,71
C1	5,04	4,04	-1	1,7	0,04	0,05	0,02	0,4	0	0	100	2	1,8	1,8
C2	4,96	3,98	-0,98	1,7	0,04	0,05	0,02	0,4	0,01	1	98	0,04	1,6	1,61
P5 – Argissolo Vermelho														
A	4,14	3,38	-0,76	3	0,05	0,05	0,1	0,8	0,02	5	84	13	3,1	3,25
BA	4,38	3,54	-0,84	1,7	0,03	0,05	0,03	0,9	0,01	1	99	2	1,5	1,51
Bt	3,64	3,3	-0,34	1,7	0,03	0,05	0,03	1,1	0,04	2	96	2	2,3	2,34
BC	3,6	3,23	-0,37	1,7	0,03	0,05	0,03	1	0,01	0	99	2	2,2	2,21
CR	3,79	3,2	-0,59	1,7	0,03	0,05	0,03	0,8	0,01	1	99	2	0,9	0,91

O valor de SB variou de 0,41 a 0,51  $\text{cmol}_c^+ \text{kg}^{-1}$ , os valores aumentaram em profundidade. Os teores de  $\text{Ca}^{2+}$  foi maior do que o teor de  $\text{Mg}^{2+}$  em todos os horizontes e assim como a SB os valores cresceram em profundidade. O teor de  $\text{K}^+$  se aproximou de zero, em ambientes com elevadas temperaturas, precipitações e boa drenagem, o feldspato se transforma diretamente em caulinita e o  $\text{K}^+$  é facilmente. Além disto, o arenito, material de origem deste solo, é uma rocha pobre em elementos básicos. Os teores de  $\text{Al}^{3+}$  e  $\text{H}^+$  decresceram com a profundidade. De acordo com Menezes et al., (2005), teores de  $\text{Al}^{3+}$  superiores a  $0,8 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$  são considerados altos. O horizonte A do perfil apresentou valor superior ao indicado por Menezes et al., (2005). Segundo Inda Junior et al., (2007), a formação de complexos organometálicos com  $\text{Al}^{3+}$  eleva a resistência da matéria orgânica e minimiza as perdas de  $\text{Al}^{3+}$ .

O valor da CTC diminui com a profundidade, acompanhando a diminuição do  $H^+$  e  $Al^+$ , característica marcante dos Latossolos. O CO contribui para a CTC mais elevada no horizonte A, pois as cargas dependentes de pH nestes solos são originadas predominantemente pela matéria orgânica (Fontes et al., 2001). Dessa forma, a dinâmica da CTC é muito influenciada pelos teores de matéria orgânica no solo. Nos horizontes BW, a caulinita, predominante nesse solo, é o mineral que contribui com a CTC. O Latossolo analisado apresentou valores de pH, Ca, Mg, H, Al, valor SB e CTC próximos aos reportados por Pragana (2012) para Latossolo do Sudoeste do Piauí.

Inversamente à CTC, a saturação por bases (V) aumentou com a profundidade devido ao decréscimo de hidrogênio ao longo do perfil, caracterizando este solo como distrófico. Os valores de V% variaram de 10 a 28%. A saturação por alumínio (m%) foi mais alta no horizonte superficial, concordando com os resultados obtidos por Ferreira et al. (2010).

Os perfis P3, P4 e P5 apresentaram limitada disponibilidade de nutrientes, com baixos valores de soma de bases (SB), baixa capacidade de troca de cátions (CTC), baixos teores de  $Al^{3+}$  e altos valores de saturação por  $Al^{3+}$  (m) (Quadro 3). Os baixos valores de CTC, inferiores a  $4,36 \text{ cmolc kg}^{-1}$ , refletem a pobreza do material de origem desses. A pobreza química destes perfis está relacionada ao material de origem inicialmente mais pobre em minerais fontes de cátions básicos, principalmente de  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ . A textura arenosa, com elevada condutividade hidráulica, também contribui para uma maior lixiviação dos cátions básicos do perfil. Os teores mais elevados de  $Ca^{2+}$  nos horizontes devem estar relacionados à ciclagem de nutrientes pela vegetação e evidenciam a importância da adoção de práticas de manejo que favoreçam a manutenção e, ou o aumento dos teores de matéria orgânica para assegurar um melhor status de saturação por bases em tais solos.

O pH em KCl se evidenciou menor que em água em todos os perfis, caracterizando um  $\Delta pH$  negativo, indicando carga líquida negativa, e uma fração coloidal com predominância de troca catiônica.

Os baixos teores dos cátions trocáveis estão relacionados à natureza do material de origem e à constituição essencialmente arenosa desses solos. O material de origem é essencialmente formado por Quartzo. A constituição arenosa e os baixos teores de carbono orgânico conferem baixa capacidade de troca de cátions a esses solos, o que favorece uma forte lixiviação dos elementos durante as estações chuvosas e, conseqüentemente, seus baixos teores trocáveis nos solos.

### 3.3 Atributos mineralógicos

Os teores de ferro determinados por ditionito-citrato-bicarbonato ( $Fe_d$ ) e oxalato de amônio ( $Fe_o$ ) estão apresentados na Tabela 5. Em geral, todos os solos apresentaram baixos teores de ferro extraído por DCB ( $Fe_d$ ) e oxalato ácido ( $Fe_o$ ) como resultado da pobreza dessas formas no material de origem e de perdas (vertical e lateral) durante a pedogênese sobre condições climáticas quentes e úmidas.

Tabela 5. Teores de óxidos por ataque sulfúrico em porcentagem, índices Ki e Kr,  $Fe_d$  e  $Fe_o$  em  $g\ kg^{-1}$ .

Horizonte	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ki	Kr	$Fe_d$	$Fe_o$	$Fe_o/F_d$
P1 – Neossolo Flúvico									
A	6,40	3,33	0,48	1,35	3,27	2,73	0,91	0,52	0,57
4C3	4,80	2,20	0,36	0,87	3,71	3,12	0,95	0,61	0,64
P2 – Latossolo Amarelo									
A	6,10	4,15	0,61	2,96	2,5	1,81	1,89	0,31	0,16
BW1	8,90	8,50	0,90	3,15	1,78	1,51	1,49	0,17	0,11
P3 - Neossolo Lítico									
A	7,70	6,65	0,33	0,85	1,97	1,92	1,00	0,18	0,18
P4 - Neossolo Quartzarênico									
A1	3,20	1,48	0,16	0,36	3,68	3,35	0,62	0,19	0,31
A2	4,60	2,46	0,22	0,33	3,18	3,08	0,66	0,27	0,41
P5 - Argissolo Vermelho									
BA	9,80	6,71	0,40	1,67	2,48	2,26	1,81	0,12	0,07
Bt	8,70	7,98	0,48	1,62	1,85	1,73	1,04	0,05	0,05

Foram observadas variações nos teores de  $Fe_d$  de 0,62 a 1,89  $g\ kg^{-1}$ , sendo os maiores valores encontrados nos horizontes superficial do P2, P3 e P5, e maiores valores no horizonte subsuperficial do P1 e P4. O perfil de distribuição das várias formas de óxidos de ferro apresenta padrão semelhante ao encontrado por outras pesquisas em Latossolos e Neossolos Kampf, (1988).

O aumento do teor de  $Fe_d$  nos perfis P1 e P4 implicou no aumento de valores de  $Fe_o$ . Tal fato sugere que o ambiente pedogenético atual esta favorecendo a formação de formas



menos cristalinas ou esta ocorrendo a conversão de formas menos cristalinas para formas de maior cristalinidade. O teor de  $Fe_o$  variou de 0,05 a 0,61  $g\ kg^{-1}$  nos perfis estudados.

A relação  $Fe_o/Fe_d$  sugere que as formas de cristalinidade ocorrem de forma mais expressiva nos Neossolos (Flúvico, Litólico e Quartzarênico) em comparação ao Latossolo Amarelo e Argissolo Vermelho. Para o P2, a referida relação variou de 0,11 a 0,16, semelhantes aos valores encontrados por Alleoni & Camargo (1995) para LA do Brasil. De acordo com Alleoni e Camargo (1995) quanto maiores os valores dessa relação, menor o grau de cristalinidade dos compostos de ferro e, portanto, menos evoluído é o solo, pois essa relação exprime a evolução do elemento no solo e evidencia, entre outros fatores, o grau de intemperismo. Quanto menor a relação óxido amorfo ( $Fe_o$ ) /óxido total ( $Fe_2O_3$ ), maior o predomínio das formas bem cristalizadas do óxido KÄMPF et al. (1988).

### 3.4 Ataque sulfúrico

Os teores de óxidos totais provenientes do ataque sulfúrico, índices  $K_i$  e  $K_r$  e relação  $Fe_o/Fed$  podem ser observados no (Tabela 5). Os elementos ferro, alumínio (Tabela 5) determinados pela digestão total se mostraram baixos comparando-se com outros solos originados a partir de rochas areníticas Cooper et al. (2002), refletindo a pobreza desses elementos no material de origem. De maneira geral, o conteúdo de Si, variou de 3,2 a 9,8  $g\ kg^{-1}$ .

Em relação ao  $SiO_2$ , seus teores variaram de 3,2 a 9,8  $g\ kg^{-1}$ , com tendência ao aumento em profundidade, de acordo com a distribuição da fração argila no perfil, foi observado nos perfis P2 e P4.

O perfil da distribuição de óxidos de ferro, silício e alumínio nesses solos sugerem processos em que o intemperismo químico, especialmente a hidrólise e a oxidação, e a lixiviação são muito intensos, ou atuaram durante um período bastante longo, gerando a dessilicatação média (MONOSSILITIZAÇÃO). Solos com essas características são ricos em caulinita e óxidos de ferro, de acordo com a intensidade da dessilicatação.

Com relação aos índices  $K_i$  e  $K_r$  os solos são predominantemente cauliniticos ( $K_i > 0,75$ ) (Tabela 5).. Os dados do ataque sulfúrico demonstram que os teores de ferro são baixos, ficando entre 0,33 a 3,15  $g\ kg^{-1}$ . Com exceção do P1 e P3 os demais perfis apresentaram teores de  $Fe_2O_3$  mais altos no horizonte subsuperficial, assim como menores valores de  $K_i$  e  $K_r$  nestes horizontes.

Os valores de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  variaram em uma faixa maior do que os valores de  $\text{FeO}_3$ , ficando entre 1,48 a 8,5  $\text{g kg}^{-1}$ . Os teores de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  e  $\text{SiO}_2$  aumentaram em profundidade com exceção do P1 e P3, tendo como consequência aumento expressivo dos valores  $K_i$  e  $K_r$  no horizonte superficial em relação ao horizonte subsuperficial, porque houve aumento de sílica e alumínio aumentou em subsuperfície.

Os índices  $K_i$  dos perfis estudado foi alto, acima dos valores esperados para o horizonte Bw dos Latossolos Amarelos do Piauí. Segundo Jacomine et al. (1986), a relação molecular  $K_i$  destes solos encontram-se na faixa 1,8 e 2,2, considerada mais elevada a de grande parte dos Latossolos tropicais. A relação molecular  $K_r$  do perfil ficou um pouco acima do valor esperado para este solo que é de 1,40 Jacomine et al. (1986).

As imagens de difratograma de raio-X mostra que o perfil P1 apresentou picos de maior intensidade do mineral quartzo (Figura 3), comprovando a natureza arenosa desse solo, o que é característicos de solos desenvolvidos de sedimentos arenosos. Esse perfil também apresentou picos de diferentes minerais de natureza distinta como muscovita, hematita e ilita, isso pode ser explicado pela gênese desses solos que é de origem aluvial. Já o perfil P2 apresentou pico de maior intensidade no mineral anatásio na fração argila do horizonte BW, comprovando que esse solo sofreu forte ação do intemperismo. Outros óxidos também foram identificados, como hematita, goethita e rutilo. Foi observado também a presença de caulinita e menor proporção do mineral ilita. A imagem de difratograma do horizonte A da fração argila do P3 mostra picos de maior intensidade do mineral quartzo conferindo a esse solo material de origem de difícil intemperização. Isso também é comprovado pela presença de muscovita e pela ausência de sesquióxidos, exceto o mineral anatásio que se apresentou em picos de menor intensidade.

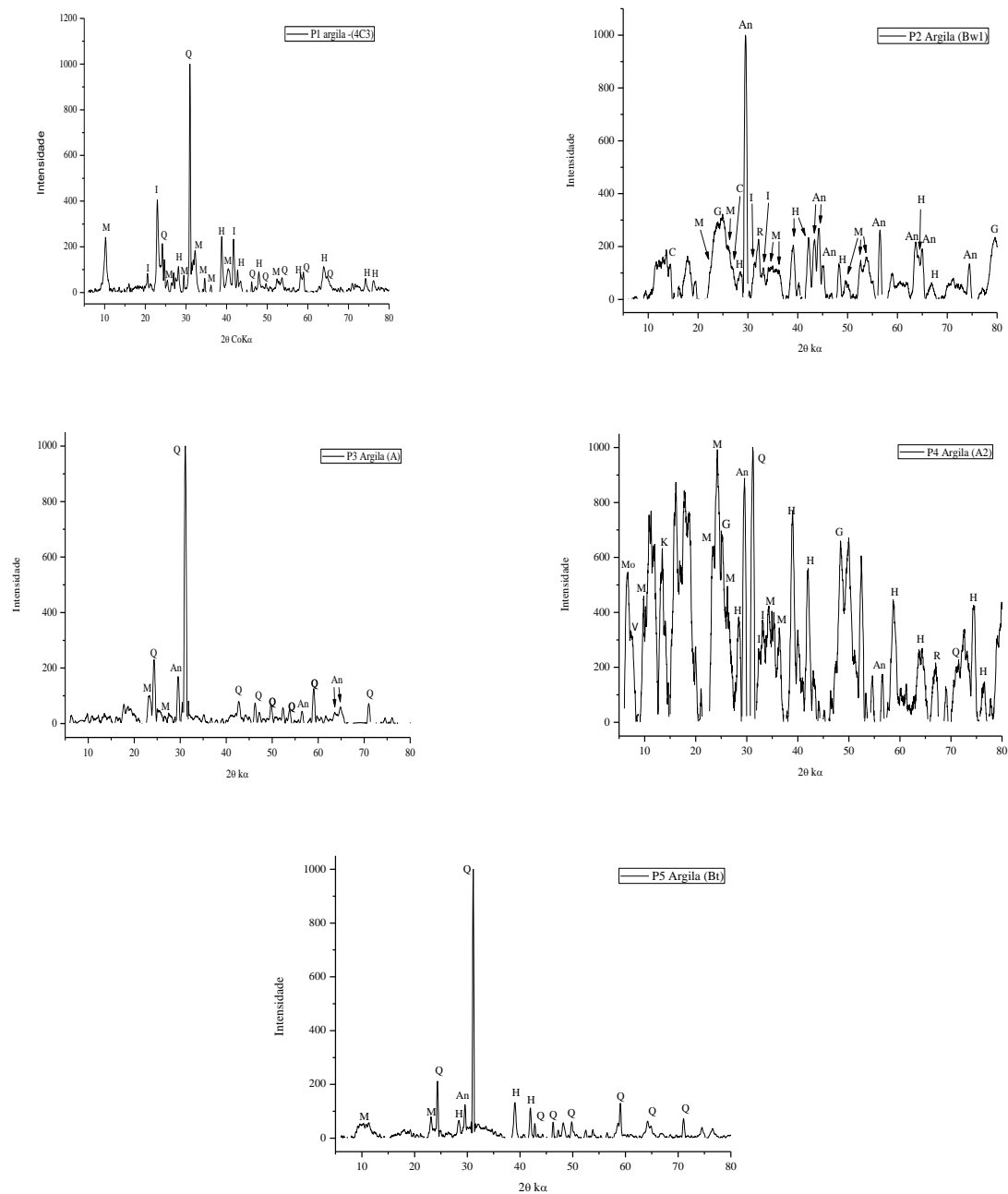


Figura 3. Difratoograma de raios-x da fração argila do horizonte do Perfis estudados. M = muscovita; I = illita; Q = Quartzo; C= caulinita, H= hematita; G= goetita; R= rutilo, An = Anatásio, V = vermiculita.

A caulinita ocorreu em todas as amostras analisadas e foi identificada por meio dos picos de difração relativos aos espaçamentos basais em 0,724 e 0,357 nm, os quais colapsaram após o aquecimento a 550 °C.

O P4 em relação a imagem de difratograma de raio-x apresentou picos de diversos minerais. Apresentou tanto minerais que sofreram poucas transformações como a montmorilonita e muscovita, como minerais que sofreram fortes ações de intemperismo como caulinita, goethita e hematita. Já o P5 a imagem de difratometria de raio-x mostrou picos de maior intensidade do mineral quartzo. Mostrou também a presença de muscovita, hematita e anatásio, com esse em menor intensidade.

### **3. CONCLUSÕES**

Os solos formados em cerrado de clima tropical com estação seca de inverno possuem coloração mais amarelada, com tons mais acinzentados ou mais vermelhos, por influência da Ferralitização, Melanização e Gleização em diferentes níveis.

Fisicamente, são solos com elevados teores de areia sendo que a areia muito fina é a que ocorre em maior quantidade.

São solos com baixos teores de matéria orgânica e de baixa capacidade de troca de cátions, em resposta ao baixo fornecimento de material vegetal para decomposição e aos baixos teores de argila.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, T.J.A. & MONTEIRO, M.S.L. Modelo agrícola e desenvolvimento sustentável: A ocupação do Cerrado Piauiense. *Amb. Soc.*, 8:1-18, 2005.

ALLEONI, L.R.F.; CAMARGO, O.A. Pontos de efeito salino nulo de latossolos ácidos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.18, n.2, p.175-80, 1994.

BARBOSA, R. S.; BARBOSA, V. M.; IBIAPINA, T. V. B.; ARAÚJO, E. E. S. Solos do Cerrado Piauiense. In: MEDEIROS, J. C.; LACERDA, J. J. J.; LOPES, G. N.; DALLA ROSA, J.(Org.) *Manejo de Sistemas Agrícolas no Cerrado*. Curitiba: CRV, 2017. 554p.

BIONDI, C.M.; NASCIMENTO, C.W.A.; FABRÍCIO NETA, A.B.; RIBEIRO, M.R. Teores de Fe, Mn, Zn, Cu, Ni E Co em solos de referência de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.35, p.1057-1066, 2011. Doi:10.1590/S0100-06832011000300039

BRASIL. Levantamento Exploratório-Reconhecimento de solos do estado do Piauí. Recife, 1986. 352p.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL: levantamento dos recursos naturais. Folha SC.23 e SC.24. Rio de Janeiro: 1973, v. 1.

CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S.; Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do IAC. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 2009. 77 p. (Boletim técnico, 106, Edição revista e atualizada).

CAMPOS, M. C., MARQUES JÚNIOR, J., PEREIRA, G. T., & LEPSCH, I. F. Superfícies geomórficas e atributos de latossolos em uma sequência arenítico-basáltica da região de Jaboticabal (SP). *R. Bras. Ci. Solo*, 31:519-529, 2007. CRAVALHO, R.R. Origem e proveniência da sequência siliciclástica inferior da Bacia do Jatobá. Recife, Universidade Federal de Pernambuco, 2010. 83p. (Dissertação de Mestrado).

CLAESSEN, M. E. C. (Org.). *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p.

Conab Acomp. safra bras. grãos, v. 4 Safra 2016/17 - Nono levantamento, Brasília, p. 1-161 junho 2017. ISSN 2318-6852

COOPER, M.; VIDAL-TORRADO, P. & LEPSCH, I. F. Stratigraphical discontinuities, tropical landscape evolution and soil distribution relationships in a case study in SE-Brazil. *R. Bras. Ci. Solo*, 26:673-683, 2002.

CORRÊA, M.M.; KER, J.C.; BARRÓN, V.; TORRENT, J.; CURI, M. & TORRES, T.C.P. Caracterização física, química, mineralógica e micromorfológica de horizontes coesos e fragipãs de solos vermelhos e amarelos do ambiente Tabuleiros Costeiros. *R. Bras. Ci Solo*, 32:297-313, 2008.

DANTAS J. S., FILHO M. V. M., JÚNIOR, J. M., RESENDE, J. M. A. R., TEIXEIRA, D. B., BARBOSA, R. S. & SIQUEIRA, D. S. Coeficiente de erodibilidade em sulcos e entressulcos de Argissolos coesos estimado pela cor do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 48(9), 700-707, 2014.

DEMATTÊ, J. A. M., BORTOLETTO, M. A. M., VASQUES, G. M. & RIZZO, R. Quantificação de matéria orgânica do solo através de modelos matemáticos utilizando colorimetria no sistema Munsell de cores. *Bragantia*, 70(3), 590-597, 2011.

DICK, D.P. Caracterização de óxidos de ferro e adsorção de fósforo na fração argila de horizontes B Latossólicos. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1986. 196p. (Tese de Mestrado)

DONAGEMA, G. K.; CAMPOS, D. V. B.; CALDERANO, S. B.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M. Manual de métodos de análise de solos. 2.ed. rev. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2011. 230p. (Documentos, 132). EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2006. 306p.

FERREIRA, C. A.; SILVA, A.C.; VIDAL-TORRADO, P. & ROCHA, W. W. Genesis and classification of oxisols in a highland toposequence of the upper Jequitinhonha valley. *R. Bras. Ci. Solos*, 34:195-209, 2010

Fontenele, Wilton; Cavalcante Salviano, Adeodato Ari; Pinto Mousinho, Francisco Ednaldo Atributos físicos de um Latossolo Amarelo sob sistemas de manejo no cerrado piauiense *Revista Ciência Agronômica*, vol. 40, núm. 2, abril-junio, 2009, pp. 194-202 Universidade Federal do Ceará Ceará, Brasil.

GOEDERT, W. J. 1989. Região dos cerrados: Potencial agrícola e política para o seu desenvolvimento *Pesq. Agropec. Bras.*, 24 (1): 1-17.

GOMES, J.B.V.; CURI, N.; SCHULZE, D.G.; MARQUES, J.J.G.SM.; KER, J.C.; MOTA, P.E.F. Mineralogia, morfologia e análise microscópica de solos do Bioma Cerrado. *Rev. B. Ci. Solo*, v.28, p.679-694, 2004.

HUANG, P. M., LI, Y. & SUMNER, M. E. (Ed.). (2011). *Handbook of Soil Sciences: Properties and Processes*. 2.ed. CRC Press. 1442p.

HUGEN, C.; MIQUELLUTI, D.J.; CAMPOS, M.L.; ALMEIDA, J.A.; FERREIRA, É.R.N.C.; POZZAN, M. Teores de Cu e Zn em perfis de solos de diferentes litologias em Santa Catarina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, p.622–628, 2013. Doi:10.1590/S1415-43662013000600008

IBGE, 2004. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro. [http://www.ibge.gov.br/english/geociencias/default\\_prod.shtm#TOPO](http://www.ibge.gov.br/english/geociencias/default_prod.shtm#TOPO)

INDA JUNIOR, A. V.; BAYER, C.; CONCEIÇÃO, P.C.; BOEN, M.; SALTON, J. C.; TONIN, A. T. Variáveis relacionadas à estabilidade de complexos organominerais em solos tropicais e subtropicais brasileiros. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 37, p. 1301-1307, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Manual técnico de pedologia. 2ª.ed. Rio de Janeiro: 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira. 2.ed. Rio de Janeiro, Diretoria de Geociências. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2012. 271p.

JACOMINE, P.K.T.; CAVALCANTI, A.C.; PESSÔA, S.C.P.; BURGOS, N.; MEDEIROS, L.A.R.; LOPES, O.F. & MÊLO FILHO, H.F.R. Levantamento exploratório reconhecimento de solos do Estado do Maranhão. Rio de Janeiro, Embrapa-SNLCS/Sudene-DRN, 1986. 964p. (Embrapa. SNLCS. Boletim de Pesquisa, 35; Brasil. SUDENE. DRN. Série Recursos de Solos, 17).

KÄMPF, N.; SCHWERTMANN, U. Avaliação da estimativa de substituição de Fe por Al em hematitas de solos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.22, p.209-213, 1998. Doi:10.1590/S0100-06831998000200005

KÄMPF, N.; REZENDE, M.; CURI, N. Iron oxides in Brazilian Oxisols. In: INTERNATIONAL SOIL CLASSIFICATION WORKSHOP, 8., Rio de Janeiro, 1986. Proceedings. Rio de Janeiro: EMBRAPA/ SNLCS, 1988. p.71-7.

KÄMPF, N.; CURI, N. Formação e Evolução do Solo (Pedogênese). In: KER, J. C.; CURI, N.; SCHAEFER, C. E. G. R.; VIDAL-TORRADO, P.(EDS). *Pedologia: Fundamentos*. Viçosa: SBCS, 2012. 343p.

LEPSCH, I.; ESPINDOLA, C. R.; VISCHI FILHO, O. J.; HERNANI, L. C. SIQUEIRA, D. S. (Eds). *Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso*. Viçosa: SBCS, 2015, 170p.

MATIAS, M. da C.B.; SALVIANO, A. A. C.; LEITE, L.F.C.; GALVÃO, S. R. DA . S. Propriedades químicas em Latossolo Amarelo de Cerrado do Piauí sob diferentes sistemas de manejo. *Revista de Ciências Agronômicas*. V. 40, p. 356-362, 2009.

MEHRA, O.P.; JACKSON, M.L. Iron oxide removal from soils and clay by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. *Clays and Clay Minerals*, v.7, p.317-327, 1960. Doi: 10.1346/CCMN.1958.0070122

MELO, V. F.; SCHAEFER, C. R. G. R.; FONTES, L.E. F.; CHAGAS, A. C.; LEMOS JÚNIOR, J. B.; ANDRADE, R. P. Caracterização física, química e mineralógica de solos da colôni agrícola do Apiaú ](Roraima, Amazônia) sob diferentes usos e após queima. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.30, p. 1039-1050, 2006.

MIELNICZUK, J. Formas de potássio em solos do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.1, p. 55-61, 1977.



PAYE, H.S.; MELLO, J.W.V.; ABRAHÃO, W.A.P.; FERNANDES FILHO, E.I.; DIAS, L.C.P.; CASTRO, M.L.O.; MELO, S.B.; FRANÇA, M.M. Valores de Referência de Qualidade para Metais Pesados em Solos no Estado do Espírito Santo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, p.2041-2051, 2010. Doi:10.1590/S0100-06832010000600028

PRAGANA, Rossanna Barbosa et al. Physical quality of Oxisols under no-tillage in the Savanna region of Piauí. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 36, n. 5, p. 1591-1600, 2012.

PRESTON, W.; NASCIMENTO, C.W.A.; BIONDI, C.M.; SOUZA JUNIOR, V.S.; SILVA, W.R.; FERREIRA, H.A. Valores de referência de qualidade para metais pesados em solos do Rio Grande do Norte. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.38, p.1028-1037, 2014. Doi:10.1590/S0100-06832014000300035

RAIJ, B.van; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H. & QUAGGIO, J.A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 2001. 285p.

SANTOS, H. G. DOS, JACOMINE, P. K. T., ANJOS, L. H. C. DOS, OLIVEIRA, V. A. DE, LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., ALMEIDA, J. A., CUNHA, T. J. F. & OLIVEIRA, J. B. (Ed.). Sistema brasileiro de classificação de solos. 4.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2014. 353p.

SANTOS, J.C.B.; SOUZA JÚNIOR, V.S.; CORRÊA, M.M.; RIBEIRO, M.R.; ALMEIDA, M.C. & BORGES, L.E.P. Caracterização de Neossolos Regolíticos da região semiárida do Estado de Pernambuco. *R. Bras. Ci. Solo*, 36:683-696, 2012.

SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C. & ANJOS, L.H.C. MANUAL DE DESCRIÇÃO E COLETA DE SOLO NO CAMPO. 5.Ed. Viçosa: SBCS, 2006. 100p.

SCHWERTMANN, U. Use of oxalate for Fe extraction from soils. *Canadian Journal of Soil Science*, v.53, p.244-246, 1973. Doi: 10.4141/cjss73-037

SEUFERT, V.; RAMANKUTTY, N.; FOLEY, J A. Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature*. V.485, p.229-U113, 2012 10.1038/nature11069

**ANEXOS**

**FOTOS DOS PERFIS DE SOLOS ESTUDADOS**

## Fotos perfil 1

Figura 1. Vegetação Cerradão Neossolo Flúvico



Figura 2. Perfil Neossolo Flúvico



## Fotos Perfil 2



Figura 3. Vegetação Cerrado *stricto sensu* Latossolo Amarelo

Figura 4. Perfil Latossolo Amarelo



### Fotos Perfil 3

Figura 5. Vegetação Cerrado “campo” Neossolo Litólico



Figura 6. Perfil Neossolo Litólico

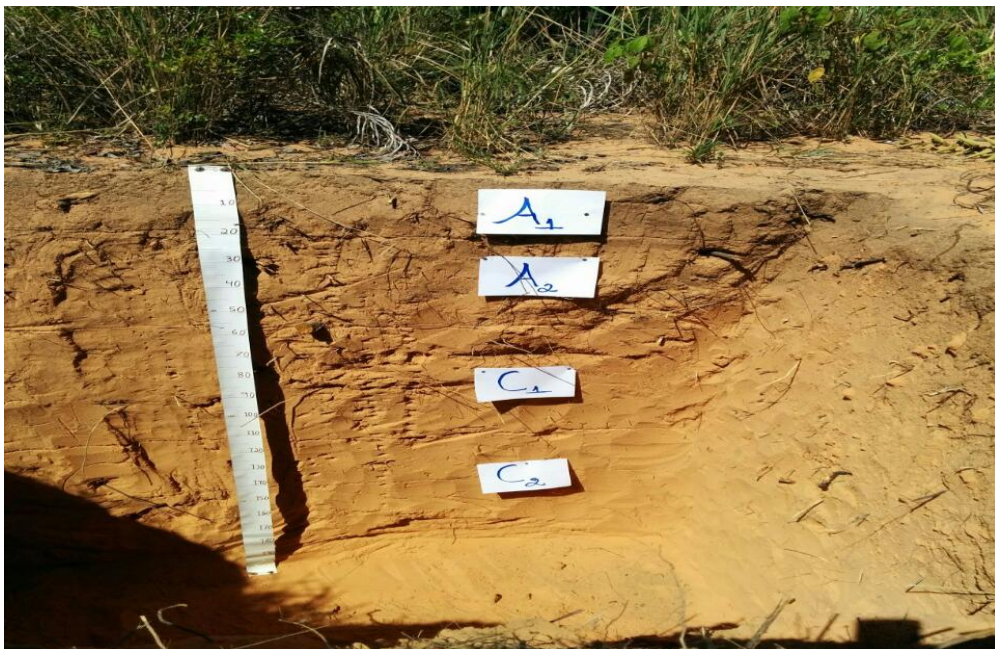


## Fotos Perfil 4

Figura 7. Vegetação Cerrado “campo” Neossolo Quartzarênico



Figura 8. Perfil Neossolo Quartzarênico



### Foto Perfil 5

Figura 9. Perfil Argissolo Vermelho

