

UFRRJ

**INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA-CIÊNCIA DO SOLO**

TESE

**Feições Ferruginosas de Solos do Vale do Araguaia,
Bioma Cerrado, Goiás, Brasil**

Deyvid Diego Carvalho Maranhão

2018



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CIÊNCIA DO SOLO**

**FEIÇÕES FERRUGINOSAS DE SOLOS DO VALE DO ARAGUAIA,
BIOMA CERRADO, GOIÁS, BRASIL**

DEYVID DIEGO CARVALHO MARANHÃO

Sob a orientação do Professor
Adelson Paulo de Araújo

e Coorientação dos Professores
**Marcos Gervasio Pereira e
Leonardo Santos Collier**

Tese submetida como requisito parcial
para obtenção do grau de **Doutor**, no
Programa de Pós-Graduação em
Agronomia, Área de Concentração em
Ciência do Solo.

Seropédica, RJ
Fevereiro de 2018

M311f

Maranhão, Deyvid Diego Carvalho, 09/11/1986 – Feições Ferruginosas de Solos do Vale do Araguaia, Bioma Cerrado, Goiás, Brasil / Brasil / Deyvid Diego Carvalho Maranhão – 2018.
156 f

Orientador: Adelson Paulo de Araújo.

Coorientador: Marcos Gervasio Pereira.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Ciência do Solo, 2018.

1. Pedologia. 2. Relação solo-paisagem. 3. Gênese, morfologia e classificação de solos. 4. Química do solo. 5. Micromorfologia do solo. I. Araújo, Adelson Paulo de, 17/06/1963-, orient. II. Pereira, Marcos Gervasio, 24/01/1965-, coorient. III. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-Graduação e Agronomia – Ciência do Solo. IV. Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta Tese, desde que seja citada a fonte.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - CIÊNCIA DO SOLO

DEYVID DIEGO CARVALHO MARANHÃO

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Doutor**, no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Ciência do Solo.

TESE APROVADA EM 26/02/2018.

Marcos Gervasio Pereira. Dr. UFRRJ
(Co-orientador)

Marcos Bacis Ceddia. Dr. UFRRJ

Helena Saraiva Koenow Pinheiro. Dr. UFRRJ

Guilherme Kangussu Donagemma. Dr. Embrapa Solos

Ademir Fontana. Dr. Embrapa Solos

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, Djalma Sousa Maranhão; aos meus irmãos, Cinthia, Luana e João Vitor; aos familiares, amigos e tutores.

Ao meu grande amigo, Diego Nolasco “Café” (in memoriam).

Ao meu querido tio, Valdecir Maranhão (in memoriam).

OFEREÇO

Aos meus filhos, David e Diego, e em especial à minha mãe, Socorrinha (in memoriam).

DEDICO

“O importante é não parar de questionar; a curiosidade tem sua razão de existir”.
Albert Einstein

Tudo deu certo, mesmo quando tudo parecia dar errado!

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Leonardo Santos Collier pela amizade, ensinamentos e paciência ao longo desses anos e especialmente por ter sido meu primeiro mentor na pedologia.

Ao professor Adelson Paulo de Araújo pela orientação e ensinamentos, sobretudo pela amizade e exemplo de humanidade.

Ao professor Marcos Gervasio Pereira pela orientação e ensinamentos, inclusive pela paciência ao longo desses anos.

Aos professores Glênio Guimarães Santos e Virlei Álvaro de Oliveira pelo auxílio e elaboração do projeto base do qual se originou uma parcela dessa pesquisa.

À professora Lúcia Helena Cunha dos Anjos pela amizade, ensinamentos e contribuições no estudo e na revisão dos relatórios.

Aos professores Everaldo Zonta e Segundo Sacramento Urquiaga Caballero pelos ensinamentos e auxílio nos momentos de adversidades.

Aos pesquisadores Maurício Rizzato Coelho, José Francisco Lumbreras, Sebastião Barreiros Calderano pelo auxílio nas análises e demais aspectos relacionados ao projeto.

À Angélica Pires Batista Martins pela amizade e contribuições na etapa inicial do projeto e auxílio nas coletas.

Ao professor Pablo Vidal-Torrado e a Mariana Chiapini pelos ensinamentos, momentos de descontração e auxílio nas análises micromorfológicas.

Aos amigos do Laboratório de Gênese e Classificação de Solos pela amizade, apoio, experiências e momentos de descontração.

Aos estagiários, Mariana Tavares, Ana Beatriz, Lucas Pergentino, Lucas Silva, Rafael Almeida pela amizade e pelo auxílio nas coletas.

Aos amigos, Sidnei, Leonice, José Filho, Wanderlei, Rafael Cavassani, Luís, Vanessa Vital, Sandra, Deivid, Elias, Daniel, Paula, Anderson, Douglath, Thaís, Helena Saraiva, Alessandro, Guilherme, Shirlei, Khadidja, Rodrigo (Digão), Celeste e os que sempre estiveram me apoiando e incentivando ao longo da minha trajetória no doutorado.

Aos técnicos, Maria Helena, Adriana e Jair, do Departamento de Solos da UFRRJ, pela amizade e auxílio.

Aos funcionários da Secretaria do Programa de e Pós-Graduação em Agronomia - Ciência do Solo, Marquinhos, Vagner e Michele, pelo empenho e auxílio.

Ao CNPq pelo financiamento do projeto “*Identificação e quantificação de plintita em perfis de solos do Vale do Araguaia*” e a CAPES pela concessão da bolsa.

Ao Departamento de Solos da Universidade Federal Goiás pela estrutura.

Ao Departamento de Solos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro pela estrutura.

Ao Departamento de Solos da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” pela estrutura.

À Embrapa Solos pelo auxílio em algumas análises.

Meu eterno agradecimento!

BIOGRAFIA

Deyvid Diego Carvalho Maranhão nasceu em 9 de novembro de 1986 na cidade de Xinguara, estado do Pará, filho de Djalma Sousa Maranhão e Maria do Socorro Pereira de Carvalho. Ingressou no ano de 2001 na Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa (EAFST), estado do Espírito Santo, correspondente ao atual Instituto Federal do Espírito Santo (IFES), curso de Técnico em Agropecuária, e no ano de 2002 ingressou no curso de Técnico em Agroturismo na mesma instituição, concluindo ambos no ano de 2003. No ano 2007 iniciou o curso de Engenharia Agrônômica na Universidade Federal do Tocantins (UFT), concluindo no ano de 2011. Em março de 2012 ingressou no curso de Pós-Graduação em Agronomia-Ciência do Solo na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), em nível de mestrado, em que foi bolsista do CNPq, concluindo em março de 2014. Em março de 2014 ingressou no doutorado em Agronomia-Ciência do Solo pela mesma instituição, sendo bolsista CAPES.

RESUMO GERAL

MARANHÃO, D.D.C. **Feições ferruginosas de solos do Vale do Araguaia, bioma Cerrado, Goiás, Brasil.** 2018. 156 f. Tese (Doutorado em Agronomia, Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

A paisagem do Vale do Araguaia é composta por extensas planícies e depressões alagadas sazonalmente, onde há feições pedológicas peculiares, associadas a clima atual ou pretérito. Buscou-se estudar solos com feições ferruginosas em São Miguel do Araguaia, Goiás, no sentido de avaliar a pedogênese, sobretudo aspectos relacionados à origem e especificidades dessas feições, e adicionalmente o potencial da erosão linear, considerando que o uso da terra e que as características pedológicas têm potencializado esse processo. Outra hipótese é de que o avanço do processo de plintitização pode ser avaliado a partir da distribuição dos solos na topossequência e processos correlatos de deposição de sedimentos, pressupondo que as feições ferruginosas são contrastantes e estão sendo alteradas ao longo da paisagem, e que o processo de plintitização é modificado quando o solo é submetido ao controle de drenagem, visto que a dinâmica dos óxidos de Fe está associada à oscilação do lençol freático. No sentido de testar tais hipóteses, foram selecionados oito perfis de solo, onde foram abertas sete trincheiras em São Miguel do Araguaia e uma trincheira em uma várzea do município de Terezópolis de Goiás, Goiás, sendo coletadas amostras deformadas e indeformadas dos horizontes para análises. As áreas mais dissecadas do município estão associadas às coberturas lateríticas, onde ocorre horizonte F em diversas posições dentro do perfil de solo, influenciando a magnitude do fluxo hídrico dependendo da profundidade de ocorrência, sobretudo declividade do terreno e cobertura do solo, ditando os processos erosivos, e consequentemente o grau de dissecção do relevo. Em geral, os resultados das análises de suscetibilidade e potencial à erosão linear demonstram o baixo risco aos processos erosivos, mesmo diante de ações antrópicas. Os Plintossolos Pétricos apresentaram constituição esquelética e as feições ferruginosas estão sendo degradadas, dando origem a uma matriz terrosa oxidica. A partir da análise integrada dos atributos pedológicos, considerando aspectos relacionados à paisagem, foi possível estabelecer o modelo que melhor explica a gênese de solos da planície do rio Araguaia, a qual está associada à erosão com inversão de relevo, e com consequente degradação de nódulos de Fe por serem submetidos a condições divergentes daquelas associadas à sua gênese. Todos os perfis apresentaram remobilização de Fe e/ou Mn, associada à degradação de nódulos, e por vezes segregando em zonas mais oxidadas, geralmente com feições associadas a matriz cinzenta ou brunada. As feições redoximórficas são resultantes majoritariamente de processo de endossaturação, muito embora há evidências de processos pedogenéticos que envolvem a epissaturação, tais como os processos de ferrólise e argiluviação, recorrentes em alguns perfis de solos avaliados.

Palavras-chave: Pedogênese. Plintossolos. Plintitização. Erodibilidade. Concreções ferruginosas. Laterita.

GENERAL ABSTRACT

MARANHÃO, D.D.C. **Ferruginous features of soils in the Araguaia Valley, bioma Cerrado, Goiás, Brazil.** 2018. 156 p. Thesis (Doctorate in Agronomy, Soil Science). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

The landscape of the Araguaia Valley is composed of extensive plains and depressions flooded seasonally, where peculiar pedological features occur, associated with current or past weather. It was intended to study soils with ferruginous features in São Miguel do Araguaia, Goiás, to evaluate the pedogenesis, especially aspects related to origin and specificities of these features, and also potential of linear erosion, considering that land use and pedological characteristics have potentiated this process. Another hypothesis is that the progress of plinthization process can be evaluated from the distribution of soils in the toposequence and related processes of sediment deposition, assuming that the ferruginous features are contrasting and are changing along the landscape, and that the process of plintitization is modified when soil is submitted to drainage, since the dynamics of iron oxides is associated with oscillation of the groundwater slide. In order to test these hypotheses, eight soil profiles were selected, where seven trenches were opened the municipality of São Miguel do Araguaia and a trench in a floodplain of the municipality of Terezópolis de Goiás, Goiás. Deformed and undisturbed samples were collected from soil horizons for analysis. The most dissected areas of the municipality are associated to the lateritic cover, where F horizon occurs in several positions within the soil profile, influencing the magnitude of the water flow depending on the depth of occurrence, especially soil slope and soil cover, dictating erosive processes, and hence the degree of dissection of the relief. In general, the results of susceptibility analyzes and the potential for linear erosion demonstrate the low risk of erosive processes, even in the face of anthropogenic actions. The *Plintossolos Pétricos* presented a skeletal constitution and the ferruginous features are being degraded giving rise to an oxidic matrix. Based on the integrated analysis of pedological attributes, considering aspects related to the landscape, it was possible to establish a model that better explains the genesis of soils of Araguaia river plain, which is associated with erosion and relief inversion, and with consequent degradation of Fe nodules submitted to divergent conditions from those associated with their genesis. All profiles showed Fe and / or Mn remobilization, associated to nodule degradation, and sometimes segregating in more oxidized zones, with features usually associated with gray or brown matrix. The redoximorphic features are mainly the result of an endosaturation process, although there is evidence of pedogenic processes involving episaturation, such as the processes of ferrollysis and argiluviation, recurrent in some evaluated soil profiles.

Keywords: Pedogenesis. Plintosols. Plinthization. Erodibility Ferruginous concretions. Laterite.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Campo limpo com murundus na região de Luís Alves, estado do Tocantins. Fonte: Deyvid Diego Carvalho Maranhão.	5
Figura 2. Campo sujo com murundus na região de Luís Alves, estado do Tocantins. Fonte: Deyvid Diego Carvalho Maranhão.	5
Figura 3. Fragmentos florestais de ocorrência natural, “ipucas” no município da Lagoa da Confusão, estado do Tocantins. Fonte: E. Lenza.	6
Figura 4. Fragmentos florestais de ocorrência natural, “ipucas” no município da Lagoa da Confusão, estado do Tocantins. Fonte: E. Lenza.	6
Figura 5. Associação de termiteiros com murundus na região de Luís Alves, estado do Tocantins. Fonte: Deyvid Diego Carvalho Maranhão.	7
Figura 6. Murundus na região de Luís Alves, estado do Tocantins. Fonte: Deyvid Diego Carvalho Maranhão.	7
Figura 7. Feições resultantes da segregação do ferro. A = Mosqueado; B = Plintita; C = Petroplintita; D = Laterita.	10
Figura 8. Esquema evolutivo de solos a partir da transformação de lateritas. Fonte: Modificado de Horbe e Costa (1999).	10
Figura 9. Acumulação de Fe decorretes de partes mais altas da paisagem: A = Acumulação de Fe; B e C = Processo erosivo e inversão de relevo (Modelo proposto por Ollier e Pain, 1996).	12
Figura 10. Formação de laterita devido rebaixamento da superfície e empacotamento de concreções (Modelo proposto por Tardy, 1993).	12
Figura 11. Localização do município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.	20
Figura 12. Aspectos de texturais nas imagens SRTM sombreadas (<i>shade-relief</i>), indicando o grau de dissecação de áreas no município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás. A) Dissecação Muito Fraca (mfr); B) Dissecação Fraca (fr); e C) Dissecação Média (m).	22
Figura 13. Fluxograma dos procedimentos cartográficos adotados para gerar o mapa do potencial a erosão linear do município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.	22
Figura 14. Mapas fisiográficos (geologia, geomorfologia, solos, hipsometria e declividade) do município de São Miguel do Araguaia.	23
Figura 15. Mapas dos compartimentos morfedológico, uso atual, suscetibilidade à erosão e potencial à erosão do município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.	26
Figura 16. Perfis topográficos representativos com sequências de solos do município de São do Miguel do Araguaia, estado do Goiás.	28
Figura 17. Localização do município de São Miguel do Araguaia, Bioma Cerrado, estado do Goiás, Brasil.	39
Figura 18. Topossequência de solos no Vale do Araguaia, distrito de Luiz Alves, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás, Brasil. Fonte: Google Earth (2017).	40
Figura 19. Distribuição das frações areia, silte e argila ao longo dos perfis de solos de uma topossequência no Vale do Araguaia.	45
Figura 20. Micrografias de concreções associadas à fração areia grossa de horizontes diagnósticos subsuperficiais de solos do Vale do Araguaia, Goiás.	46

Figura 21. Distribuição das formas de ferro (Fed e Feo) ao longo dos perfis de solos de uma topossequência no Vale do Araguaia.	50
Figura 22. Localização do Município de São Miguel do Araguaia, Estado do Goiás, Brasil.	62
Figura 23. Perfis de solos na Planície do rio Araguaia, distrito de Luiz Alves, São Miguel do Araguaia (A), e perfil de solo (corresponde ao perfil 7 do anexo) na margem do rio Meia Ponte, Terezópolis de Goiás (B), estado do Goiás, Brasil. Fonte: Google Earth (2017).	63
Figura 24. Solos com feições ferruginosas do bioma Cerrado, estado do Goiás.	64
Figura 25. Distribuição das frações areia, silte e argila ao longo dos perfis de solos no Vale do Araguaia.	69
Figura 26. Micrografias de concreções associadas a fração areia grossa de horizontes diagnósticos subsuperficiais de solos do Vale do Araguaia, Goiás.	71
Figura 27. Distribuição de formas de ferro (Fed e Feo) ao longo de perfis de solos no Vale do Araguaia.	75
Figura 28. Localização do Município de São Miguel do Araguaia, Bioma Cerrado, Estado do Goiás, Brasil.	86
Figura 29. Perfis de solos do Vale do Araguaia, Goiás.	87
Figura 30. Ilustração da paisagem do vale do Araguaia, Goiás.	88
Figura 31. Micrografias das frações areia grossa (AG) e fina (AF) de horizontes subsuperficiais de solos do vale do Araguaia. A= AG e B= AF do 3Bfc3 do perfil P1; C= AG e D= AF do 4Bfcg1 do perfil P2; E= AG e F=AF do 2Bfc3 do perfil P3; G= AG e H=AF do 2Bfc4 do perfil P3; I= AG e J=AF do 5Bfg4 do perfil P4; L=AG e M=AF do 2Bf1 do perfil P6; N=AG e O=AF do Btf2 do perfil P7; P=AG e Q=AF Ac do perfil P8.	92
Figura 32. Micrografias de horizontes subsuperficiais do perfil P1. A= Abundância de mica e zonas de concentração de Fe no horizonte 4Bfg5 (25x); B= micrografia anterior com nicóis; C= nódulos de degradação com halos proeminentes e zonas de depleção de Fe no horizonte 2BA (50x); D= Nódulos de degradação com borda serrilhada no horizonte 4Bfg5 (250x); E= Nódulos de degradação com zonas de depleção de ferro e poros no horizonte 4Bfg5 (32x); F= Nódulos de degradação com halos serrilhados no horizonte 4Bfg5 (20x).	94
Figura 33. Micrografias do horizonte 4Bfcg1 do perfil P2. A = Nódulos alóctones (12x); B = Micrografia anterior com nicóis; C = Nódulos de degradação que embora impregnados, apresentam halos de degradação (32x); D = Revestimento descontínuo de argila (250x); E = Mica orientada (1000x); F= Micrografia anterior com nicóis. ...	96
Figura 34. Micrografias dos horizontes subsuperficiais do perfil P3. A= Preenchimento de poros em virtude do processo de endossaturação do 2Bfgc4 (32x); B= Micrografia anterior com nicóis; C= Nódulos de degradação do 2Bfc3 (25x); D= Remobilização do Fe do 2Bfgc4 (25x); E= Quartzo careado do 2Bfgc3 (250x); F= Micrografia anterior com nicóis.	98
Figura 35. Micrografias do horizonte 5Bfcg3 do perfil P3. A = Argila fortemente orientada (250x); B = Detalhe da argila orientada na superfície do nódulo (1000x); C = Micrografia anterior com nicóis.	99
Figura 36. Micrografias de horizontes subsuperficiais do perfil P4. A= cavidades e revestimento de Fe, possivelmente ferrólise no horizonte AE (50x); B= Nódulos fracamente impregnados no horizonte 5Bfcg3 (50x); C= Nódulos de degradação lenta no horizonte 5Bfcg3 (50x); D= Preenchimento denso incompleto de argila e	

revestimento de Fe no horizonte 5Bfcg3 (32x); E= Argiluviação (Lessivagem) no horizonte 5Bfcg3 (250x); F= Detalhe da argiluviação no horizonte 5Bfcg3, preenchimento de argila com distinção forte e estriada contínua (1000x).	100
Figura 37. Micrografias do horizonte Bf1 do perfil P6. A = Nódulos de degradação (250x); B = Micrografia anterior com nicóis.	101
Figura 38. Micrografias de horizontes subsuperficiais do perfil P7. A = Nódulos de degradação associado a uma matriz brunada no horizonte Btf2 (12x); B = Nódulos de degradação com bordos serrilhados no horizonte 2Btf4 (250x); C = Nódulos com argiluviação no interior 2Btf4 (250x); D = Detalhe de argiluviação no interior do nódulo no horizonte 2Btf4 (1000x); E = Borda dos nódulos com argila orientada no horizonte 2Btf4 (1000x); F= Micrografia anterior com nicóis.	102
Figura 39. Campo sujo com murundus, no distrito de Luís Alves, município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.	124
Figura 40. Plintossolo Háplico Distrófico petroplântico gleissólico no distrito de Luís Alves, município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.	124
Figura 41. Área de cultivo de soja no projeto de irrigação de Luís Alves, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.	129
Figura 42. Plintossolo Háplico Eutrófico petroplântico gleissólico no distrito de Luís Alves, município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.	129
Figura 43. Vegetação do tipo Campo sujo com murundus no distrito de Luís Alves, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.	134
Figura 44. Plintossolo Háplico Distrófico petroplântico gleissólico no distrito de Luís Alves, São Miguel do Araguaia, Estado do Goiás.	134
Figura 45. Vegetação do tipo Campo sujo no distrito de Luís Alves, São Miguel do Araguaia, no estado do Goiás.	139
Figura 46. Plintossolo Háplico Distrófico arênico concrecionário no distrito de Luís Alves, São Miguel do Araguaia, no estado do Goiás.	139
Figura 47. Vegetação do tipo Cerrado sensu stricto no distrito de Luís Alves, município de São Miguel do Araguaia, no estado do Goiás.	143
Figura 48. Plintossolo Pétrico Litoplântico êndico no distrito de Luís Alves, São Miguel do Araguaia, no estado do Goiás.	143
Figura 49. Vegetação do tipo Cerrado sensu stricto no distrito de Luís Alves, no município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.	148
Figura 50. Plintossolo Háplico Distrófico típico no distrito de Luís Alves, município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.	148
Figura 51. Área de pastagem plantada próximo ao rio Meia Ponte, no município de Teresópolis, no estado do Goiás.	153
Figura 52. Plintossolo Argilúvico Eutrófico gleissólico próximo ao rio Meia ponte, no município de Teresópolis, estado do Goiás.	153
Figura 53. Área de pastagem plantada no distrito de Luís Alves, no município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.	155
Figura 54. Plintossolo Pétrico Concrecionário litoplântico no distrito de Luís Alves, no município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.	155

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Classes de solos do Município de São Miguel do Araguaia, Estado do Goiás... 21	21
Tabela 2. Descrição das unidades geomorfológicas do Município de São Miguel do Araguaia, Estado do Goiás..... 21	21
Tabela 3. Classes de suscetibilidade e potencialidade a erosão do município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás. 24	24
Tabela 4. Descrição dos tipos de uso de solo atual do município de São Miguel do Araguaia, Estado do Goiás..... 31	31
Tabela 5. Descrição geral dos caracteres fisiográficos e síntese dos resultados da análise do potencial erosivo no Bioma Cerrado..... 31	31
Tabela 6. Atributos morfológicos de solos de uma topossequência do Médio Vale do Araguaia, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás. 44	44
Tabela 7. Atributos físicos de solos de uma topossequência do Médio Vale do Araguaia, São Miguel do Araguaia, Estado do Goiás. 47	47
Tabela 8. Atributos químicos de solos de uma topossequência do Médio Vale do Araguaia, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás. 48	48
Tabela 9. Composição química e relações moleculares ki e kr de solos em uma topossequência do Médio Vale do Araguaia, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás. 51	51
Tabela 10. Formas extraíveis de ferro, alumínio e manganês na fração terra fina e suas relações em alguns horizontes de solos de uma topossequência do Médio Vale do Araguaia, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás. 52	52
Tabela 11. Horizontes diagnósticos e processos pedogenéticos de solos de uma topossequência do Médio Vale do Araguaia, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás. 53	53
Tabela 12. Classificação de solos de uma topossequência do Médio Vale do Araguaia, São Miguel do Araguaia, Estado do Goiás. 55	55
Tabela 13. Atributos morfológicos de solos do Médio Vale do Araguaia, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás. 67	67
Tabela 14. Atributos físicos de solos do Médio Vale do Araguaia, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás. 70	70
Tabela 15. Atributos químicos de solos do Médio Vale do Araguaia, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás. 72	72
Tabela 16. Composição química e relações moleculares ki e kr de solos do Médio Vale do Araguaia, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás. 74	74
Tabela 17. Formas extraíveis de ferro, alumínio e manganês na fração terra fina e suas relações em alguns horizontes de solos do Médio Vale do Araguaia, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás. 76	76
Tabela 18. Horizontes diagnósticos e processos pedogenéticos de solos com feições ferruginosas do Vale do Araguaia, Goiás. 78	78
Tabela 19. Classificação de solos com feições ferruginosas do Vale do Araguaia, Goiás. 80	80
Tabela 20. Feições redoximórficas de solos do vale do Araguaia. 90	90

Tabela 21. Caracterização micromorfológicas de horizontes de solos com feições redoximórficas do Goiás.....	97
Tabela 22. Análises físicas e químicas de Plintossolo Háptico Distrófico petroplântico gleissólico – P1	122
Tabela 23. Análises físicas e químicas de Plintossolo Háptico Eutrófico petroplântico gleissólico –P2	127
Tabela 24. Análises físicas e químicas de Plintossolo Háptico Distrófico petroplântico gleissólico – P3.	132
Tabela 25. Análises físicas e químicas de Plintossolo Háptico Distrófico arênico concrecionário – P4.....	137
Tabela 26. Análises físicas e químicas de Plintossolo Pétrico Litoplântico êndico - P5...	142
Tabela 27. Análises físicas e químicas de Plintossolo Háptico Distrófico típico – P6.....	146
Tabela 28. Análises físicas e químicas de Plintossolo Argilúvico Eutrófico gleissólico – P7.	151
Tabela 29. Análises físicas e químicas de Plintossolo Pétrico Concrecionário êndico – P8.	156

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA GERAL	2
2.1. Geologia.....	3
2.2. Geomorfologia	3
2.3. Vegetação.....	4
2.4. Processos Pedogenéticos.....	7
2.5. Plintitização e Laterização	9
2.6. Óxidos de Ferro	12
3. CAPÍTULO I ANÁLISE DO POTENCIAL DE EROSÃO LINEAR NO BIOMA CERRADO GOIÁS, BRASIL, UTILIZANDO A TÉCNICA DE MORFOPEDOLOGIA.....	15
3.1. RESUMO.....	16
3.2. ABSTRACT.....	17
3.3. INTRODUÇÃO	18
3.4. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.4.1. Caracterização da área de estudo	20
3.4.2. Cartografia e compartimentação morfopedológica.....	22
3.4.4. Avaliação da suscetibilidade à erosão linear.....	24
3.4.5. Classificação dos solos.....	24
3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
3.6. CONCLUSÕES	33
4. CAPÍTULO II SOLOS COM FEIÇÕES FERRUGINOSAS EM UMA TOPOSSEQUÊNCIA NO VALE DO ARAGUAIA, BIOMA CERRADO, GOIÁS, BRASIL	34
4.1. RESUMO.....	35
4.2. ABSTRACT.....	36
4.3. INTRODUÇÃO	37
4.4. MATERIAL E MÉTODOS	39
4.4.1. Caracterização do meio físico	39
4.4.2. Análises laboratoriais	41
4.4.3. Classificação dos solos.....	41
4.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.5.1. Atributos morfológicos	42
4.5.2. Atributos físicos	45
4.5.3. Atributos químicos.....	47
4.5.4. Complexo de meteorização e dissolução seletiva de ferro, alumínio e manganês	49
4.5.5. Gênese dos solos	53
4.5.6. Classificação dos solos.....	54
4.6. CONCLUSÕES	56

5. CAPÍTULO III FEIÇÕES FERRUGINOSAS DE SOLOS ASSOCIADAS A MODIFICAÇÕES AMBIENTAIS NO VALE DO ARAGUAIA, ESTADO DO GOIÁS, BRASIL.....	57
5.1. RESUMO.....	58
5.2. ABSTRACT.....	59
5.3. INTRODUÇÃO.....	60
5.4. MATERIAL E MÉTODOS.....	62
5.4.1. Caracterização do meio físico.....	62
5.4.2. Análises laboratoriais.....	64
5.4.3. Classificação dos solos.....	64
5.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
5.5.1. Atributos morfológicos.....	65
5.5.2. Atributos físicos.....	69
5.5.3. Atributos químicos.....	71
5.5.4. Complexo de meteorização e dissolução seletiva de ferro, alumínio e manganês.....	73
5.5.5. Gênese dos solos.....	77
5.5.6. Classificação dos solos.....	79
5.6. CONCLUSÕES.....	81
6. CAPÍTULO IV MORFOLOGIA (MACRO E MICRO) DE FEIÇÕES REDOXIMÓRFICAS DE SOLOS DO VALE DO ARAGUAIA, NO ESTADO DO GOIÁS, BRASIL.....	82
6.1. RESUMO.....	83
6.2. ABSTRACT.....	84
6.3. INTRODUÇÃO.....	85
6.4. MATERIAL E MÉTODOS.....	86
6.4.1. Caracterização do meio físico.....	86
6.4.2. Análises laboratoriais e micromorfológicas.....	87
6.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	88
6.5.1. Morfologia de campo.....	88
6.5.2. Fração areia como indicadora de mudanças ambientais.....	92
6.5.3. Microscopia de feições redoximórficas.....	93
6.5.4. Gênese de solos da planície do Araguaia.....	103
6.6. CONCLUSÕES.....	105
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	106
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	108
9. ANEXOS.....	120

1. INTRODUÇÃO GERAL

A paisagem do Vale do Araguaia é composta por extensas planícies e depressões alagadas sazonalmente, com predomínio de vegetação campestre por vezes associadas a murundus, e fitofisionomias florestais do tipo Ipucas e Cerrado com diferentes densidades arbustivas (Marion e Lima, 2001; Martins et al., 2002; Martins et al., 2008; Maranhão et al., 2017). O ambiente pedogeomorfológico é bastante peculiar (Schaefer et al., 2009; Maranhão et al., 2017), principalmente nas áreas de Planície do rio Araguaia, onde ocorrem sucessivas oscilações do lençol freático, e conseqüentemente a expressão de feições pedológicas com certas especificidades, sobretudo com uma vegetação local governada majoritariamente pelo regime hidrológico.

As sucessivas oscilações do lençol freático proporcionam a ocorrência de feições redoximórficas (Vepraskas, 2015), inclusive desencadeando a segregação do ferro, por vezes associadas a alumínio e/ou manganês, denominadas como mosqueados, plintitas e petroplintitas (Santos et al., 2013), feições discriminadas morfológicamente de acordo com sua individualização e grau de dureza (Daniels et al., 1978; Santos et al., 2015; IBGE, 2015).

Os solos que apresentam feições ferruginosas (mosqueados, plintitas e petroplintitas) podem estar associados ao clima atual ou pretérito (Beirigo, 2013), onde apresentam relação com o fator de formação relevo (Motta et al., 2002; Coelho et al., 2003a; Anjos et al., 1995). Conquanto, podem ser alterados a partir de ações antrópicas quando submetidos à drenagem, normalmente quando associados a áreas de baixa cota.

O Vale do Araguaia apresenta um relevo plano, associado a pequenos desníveis (Brasil, 1981). São áreas que podem ser facilmente mecanizadas quando drenadas, e devido à abundância de água, propiciando a utilização de sistemas de irrigação. Isso possibilitou a implantação de dois grandes projetos de irrigação, o “Projeto Luís Alves”, em São Miguel do Araguaia, no estado do Goiás, e o “Projeto Formoso”, em Formoso do Araguaia, no estado do Tocantins, ambos inseridos em verdadeiros tabuleiros na bacia do rio Araguaia, constituídos por um sistema de irrigação por inundação, a partir de lâmina de água estagnada ou em circulação dependendo das espécies cultivadas.

O controle da drenagem é condicionado por meio de canais de irrigação, possibilitando um intenso fluxo interno de água no solo, o que pode potencializar processos que envolvem as transformações de elementos e minerais associados. A partir da utilização desse modelo de irrigação, o solo está sujeito a diversas alterações eletroquímicas, sobretudo modificando a condição de “equilíbrio”, e conseqüentemente alguns atributos do solo (Camargo et al., 1999; Vepraskas, 2015), mormente as feições decorrentes da segregação do ferro e manganês.

Alguns solos com feições ferruginosas, apesar de serem caracterizados como de baixa aptidão agrícola (Ramalho-Filho e Beek, 1995), vêm sendo utilizados com alguns cultivos. No estado do Maranhão essas áreas são utilizadas com arroz e pastagem, no Tocantins com abacaxi, soja, feijão, melancia, melão, abóbora e pastagem, e na região Centro-Oeste, com soja, milho, melancia, abóbora e pastagem, assumindo grande importância econômica no país. Em geral, são solos que requerem cuidados adicionais no aspecto de manejo, no entanto ainda sim têm sido responsivos quanto ao seu uso.

Na região do Médio Vale do Araguaia, predominam solos com feições ferruginosas com contrastantes graus de dureza (mosqueado, plintita e petroplintita), que têm sido condicionados a diversos tipos de manejo, surgindo uma indagação quanto à intensidade de degradação desses solos, principalmente relacionados a processos erosivos. Assim, a avaliação da erosão linear torna-se sugestiva, visto que corresponde a um processo no qual há

um fluxo de escoamento hídrico bem definido concentrado, gerando feições lineares dos tipos sulcos, ravinas e voçorocas, desencadeadas por forças ativas e passivas.

Quanto à pedogênese, são solos formados a partir de sucessivos ciclos de umedecimento e secagem, o que condiciona o processo de segregação do ferro e manganês. Entretanto, ainda há muito que se compreender quanto às etapas desse processo, tal como se depois de formadas, a plintita e/ou petroplintita sofrerão alterações ao ponto de se tornarem um novo material, sobretudo atuante na pedogênese.

Os solos que apresentam feições ferruginosas na região do Vale do Araguaia têm sido pouco estudados no contexto pedológico. Assim, surge a necessidade de se gerar informações quanto aos solos predominantes nessa região, principalmente relacionado a detalhes do processo de plintitização.

Acredita-se que o processo de plintitização é modificado quando o solo é submetido ao controle de drenagem, visto que a dinâmica do ferro está associada à oscilação da lâmina de água, desencadeando transformações estruturais dos óxidos de ferro.

Esse estudo visa contribuir para o desenvolvimento do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2013) e o Manual de Descrição e Coleta de Solos no Campo (Santos et al., 2015), através de informações quanto a solos com feições ferruginosas, principalmente em relação aos óxidos de ferro em função de mudanças na paisagem.

Nesse contexto, buscou-se estudar solos com feições ferruginosas no Vale do Araguaia, estado do Goiás, Brasil, no sentido de avaliar a pedogênese, sobretudo aspectos relacionados a formação dessas feições (mosqueado, plintita e concreções), e adicionalmente o potencial de ocorrência da erosão linear no município de São Miguel do Araguaia (GO), partindo do pressuposto de que o uso da terra e características pedológicas têm potencializado a ocorrência de processos erosivos. Além disto trabalhou-se com a hipótese de que o desenvolvimento do processo de plintitização pode ser avaliado a partir das variações dos atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos registrados no perfil, sobretudo considerando a distribuição dos solos ao longo da paisagem e processos correlatos de deposição de sedimentos; e que as modificações da paisagem podem levar a alterações das feições ferruginosas.

Deste modo, a tese é composta por quatro capítulos, os quais foram intitulados: Análise do potencial a erosão linear no bioma Cerrado, Goiás, Brasil, utilizando a técnica de morfopedologia; Solos com feições ferruginosas em uma topossequência no Vale do Araguaia, em Goiás, Brasil; Feições ferruginosas de solos associadas a modificações na paisagem, em Goiás, Brasil; Morfologia (macro e micro) de feições redoximórficas em solos do Vale do Araguaia, Goiás, Brasil.

Os objetivos gerais do estudo foram:

- a) Avaliar, a partir de dados fisiográficos, utilizando a técnica de morfopedologia, o potencial a erosão linear em São Miguel do Araguaia, no Vale do Araguaia, Goiás;
- b) Caracterizar solos com feições ferruginosas do Vale do Araguaia, Goiás, a partir de atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos;
- c) Realizar análises micromorfológicas dos horizontes plínticos;
- d) Gerar informações que darão subsídio ao Sistema Brasileiro de Classificação de Solos- SiBCS e Manual de Descrição e Coleta de Solos no Campo.

2. REVISÃO DE LITERATURA GERAL

2.1. Geologia

O Cinturão Araguaia compreende uma faixa Norte-Sul de aproximadamente 1.000 km de comprimento e 200 km de largura, que vai desde o Norte do estado do Goiás ao Sul do Pará, apresentando características litológicas diversas, entretanto de origem comum, formadas principalmente a partir de processos metamórficos. São rochas de idade Pré-cambriana com evidências de eventos tectono-metamórficos, ocorrendo rochas com diferentes graus de metamorfismo, zonas de cisalhamento, dobras, foliações, características que resultaram de vários ciclos de esforços (Hennies, 1967).

Ao final do Cretáceo e início do Terciário, ocorreram consideráveis modificações climáticas, que associadas a uma oscilação epirogênica, ocorrendo sucessivos movimentos lentos de subida e descidas dessas áreas, os quais se prolongaram até o Quaternário, resultando em uma extensa superfície de aplainamento, que sofreu retrabalhamento, resultando na formação de um conjunto de planícies fluviolacustres (Almeida et al., 1968), perfazendo a Planície do Araguaia.

Na Planície do Araguaia, mais especificamente na região do Médio Vale do Araguaia, município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás, ocorrem afloramentos de micaxistos com granada e sericita xisto, com planos de xistosidades bem orientados, perfazendo uma parcela do Grupo Estrondo (Brasil, 1981). Ao longo do rio Araguaia, nas proximidades de Bandeirante e Nova Crixás, ao sul do município de São Miguel do Araguaia, ainda no estado do Goiás, ocorrem rochas xistosas, associadas a cristais de magnetita, decorrentes do processo de metamorfismo (Brasil, 1981).

As rochas do Grupo Estrondo ocorrem de Norte a Sul na região Central e região Sudeste-Nordeste das Folhas SD 22-X-A e SD 22-X-C do Levantamento de Recursos Naturais (Escala 1: 1.000.000), nos municípios de São Miguel do Araguaia, Dorilândia e Sandolândia (Brasil, 1981). Ao Norte se confrontam com rochas do Grupo Tocantins, normalmente por falha; a leste tem transição com o Complexo Goiano; e a Sul e Oeste, desaparece sob a Cobertura Sedimentar do Bananal (Brasil, 1981).

As rochas do Grupo Estrondo estão sotopostas pela Cobertura Sedimentar Terciária e Quaternária (Brasil, 1981). Nas proximidades do rio Araguaia observa-se a ocorrência de aluviões, possivelmente desenvolvidos durante o Holoceno, formados por sedimentos arenosos e argilo-arenosos, compondo a planície atual, governada principalmente pelos ciclos de transgressão e regressão do sistema fluvial (Latrubesse et al., 2009).

Apesar de apresentar diferenças quanto à gênese, quando comparada com a “Planície do Bananal” (Ilha do Bananal e proximidades), essa área que margeia o rio Araguaia, no Médio Vale do Araguaia, corresponde a uma grande planície tropical sazonal inundada por chuvas e saturação do lençol freático, podendo ser classificada como zona úmida sazonal (Valente e Latrubesse, 2012). Nesse local, genericamente, ocorre associação entre rochas metamórficas dos Grupos Estrondo e Tocantins, associados a sedimentos do Terciário e Quaternário, com inclusões de sedimentos do Holoceno devido a transporte dos sistemas fluviais.

2.2. Geomorfologia

Os aspectos morfológicos da paisagem se deram a partir da interação de processos endogenéticos e exogenéticos, refletindo nas formas de relevo atual.

O Vale do Araguaia foi dividido em três unidades geomorfológicas: Planalto do interflúvio Araguaia-Tocantins a leste; fazendo contato com o Planalto dos Parecis a oeste, e

permeia os relevos residuais do Planalto dissecado do sul do Pará. Apesar de essa depressão ocorrer entre planaltos, não é considerada tipicamente interplanáltica, devido à fragmentação do planalto dissecado e à própria descaracterização das escarpas que assinalam os planaltos do setor oriental, assim como a coalescência desta depressão com a Depressão do Tocantins a sudeste (Brasil, 1981).

A região do Vale do Araguaia em algum momento recebeu a denominação de “Peneplanície do Araguaia”, sendo definida como uma superfície rebaixada onde o relevo é constituído por uma cobertura sedimentar do Cretáceo e sotoposta a rochas metamórficas; em seguida foi desdobrada como Planície do Bananal e Depressão do Araguaia (Brasil, 1981).

A individualização da unidade denominada de Depressão do Araguaia é dada pela regularidade das cotas altimétricas, onde a rede de drenagem é comandada pelo rio Araguaia, que apresenta o aspecto de um corredor, limitado por unidades mais elevadas (Nascimento, 1991). Essa unidade tem associação com a Planície do Bananal, sendo constituída essencialmente por depósitos aluvionares e coluvionares pleistocênicos, areno-argilosos, inconsolidados, com ocorrência de depósitos aluvionares do Holoceno nas margens dos rios (Nascimento, 1991).

A Depressão do Araguaia compreende uma vasta superfície rebaixada, com altitude de 200 a 300 m, mais conservada a oeste do rio Araguaia, onde o restante da unidade apresenta relevo suavemente dissecado com formas convexas e tabular, embora no setor ocidental encontra-se mais dissecado. Nos vales mais profundos ocorrem faixas contínuas de floresta de galeria, sobre interflúvios com um trecho dissecado onde ocorre uma cobertura de seixos angulosos, associada à vegetação “rala” (Brasil, 1981).

Ao Norte da Depressão do Araguaia, já na Planície Bananal, Valente et al. (2013) relatam a associação da planície aluvial com laterita, desenvolvida em interflúvios, padrão semelhante ao observado em outros pontos ao longo da Planície do Araguaia, inclusive na proximidade do Distrito de Luís Alves, município de São Miguel do Araguaia, Goiás.

A Depressão do Araguaia apresenta uma rede de drenagem com extensa e contínua deposição fluvial ao longo dos principais rios, originando planícies e terraços (Nascimento, 1991). O processo de deposição de sedimentos tem sido acelerado em razão do desmatamento, principalmente nas áreas próximas às redes fluviais (Latrubesse et al., 2009). De acordo com Vieira (2010), os ambientes sedimentares da planície apresentam uma rápida evolução da dinâmica morfológica.

Alguns autores relatam que o canal do rio Araguaia mantém tendências evolutivas, sendo que o sistema fluvial não chegou a uma situação de equilíbrio, já que os processos de sedimentação continuam prevalecendo (Vieira, 2002; Morais, 2008; Latrubesse et al., 2009). Nessa região tem ocorrido alterações geomorfológicas intensas em resposta às ações antrópicas, sobretudo nas últimas décadas, desencadeando uma rápida resposta fluvial, ocasionando grande desequilíbrio ambiental (Latrubesse et al., 2009).

2.3. Vegetação

O bioma Cerrado está inserido principalmente na região Central do Brasil, é o segundo maior bioma do país quanto à área territorial, atrás apenas da Floresta Amazônica, ocupando uma área de cerca de 2 milhões de km², correspondendo a 23% do território nacional (Ribeiro e Walter, 2008). Esse bioma corresponde a um complexo vegetacional, com uma grande diversidade de fitofisionomias, apresentando formações florestais, arbustivas e campestres, que são divididas em vários subtipos (Ribeiro e Walter, 2008).

Na região do Médio Vale Araguaia, mais especificamente nos limites entre os estados do Goiás, Mato Grosso e Tocantins, há predomínio de formações campestres com “inclusões” vegetacionais de um tipo de formação florestal endêmica, onde são formadas ilhas de florestas

ao longo de uma vasta área de vegetação campestre (Martins et al., 2008; Schaefer et al., 2009). Em algumas regiões ocorre fitofisionomia do tipo Cerrado Denso, onde há predomínio de vegetação arbórea, com mais de 50 % de cobertura superior a 5 m de altura.

As formações campestres são divididas em Campo sujo, Campo limpo e Campo rupestre, com destaque para as duas primeiras, que representam uma parcela do bioma Cerrado, mais especificamente da Planície do Araguaia. De acordo com Ribeiro e Walter (2008), essas fitofisionomias podem ser caracterizadas como Campo sujo seco, Campo sujo úmido e Campo sujo com murundus; e Campo limpo seco, Campo limpo úmido e Campo limpo com murundus (Figura 1).



Figura 1. Campo limpo com murundus na região de Luís Alves, estado do Tocantins. Fonte: Deyvid Diego Carvalho Maranhão.

O Campo sujo apresenta vegetação arbustiva e herbácea, com arbustos e subarbustos esparsos, apresentando indivíduos pouco desenvolvidos, com variações quanto aos subtipos (Ribeiro e Walter, 2008). Sendo que, quando apresenta lençol freático profundo, é designado Campo sujo seco, em contraste, quando apresenta lençol freático próximo a superfície recebe a denominação de Campo sujo úmido, enquanto em terrenos mal ou bem drenados com elevação do terreno (murundus) a denominação é Campo sujo com murundus (Figura 2).

A fitofisionomia do tipo Campo limpo, apresenta vegetação predominantemente herbácea, com raros arbustos e ausência de árvores, e seus subtipos seguem o mesmo padrão observado para a fitofisionomia do Campo sujo (Ribeiro e Walter, 2008).



Figura 2. Campo sujo com murundus na região de Luís Alves, estado do Tocantins. Fonte: Deyvid Diego Carvalho Maranhão.

Em cada bioma há um tipo de fitofisionomia predominante, determinada majoritariamente pelo fator clima; entretanto, ocorrem alguns contrastes associados a variações locais, com destaque para os aspectos edáficos, geomorfológicos e topográficos (Schaefer et al., 2009).

Na região do Médio Vale do Araguaia, unidade geomorfológica da Planície do Araguaia, aparecem algumas fitofisionomias bem características desse tipo de ambiente, associadas à vegetação campestre, principalmente as ipucas (ou impucas) e aos murundus. Ipucas (Figura 3) são fragmentos florestais de ocorrência natural em Campo limpo e Campo sujo, no qual foi caracterizada por Brasil (1981) como Floresta Estacional Semidecidual Aluvial, com variações em função da posição geográfica. De acordo com Schaefer et al. (2009), as Ipucas constituem uma das formações florestais brasileiras formadas por fragmentos florestais descontínuos e brejosos, como ilhas de florestas de ocorrência natural em meio a formações campestres. Esses fragmentos apresentam estrutura florística e características fitofisionômicas contrastante do entorno (Martins et al., 2008).



Figura 3. Fragmentos florestais de ocorrência natural, “ipucas” no município da Lagoa da Confusão, estado do Tocantins. Fonte: E. Lenza.

As ipucas assemelham-se à formação florestal de Mata de galeria inundável, variando quanto ao aspecto de fitofisionomia, sob um regime climático de seis meses secos. Ao realizarem um diagnóstico ambiental de fragmentos florestais naturais “ipucas” no Médio Vale Araguaia (Figura 4), município da Lagoa da Confusão, estado do Tocantins, Martins et al. (2002) identificaram oito tipos de feições vizinhas às ipucas sendo estas: varjão-sujo (Campo sujo), varjão-limpo (Campo limpo), floresta ciliar, pastagem natural, pastagem plantada, área agrícola, corpos d’água e afloramento rochoso, sendo seis feições de sistemas fisionômicos naturais e três resultantes de ações antrópicas.



Figura 4. Fragmentos florestais de ocorrência natural, “ipucas” no município da Lagoa da Confusão, estado do Tocantins. Fonte: E. Lenza.

Alguns autores enfatizam a fragilidade das ipucas, devido à ocorrência de uma “fragmentação interna”, que resulta na disjunção e isolamento dessa fitofisionomia, comprometendo seu importante papel como refúgio de aves e o processo migratório, desencadeando intensas alterações ambientais (Martins et al., 2002).

Dentro da Planície do Araguaia, os murundus apresentam padrões distintos conforme o grau de encharcamento do solo (Marion e Lima, 2001). Os murundus são microrrelevos distribuídos ao longo da paisagem, sendo que alguns autores denominam como Campos de murundus (Araújo-Neto et al., 1986), destacando essas características de forma mais generalizada, diferentemente do proposto por Ribeiro e Walter (2008), no qual discrimina em Campos limpo e sujo, com ou sem murundus.

A drenagem condiciona uma boa aeração do solo nos locais onde há murundus, favorecendo a propagação de espécies arbóreas das formações florísticas vizinhas, comumente relacionado a termiteiros (Figura 5) (Silva Jr. e Felfili, 1996). Martins et al. (2008) também fazem a associação dos murundus com termiteiros (Figura 6). Além dos aspectos biológicos relacionados à vegetação, vale ressaltar as características edáficas daquele ambiente, sobretudo feições ferruginosas associadas. Em geral, essas áreas delimitam a ocorrência de feições ferruginosas mais proeminentes, sobretudo em condições naturais (Maranhão et al., 2017).



Figura 5. Associação de termiteiros com murundus na região de Luís Alves, estado do Tocantins. Fonte: Deyvid Diego Carvalho Maranhão



Figura 6. Murundus na região de Luís Alves, estado do Tocantins. Fonte: Deyvid Diego Carvalho Maranhão

A fitofisionomia e a diversidade florística são influenciadas pelos solos que sustentam as formações vegetais (Schaefer et al., 2009). Esses aspectos são de grande relevância, seja no estudo pedológico, onde se separam a fase de vegetação sobrejacente, norteando a separação das manchas de solos no campo, assim como nos estudos de fitofisionomia para explicar a riqueza e a diversidade vegetacional.

2.4. Processos Pedogenéticos

A formação do solo é decorrente da interação entre fatores ambientais que condicionam a ação de processos pedogenéticos (Bockheim et al., 2005) atuando sobre uma rocha e/ou sedimento. Essa concepção relacionada aos fatores de formação dos solos foi

formulada por Dokuchaev na segunda metade do século XIX, sendo descrito que a combinação do material de origem, clima, relevo e vegetação, agindo ao longo do tempo permitiriam prever a ocorrência de um solo em um determinado local (Arnold, 1983; Bockheim et al., 2005; Kampf e Curi, 2012).

Posteriormente, esses fatores foram equacionados por Jenny (1941), o qual destaca a importância no estudo de gênese do solo, permitindo uma visão qualitativa, assim como os aspectos geomorfológicos. Os fatores de formação controlam as características do solo, de modo que esse sistema (solo) sempre buscará um equilíbrio, inclusive com registros do que ocorreu no pretérito, tal como as interações com a biosfera. A compreensão da variabilidade espacial do solo, o seu desenvolvimento ao longo do tempo (pedogênese) e suas relações funcionais com os processos recentes na paisagem, estão entre os desafios da ciência do solo, comumente relatados na literatura.

A pedogênese é decorrente da interação dos fatores de formação, que se associam a micro processos (reações e processos múltiplos, conforme descrito por Kampf e Curi, 2012), que incluem processos biológicos, químicos e físicos que definem os processos de formação do solo, e conseqüentemente a formação dos horizontes (Bockheim et al., 2005). De acordo com Simonson (1959), a diferenciação de horizontes ao longo do perfil é atribuída ao equilíbrio entre os mecanismos de adições, perdas, translocações e transformações de energia e matéria.

Gerasimov e Glazovskaya (1960) identificaram 10 processos de formação do solo, que contribuem para o desenvolvimento de horizontes genéticos no perfil do solo, enquanto Bockheim e Gennadiyev (2000) abordaram de forma generalizada dezessete processos de formação de solo, seguindo a definição do Soil Taxonomy e do World Soil Reference Base. Nos quais foram: Argiluviação, Enriquecimento biológico de cátions básicos, Andisolização, Paludização, Gleização, Melanização, Ferralitização, Podzolização, Lixiviação de cátions básicos, Vertilização, Crioturbação, Salinização, Calcificação, Solonização, Solodização, Silicificação e Antrossolização.

Os processos descritos por Bockheim e Gennadiyev (2000) são generalizados, e nem sempre contemplam a formação de solos ocorrentes em ambientes tropicais.

No sentido de preencher uma lacuna, no ponto de vista de conhecimento acerca da gênese de solos tropicais, Kampf e Curi (2012) descreveram diversos processos pedogenéticos específicos triviais em ambientes tropicais e subtropicais, tais como: melanização, leucinização, pedalização, silicificação, dessilicificação, brunificação, rubeificação, ferruginação, ferralitização, plintitização (descrito com mais detalhes a seguir), laterização (descrito com mais detalhes a seguir), lessivagem (ou argiluviação), elutriação, podzolização, gleização, calcificação (ou carbonatação), ferrólise, salinização, sodificação (ou alcalinização), solodização (ou desalcalinização), sulfurização (ou tiomorfismo), vertilização, agradação (ou cumulização), paludização, pedoturbação, antrossolização e erosão.

Os sistemas taxonômicos utilizam horizontes e atributos diagnósticos como critérios de classificação (Santos et al., 2013; Soil Survey Staff, 2014; WRB/IUSS, 2014). Também baseados em princípios genéticos, sendo que os processos pedogenéticos estão diretamente envolvidos nos atributos dos solos (Kampf e Curi, 2012). Assim, uma reflexão quanto aos processos atuantes no solo é de fundamental importância na compreensão de bases genéticas em sistemas taxonômicos (Bockheim e Gennadiyev, 2000), que conseqüentemente subsidiarão os sistemas utilitários.

Os atributos e horizontes diagnósticos utilizados como base na taxonomia de solos são resultados da atuação de processos pedogenéticos. De acordo com Bockheim e Gennadiyev (2000), os sistemas taxonômicos baseados em processos pedogenéticos, muitas vezes não são suficientes para delinear de forma satisfatória os solos globais. No entanto, o entendimento da pedogênese é extremamente importante tanto para a taxonomia quanto para o mapeamento de

solos, inclusive possibilitando o desenvolvimento de modelos quantitativos de sistema pedogênico, conforme descrevem esses autores.

2.5. Plintitização e Laterização

Os processos *plintitização* e *laterização* nem sempre são descritos de forma clara na literatura internacional, possivelmente por estarem mais associados a climas tropicais e subtropicais, o que resulta em descrições mais modestas a respeito. Ambos os processos pedogenéticos são baseados na acumulação de óxidos de Fe e Al (Kampf e Curi, 2012), que é associada a precipitação, temperatura e material de origem (Van Wambeke, 1992; Tardy, 1993; Eze et al., 2014).

O processo de plintitização se dá a partir da translocação de Fe na forma reduzida, seguido de precipitação em zonas mais oxidadas ao longo da matriz (Eze et al., 2014), resultando em uma feição que é descrita morfologicamente como mosqueado, no entanto inclui manchas (Figura 7A) ou mosqueado propriamente ditos e plintita (Figura 7B) no se refere a cor (Santos et al., 2015; IBGE, 2015).

A denominação de plintita é utilizada quando o material segregado é distinto da matriz do solo, podendo ser individualizado e aturar rolamento moderado entre o polegar e o indicador (Santos et al., 2013; Soil Survey Staff, 2014; Santos et al., 2015; IBGE, 2015). Essa feição apresenta moderada cimentação, sendo que quando submersas em água e submetidas a suaves oscilações por um período de duas horas não se desfazem (Daniels et al., 1978; Soil Survey Staff, 2014).

A plintita é constituída de argilae rica em Fe, por vezes associada a Mn e/ou Al, acrescido de grãos de quartzos e outros minerais (Daniels et al., 1978; Santos et al., 2013). E está sujeita a eventual cimentação em virtude de sucessivos ciclos de umedecimento e secagem (Eswaran et al., 1990; Van Wambeke, 1992; Asiamah, 2008), geralmente associadas a uma drenagem imperfeita. Enquanto as manchas caracterizadas como mosqueados se associam a drenagem impedida, sobretudo com cores gleizadas mais pronunciadas. No campo, a plintita é caracterizada quanto à quantidade, tamanho, forma, dureza e cor (Santos et al., 2015; IBGE, 2015).

As feições que resultam do endurecimento “irreversível” da plintita corresponde a petroplintita (Figura 7C), também denominado *ironstone* (Soil Survey Staff, 2014; Eze et al., 2014) discriminadas no campo quanto a quantidade, tamanho, dureza, forma, cor e natureza (Santos et al., 2015; IBGE, 2015)

Camadas cimentadas extensivas são caracterizadas como lateritas (Figura 7D) (MacFarlane, 1976; Tardy, 1993; Ollier e Pain, 1996; Tardy e Roquin, 1998), embora existam propostas de renúncia do termo “laterita”, pois trata-se de um termo geral associado a todas as formas de materiais enriquecidos com óxidos de Fe, inclusive até pouco incluía a plintita (MacFarlane, 1976; Eze et al., 2014).

Embora os processos de plintitização (gênese de plintita) e laterização (gênese de laterita) estejam associados à acumulação de óxidos (Kampf e Curi, 2012), o processo que envolve a formação de plintita é recente ou atual (Coelho e Vidal-Torrado, 2003b; Anjos et al., 1995; Anjos et al., 2007). Enquanto a gênese das lateritas está associada a paleoclimas, sobretudo a modificações intensas da paisagem (Pain e Ollier, 1992; Liu et al., 2003; Hao e Guo, 2007). Ao longo do tempo as lateritas tendem a sofrerem transformações químicas e físicas, dando origem a solos ricos em óxidos de ferro (Figura 8), geralmente dando origem classe dos Latossolos (Beauvais e Colin, 1993; Horbe e Costa, 1999; Horbe e Costa, 2005).

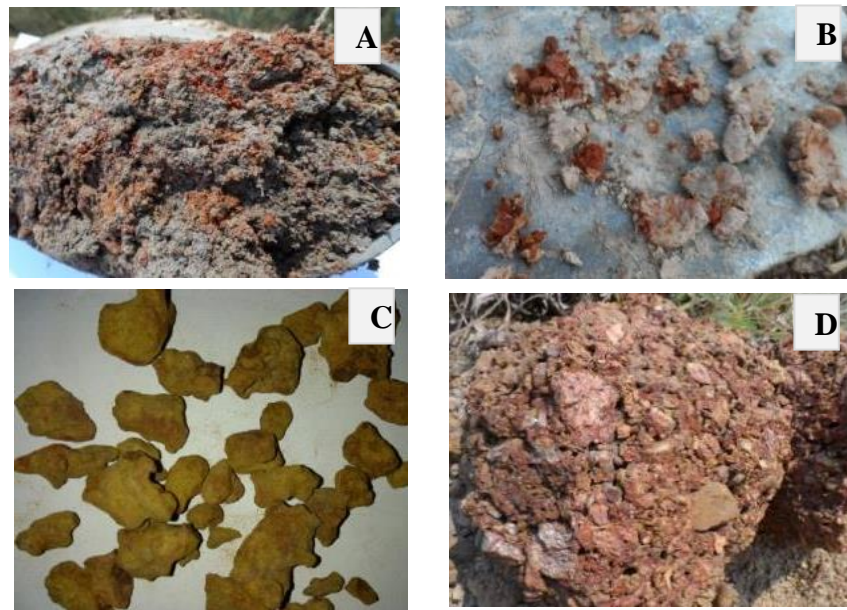


Figura 7. Feições resultantes da segregação do ferro. A = Mosqueado; B = Plintita; C = Petroplintita; D = Laterita.

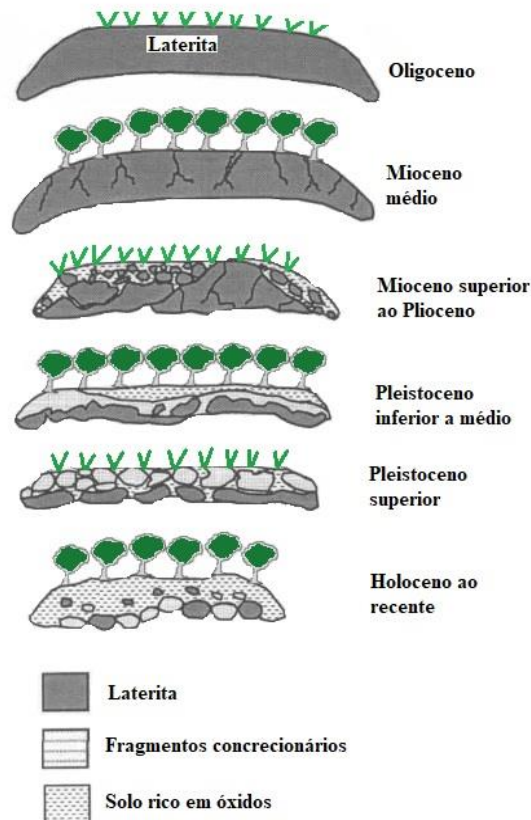


Figura 8. Esquema evolutivo de solos a partir da transformação de lateritas. Fonte: Modificado de Horbe e Costa (1999).

Em geral, existem dois principais modelos de formação das lateritas, os quais estão descritos a seguir:

O primeiro modelo (Figura 9) consiste na liberação do Fe em posições mais elevadas da paisagem, seguido de fluxo lateral subsuperficial para áreas de menores cotas. Em seguida o Fe precipita forma de óxidos na zona de vadosa. Onde inicialmente dará origem a mosqueados, e após sucessos aportes de Fe, e sucessivos ciclos de umidecimento e secagem apresentarão maior cimentação, dando origem a plintitas e após continuados aportes de Fe resultará em petroplintitas (Ollier e Pain, 1996). Nesse processo a argila (caulinita) fica na trama entre as feições ferruginosas o que possibilita a formação e contínuo (Tardy, 1993).

O segundo modelo (Figura 10) descreve a gênese da laterita por meio da incorporação de Fe liberado a partir do intemperismo do material de origem, seguido de uma evolução progressiva da seção vertical. De modo que os horizontes precedentes são gradativamente incorporados e posteriormente ocorre um rebaixamento devido a transformações frente a perda de minerais dissolvidos, sendo que a cimentação da laterita decorre da impregnação da caulinita com os óxidos de Fe (Tardy, 1993).

Diante da complexidade que é a utilização de terminologias que envolvam as feições resultantes da segregação de Fe, Eze et al. (2014) levantaram com base no Soil Survey Staff e IUSS Working Group WRB, alguns termos utilizados:

Laterite: é um termo geral utilizado para todos os sedimentos pedoquímicos e geoquímicos enriquecidos em Fe.

Plinthite: correspondem a materiais ricos em Fe e pobre em carbono orgânico, que podem ser individualizados da matriz do solo e suportar o rolamento entre os dedos, e não se desfazem quando submersos em água (Daniels et al., 1978).

Petroplinthite: material que se forma a partir de um forte intemperismo químico e segregação de *plinthite*. É uma feição também conhecida como *ironstone*. Esse material tende ao endurecimento após sucessivos ciclos de umidecimento e secagem, tornando a *plinthite*, em um material endurecido irreversivelmente, inclusive fortemente impregnado.

Pisolith: corresponde a um nódulo petroplíntico que apresenta um formato nodular e, em alguns casos, podem formar uma camada contínua conhecida como *petroplinthite*.

Ferricrete: correspondem a todas as formas de concreções endurecidas ricas em óxidos de Fe, independentemente da forma que assume. De acordo com McFarlane (1976) *petroplinthite* e *pisoplinthite* são agrupados como ferricretes.

Duricrusts: são todos os sedimentos pedoquímicos e geoquímicos endurecidos que resultam de movimento ascendentes de minerais, evaporação e precipitação de águas subterrâneas, *silcrete* (enriquecida sílica), *calcretes* (enriquecido em carbonato), *phoscrete* (enriquecimento de fósforo) e *petrogypsic* (enriquecido de *gypsum*).

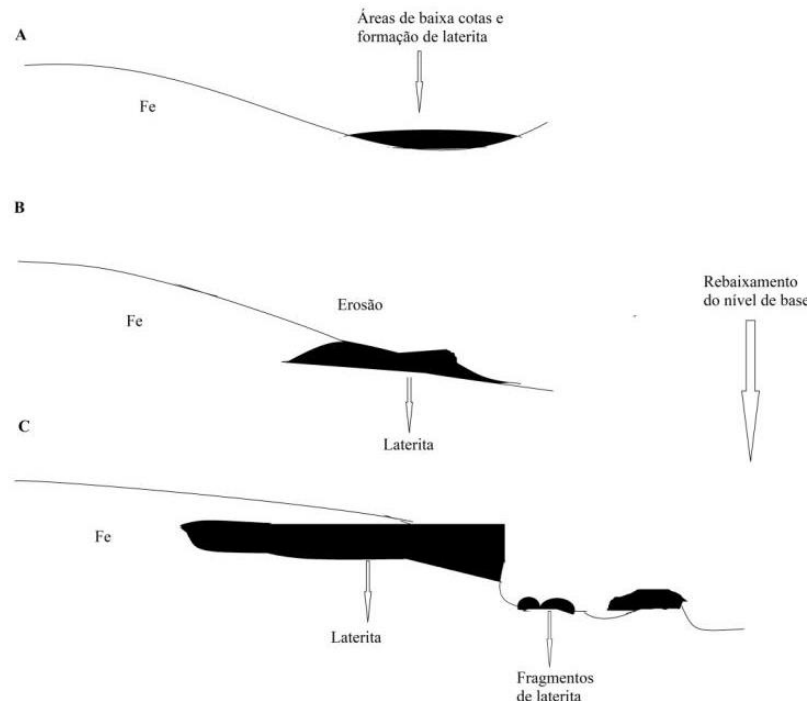


Figura 9. Acumulação de Fe decorretes de partes mais altas da paisagem: A = Acumulação de Fe; B e C = Processo erosivo e inversão de relevo (Modelo proposto por Ollier e Pain, 1996).

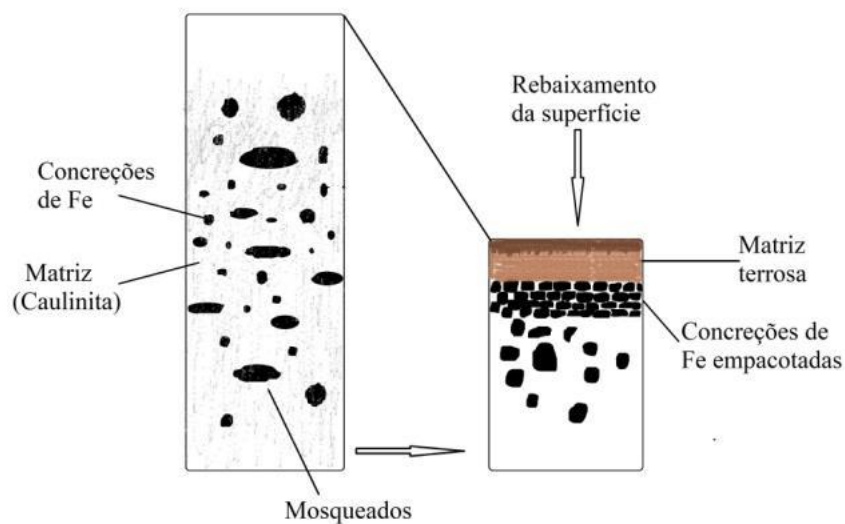


Figura 10. Formação de laterita devido rebaixamento da superfície e empacotamento de concreções (Modelo proposto por Tardy, 1993).

2.6. Óxidos de Ferro

Os óxidos de ferro, ou mais especificamente os óxidos, hidróxidos e oxihidróxidos de ferro, compreendem um grupo de minerais de grande importância em várias áreas de conhecimento, seja na Geologia, Mineralogia, Pedologia, Engenharia Civil, Engenharia Química, Engenharia Sanitária, e mais recentemente na Biologia, nessa última no estudo de

inclusões de óxidos em órgãos específicos de organismos vivos (dentes, coluna vertebral, órgãos internos) (Costa e Bigham, 2009).

Na natureza, os óxidos de ferro são encontrados em grandes quantidades em regiões tropicais e são considerados os óxidos mais abundantes nos solos. Até na década de 1960, poucas pesquisas eram direcionadas ao estudo de óxidos de ferro, devido à sua baixa concentração nos solos das regiões temperadas, onde até então estavam os maiores centros de pesquisas.

Alguns autores consideravam que esses minerais apresentavam uma estrutura de baixa cristalinidade (Melfi et al., 1979), sem importância para estudo, pois apenas dificultavam a dispersão de agregados e a identificação de minerais silicatados (Costa e Bigham, 2009), pois apenas estes eram considerados no estudo de pedogênese.

Acreditava-se que os íons Fe^{+3} liberados a partir do intemperismo de minerais primários, formavam um gel de composição indefinida, que daria origem aos óxidos de ferro, dependendo das condições climáticas seguiria uma determinada via, onde em temperaturas elevadas ou menor umidade favoreceria a formação da goethita ou a conversão de hematita em goethita (Vageler, 1933 citado por Kämpf e Curi, 2000).

Uma concepção divergente da formação dos óxidos de ferro se deu a partir do estudo de Feitknecht e Michaelis (1962) ao avaliarem a cinética da hidrólise do ferro em solução. Segundo os autores, a formação da goethita e da hematita se davam por mecanismos distintos e competitivos; levando a uma explicação de como esses minerais eram distribuídos nos solos (Schwertmann, 1971). Essa nova abordagem elucidou alguns aspectos relacionados aos óxidos de ferro, por conseguinte ocorrendo uma adesão gradativa por parte da comunidade científica, estimulando as pesquisas direcionadas a esses óxidos.

Em síntese, a partir dos estudos dos mecanismos de formação dos óxidos de ferro, foi verificado que sua gênese é governada por condições específicas, tais como: pH, temperatura, umidade, matéria orgânica, potencial redox, quantidade de Fe no sistema (Schwertmann, 1988). Assim, os óxidos de ferro envolvidos no sistema solo refletem condições de pedogênese ou modificações ambientais. Entretanto, uma vez formadas as fases minerais, a composição e a distribuição dos óxidos de ferro estão sujeitas a modificação, no sentido de buscar um equilíbrio com o ambiente (Kämpf e Curi, 2000), o que nos leva a hipótese de que um sistema ao ser alterado por meio de uma ação antrópica pode modificar a estruturação de óxidos.

Os óxidos de ferro podem ser de origem primária, resultantes das rochas ígneas ou metamórficas, formados em elevadas temperaturas, ou de origem secundária, formados a partir de transformações pedogênicas, em virtude de processos de intemperismo atuantes nos minerais primários, mais comuns em ambientes tropicais, diante das diversas alterações pedoambientais. A transformação pedogênica pode seguir diferentes vias, conforme as condições ambientais, determinando o tipo de óxido, cristalinidade e substituição isomórfica (Schwertmann, 1988). Por essa razão, os sistemas taxonômicos utilizam atributos e critérios que envolvem os óxidos como indicadores pedoambientais (Santos et al., 2013; Soil Survey Taxonomy, 2014; WRB/IUSS, 2014).

Considerando a importância dos óxidos de ferro, alguns sistemas de classificação de solos consideram a natureza e a distribuição dos óxidos de ferro na taxonomia. O atual SiBCS (Santos et al., 2013) utiliza o teor de óxido de ferro extraído por extrato sulfúrico (Donagemma et al., 2011) como atributo diagnóstico, com as seguintes especificações: teores de $Fe_2O_3 < 80 \text{ g kg}^{-1}$ de solo é denominado hipoférrico; teores de 80 g kg^{-1} a 180 g kg^{-1} de solo é denominado mesoférrico; 180 g kg^{-1} a 360 g kg^{-1} de solo recebe designação férrico, esse último merece ressalva, pois o termo férrico é aplicado a classe dos *Nitossolos* quando apresenta teores de $\geq 150 \text{ g kg}^{-1}$ a $< 360 \text{ g kg}^{-1}$ de Fe_2O_3 ; e solos com teores de $Fe_2O_3 \geq 360 \text{ g kg}^{-1}$ de solo recebe a denominação perférrico (Santos et al., 2013).

A partir do conhecimento dos óxidos de ferro, considerando suas condições de formação específicas, é possível fazer inferências quanto à sua ocorrência. De acordo com Schwertmann (1988), a temperatura e a umidade explicam parcialmente a distribuição de solos hematíticos (vermelho) e goethíticos (marrom amarelado), sendo que áreas frias e úmidas apresentam solos goethíticos, e áreas mais quentes há o predomínio de hematita.

Experimentalmente, existem duas formas de estudar a relação entre óxidos de ferro e o pedoambiente. Sendo a partir de parâmetros como pH, saturação por bases, temperatura do solo, umidade do solo, teor de matéria orgânica, e outros, avaliando amostras de solos (Kämpf e Curi, 2000). Além disso, podem ser simuladas condições de pedoambientes a partir de experimentos *in vitro*, no qual os óxidos de ferro são sintetizados sob condições controladas similares aquelas do solo, embora a predição possa ser dificultada, devido à termodinâmica das reações (Schwertmann, 1988).

Ao estudarem duas topossequências na Nova Caledônia, ambas formadas a partir de peridotito, Schwertmann e Latham (1986) verificaram que a substituição isomórfica do Al-Fe na estrutura do óxido foi baixa (<10%) devido ao um baixo teor de Al da rocha-mãe. Segundo os autores, a faixa de pH, teor de ferro, concentração de Si e o grau de hidromorfismo do solo controlaram a formação dos óxidos de ferro. Já Schwertmann (1988) destaca que o grau de substituição do alumínio é reflexo da atividade de Al no sistema, que por sua vez é regulada por fatores pedogênicos, tais como: pH, tipo de composto de Al, a estabilidade dos complexos Al-orgânicos, atividade do Si.

Ao avaliarem solos no estado do Maranhão, Anjos et al. (1995; 2007) observaram a partir de índices qualitativos, o baixo grau de cristalinidade dos óxidos de ferro nos horizontes plínticos (subsuperficiais), enquanto os horizontes superficiais apresentaram um baixo grau de cristalinidade dos óxidos de ferro, sendo atribuído à influência da matéria orgânica. Corroborando a estes estudos, Lima et al. (2006) observaram óxidos de ferro de alta cristalinidade no horizonte plíntico de um Plintossolo, contrastante ao observado nos horizontes subjacentes.

3. CAPÍTULO I

ANÁLISE DO POTENCIAL DE EROSÃO LINEAR NO BIOMA CERRADO GOIÁS, BRASIL, UTILIZANDO A TÉCNICA DE MORFOPEDOLOGIA

3.1. RESUMO

O Bioma Cerrado corresponde a um complexo vegetacional com uma ampla diversidade de fitofisionomias, e deve ser utilizado de forma sustentável para a manutenção de sua biodiversidade. A morfopedologia é uma ferramenta que pode auxiliar na elaboração de planos de uso e ocupação dos solos, sobretudo na avaliação da potencialidade dos processos erosivos. Essa técnica permite espacializar unidades da paisagem consideradas como “homogêneas”, resultantes da interação entre condicionantes fisiográficos. O objetivo desse estudo foi avaliar o potencial dos processos erosivos no município de São Miguel do Araguaia, Goiás, a partir da definição de compartimentos morfopedológicos (CMP), partindo do pressuposto de que o uso do solo tem potencializado a erosão. A identificação das unidades da paisagem foi realizada a partir da superposição da geologia, hipsometria, declividade, geomorfologia, solos e uso da terra. Foi efetuado o refinamento das informações cartográficas na escala 1:100.000, cuja base foi disponibilizada no Sistema de Informações Geográficas de Goiás. A abordagem da morfopedologia possibilitou a identificação e espacialização de cinco CMP. As classes de solos predominantes no município de São Miguel do Araguaia correspondem a Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos (Xanthic Hapludox), Plintossolos Pétricos Concrecionários (Petronodic Haplargids), Plintossolos Háplicos Distróficos (Plinthic Haplaquox), Gleissolos Háplicos Tb Distróficos (Typic Endoaquents) e Neossolos Quartzarênicos Órticos (Typic Quartzipsamments). Em geral, todas as classes de solos apresentam algum tipo de limitação, que podem vir a ocasionar processos erosivos com diferentes intensidades. As áreas mais dissecadas estão associadas às coberturas lateríticas, o que sugere a importância dessas feições na formação do relevo. Os resultados das análises de suscetibilidade e potencial de erosão linear sugerem um baixo risco dos processos erosivos, mesmo diante de ações antrópicas realizadas principalmente pela atividade pecuária.

Palavras-chave: Erosividade. Erodibilidade. Geomorfologia. Pedologia.

3.2. ABSTRACT

The *Cerrado* is a vegetation complex with a wide variety of phytophysiognomies, and sustainable management is essential for maintaining biodiversity. Morphopedology is a tool that can assist in developing plans for control of soil and land use, especially in evaluating the potential of soil erosion processes. This technique allows landscape units considered "homogeneous" to be distinguished, as a result of interaction between physiographic conditions. The aim of this study was to evaluate potential for erosion in São Miguel do Araguaia, state of Goiás, Brazil, through definition of morphopedological compartments (MPC), on the assumption that soil use has increased erosion. Landscape units were identified through use of geology overlay, hypsometry, slope, geomorphology, soil, and land use. The map information on a 1:100,000 scale was refined, the base of which was available in the Geographic Information System of Goiás. The morphopedological approach enabled identification of five MPC. Predominant soil classes in São Miguel do Araguaia (with matching categories) are *Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos* (Xanthic Hapludox), *Plintossolos Pétricos Concrecionários* (Petronodic Haplargids), *Plintossolos Háplicos Distróficos* (Plinthic Haplaquox), *Gleissolos Háplicos Tb Distróficos* (Typic Endoaquents), and *Neossolos Quartzarênicos Órticos* (Typic Quartzipsamments). Generally, every class of soil has some type of limitation that may cause erosion to different degrees. The most dissected areas are associated with lateritic covers, which suggests the importance of these features on topographical formation. The results of analysis of erosion susceptibility and linear erosion potential suggest low risk of erosion, even considering human activities, especially cattle ranching.

Keywords: Erosivity. Erodibility. Morphopedology. Geomorphology. Pedology.

3.3. INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil quanto à extensão territorial, ocupando uma área de 2.000.000 km², correspondendo a 23 % do território nacional (Ribeiro e Walter, 2008). Este bioma corresponde a um complexo vegetacional, com uma vasta diversidade de fitofisionomias, apresentando formações florestais, arbustivas e campestres, que são divididas em vários subtipos (Ribeiro e Walter, 2008). Engloba todo o território do estado do Goiás, o qual tem sido submetido a diferentes níveis de degradação, principalmente em consequência da expansão agropecuária, resultando na perda de uma parcela da vegetação nativa. No estado de Goiás verifica-se o menor percentual de remanescente da fitofisionomia original do Bioma Cerrado (Sano et al., 2008). No noroeste do estado, a atividade da pecuária tem ganho destaque, com a abertura de novas áreas para implantação de pastagens, ceifando parte da vegetação nativa. O município de São Miguel do Araguaia apresentou no ano de 2007 uma área desmatada de aproximadamente 923,93 ha, correspondendo a 15 % do seu território (Silva e Ferreira Júnior, 2010).

Após a remoção da vegetação natural, os processos erosivos tendem a ser potencializados, sobretudo quando favorecidos pelos atributos do solo, relevo, clima e uso da terra (Dotterweich, 2013; Wang et al., 2013). Tais processos ocasionam mudanças ambientais que comprometem a produção de alimentos e a conservação de recursos naturais (Latrubesse et al., 2009; Coe et al., 2011), reduzindo o potencial produtivo de algumas regiões em decorrência do aumento da intensidade de processos erosivos (Lohmann e Santos, 2005).

Os processos erosivos variam em função do tempo e espaço, onde alguns eventos deixam feições na paisagem, que também têm sido associadas a mudanças no uso da terra e do clima (Dotterweich, 2013). Estes processos estão associados tanto a aspectos naturais quanto antrópicos (Wang et al., 2013; Mhazo et al., 2016; Comino et al., 2016). Os primeiros ditam a intensidade dos processos em uma longa escala de tempo, destacando-se principalmente a chuva, a cobertura vegetal, o relevo, solos e o substrato geológico. Quanto aos aspectos de natureza antrópica, destacam-se o desmatamento e as formas de uso e ocupação do solo (Latrubesse et al., 2009; Coe et al., 2011).

A medida direta da erodibilidade do solo requer estudos de processos erosivos de longo prazo, que são demorados e dispendiosos (Bonilla e Johnson, 2012). Assim, a morfopedologia pode possibilitar a avaliação da potencialidade dos processos erosivos de natureza hídrica, sobretudo potencial e suscetibilidade a erosão linear, auxiliando na elaboração de políticas públicas voltadas a sistema de produção agrícola e preservação dos recursos naturais. A morfopedologia é uma ferramenta que auxilia na elaboração de planos de controle de uso e ocupação dos solos, principalmente nos aspectos relacionados à preservação ambiental. Essa técnica permite espacializar unidades da paisagem tidas como “homogêneas”, resultantes da interação entre substrato geológico, relevo e solos (Castro e Salomão, 2000).

Alguns estudos sobre processos erosivos têm sido baseados na morfopedologia, a partir da relação entre substrato geológico, relevo, solos, declividade e uso da terra. Ribeiro e Salomão (2003) caracterizaram os compartimentos morfopedológicos (CMP) da bacia do alto rio Casca, estado do Mato Grosso, com o objetivo de avaliar a suscetibilidade desta área quanto à erosão linear, provocada pela concentração das linhas de fluxo da água, que podem evoluir para formação de sulcos ravinhas ou voçorocas. Lohmann e Santos (2005) avaliaram a gênese e evolução dos processos erosivos na bacia hidrográfica Arroio Guassupi, município de São Pedro do Sul (RS), a partir da utilização da compartimentação morfopedológica. Além de avaliarem a suscetibilidade à erosão linear do município de Jataí (GO) com o emprego da

CMP, Hermuche et al. (2009) apresentaram uma proposta quanto ao planejamento do uso do solo com o emprego dessa técnica.

A partir do exposto, esse estudo teve como objetivo avaliar o potencial de processos erosivos no município de São Miguel do Araguaia, noroeste do estado Goiás, a partir da compartimentação morfopedológica, partindo do pressuposto de que o uso e ocupação do solo têm influenciado a erosão linear, ou seja, vem a desencadear a concentração de fluxo de escoamento hídrico, gerando feições lineares dos tipos sulcos, ravinas e voçorocas.

Os objetivos específicos são:

a) Caracterização quanto a geologia, geomorfologia, classes de solos, hipsometria, declividade e uso da terra de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás, Brasil;

b) Refinamento de dados fisiográficos a partir de um banco, no sentido de aumentar o nível de detalhamento dos mapas de solos, geomorfologia e uso da terra, no sentido de compreender aspectos regionais numa escala macro; e

c) Avaliar o potencial a erosão linear no município de São Miguel do Araguaia, Goiás, Brasil, no bioma Cerrado a partir da técnica de morfopedologia.

3.4. MATERIAL E MÉTODOS

3.4.1. Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado no município de São Miguel do Araguaia, noroeste do estado do Goiás, situado na bacia hidrográfica do rio Araguaia (Figura 11). O município possui uma área territorial de 614.726 ha e população de 22.283 habitantes, concentrados em 79 % na área urbana, com densidade demográfica de 3,63 hab km⁻² (IBGE, 2016). O clima regional é do tipo Aw, caracterizado como tropical de savana (Köppen, 1948), com precipitação pluvial anual média de 1.640 mm, com temperatura anual média de 26,8 °C.

Quanto a vegetação, há predomínio de formações campestres associadas a murundus e Cerrado denso acrescido de vegetação arbórea, com mais de 50 % de cobertura superior a 5 m de altura. A fitofisionomia que representa o padrão regional é do tipo campestre, divididas em Campo sujo com murundus e Campo limpo com murundus (Ribeiro e Walter, 2008).



Figura 11. Localização do município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.

A maior parte do município apresenta relevo plano, perfazendo 81 % da sua área territorial, seguido de 19 % com relevo ondulado, sendo que uma parcela do território compõe a Depressão do Araguaia, área caracterizada por apresentar relevo regional suave, característico da Planície do rio Araguaia. Quanto à hipsometria, apresenta cotas de 180 a 480 m, sendo que as áreas de maior cota estão na região central da área de estudo.

As classes de solos predominantes são os Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos (Xanthic Hapludox), correspondendo a 60 % da área, e estão associados à superfície do Grupo Baixo Araguaia. Os Plintossolos Pétricos Concrecionários (Petronodic Haplargids), seguido dos Plintossolos Háplicos Alumínicos (Plinthic Haplaquox), ocupam 38,6 % do território, e se associam à Formação Araguaia. Os Gleissolos Háplicos Distróficos (Typic Endoaquents) estão associados a Depósitos Aluvionares e representam o 0,9 % da área, seguido de

Neossolos Quartzarênicos Órticos (Typic Quartzipsamments) que estão localizados na região sudeste do município e perfazem 0,3% da área total (Tabela 1).

Tabela 1. Classes de solos do Município de São Miguel do Araguaia, Estado do Goiás.

UP ⁽¹⁾	Classes de solos			Área	
	Ordem	SiBCS ⁽¹⁾	Soil Taxonomy ⁽²⁾	ha	%
FFc1	Plintossolo	Plintossolos Pétricos Concrecionários	Petronodic Haplargids	73.280	12
FFc2		Plintossolos Pétricos Concrecionários	Petronodic Haplargids	18.606	3,1
FXa1		Plintossolos Háplicos Alumínicos	Plinthic Haplaquox	33.148	5,4
FXa2		Plintossolos Háplicos Alumínicos	Plinthic Haplaquox	82.630	13,5
FXd		Plintossolos Háplicos Alumínicos	Plinthic Haplaquox	28.359	4,6
GXbd1	Gleissolo	Gleissolos Háplicos Distróficos	Typic Endoquents	1.787	0,3
GXbd2		Gleissolos Háplicos Distróficos	Typic Endoquents	3.939	0,6
LVA d1	Latossolo	Latosolos Vermelho-Amarelos Distróficos	Xanthic Hapludox	98.697	16,2
LVA d2		Latosolos Vermelho-Amarelos Distróficos	Xanthic Hapludox	267.407	43,8
RQo	Neossolo	Neossolos Quartzarênicos Órticos	Typic Quartzipsamments	2.122	0,3

⁽¹⁾UP: Unidade de Mapeamento; ⁽²⁾SiBCS: Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2013);

⁽³⁾Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2014).

As feições geomorfológicas são divididas em três categorias (Tabela 2). As áreas associadas à superfície regional de aplainamento, que apresentam dissecações que variam de muito fraca a média (Figura 12), entre um intervalo de 200 a 400 m de altitude, ocupam uma extensão de aproximadamente 481.117 ha. As áreas de deposição de sedimentos (agração) associadas às superfícies mais baixas foram caracterizadas por tipos de faixas fluviais, bancos acrescidos, espiras de meandro e padrão meandriforme, e ocupam 123.600 ha, seguido das áreas com presença de estruturas dobradas formando abaulamentos (*hogbacks*) que ocupam 830 ha.

Tabela 2. Descrição das unidades geomorfológicas do Município de São Miguel do Araguaia, Estado do Goiás.

Unidade de Mapeamento	Unidades Geomorfológicas			
	Categorias	Classificação	Área (ha)	%
HB-ED	Estruturais	HB-ED - Estrutura dobrada formando abaulamentos	830	0,1
m_agua	Massa d'agua	Massa d'agua	2.808	0,5
FA	Agradação	FA - Faixa Aluvial	2.399	0,4
PFba	Agradação	PFba - Planície fluvial com bancos Acrescidos	110.497	18,2
PFem	Agradação	PFem - Planície fluvial com espiras de meandro	3.869	0,6
PFm	Agradação	PFm - Planície fluvial com padrão meandriforme	6.838	1,1
SRAIVC1 (m)	SRAIV	SRAIVC1 (m) - Superfície regional de aplainamento IVC com cotas entre 300 e 400 m, com dissecação média, desenvolvida sobre rochas pré-cambrianas	80.960	13,3
SRAIVC2 (fr)	SRAIV	SRAIVC2 (fr) - Superfície regional de aplainamento IVC com cotas entre 250 e 350 m, com dissecação fraca, desenvolvida sobre rochas pré-cambrianas	325.555	53,5
SRAIVC3-LA (mfr)	SRAIV	SRAIVC3-LA (mfr) - Superfície Regional de aplainamento IVC com cotas entre 200 e 250 m, com dissecação muito fraca, desenvolvida sobre rochas pré-cambrianas com sistemas lacustres associados	74.602	12,3

Fonte: Modificado de Goiás (2005).

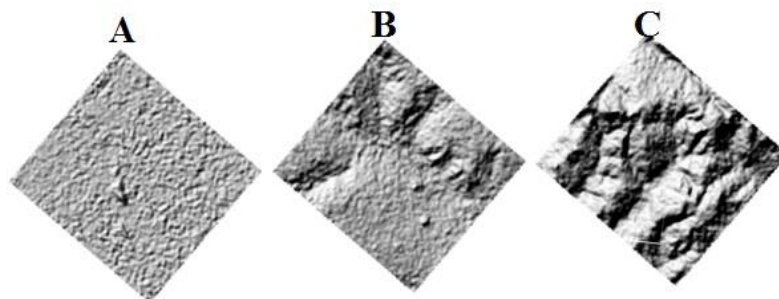


Figura 12. Aspectos de texturais nas imagens SRTM sombreadas (*shade-relief*), indicando o grau de dissecação de áreas no município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás. A) Dissecação Muito Fraca (mfr); B) Dissecação Fraca (fr); e C) Dissecação Média (m).

As unidades geológicas mais representativas correspondem ao Grupo Baixo Araguaia (NPx), apresentando predomínio de xistos (57 %); seguido da Formação Araguaia – Fácies depósitos aluvionares (Qag2), formados a partir de argila, silte e areia (28 %); depósitos aluvionares (Q2a) associados a áreas de menor cota, formados a partir de depósitos de areia e cascalho (8 %); o Complexo plutônico do arco magmático de Goiás – Unidade ortognaisses do oeste do Goiás (NP1), no qual apresenta gnaiss, tonalito e granito (3 %); as coberturas detrito-lateríticas ferruginosas (N1d1) formadas a partir de aglomerados, lateritas, argila e areia (3%); e formação de Água Bonita (Sdab) formada a partir de arenito, conglomerado e siltito (1 %) (Brasil, 1981).

3.4.2. Cartografia e compartimentação morfopedológica

Os procedimentos cartográficos foram divididos em duas etapas, onde a primeira foi constituída pela descrição das unidades fisiográficas do município para a determinação dos compartimentos morfopedológicos, enquanto a segunda, corresponde a avaliação da potencialidade à erosão linear e sua análise a partir dos compartimentos estabelecidos. Estes procedimentos foram resumidos a partir do fluxograma apresentado na Figura 13.

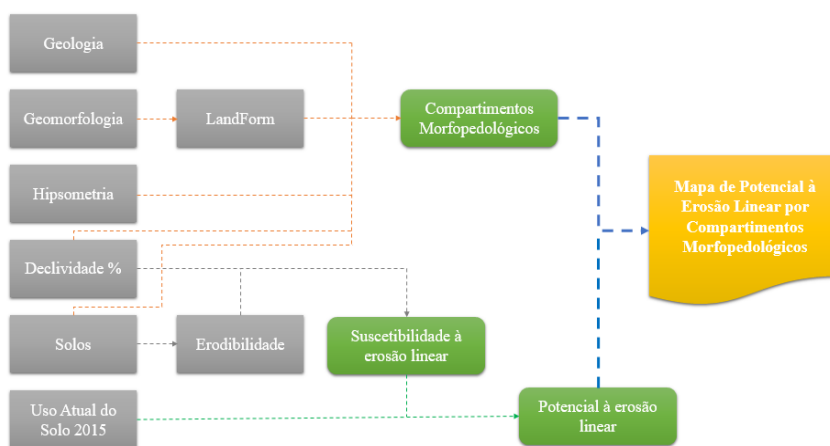


Figura 13. Fluxograma dos procedimentos cartográficos adotados para gerar o mapa do potencial a erosão linear do município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.

A identificação das unidades da paisagem foi realizada a partir da superposição das condicionantes fisiográficas, tais como geologia, hipsometria, declividade, geomorfologia, solos e uso da terra. Assim, foi necessário o refinamento das informações cartográficas na escala 1:100.000, cuja base foi disponibilizada no Sistema de Informações Geográficas de

Goiás (SIEG, 2015). Foram utilizadas imagens do *Landsat 8 OLI* de órbita 223 e ponto 69 do ano 2015, disponibilizadas no *Survey Geological State United (USGS)*. Após as imagens previamente calibradas e transformadas a valores de refletância, foi elaborado o mapa de uso do solo, cuja segmentação e classificação foi gerada a partir do software *ENVI 5*. Os mapas de hipsometria e declividade foram elaborados no software *ArcGis 10.1* a partir de dados do Modelo Digital de Terreno (MDT) gerado a partir do *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*, com resolução de 30 m, disponibilizado pelo INPE (2015).

Os níveis de dissecação foram realizados de acordo com o IBGE (2009), com algumas adaptações, mediante a identificação de outras importantes feições do relevo.

A partir do mapa de solos foi delimitado às unidades de mapeamento contidas em cada compartimento, utilizando um banco de dados disponibilizados, e refinados a partir de 13 pontos controles (perfis de solo), acrescidos de observações de campo (tradagens) e avaliação dos dados fisiográficos. Os mapas utilizados como base de dados para a realização da compartimentação são apresentados na Figura 14, assim como os limites de cada compartimento morfopedológico.

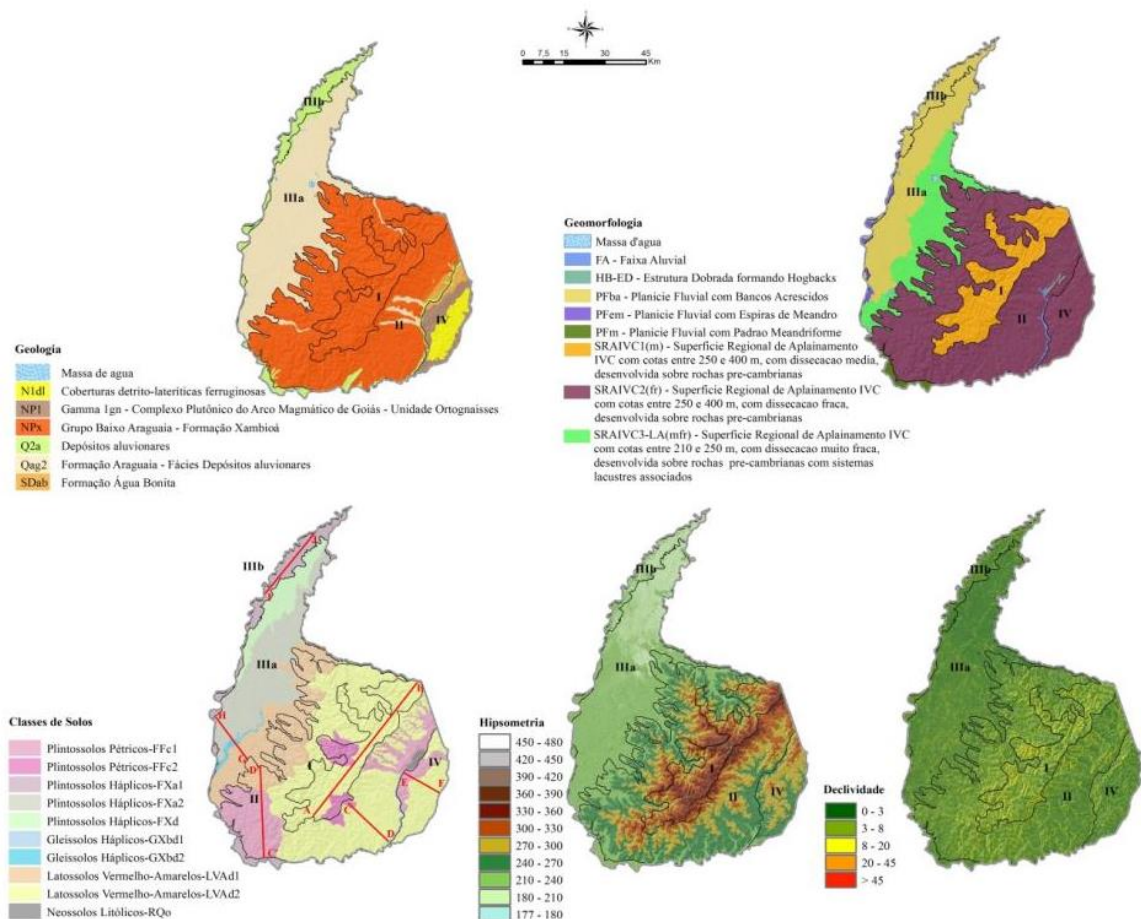


Figura 14. Mapas fisiográficos (geologia, geomorfologia, solos, hipsometria e declividade) do município de São Miguel do Araguaia.

Para a superposição da informação cartográfica foi utilizada a ferramenta *Modelbuilder*, a partir da função união de mapas, utilizando dados fisiográficos para discriminação de cada compartimento morfopedológico. Adicionalmente, foram traçados perfis topográficos para cada CMP, no intuito de destacar a altimetria numa maior escala, associando com aspectos relacionados a solos e feições do relevo.

3.4.4. Avaliação da suscetibilidade à erosão linear

A avaliação da suscetibilidade à erosão linear foi baseada no método proposto por Salomão (1999), no qual o grau de erodibilidade é gerado de acordo com as unidades pedológicas, conforme descrito a seguir: II – Fraco: Plintossolos Háplicos (FXa1, FXa2, FXd) e Gleissolos Háplicos (GXbd1, GXbd2), corresponde a uma área de 141.840 ha (24,4 % do município); III – Médio: Plintossolos Pétricos (FFc1); Latossolos Vermelho-Amarelos (LVAd1, LVAd2), corresponde a uma área de 418.612 ha (72,2 % do município); IV – Forte: Plintossolos Pétricos (FFc2), corresponde a uma área de 17.647 ha (3,0 % do município); V - Muito forte: Neossolos Litólicos (RQo), perfazendo área de 2.040 ha (0,4 % do município).

O mapa de suscetibilidade foi gerado a partir dos dados de declividade do terreno, onde a declividade de 0 a 3% foi definida com grau de suscetibilidade I-Muito fraca, correspondendo a 42,8 % (263.310 ha) do município; 3 a 8 % foi definida com grau de suscetibilidade II – Fraca, correspondendo a 49,4 % (303.853 ha); 8 a 20 % foi definida com grau de suscetibilidade III – Média, correspondendo a 7,6 % (46.884 ha); 20 a 45 % foi definida com grau de suscetibilidade IV – Forte, correspondendo a 0,1 % (646 ha); > 45 foi definida com grau de suscetibilidade V – Muito Forte correspondendo a 1 ha.

A partir da superposição dos mapas de erodibilidade e declividade foram geradas as classes de suscetibilidade à erosão linear (Tabela 3). A Classe I corresponde às áreas extremamente suscetíveis à erosão, enquanto a Classe II às áreas muito suscetíveis, a Classe III moderadamente suscetível, a Classe IV pouco suscetível, e a Classe V foi discriminada como pouco a não suscetível. As classes de ação erosiva do uso atual do solo foram divididas em quatro classes (Salomão, 1999): I - Alto potencial; II – Médio potencial; III – Baixo potencial; e IV – Sem potencial (Tabela 3). O potencial à erosão linear foi determinado a partir do cruzamento matricial entre as classes de suscetibilidade e as classes de ação erosiva do uso atual do solo.

Tabela 3. Classes de suscetibilidade e potencialidade a erosão do município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.

Classes	Suscetibilidade a erosão				
	-----Declividade (%)-----				
	0 - 3	03-8	8-20	20 - 45	>45
I	Não existe	Não existe	Não existe	Não existe	Não existe
II	V	V	IV	IV	III
III	V	IV	IV	III	Não existe
IV	IV	IV	III	II	Não existe
V	IV	III	II	I	Não existe
Classes	Potencial a erosão				
	Cultura temporária	Pastagem	Área de vegetação natural	Água	
	Classe - I	Classe - II	Classe - III	Classe - IV	
I	Não existe	I	II	Não existe	
II	Não existe	II	II	Não existe	
III	II	II	III	IV	
IV	III	III	III	IV	
V	III	III	III	IV	

3.4.5. Classificação dos solos

Os solos foram classificados de acordo com os critérios estabelecidos pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (Santos et al., 2013) e Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2014).

3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a identificação e delimitação das unidades da paisagem, a partir de uma análise integrada dos dados levantados na forma de cartas, imagem de satélite e em campo, foram estabelecidos cinco compartimentos morfopedológicos (Figura 15), conforme descrito a seguir:

CMP-I: Topo de chapada, apresentando superfície de dissecação média, associado à cobertura laterítica, com ocorrência de Latossolos Vermelhos Distróficos (Rhodic Haplustox) e Plintossolos Pétricos Concrecionários (Petronodic Haplargids). Esse CMP apresenta uma área de 80.960 ha, o que corresponde a 13,3% do território do município.

CMP-II: Apresentando superfície de dissecação fraca a muito fraca, associado a feições ferruginosas não consolidadas, com ocorrência de Latossolos Vermelhos Distróficos (Rhodic Haplustox) e Plintossolos Háplicos Distróficos (Plinthic Haplaquox). Esse CMP apresenta uma área de 287.481 ha, correspondente a 47,2% do território do município.

CMP-IIIa: Área de superfície plana, compondo a Planície do rio Araguaia, associada a depósitos aluvionais, comum ocorrência de meandros abandonados, e classes de solos dos tipos Neossolos Quartzarênicos Órticos (Typic Quartzipsamments) e Plintossolos Háplicos Alumínicos (Plinthic Haplaquox). Esse CMP apresenta uma área de 173.481 ha, correspondente a 28,5 % do território do município.

CMP-IIIb: Área de superfície plana, associada a sedimentos do Holoceno, com ocorrência de Plintossolos Háplicos Alumínicos (Plinthic Haplaquox), Gleissolos Háplicos Tb Distróficos (Typic Endoaquents), Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos (Xanthic Kandiodox) e Latossolos Vermelhos Distróficos (Rhodic Haplustox). Esse CMP apresenta uma área de 25.036 ha, correspondente a 4,1 % do território do município.

CMP-IV: Área de superfície de dissecação fraca, associada à cobertura laterítica com ocorrência de Latossolo Vermelho Distrófico plintossólico (Plinthic Hapludox), Plintossolo Pétrico Concrecionário (Petronodic Haplargids) e Gleissolo Háplico Tb Distrófico (Typic Endoaquents). Esse CMP apresenta uma área de 41.794 ha, correspondente a 6,9% do território do município.

O CMP-II representa a maior porção da área de estudo, apresentando uma superfície com fraco grau de dissecação, seguida pelo CMP-IIIa, o qual apresenta a superfície plana, em área que ocorre oscilação do lençol freático em decorrência da proximidade do rio Araguaia. O grau de dissecação do relevo está associado à evolução dos talwegues, que pode estar associado a mudanças ambientais, como oscilações glácio-eustáticas pleistocênicas e efeitos de natureza tectônica (Cassetti, 2005).

Foram traçados perfis topográficos nas áreas mais representativas em cada compartimento, com o objetivo de demonstrar a ocorrência das unidades pedológicas ao longo de um transecto. Assim, o CMP-I (A-B) corresponde à área de topo (Figura 13), que apresentam maior cota do município, e predomínio de Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos (Xanthic Hapludox), seguido por Plintossolos Pétricos Concrecionários (Petronodic Haplargids), alternando-se ao longo da paisagem, com inclusão de outras classes, associadas às unidades de mapeamento. Em geral, essa região apresenta dissecação média, possivelmente em virtude do controle estrutural condicionado pelas coberturas lateríticas, as quais influenciam a morfogênese da paisagem (Bigarella et al., 1996). A dissecação do relevo é formada a partir de efeitos tectônicos, possivelmente epirogênia positiva, condicionando um aumento da declividade da vertente, potencializando a intensidade dos processos erosivos (Cassetti, 2005). O efeito tectônico pode ser confirmado pelas marcas constatadas em rochas

expostas nas áreas mais dissecadas, sobretudo pela ocorrência de rochas metamorizadas (Brasil, 1981; Nascimento et al., 2001).

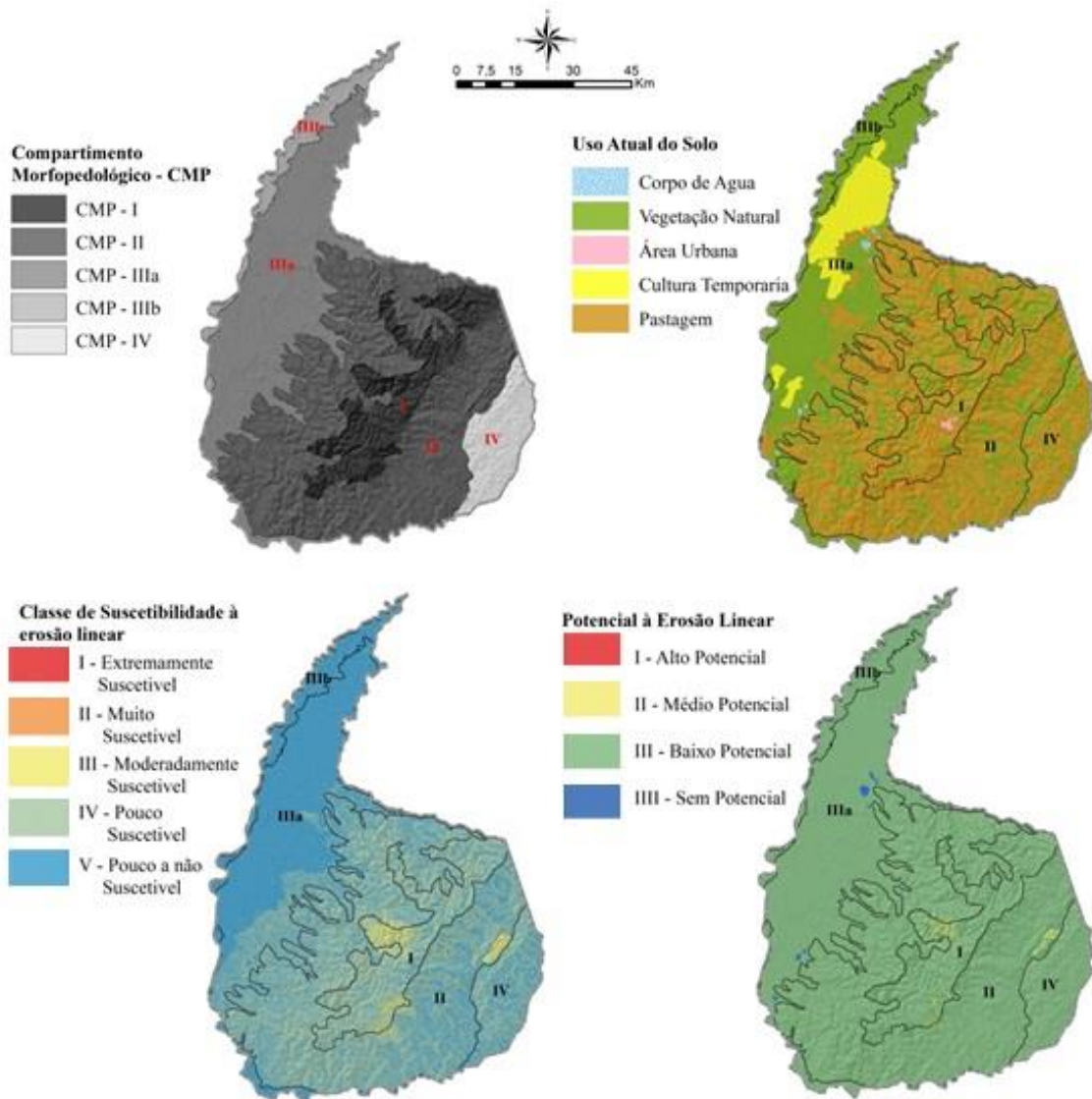


Figura 15. Mapas dos compartimentos morfopedológico, uso atual, suscetibilidade à erosão e potencial à erosão do município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.

O grau de declividade observado nas áreas mais dissecadas é um fator considerado em modelos matemáticos preditivos da erosão do solo, como a Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), o que justifica as evidências quanto à ocorrência de processos erosivos (Wischmeier e Smith, 1978; Moreti et al., 2003).

Apesar dos Latossolos (Oxisols) serem predominantes no CMP-I (A-B), estes apresentam concreções ferruginosas endurecidas (petroplintitas), atributos esses associados a uma matriz com estrutura do tipo granular, e altamente porosa, o que resulta numa maior infiltração de água. No entanto, o fluxo vertical é impedido quando o contato com a bancada laterítica ou horizonte litoplíntico se dá sobrejacente à seção de controle da ordem, de modo que declividades mais acentuadas podem resultar no escoamento superficial, condicionando o arraste de partículas. Esse padrão também é observado nos Plintossolos Pétricos Concrecionários (Petronodic Haplargids), embora estes apresentem maior volume de petroplintita, associadas a outros tipos de frações grosseiras maiores que 2 mm (fragmentos de

quartzos, associados a outros minerais), sobretudo com a ocorrência do horizonte ou camada F (Santos et al., 2013) em diversas posições no perfil de solo, o que vem a governar o fluxo hídrico dependendo da profundidade de ocorrência.

No CMP-II (C-D; C'-D') (Figura 16) predominam os Plintossolos Pétricos Concrecionários (Petronodic Haplargids), seguido por Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos (Xanthic Hapludox), associados a coberturas lateríticas, e um moderado processo de dissecação da paisagem. O padrão físico-hídrico desse compartimento é análogo ao do CMP-I, no entanto a declividade torna-se o principal fator agravante do processo erosivo, o que corrobora com o maior grau de dissecação observado nesse compartimento. Esse padrão é evidência de que o processo erosivo tenha sido mais acentuado quando comparado ao CMP-I, mesmo sendo observada uma cobertura mais estável.

O CMP-IIIa (G-H) (Figura 16) está associado predominantemente aos Plintossolos Háplicos Distróficos (Plinthic Haplaquox), e essa porção representa as áreas de menor cota. Já o CMP-IIIb (I-J), apesar de estar localizado na mesma cota, possivelmente é mais influenciado pelos fluxos de água e sedimentos do rio Araguaia. Essas áreas de menores cotas apresentam uma baixa condutividade hidráulica, em decorrência da textura do solo com predomínio das frações argila e silte, no caso dos Plintossolos Háplicos (Plinthic Haplaquox), embora a declividade do terreno atenua o escoamento superficial, reduzindo o arraste de partículas.

No CMP-IIIb (I-J) (Figura 16) predominam as classes de Plintossolos Háplicos Distróficos (Plinthic Haplaquox), associadas aos Gleissolos Háplicos Tb Distróficos plintossólicos (Plinthic Haplaquox), ambos apresentando feições ferruginosas e manganosas marcantes em virtude da oscilação do lençol freático, acrescido de uma fonte de ferro e manganês na solução do solo. Essas feições apresentam uma gênese relacionada à segregação, mobilização, transporte e concentração de íons e compostos de Fe e Mn (Coelho et al., 2001). A classe dos Plintossolos Háplicos Distróficos (Plinthic Haplaquox) apresenta atributos que se assemelham aos da mesma ordem que ocorre no CMP-IIIa, diferindo quanto à juvenilidade do material de origem, considerando que as feições de meandros são claramente visualizadas na imagem de satélite, o que contrasta do CMP-IIIa.

A classe dos Gleissolos (Entisols) localizada no CMP-IIIb é submetida à hidromorfismo e apresenta textura variável, nesse caso formado por sedimentos majoritariamente de natureza aluvionar, em decorrência da proximidade do rio Araguaia. São solos que variam de mal a muito mal drenados, e podem apresentar o caráter plíntico dentro de 100 cm de profundidade, ou horizonte plíntico abaixo da seção de controle (Santos et al., 2013).

No CMP-IV (Figura 16) ocorrem Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos (Xanthic Hapludox), seguido de Plintossolos Pétricos Concrecionários (Petronodic Haplargids) nas áreas mais dissecadas. Este compartimento apresenta características análogas ao CMP-II, sobretudo quanto aos atributos físicos, que por ventura condicionaram a dinâmica hídrica. Adicionalmente, os Plintossolos (Oxisols) com essas características apresentam severas limitações ao uso, com uma baixa capacidade de armazenamento de água (Coelho et al., 2012). Ao avaliar a erosividade e erodibilidade de solos na região de Lavras (MG), Silva et al. (2009) relataram que embora os Latossolos Vermelhos (Rhodic Haplustox) apresentem uma maior permeabilidade, possuem pequena coesão entre os agregados, resultando em altos valores de erosividade.

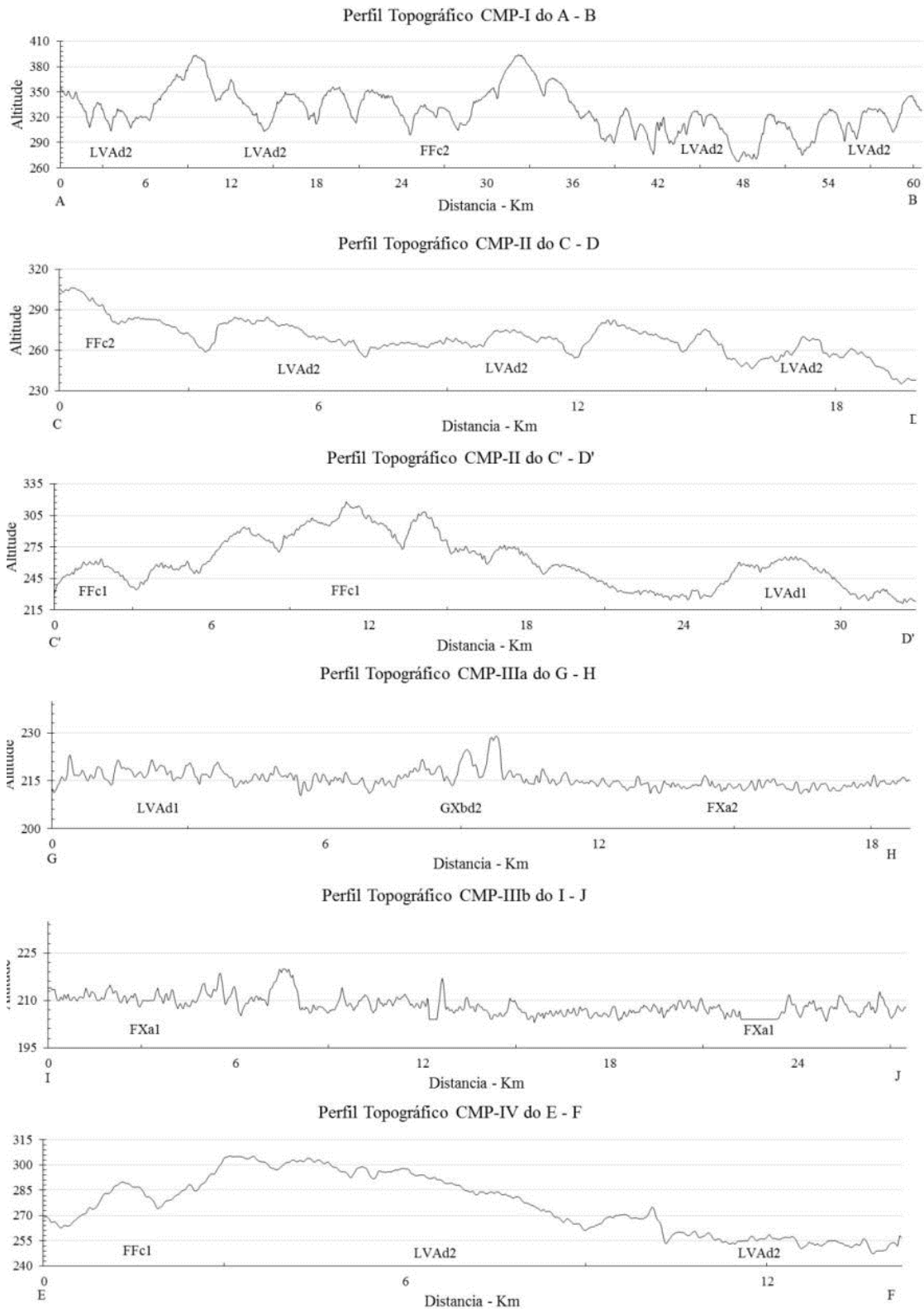


Figura 16. Perfis topográficos representativos com sequências de solos do município de São do Miguel do Araguaia, estado do Goiás.

O CMP-I apresenta predomínio da unidade de mapeamento LVAd2, no qual ocorrem Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos (Xanthic Hapludox) com textura argilosa, localizados em áreas de relevo que variam de plano a suave ondulado, com inclusão de

Argissolos Vermelho-Amarelo Distróficos (Xanthic Kandiodox) com argila de atividade baixa textura argilosa, localizados em relevo suave ondulado, e Latossolos Vermelho Distróficos (Rhodic Haplustox) com textura argilosa, situados em área de relevo plano a suave ondulado. Em ordem de relevância, segue a unidade FFc2, onde ocorrem Plintossolos Pétrico Concrecionário típico (Petronodic Haplargids), com caráter distrófico, argila de atividade baixa, textura média, localizados em áreas de relevo suave ondulado a ondulado, e Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico petroplíntico (Petronodic Haplargids), textura média, situado em relevo suave ondulado, com inclusões de Latossolos Vermelho-Amarelo Distrófico petroplíntico (Petronodic Haplargids) com textura argilosa. Em menor proporção em uma parcela da unidade FFc1, observa-se a ocorrência de Plintossolo Pétrico Concrecionário típico (Petronodic Haplargids), distrófico, com argila de atividade baixa, textura média, seguido de Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico petroplíntico (Petronodic Haplargids), textura média e Neossolos Litólico Distróficos (Typic Udorthents), com textura média, em relevo que varia de suave ondulado a ondulado, com inclusão de Cambissolo Háptico Tb Distrófico petroplíntico (Petronodic Haplargids), com argila de atividade baixa e textura média.

No CMP-II predomina as unidades de mapeamento LVAd2 e FFc1, ambas descritas anteriormente, acrescida da unidade LVAd1, caracterizada por apresentar Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos (Xanthic Hapludox), com textura média e Neossolos Litólicos Distróficos (Typic Udorthents) em relevo suave ondulado. Em menor proporção ocorrem as unidades FFc2, RQo e GXbd1 compostas predominantemente por Plintossolo Pétrico Concrecionário típico (Petronodic Haplargids), Neossolo Quartzarênico Órtico (Typic Quartzsammments) e Gleissolo Háptico Tb Distrófico plintossólico (Plinthic Haplaquox).

No CMP-IIIa predomina-se a unidade de mapeamento FXa2, caracterizada por apresentar Plintossolos Hápticos Alumínico (Plinthic Haplaquox), com argila de atividade baixa, textura argilosa, seguido de Plintossolo Argilúvico Alumínico abruptico (Kandic Plinthaquults), com argila de atividade baixa, textura média/argilosa e Planossolo Háptico Alumínico plintossólico (Plinthaquic Kandiuustox), com argila de atividade baixa e textura média/ argilosa, associado a um relevo plano, apresentando inclusões de Plintossolos Hápticos Distróficos (Plinthic Haplaquox), com argila de atividade baixa, textura média/argilosa e Latossolo Amarelo Distrófico plintossólico (Plinthic Acraquox), com textura argilosa. Adicionalmente, a unidade LVAd1 compõe uma grande parcela do CMP-IIIa, composta por Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos (Xanthic Hapludox), seguido pela unidade FXd, caracterizada por apresentar Plintossolos Háptico Distróficos (Plinthic Haplaquox), com argila de atividade baixa, textura média/argilosa, associado a Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico plintossólico (Plinthic Acraquox), com textura argilosa e Gleissolos Hápticos Tb Distróficos (Typic Endoaquents), com argila de atividade baixa, textura argilosa, em relevo plano. Em menor proporção ocorre a unidade GXbd1, composta por Gleissolo Háptico Tb Distrófico plintossólico (Plinthic Haplaquox) e Plintossolo Háptico Distrófico típico (Plinthic Haplaquox).

O CMP-IIIb é composto pela unidade FXa1, caracterizada por apresentar Plintossolo Háptico Alumínico típico (Plinthic Haplaquox), com argila de atividade baixa, textura argilosa, Plintossolo Argilúvico Alumínico abruptico (Kandic Plinthaquults), com argila de atividade baixa, textura média/argilosa e Planossolo Háptico Alumínico com feições plinticas (Plinthaquic Kandiuustox), argila de atividade baixa, textura média/ argilosa, em relevo plano, onde ocorre inclusão de Plintossolos Argilúvico Distróficos (Kandic Plinthaquults), com argila de atividade baixa, textura média/argilosa e Latossolo Amarelo Distrófico plintossólico (Plinthic Acraquox), textura argilosa. As demais unidades de mapeamento que compõem esse compartimento são FXd, GXbd2, FXa2 e LVAd1, todas já descritas.

O CMP-IV é composto pelas unidades de mapeamento LVAd2, com predomínio de Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos (Xanthic Hapludox), seguido pelas unidades FFc1 e GXbd1, onde ocorrem predominantemente Plintossolos Pétricos Concrecionários (Petronodic Haplargids) e Gleissolos Háplicos Tb Distróficos (Typic Endoaquents).

Quanto à suscetibilidade a processos erosivos, as áreas do município de São Miguel do Araguaia não apresentam fatores que venham a ser agravantes, sendo classificadas majoritariamente como pouco a moderadamente suscetíveis (Figura 15). Todavia, deve-se ressaltar a escala de trabalho utilizada, que de algum modo pode omitir informações importantes na geração do modelo, sabido que conseqüentemente quanto maior a escala de trabalho utilizada nos dados de entrada (condicionantes fisiográficas), maior será o nível detalhamento, sobretudo a acurácia da avaliação, aspectos aqui compensados em virtude das observações realizadas em campo e do conhecimento prévio da área de estudo.

Uma área correspondente a aproximadamente 0,3 % a nordeste do município foi classificada como extremamente suscetível à erosão, coincidindo com a classe dos Neossolos Quartzarênicos (Typic Quartzipsamments). Estes solos apresentam predomínio da fração areia (Santos et al., 2013), o que confere maior potencial de arraste em detrimento da pouca coesão entre as partículas. Pode-se inferir alto risco de degradação nesta classe de solos, em virtude de sua fragilidade, podendo ser potencializada com a retirada da vegetação natural, sobretudo quando realizadas práticas agrícolas desordenadas ou pisoteio excessivo do gado (Silva et al., 2014). Em geral, a textura do solo é um atributo essencial na predição de potencial erosivo (Bonilla e Johnson, 2012).

As áreas com tonalidades mais amarelas no mapa de suscetibilidade correspondem à classe moderadamente suscetível à erosão linear, quase sempre associada à ocorrência de solos que apresentam petroplintitas e coberturas lateríticas. Alguns Plintossolos (Oxisols) apresentam horizonte subsuperficial do tipo B textural (Bt), decorrentes majoritariamente dos processos pedogenéticos de eluviação e iluviação de argila (Nascimento et al., 2013; Nascimento et al., 2015), reduzindo a condutividade hidráulica em subsuperfície, potencializando o escoamento superficial dependendo da declividade do terreno e da precipitação pluviométrica, ambos aspectos considerados na Equação Universal de Perda de Solo (Wischmeier e Smith, 1978), modelo matemático utilizado na predição de perda de solos, em $t\ ha^{-1}ano^{-1}$, no qual combina fatores que influenciam a erosão do solo.

Quanto ao uso do solo, a maior parte do município é ocupada por pastagens plantadas, principalmente *Urochloa brizantha* (Tabela 4), com diferentes níveis de degradação, em virtude da alta intensidade do pastejo. Já as áreas vegetadas por espécies nativas apresentam natureza campestre, quase sempre associadas a murundus, e têm sido largamente utilizadas na criação extensiva de animais, o que tem condicionado impactos aparentes nessas áreas. O desmatamento pode alterar o ciclo hidrológico, feições geomorfológicas e fluxos bioquímicos, diminuindo a evapotranspiração na superfície da terra e aumentando o escoamento superficial, a erosão do solo e fluxos de sedimentos da superfície (Coe et al., 2011).

Uma grande parcela do município apresenta baixo potencial à erosão linear (Figura 15), concordante com a baixa suscetibilidade constatada na maior parte da área. Entretanto, 50% dessas áreas são ocupadas pela atividade de pecuária extensiva, o que pode contribuir para os processos que desencadeiam a erosão linear, mesmo diante dos resultados da avaliação do potencial e da suscetibilidade à erosão identificada neste estudo. A partir do conhecimento do potencial e suscetibilidade a erosão linear é possível estabelecer o uso e manejo adequado do solo, principalmente quanto à utilização de práticas conservacionistas que atenuem a erosão hídrica (Moreti et al., 2003). Diante do tipo de atividade predominante na região de estudo, considera-se a possibilidade da utilização de sistemas integrados de produção, no sentido de manter a qualidade do solo, atenuando as perdas de solo, e menor impacto causado nessa porção da bacia do rio Araguaia, visto os resultados satisfatórios

observados por Rieger et al. (2016) ao avaliarem áreas de transição entre o bioma Cerrado e Amazônico, no estado do Mato Grosso, Brasil.

A síntese dos dados fisiográficos e dos resultados da análise do potencial erosivo no Bioma Cerrado são agrupados e apresentados na Tabela 5.

Tabela 4. Descrição dos tipos de uso de solo atual do município de São Miguel do Araguaia, Estado do Goiás.

Tipos de usos	Descrição	Área (ha)	%
Água	Cursos de água e canais, corpos d'água naturalmente fechados, sem movimentos e reservatórios artificiais.	1.203	0,2
Vegetação natural	Conjunto de fisionomia da vegetação natural subdividido em porte arbóreo (florestais), e arbustivo e herbáceo (campestres). Áreas de campo-cerrado, mata riparia e florestal	272.121	44,3
Área urbana	Área de edificação contínua e infraestrutura urbana.	670	0,1
Cultura temporária	Compreende áreas de cultivo agrícola.	37.447	6,1
Pastagem	Compreende áreas de pastagens cultivadas como <i>Brachiaria</i> <i>Brizantha</i> e <i>Andropogom</i>	303.250	49,3

A morfopedologia é uma técnica que pode contribuir para a interpretação de processos que envolvem a pedogênese e morfogênese, diante de um banco de dados deficitários de informações em maior detalhe, tal como do Brasil, sobretudo quanto ao controle preventivo dos processos erosivos. Assim, pode auxiliar a elaboração de políticas direcionadas a sistemas de produção agrícola e preservação dos recursos naturais. Embora dados fisiográficos com escalas mais detalhadas possibilitariam avaliações com maior acurácia.

Considerando a complexidade do Bioma Cerrado, principalmente na Bacia do rio Araguaia, região que tem ocorrido alterações geomorfológicas intensas em resposta as ações antrópicas sofridas nas últimas décadas, desencadeando uma rápida resposta fluvial, ocasionando grande desequilíbrio ambiental (Latrubesse et al., 2009).

Tabela 5. Descrição geral dos caracteres fisiográficos e síntese dos resultados da análise do potencial erosivo no Bioma Cerrado.

Área	CMP-I ⁽¹⁾		CMP-II ⁽¹⁾		CMP-IIIa ⁽¹⁾		CMP-IIIb ⁽¹⁾		CMP-IV ⁽¹⁾	
	Hectare									
	(%)	80.395	285.351	171.350	24.520	41.544				
		13,3	47,3	28,4	4,1	6,9				
Solos	Classes	Latossolos 67.200 ha (84%), Plintossolos 12.634 ha (16%)	Latossolos 215.786 ha (76%), Plintossolos 65.700 ha (23%), Neossolos 2.086 ha (0,7%)	Plintossolos 117.687 ha (69%), Latossolos 49.900 ha (29%), Gleissolos 3.691 ha (2,2%)	Plintossolos 23.800 ha (98%)	Latossolos 30.966 ha (75%), Plintossolos 10.482 ha (25%)				
		Xisto quartizo ferruginoso, grafita xisto, Mármore, Meta para conglomerado, Metarcóseo 79.815 ha (99%)	Xisto quartizo ferruginoso, grafita xisto, Mármore, Meta para conglomerado, Metarcóseo 265.424 ha (93%)	Depósitos de argila, Depósitos de silte, Depósitos de areia 156.413 ha (92%)	Depósitos de areia, Depósitos de cascalho, Depósitos de silte, Depósitos de argila 23.336 ha (98%)	Gnaiss, Tonalito, Granito 18.526 ha (45%), Aglomerado, Laterita, Argila, Areia-Depósitos de silte, Depósitos de areia, Depósitos de argila 17.143 ha (41%)				

Continua...

Continuação da Tabela 5.

Área		CMP-I(1)	CMP-II(1)	CMP-IIIa(1)	CMP-IIIb(1)	CMP-IV(1)
	Hectare	80.395	285.351	171.350	24.520	41.544
	(%)	13,3	47,3	28,4	4,1	6,9
	Grupo - formação	Grupo Baixo Araguaia 79.815 ha (99%)	Grupo Baixo Araguaia 79.815 ha (97%)	Formação Araguaia 156.413 ha (99%)	Depósitos Aluvionares 24.206 ha (98%)	Coberturas Detrito- Lateríticas Ferruginosas 23.018 ha (55%); Complexo Plutônico do Arco Magmático de Goiás 18.526 ha (44%)
Relevo	Geomorfologia	Superfície Regional de Aplainamento com dissecação media 80.120 ha (99%)	Superfície Regional de Aplainamento com dissecação fraca 282.071 ha (98%)	Planície Fluvial com Bancos Acrescidos 88.141 ha (51%), Superfície Regional de Aplainamento com dissecação muito fraca 73.964 ha (43%)	Planície Fluvial com Bancos Acrescidos 20.532 ha (84%)	Superfície Regional de Aplainamento com dissecação fraca 41.450 ha (99%)
	Hipsometria	85% 390	90% 330	98% 240	100% 240	91% 300
	Declividade abaixo de 8%	54%	93%	98%	95%	96%
Uso atual		Área de pastagem 53.130 ha (66%), e área de vegetação natural 26.601 ha (33%)	Área de pastagem 194.701 ha (68%), e área de vegetação natural 90.650 ha (32%)	Área de vegetação natural 107.020 ha (62%), área de cultura temporária 36.708 ha (21%), e área de pastagem 26.427 ha (15%)	Área de vegetação natural 24.519 ha (99,5%)	Área de pastagem 26.944 ha (64%), e área de vegetação natural 14.600 ha (35%)
Suscetibilidade à erosão linear		Topo - III	Topo e Vertente – IV	Áreas Planas – V; Vertente – IV	Áreas Planas e Cursos d' água - V	Vertente - IV
Potencial erosão linear		Classe III - Baixo Potencial 75.500 ha (97%); Médio Potencial 2.050 ha (2%)	Classe III - Baixo Potencial 285.925 ha (99%)	Classe III - Baixo Potencial 172.152 ha (99%)	Classe III - Baixo Potencial 24.570 ha (99%)	Classe III - Baixo Potencial 41.775 ha (99%)

⁽¹⁾CMP:Compartimentos morfopedológicos.

3.6. CONCLUSÕES

As classes de solos predominantes no município de São Miguel do Araguaia correspondem a Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos (Xanthic Hapludox), Plintossolos Pétricos Concrecionários (Petronodic Haplargids), Plintossolos Hápticos Distróficos (Plinthic Haplaquox), Gleissolos Hápticos Tb Distróficos (Typic Endoaquents) e Neossolos Quartzarênicos Órticos (Typic Quartzipsamments). Em geral, todas as classes de solos apresentam algum tipo de limitação, que podem vir a ocasionar processos erosivos com diferentes intensidades, com contrastes quanto a aspectos físico-hídricos e declividades do terreno.

As áreas mais dissecadas estão associadas às coberturas lateríticas, o que sugere a importância dessas feições na formação do relevo. Nessas áreas ocorrem horizonte ou camada F em diversas posições no perfil de solo, influenciando o fluxo hídrico dependendo da profundidade de ocorrência, sobretudo declividade do terreno e a cobertura do solo, ditando os processos erosivos, e conseqüentemente o grau de dissecção do relevo.

A técnica da morfopedologia possibilitou a identificação e espacialização de cinco compartimentos morfopedológicos, resultantes da interação entre condicionantes fisiográficos, que auxiliaram na avaliação da erosão linear do solo em uma área utilizada majoritariamente pela atividade pecuária.

Os resultados das análises de suscetibilidade e potencial de erosão linear demonstram o baixo risco aos processos erosivos, mesmo diante de ações antrópicas, considerando aspectos relacionados ao conhecimento prévio da área e do número de observações realizadas em campo.

4. CAPÍTULO II

SOLOS COM FEIÇÕES FERRUGINOSAS EM UMA TOPOSSEQUÊNCIA NO VALE DO ARAGUAIA, BIOMA CERRADO, GOIÁS, BRASIL

4.1. RESUMO

As feições ferruginosas são utilizadas como atributos diagnósticos na caracterização de horizontes plínticos, concrecionários e litoplínticos no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS). O desenvolvimento do processo de plintitização pode ser avaliado a partir dos atributos morfológicos, físicos e químicos, considerando a distribuição dos solos ao longo da paisagem e os processos de deposição dos sedimentos envolvidos. O objetivo desse estudo foi avaliar as feições ferruginosas em perfis de solos situados em diferentes pontos da paisagem no Vale do Araguaia, estado do Goiás, Brasil. Foi selecionada uma topossequência, onde foram abertas trincheiras nas posições de terço superior (P1), terço médio (P2), várzea (P3) e várzea (P4), sendo coletadas amostras deformadas dos horizontes para análises. Nos perfis localizados nos terços superior (P1) e médio (P2) da topossequência, predominaram petroplintitas associadas a uma matriz bruno amarelada, com uma estrutura granular fortemente desenvolvida, em virtude da degradação das petroplintitas, e conseqüentemente um aumento relativo do conteúdo dos óxidos de ferro. Em geral, todos os solos apresentaram predomínio de caulinita e gibbsita, sendo que nos perfis P1 e P2 foram verificados valores mais expressivos de óxidos. Os perfis P3 e P4, nas áreas mais próximas do leito do rio Araguaia, apresentaram descontinuidade litológica. Já nos perfis P2, P3 e P4 verificou-se o predomínio da fração areia, formada majoritariamente por quartzo e micro concreções ferruginosas. Todos os perfis apresentaram evidências de plintitização, seguida de gleização nos perfis P3 e P4, enquanto nos perfis P1 e P2 foi verificada remoção seletiva de argila (processo de elutriação) dos horizontes superficiais. A ocorrência de mosqueados e petroplintitas dentro dos mesmos horizontes no perfil P3 sugere a liberação do ferro proveniente das petroplintitas ao serem degradadas, influenciando na gênese de plintitas. Em consequência de observações feitas no perfil P4, apresenta-se uma proposta de classificação a nível de subgrupo, no qual sugere-se a inserção do termo arênico para solos que apresentarem textura arenosa desde a superfície até o início do horizonte plíntico, já que na atual versão do SiBCS esse solo seria classificado como típico. Sugere-se também a inserção da designação enconcrecionário, para destacar o caráter concrecionário em subsuperfície.

Keywords: Plintossolos. Mosqueado. Plintita. Petroplinta. Laterita.

4.2. ABSTRACT

The ferruginous features are used as diagnostic attributes in the characterization of plinthic, concretionary and litoplinthic horizons in the Brazilian Soil Classification System (SiBCS). The development of the process of plinthization can be evaluated from the morphological, physical and chemical attributes, especially considering the distribution of the soils along the landscape and the processes involved on sediment deposition. The objective of this study is to evaluate soil profiles with ferruginous features located in several points of the landscape in the Araguaia Valley, Goiás state, Brazil. A toposequence was selected, where trenches were opened in the shoulder (P1), backslope (P2), toeslope (P3) and toeslope (P4) positions, and deformed samples were collected from the horizons for analysis. In the profiles located in the shoulder (P1) and backslope (P2) thirds of the toposequence, petroplintites were associated with a yellowish brown matrix, with a strongly developed granular structure, due to the "degradation" of the ferruginous features, and consequently a relative increase of the iron oxides. In general, all soils showed predominance of kaolinite and gibbsite, and the profiles P1 and P2 presented more expressive values of oxides. The P2, P3 and P4 profiles showed predominance of the sand fraction, formed mainly by quartz, with micro ferruginous concretions. The profiles P3 and P4, located near the Araguaia River bed, presented lithological discontinuity. All profiles presented evidence of plinthization, followed by gleization in the P3 and P4 profiles, while the P1 and P2 profiles presented selective loss of clay (elutriation) from the surface horizons. The occurrence of mottles and petroplintites within the same horizons in the P3 profile suggests the release of the iron from the petroplinthites to be degraded, influencing the genesis of plinthites. As a consequence of observations made in the P4 profile, a proposal of classification at sub-group level is presented, which suggests the insertion of the term *arênico* for soils that present sandy texture from the surface until the beginning of the *plíntico* horizon, since in the current version of SiBCS this soil would be classified as *típico*. It is suggested to insert the *endoconcrecionário* designation, to highlight the concrecionário character presented in subsurface.

Keywords: Plintosols. Mottled. Plinthite. Petroplinthite. Laterite.

4.3. INTRODUÇÃO

As feições ferruginosas correspondem a mosqueados, plintitas e petroplintitas, e são utilizadas como propriedades diferenciais na classificação de solos em sistemas taxonômicos (Santos et al., 2013; Soil Survey Staff, 2014; WRB/IUSS, 2014). No Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), essas feições são atributos diagnósticos na caracterização de horizontes plínticos, concrecionários e litoplínticos (Santos et al., 2013). Em geral, essas feições são formadas a partir da oscilação do lençol freático, associadas à restrição de drenagem atual ou pretérita, sobretudo em virtude da redução, mobilização, transporte, concentração e segregação de ferro, por vezes associada ao manganês e/ou alumínio.

Os Plintossolos (Plinthosols) correspondem à principal classe de solos associada a feições ferruginosas no SiBCS, e apresentam constituição mineral, e pode estar associados a horizontes plínticos, litoplínticos ou concrecionários, sendo categorizados no nível categórico de subordem como Pétricos, Argilúvicos e Háplicos, de acordo com o tipo de feição e quantidade (Santos et al., 2013). São solos formados sob condição de restrição à percolação da água, sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade, em geral são imperfeitamente drenados ou mal drenados. Embora tenham a pedogênese associada a uma drenagem restrita, podem ocorrer em condições de boa drenagem, sobretudo apresentando cores avermelhadas (Santos et al., 2013) ou vermelho-amareladas, geralmente associadas a concreções ferruginosas e uma matriz com estrutura do tipo granular. Esses solos normalmente ocupam posições elevadas na paisagem, por vezes associadas a bordas de platôs e áreas dissecadas de chapadas e chapadões das regiões Central (Motta et al., 2002; Gomes et al., 2007; Moreira e Oliveira, 2008; Maranhão et al., 2017) e Norte do Brasil (Coelho et al., 2012; Garcia et al., 2013; Schaefer et al., 2016b).

Os solos com feições ferruginosas cobrem significativa parcela do território brasileiro. Estima-se que a área de ocorrência dos Plintossolos (Plinthosols) seja de 589.000 km², o que corresponde a aproximadamente 7% do território nacional (Santos et al., 2011). Porém, as feições ferruginosas não são de ocorrência exclusiva dos Plintossolos (Plinthosols), podendo ser observada em outras classes.

Estudos de pedogênese realizados em diversas regiões do Brasil demonstram aspectos contrastantes quanto aos atributos destes solos. Anjos et al. (1995; 2007) verificaram a presença de argila de atividade alta associada à classe dos Plintossolos (Plinthosols) no estado do Maranhão, característica que até então não era relatada, em virtude da associação desses solos a condições de alto grau de intemperização, em geral com caulinita e óxidos como os principais minerais constituintes da fração argila. Em consonância ao observado por esses autores, Garcia et al. (2013) relataram a ocorrência de solos de argila de atividade alta nas áreas de drenagem mais restrita na Bacia Amazônica, estado do Amazonas.

Diversos autores, tais como Coelho e Vidal-Torrado (2003b), Schaefer et al. (2004) e Gomes et al. (2007), relataram a transformação de feições ferruginosas, acarretando na formação de plintita em solos de condição imperfeitamente drenada, enquanto em condições de melhor drenagem foi verificado o acúmulo de óxidos de ferro, e conseqüentemente uma estrutura granular fortemente desenvolvida. Adicionalmente, Coelho e Vidal-Torrado (2003a), ao avaliarem solos do Grupo Bauru, estado de São Paulo, verificaram que horizontes “petroplínticos” estavam sendo degradados, disponibilizando o Fe e influenciando na gênese de plintitas sotopostas a esses horizontes.

Em geral, a gênese das plintitas e petroplintitas envolve a interação da precipitação, temperatura, duração da estação seca e a natureza do material de origem (Tardy et al., 1993; Eze et al., 2014). De acordo com Batista e Santos (1995), a gênese, quantidade e distribuição

das feições ferruginosas de Plintossolos (Plinthosols) são controladas pelo material de origem, em associação a variações do lençol freático, condicionadas pelo fator relevo e regime de precipitação pluviométrica. Coelho et al. (2001) e Anjos et al. (2007) relataram a variação de atributos do solo, em virtude da posição do perfil ao longo da paisagem e do material de origem, associando a intensidade do processo de plintitização.

Assim, a hipótese desse estudo consiste em que o desenvolvimento do processo de plintitização pode ser avaliado a partir da distribuição dos solos na topossequência e processos correlatos de deposição de sedimentos, pressupondo que as feições ferruginosas são contrastantes e estão sendo alteradas ao longo da paisagem.

O objetivo desse estudo é caracterizar solos com feições ferruginosas a partir de atributos morfológicos, físicos e químicos, de forma a compreender a gênese destas feições em perfis situados em diversos pontos da paisagem no município de São Miguel do Araguaia, Vale do Araguaia, estado do Goiás, Brasil. Adicionalmente, subsidiar o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos e o Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo, no que tange aos solos com feições ferruginosas.

4.4. MATERIAL E MÉTODOS

4.4.1. Caracterização do meio físico

O estudo foi realizado no município de São Miguel do Araguaia, noroeste do estado do Goiás, na bacia hidrográfica do rio Araguaia, bioma Cerrado (Figura 17). O município possui uma área territorial de 614.726 ha e população de 22.283 habitantes, com densidade demográfica de 3,63 hab km⁻² (IBGE, 2016).

O clima regional é do tipo Aw, caracterizado como tropical de savana (Köppen, 1948), com precipitação pluvial anual média de 1.640 mm e temperatura média de 26,8 °C. A fitofisionomia é predominantemente do tipo campestre, caracterizada como Campo sujo com murundus e Campo limpo com murundus (Ribeiro e Walter, 2008).

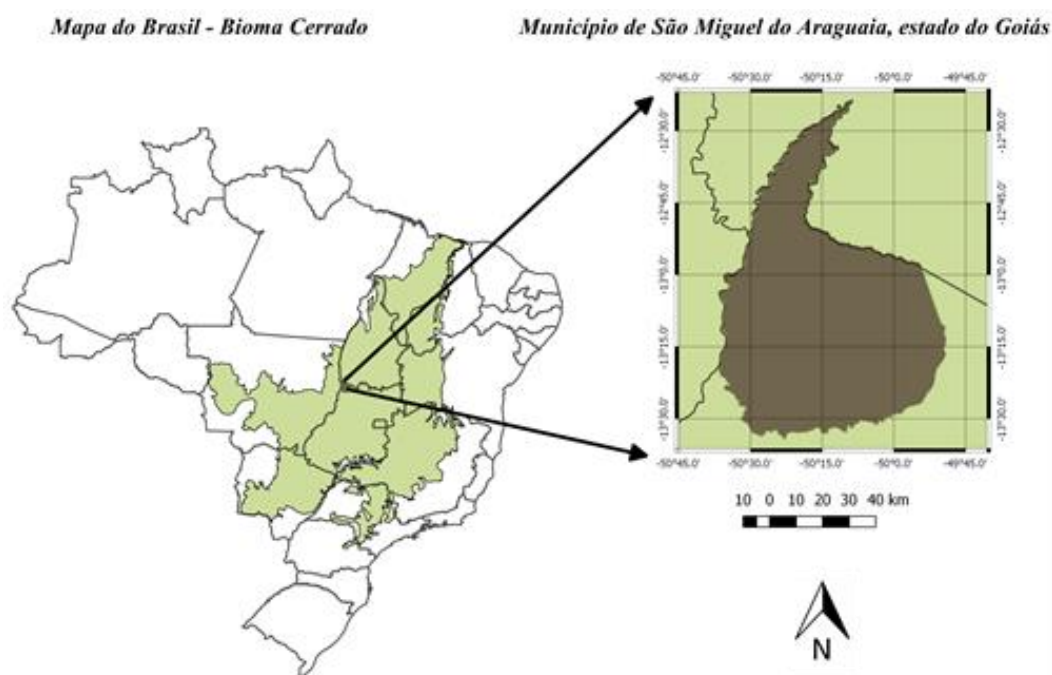


Figura 17. Localização do município de São Miguel do Araguaia, Bioma Cerrado, estado do Goiás, Brasil.

O relevo é predominantemente plano, por vezes ondulado. Uma parcela do município é composta pela Planície do rio Araguaia, tida como a Depressão do Araguaia, área caracterizada por apresentar relevo regional predominantemente suave ondulado. Quanto à hipsometria, as cotas variam de 180 a 480 m (Maranhão et al., 2017).

As classes de solos predominantes (Escala 1:100.000) são os Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos (Ferralsols), que correspondem a 60 % do município, e estão associados à superfície do Grupo Baixo Araguaia. Os Plintossolos Pétricos Concrecionários (Plinthosols), seguido dos Plintossolos Háplicos Alumínicos (Plinthosols), ocupam 38,6 % do território, e se associam à Formação Araguaia. Os Gleissolos Háplicos Distróficos (Plinthosols) estão associados a Depósitos Aluvionares e representam 0,9 % da área, seguido de Neossolos Quartzarênicos Órticos (Arenosols) na região sudeste e perfazem 0,3% da área total do município (Maranhão et al., 2017).

As feições geomorfológicas apresentam dissecações que variam de muito fraca a média, caracterizadas como superfície regional de aplainamento, ocorrendo em um intervalo de 200 a 400 m de altitude, e ocupam aproximadamente 481.117 ha do território do município, sendo que nas áreas de menores cotas ocorre deposição de sedimentos (agração). Sendo caracterizados como bancos acrescidos, faixas fluviais, espiras de meandro e padrão meandriforme, e ocupam cerca de 123.600 ha, seguidas das áreas com estruturas dobradas formando abaulamentos (*hogbacks*) que ocupam 830 ha (Goiás, 2005; Maranhão et al., 2017).

As unidades geológicas mais representativas correspondem a: Grupo Baixo Araguaia, apresentando predomínio de xistos; Formação Araguaia – Fácies depósitos aluvionares, formados a partir de argila, silte e areia (28 %); depósitos aluvionares associados a áreas de menor cota, formados a partir de depósitos de areia e cascalho (8 %); o Complexo plutônico do arco magmático de Goiás – Unidade ortognaisses do oeste do Goiás, o qual apresenta gnaisse, tonalito e granito (3 %); as coberturas detrito-lateríticas ferruginosas formadas a partir de aglomerados, lateritas, argila e areia (3%); e formação de Água Bonita formada a partir de arenito, conglomerado e siltito (1 %) (Brasil, 1981). Para esse estudo, foi selecionada uma topossequência (Figura 18), em que foram abertas trincheiras nas posições de terço superior (P1), terço médio (P2), várzea (P3) e várzea (P4). Esses perfis no documento em anexo correspondem a P5, P8, P1 e P6. Os perfis foram descritos segundo o Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Santos et al., 2015), sendo coletadas amostras deformadas para procedimentos analíticos.

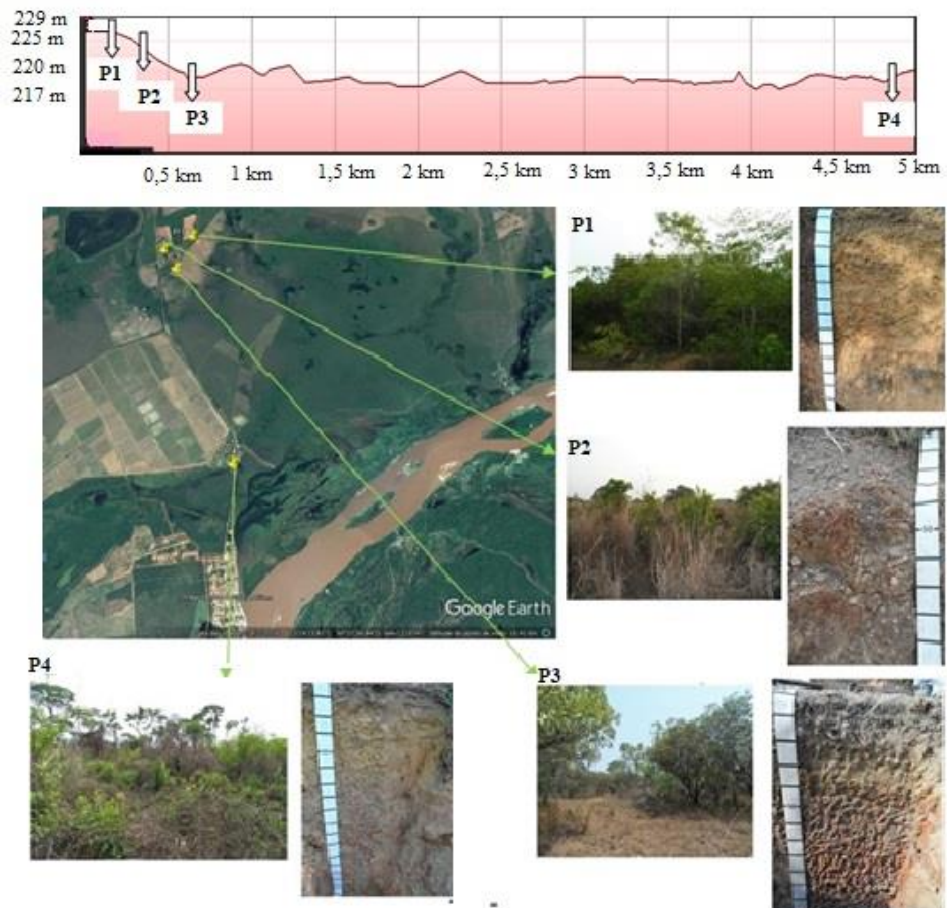


Figura 18. Toposequência de solos no Vale do Araguaia, distrito de Luiz Alves, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás, Brasil. Fonte: Google Earth (2017).

4.4.2. Análises laboratoriais

As amostras foram secas ao ar, destorroadas e tamisadas em peneira de 2 mm, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA). Em seguida, foram realizadas as análises da granulometria, pH, e dos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Al^+ , $\text{H} + \text{Al}$. O teor de P disponível foi determinado a partir de uma solução extratora duplo-ácida ($0,05 \text{ mol L}^{-1}$ e $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$) (Donagemma et al., 2011). A partir dos resultados obtidos foi calculada a soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%), e a saturação por alumínio (m %). O carbono foi determinado por meio de oxidação via úmida, utilizando dicromato de potássio em meio sulfúrico (Donagemma et al., 2011).

Para determinação dos teores de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , P_2O_5 e MnO , foi empregado o ataque sulfúrico da TFSA (Donagemma et al., 2011). Foram utilizadas soluções de ditionito-citrato-bicarbonato de sódio para a determinação das formas de ferro de alta e baixa cristalinidade (Fed) (Mehra e Jackson, 1960) e uma solução de oxalato ácido de amônio (Feo) para a extração das formas de baixa cristalinidade, enquanto o ferro solúvel (Fes) foi determinado a partir do ataque da TFSA com solução de H_2SO_4 (Donagemma et al., 2011).

As amostras das frações areia foram descritas a partir de imagens obtidas por meio de uma câmera digital (OLYMPUS[®], modelo C-5060 wide zoom) acoplada a uma lupa (OLYMPUS[®], modelo SZX7 zoom).

4.4.3. Classificação dos solos

Os solos foram classificados conforme os critérios estabelecidos no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (Santos et al., 2013), no Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2014) e na FAO/IUSS “World Reference Base” (WRB/IUSS, 2014).

4.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.5.1. Atributos morfológicos

Os horizontes superficiais de todos os perfis apresentaram cores escuras (10 YR com valores variando entre 3 e 4 e cromas entre 2 e 6), decorrentes dos maiores teores de matéria orgânica. Os perfis apresentaram horizontes dos tipos A, B e F, todos com feições pedológicas decorrentes da segregação do Fe (mosqueados, plintita ou concreções), com contrastes evidentes no tocante à sua morfologia. De acordo com Coelho et al. (2001), a diversidade entre feições ferruginosas dentro do mesmo horizonte está associada a fatores pedo-litobiológicos, e por vezes podem ser interpretadas erroneamente como de origem residual.

A partir da dureza e a capacidade de individualização dos mosqueados, foi possível a discriminação da plintita no campo (Soil Survey Staff, 2014; WRB/IUSS, 2014), sobretudo possibilitando inferências quanto ao seu estágio de desenvolvimento. Coelho et al. (2001) destacam que as cores, o tamanho e a quantidade das feições ferruginosas são características importantes na distinção e interpretação pedogenética.

Os perfis ao longo da topossequência apresentaram o matiz 10 YR (Tabela 6), amarelo, com exceção dos horizontes 4Bfg5 e 4BFg6 do perfil P3, nos quais foram observadas cores gleizadas (matiz com alto valor e baixo croma), em virtude da intensidade do processo de gleização, devido à condição de saturação por água (Bockheim e Gennadiyev, 2000), possibilitando reações que envolvem transformações e perdas do Fe (Camargo et al., 1999; Vepraskas, 2015).

Os perfis P1 e P2 apresentaram horizonte F, que corresponde a um horizonte contínuo, com alto grau de dureza, formado a partir da segregação do ferro mesclado a seixos arredondados e desarestados, formando grandes bancadas cimentadas (bancadas lateríticas, *ironstone*, *duricrust*). Nestes perfis foram verificadas concreções ferruginosas nos horizontes sobrejacentes ao F, com volume superior a 35% de frações dessa natureza, maiores que 2 mm. Os perfis P3 e P4 apresentaram a sequência de horizonte principal A-B, com ocorrência de horizonte transicional BA no perfil P3.

Todos os perfis apresentaram feições ferruginosas e ferromanganosas, marcadas pela ocorrência de concreções e/ou mosqueados, com predomínio de matizes 2,5 YR (predominantemente vermelho) e 10 YR (predominantemente amarelo), com valores variando de 2 a 6 e croma de 3 a 8. Os mosqueados apresentaram ocorrência variando de pouco a abundante, de tamanho pequeno a grande, com nitidez predominantemente proeminente, com exceção do horizonte 4Bf6 do perfil P4 que foi caracterizada como distinta. Em um estudo realizado em solos do Grupo Bauru, São Paulo, Coelho et al. (2001) observaram a ocorrência de feições ferruginosas limitadas ao terço inferior da vertente, enquanto no sopé os mosqueados constituíam as únicas feições ferruginosas ocorrentes; possivelmente devido às piores condições de drenagem.

O perfil P1 apresentou classe textural franco argiloarenosa esquelética no horizonte superficial, seguido de argila nos horizontes subjacentes, o que sugere um aumento de argila em subsuperfície, com gradiente textural de 1,58, indicando o caráter argilúvico (Santos et al., 2013). O horizonte Apc do perfil P2 apresentou classe textural franco argilosiltosa esquelética, sobrejacente ao horizonte F. Em geral, ambos os perfis localizados nas posições de terço superior e médio, apresentaram evidências de erosão seletiva, com ocorrência da remoção de partículas finas, condicionando um aumento relativo de argila em subsuperfície

(Kampf e Curi, 2012), corroborando com a alta dispersão da argila observada nos primeiros horizontes (Tabela 7).

Nos perfis P1 e P2 foi quantificado um volume expressivo de concreções ferruginosas, inseridos em porções da paisagem que marcam o processo mais intenso de dissecação (Maranhão et al., 2017), possivelmente expondo os horizontes concrecionários (Anjos et al., 1995; Motta et al., 2002; Gomes et al., 2007; Moreira e Oliveira, 2008), proporcionando um aumento relativo da fração cascalho, constituída majoritariamente por concreções associadas a fragmentos de quartzo.

Quanto à estrutura, nos perfis P1 e P2 foram verificadas estruturas de tamanho pequeno e do tipo granular, coincidindo com a maior ocorrência das concreções ferruginosas, em virtude da degradação destas feições, resultando na acumulação absoluta de Fe e Al (Tardy, 1992), e conseqüentemente originando uma estrutura bem desenvolvida, na forma de grânulos. Corroborando com Gomes et al. (2007) que, ao avaliarem Plintossolos Pétricos (Plinthosols) do bioma Cerrado, no Leste de Goiás, Brasil, destacaram uma estrutura granular adensada entre as glébulas, inclusive com facilidade do empacotamento do espaço poroso em virtude destas características.

Nos perfis P3 e P4 foram verificadas estruturas na forma granular e blocos nos horizontes superficiais, coincidindo com os maiores teores de matéria orgânica, seguido de maior atividade biológica, enquanto os horizontes subsuperficiais apresentaram estrutura em blocos, variando de angulares e subangulares, possivelmente associadas a ciclos de umedecimento e secagem (Cooper et al., 2010), e à mineralogia da fração argila (Ghidin et al., 2006), resultando em blocos com grau de desenvolvimento moderado.

Em todos os perfis verificou-se estrutura com um grau de desenvolvimento moderado a forte. No entanto, o horizonte 4Bf6 do perfil P4 apresentou uma estrutura com grau de desenvolvimento variando de fraco a moderado, o que foi atribuído à influência do lençol freático, impossibilitando melhor agregação, ocorrendo em área de menor cota, mais próxima da calha do rio Araguaia.

Os perfis P1 e P2 apresentaram consistência macia quando seca, e friável quando úmida, tendendo a ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa quando molhada, com exceção do horizonte Bc1 do perfil P1, que apresentou consistência ligeiramente plástica e pegajosa, em detrimento do maior conteúdo da fração argila. Os perfis P3 e P4 apresentaram consistência seca, variando de macia a dura, e quando úmida de firme a muito firme, e predominantemente plástica e ligeiramente pegajosa quando molhada em subsuperfície, enquanto nos horizontes superficiais, apresentaram consistência ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa quando molhada no perfil P3, e ligeiramente plástica e pegajosa no perfil P4.

Tabela 6. Atributos morfológicos de solos de uma toposequência do Médio Vale do Araguaia, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.

Hor ⁽¹⁾	Esp ⁽²⁾ (cm)	Matriz Cor		Mosqueado ⁽³⁾			Classe ⁽⁴⁾			Estrutura ⁽⁵⁾			Consistência ⁽⁶⁾			Transição ⁽⁶⁾
		Úmida	Seca	Cor	Quant	Tam	Cont	Textural	Grau	Tamanho	Tipo	Seca	Úmida	Molhada		
Plintossolo Pétrico Litoplúntico êndico – P1																
Apc	0-10,5	10YR 4/6	10 YR 5/6	----	----	----	----	fra arg are esq	for	peq	gra	mac	fri	lig pla e lig peg	ond e cla	
Bc1	10,5-56	10YR6/8		----	----	----	----	arg esq	for	peq	gra	mac	fri	lig pla e peg	pla e cla	
Bc2	56-103	10YR 6,5/8		----	----	----	----	arg esq	for	peq	gra	mac	fri	lig pla e lig peg	pla e abr	
F	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	
Plintossolo Pétrico Litoplúntico típico – P2																
Apc	0-28	10YR 3/6	10YR 3/4	----	----	----	----	fra arg sil esq	for	peq	gra	mac	fri	lig pla e lig peg	ond e abr	
F	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	
Plintossolo Háplico Distrófico petroplúntico-gleissólico – P3																
A	0-17	10 YR 4/3	10 YR 5/3	----	----	----	----	arg	mod	peq a med	gr e bs	mac a lig dur	fri	lig pla e lig peg	ond e cla	
2BA	17-24	10 YR 5/4		----	----	----	----	arg	mod	peq a med	gr e bs	lig dur	fri	pla e lig peg	pla e cla	
2Bfc1	24-33	10 YR 5/4		2,5 YR 3/6 e	10 YR 6/8	pou	peq	pro	arg pouco casc	mod	peq a med	ba e bs	lig dur	fri	pla e lig peg	pla e cla
3Bfc2	33-45	10 YR 5/4		2,5 YR 3/6 e	10 YR 6/8	com	peq	pro	arg pouco casc	mod	peq a med	ba e bs	lig dur	fri	pla e lig peg	pla e cla
3Bfc3	45-65	10 YR 5/2		2,5 YR 3/6 e	10 YR 6/8	abu	med	pro	arg pouco casc	mod	peq a med	ba e bs	dur	firm	pla e lig peg	pla e cla
3Bf4	65-95	10 YR 6/2		2,5 YR 3/6 e	10 YR 6/8	com	peq a gra	pro	arg pouco casc	mod a for	med a gran	ba e bs	dur	fir a mui fir	pla e lig peg	pla e cla
4Bfg5	95-110	Gley 7/2		2,5 YR 3/6		abu	med a gra	pro	arg	mod a for	med a gran	ba e bs	dur	fir a mui fir	pla e lig peg	pla e cla
4Bfg6	110-128 ⁺	Gley 7/2		2,5 YR 3/6		abu	med a gra	pro	arg	mod a for	peq a med	ba e bs	dur	fir a mui fir	pla e lig peg	----
Plintossolo Háplico Distrófico arênico – P4																
Ap	0-18	10YR 4/2	10YR 5/2	2,5 YR 5/8		pou	peq	pro	fra arg are	mod	peq a med	gr e bs	lig dur	fri	lig pla e peg	pla e cla
2Bf1	18-70	10YR 5/4		2,5 YR 3/6 e	2,5 YR 5/8	com	med	pro	fra arg are	mod	med	ba e bs	dur	fri	lig pla e peg	pla e cla
3Bf2	70-101	10YR 5/4		2,5 YR 3/6		com	peq a med	pro	fra are	mod	peq a med	ba	lig dur	fri	pla e peg	pla e cla
3Bf3	101-132	10YR 5/3		2,5 YR 3/6 e	10YR 5/8	abu	med a gra	pro	fra are	mod	med	ba	lig dur	fri	pla e peg	pla e cla
4Bf4	132-149	10YR 5/3		2,5 YR 3/6 e	10YR 5/8	abu	med a gra	pro	fra are	mod a for	med a gra	bs	lig dur	fri	pla e peg	pla e cla
4Bf5	149-172	10YR 6/3		2,5 YR 3/6 e	10YR 5/8	abu	med a gra	pro	fra are	mod	med	ba e bs	lig dur	fri	lig pla e peg	pla e cla
4Bf6	172-185 ⁺	10YR 6/3		2,5 YR 3/6 e	10YR 6/8	com	med	dis	fra arg are	fra a mod	peq	bs	lig dur	fri	lig pla	----

⁽¹⁾Hor: horizonte; ⁽²⁾Esp: espessura; ⁽³⁾Quant: quantidade; Tam: tamanho; Cont: contraste; pou: pouco; com: comum; abu: abundante; peq: pequeno; med: médio; gra: grande; dis: distinto; pro: proeminente. ⁽⁴⁾arg: argila; arg pouco casc: argila pouco cascalhenta; fra are: francoarenosa; arg esq: argilo esquelética; arg pouco casc: arg pouco cascalhenta; fra arg are: francoargiloarenosa; fra arg are esq: francoargiloarenosa esquelética; fra arg sil esq: franco argilosiltosa esquelética ⁽⁵⁾md: moderada; f: fraca; pq: fo: forte; peq: pequeno; med: médio; gran: grande; gr: granular; ba: bloco angulares; bs: blocos subangulares ⁽⁶⁾mac: macia; lig dur: ligeiramente dura; dur: dura; fri: friável; fir: firme; mui fir: muito firme; lig pla: ligeiramente plástica; lig peg: ligeiramente pegajosa; pla: plástica; peg: pegajosa. ⁽⁶⁾pla: plana; cla: clara; abru: abrupta; ond: ondulada.

4.5.2. Atributos físicos

Em todos os perfis ao longo da topossequência foram observadas feições ferruginosas com diferentes graus de dureza, sendo que estas variaram de mosqueados até petroplintita. Os perfis P1 e P2 apresentaram uma camada consolidada contínua, resultante da segregação do Fe, Al e Mn (avaliação em campo), formando uma bancada cimentada (*duricrust*) (Eze et al., 2014) com ligeiras fendas (Santos et al., 2015). Os horizontes sobrejacentes à camada endurecida (horizonte F) apresentaram constituição esquelética, com 35 a 90 % do volume, constituído por material concrecionário não continuamente cimentado (Santos et al., 2013), o que possivelmente altera toda dinâmica físico-hídrica desses solos (Batista e Santos, 1995), inclusive reduzindo a sua profundidade efetiva (Coelho et al., 2012). Coelho et al. (2001), ao estudarem solos com feições ferruginosas no Grupo Bauru, São Paulo, descreveram nos horizontes F e Cf (correspondente ao Cc) volumes de 80 e 40 % de concreções ferruginosas, em meio de uma matriz terrosa, aspectos também observados por Gomes et al. (2007) em Plintossolos Pétricos (Plinthosols) no bioma Cerrado.

O material caracterizado como cascalho ao longo da topossequência, corresponde principalmente a concreções ferruginosas com alto grau de dureza, corroborando com o estudo de Anjos et al. (1995) em uma topossequência no Maranhão, e de Gomes et al. (2007) em solos do leste do Goiás. Entretanto, no perfil P3 ocorreram algumas feições ferruginosas caracterizadas como macias, que podem ser quebradas entre o polegar e o indicador, o que sugere um menor estágio de desenvolvimento da feição.

Quanto à TFSA, a fração argila (Figura 19) variou de 101 a 514 g kg⁻¹ (Tabela 7), com valores menos expressivos nos horizontes Apc (284 g kg⁻¹) do perfil P1 e Apc (101 g kg⁻¹) do perfil P2, possivelmente em virtude do processo de elutriação, o qual corresponde à erosão seletiva de argila (Kampf e Curi, 2012).

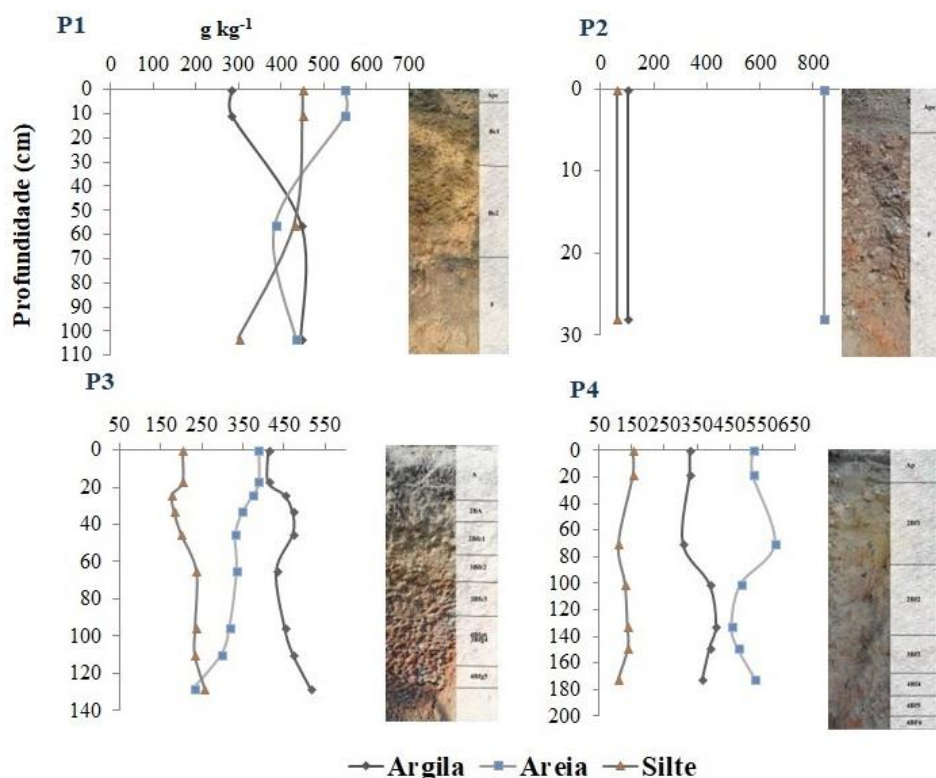


Figura 19. Distribuição das frações areia, silte e argila ao longo dos perfis de solos de uma topossequência no Vale do Araguaia.

Os teores da fração areia são elevados, variando de 230 a 840 g kg⁻¹, com predomínio da fração areia fina. A fração correspondente à areia é constituída predominantemente por quartzo e micro concreções de ferro (Figura 20). A ocorrência de concreções ferruginosas associadas à fração areia também foi observada por Gomes et al. (2004) ao avaliarem solos do bioma Cerrado, Goiás.

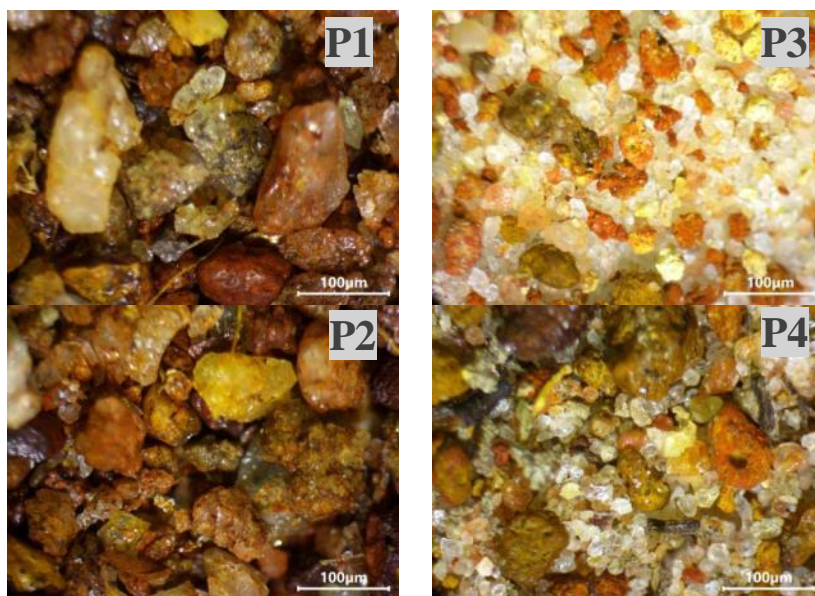


Figura 20. Micrografias de concreções associadas à fração areia grossa de horizontes diagnósticos subsuperficiais de solos do Vale do Araguaia, Goiás.

Os teores de silte são relativamente baixos, inclusive apresentando baixos valores da relação silte/argila, com valor máximo de 0,59, indicando um elevado grau de intemperização do solo e/ou dos sedimentos (Santos et al., 2013). Isso contrapõe às observações de Anjos et al (1995) em Plintossolos (Plinthosols) do estado do Maranhão, com valores que chegaram a 1,94.

O grau de flocculação (GF) foi elevado, exceto para os horizontes superficiais dos perfis P1, P2 e P4 (Tabela 7). Os altos valores de GF observados ao longo da topossequência divergem dos resultados obtidos por Anjos et al. (2007) em Plintossolos (Plinthosols) no estado do Maranhão. Os autores atribuíram os elevados índices de dispersão à alternância de períodos chuvosos, que favorecem a destruição de agregados do solo, e consequentemente um baixo grau de desenvolvimento da estrutura dos horizontes plínticos. No entanto, no vale do Araguaia foi verificado ao longo da paisagem estruturas com grau de desenvolvimento no mínimo moderada, o que justifica a baixa dispersão da argila, corroborando com a morfologia dos horizontes com feições ferruginosas.

Os perfis P3 e P4, localizados nas áreas de menor cota, mais próximas do leito do rio Araguaia, apresentaram descontinuidade litológica, em virtude da variação da relação areia fina e areia grossa (AF/AG) ao longo do perfil, com valores entre 1,08 e 2,36 para o perfil P3 e 5,67 a 7,52 para o perfil P4. Esse padrão é atribuído ao sistema fluvial, que governa a deposição de sedimentos na Planície do rio Araguaia. Alguns autores relatam que o canal do rio Araguaia apresenta tendências evolutivas, de modo que o sistema fluvial não chegou a um equilíbrio, pois os processos de sedimentação continuam prevalecendo (Morais et al., 2008), sobretudo sendo potencializado por ações antrópicas que têm ocorrido na bacia do rio Araguaia (Latrubesse et al., 2009).

Tabela 7. Atributos físicos de solos de uma topossequência do Médio Vale do Araguaia, São Miguel do Araguaia, Estado do Goiás.

Hor ⁽¹⁾	Esp ⁽²⁾ cm	Calhaus	Cascalho	TFSA	Areia ⁽³⁾		Silte	Argila	AN ⁽⁴⁾	GF ⁽⁵⁾ %	Silte ⁽⁶⁾	AF ⁽⁷⁾
					AG	AF					Argila	AG
Plintossolo Pétrico Litoplúntico êndico - P1												
Apc	0-10,5	0	45	955	154	395	167	284	203	29	0,59	2,56
Bc1	10,5-56	0	29	971	102	285	165	448	0	100	0,37	2,79
Bc2	56-103	0	23	977	138	297	118	447	0	100	0,26	2,15
F	103-161 ⁺	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Plintossolo Pétrico Litoplúntico típico - P2												
Apc	0-28	0	165	835	517	323	59	101	101	0	0,58	0,62
F	28-70 ⁺	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Plintossolo Háplico Distrófico petroplúntico-gleissólico - P3												
A	0-17	0	18	982	144	243	202	411	82	80	0,49	1,69
2BA	17-24	0	38	962	111	262	176	451	0	100	0,39	2,36
2Bfc1	24-33	0	84	916	104	244	181	471	0	100	0,38	2,35
3Bfc2	33-45	0	123	877	135	195	198	472	0	100	0,42	1,44
3Bfc3	45-65	0	98	902	115	218	236	431	0	100	0,55	1,90
3Bf4	65-95	0	49	951	121	195	233	451	0	100	0,52	1,61
4Bfg5	95-110	0	72	928	142	154	232	472	0	100	0,49	1,08
4Bfg6	110-128 ⁺	0	44	956	109	121	256	514	0	100	0,50	1,11
Plintossolo Háplico Distrófico arênico - P4												
Ap	0-18	0	0	1000	75	446	153	326	306	6	0,47	5,95
2Bf1	18-70	0	6	994	69	519	107	305	0	100	0,35	7,52
3Bf2	70-101	0	11	989	67	417	128	388	0	100	0,33	6,22
3Bf3	101-132	0	0	1000	63	394	135	408	0	100	0,33	6,25
4Bf4	132-149	0	0	1000	71	404	137	388	0	100	0,35	5,69
4Bf5	149-172	0	11	989	79	448	107	366	0	100	0,29	5,67
4Bf6	172-185 ⁺	0	65	935	85	482	87	346	0	100	0,25	5,67

⁽¹⁾Hor: horizonte. ⁽²⁾Esp: espessura; ⁽³⁾AF: areia fina; AG: areia grossa. ⁽⁴⁾AN: argila natural. ⁽⁵⁾GF: grau de floculação. ⁽⁶⁾Silte/argila: relação silte/argila. ⁽⁷⁾Relação AF/AG

4.5.3. Atributos químicos

Os teores de carbono (C) e nitrogênio (N) orgânicos decrescem em profundidade (Tabela 8). Os maiores teores de C e N foram verificados no perfil P3, com 19,8 g kg⁻¹ de C e 2,3 g kg⁻¹ de N, devido à maior proximidade com o lençol freático, o que propicia o aumento do teor de matéria orgânica em função da decomposição mais lenta. O perfil P4, apesar de estar localizado também na várzea, apresenta baixos teores de C e N da ordem de 8,5 e 1,0 g kg⁻¹. Isso ocorre em virtude da erosão parcial do horizonte superficial, reduzindo o conteúdo de matéria orgânica, além de tratar-se de áreas em que ocorrem sucessivas queimadas, favorecendo a oxidação parcial de C e N do solo.

Os solos apresentaram valores de pH de 5,1 a 5,8 (Tabela 8), com classe de reação fortemente ácida a moderadamente ácida. Em geral, os valores de pH apresentaram um ligeiro aumento em profundidade, o que difere do observado por Anjos et al. (2007) ao avaliarem Plintossolos Háplicos (Plinthosols) e Plintossolos Argilúvicos (Plinthosols) em áreas submetidas a encharcamentos periódicos, comportamento atribuído ao processo de ferrólise. Esse mesmo padrão também foi relatado por outros autores ao avaliarem solos com plintita (Coelho e Vidal-Torrado, 2003b; Lima et al., 2006).

O perfil P1 apresentou menores valores de delta pH nos horizontes subsuperficiais, sendo -0,2 (carga líquida negativa) para o horizonte Bc1 e 0,4 (carga líquida positiva) para Bc2 (Tabela 3), o que sugere um solo mais eletropositivo quando comparado aos demais perfis, em virtude dos baixos conteúdos de sílica, resultando em baixos valores de ki (Curi e

Kämpf, 2012). Esse resultado é concordante com o predomínio da estrutura do tipo granular em todos os horizontes de constituição esquelética, remetendo a um elevado grau de intemperização ou pedogênese. Isso pode ser confirmado pelos baixos valores dos índices das constantes de intemperização (Tabela 9). Esse padrão é atribuído ao processo de degradação dos “*ferricretes*” (correspondente a petroplintita), inclusive sendo destacado por Bocquier et al. (1984) o predomínio de goethita associada à matriz terrosa.

Tabela 8. Atributos químicos de solos de uma topossequência do Médio Vale do Araguaia, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.

Hor ⁽¹⁾	C ⁽²⁾		N C/N	pH		Δ pH	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SB	Al ³⁺	H ⁺	T ⁽⁴⁾	V ⁽⁵⁾	m ⁽⁶⁾	P ⁽⁷⁾
	g kg ⁻¹			H ₂ O	KCl												
Plintossolo Pétrico Litoplúntico êndico - P1																	
Apc	10,4	0,9	12	5,1	4,2	-0,9	0,7	0,8	0,02	0,01	1,5	0,4	4,7	6,6	23	21	1
Bc1	5,0	0,4	12	5,3	5,1	-0,2	0,4	0,7	0,02	0,01	1,1	0,1	2,7	3,9	28	8	<1
Bc2	3,0	0,3	10	5,4	5,8	0,4	0,9	0,7	0,01	0,01	0,9	0	1,5	2,4	37	0	<1
F	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Plintossolo Pétrico Litoplúntico típico - P2																	
Ac	9,2	0,7	13	5,6	4,5	-1,1	0,9	0,8	0,13	0,02	1,8	0,2	3,1	5,1	35	10	2
F	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Plintossolo Háplico Distrófico petroplúntico-gleissólico - P3																	
A	19,8	2,3	9	5,4	4,4	-1,0	0,0	1,0	0,01	0,05	1,1	0,7	5,3	7,1	15	39	1
2BA	11,4	1,4	8	5,4	4,3	-1,1	0,9	0,0	0,05	0,04	1,0	1,0	3,7	5,7	18	50	1
2Bfc1	7,5	1,0	7	5,5	4,3	-1,2	0,8	0,0	0,03	0,04	0,9	0,7	3,0	4,6	20	44	<1
3Bfc2	4,6	0,7	7	5,8	4,4	-1,4	0,9	0,0	0,02	0,05	1,0	0,3	2,8	4,1	24	23	1
3Bfc3	3,4	0,5	7	5,7	4,3	-1,4	0,9	0,0	0,02	0,05	1,0	0,9	2,8	4,7	21	47	1
3Bf4	2,3	0,5	5	5,8	4,2	-1,6	0,0	1,0	0,01	0,05	1,1	1,2	2,1	4,4	25	52	<1
4Bfg5	1,3	0,3	4	5,8	4,2	-1,6	0,0	1,1	0,01	0,05	1,2	1,3	2,6	5,1	24	52	<1
4Bfg6	1,2	0,3	4	5,7	4,1	-1,6	0,0	1,3	0,01	0,06	1,4	1,6	2,5	5,5	25	53	<1
Plintossolo Háplico Distrófico arênico - P4																	
Ap	8,5	1,0	8	5,4	4,3	-1,1	1,5	1,1	0,16	0,06	2,8	0,4	4,3	7,5	37	12	3
2Bf1	4,5	0,7	6	5,1	4,2	-0,9	0,5	0,8	0,05	0,04	1,4	0,5	2,6	4,5	31	26	1
3Bf2	4,1	0,5	8	5,4	4,4	-1,0	0,9	0,8	0,07	0,03	1,8	0,2	3,0	5,0	36	10	1
3Bf3	2,7	0,4	7	5,4	4,3	-1,1	1,3	1,1	0,10	0,04	2,5	0,4	3,0	5,9	42	14	1
4Bf4	1,9	0,3	6	5,5	4,3	-1,2	1,3	1,1	0,11	0,05	2,6	0,3	2,2	5,1	51	10	1
4Bf5	1,6	0,2	8	5,5	4,2	-1,3	0,7	1,2	0,09	0,05	2,0	0,7	2,4	5,1	39	26	1
4Bf6	1,3	0,2	6	5,5	4,1	-1,4	0,6	1,1	0,09	0,05	1,8	0,8	2,3	4,9	37	31	<1

⁽¹⁾Hor: horizonte; ⁽²⁾C: carbono orgânico total; ⁽³⁾ Δ pH: pH em KCl - pH em H₂O; ⁽⁴⁾T: Capacidade de troca catiônica em pH 7; ⁽⁵⁾V%: Saturação por bases; ⁽⁶⁾S: saturação por alumínio; P: fósforo disponível

Todos os perfis apresentaram predomínio de cálcio (Ca²⁺) e magnésio (Mg²⁺) no complexo sortivo, com valores que variaram de 0,0 a 1,50 cmol_c kg⁻¹ para Ca²⁺ e 0,0 a 1,30 cmol_c kg⁻¹ para Mg²⁺, enquanto os teores de potássio (K⁺) oscilaram entre 0,10 a 0,16 cmol_c kg⁻¹ e de sódio (Na⁺) de 0,10 a 0,60 cmol_c kg⁻¹. Os teores mais expressivos de K⁺ foram observados nos horizontes superficiais dos perfis P2 (0,13 cmol_c kg⁻¹) e P4 (0,16 cmol_c kg⁻¹). O predomínio de Ca²⁺ e Mg²⁺ no complexo sortivo foi observado por outros autores ao estudarem a gênese de solos com feições ferruginosas em outras regiões do Brasil (Anjos et al., 1995; Coelho e Vidal-Torrado, 2003a; Lima et al., 2006; Anjos et al., 2007; Moreira e Oliveira, 2008).

Os valores de saturação por base (V %) foram de 15 a 51%, sendo mais altos no perfil P4, na faixa de 31 a 51%. Todos os perfis apresentaram o caráter distrófico (Santos et al., 2013), corroborando com Lima et al. (2006) e Anjos et al. (1995) ao avaliarem Plintossolos (Plinthosols) no norte e nordeste do Brasil. Lima et al. (2006), ao avaliarem uma topossequência da Bacia Sedimentar do Alto Solimões na Amazônia Ocidental, atribuíram os

baixos teores de nutrientes de um Plintossolo (Plinthosol) à condição saturada por água, durante um período do ano, resultando na remoção de elementos mais solúveis, acarretando no aumento relativo dos elementos de menor mobilidade. Já Moreira e Oliveira (2008), ao avaliaram Plintossolo Pétrico Concrecionário (Plinthosol) do Planalto Central Brasileiro, estado do Goiás, atribuíram ao material de origem os valores de saturação por base superiores a 51 %. Os valores da saturação por Al (m %) foram inferiores a 53%, sendo mais elevados no perfil P3 (23 a 53%), superiores a 50% na maior parte do perfil.

Todos os perfis apresentaram argila de atividade baixa (Santos et al., 2013), sendo que nos perfis P1, P3 e P4 foram verificados valores abaixo de $23,24 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. No perfil P2, o valor de $50,50 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ atenderia para alta atividade da argila, por ser superior a $27,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, desde que não apresentasse classe textural do tipo areia franca (Santos et al., 2013). Em geral, esse padrão contrasta do observado por Anjos et al. (1995; 2007) em solos com feições ferruginosas no estado do Maranhão, onde foi observada argila de atividade alta.

Todos os perfis apresentaram baixos teores de P disponível ($< 3 \text{ mg kg}^{-1}$), sendo que nos horizontes superficiais foram maiores, possivelmente em virtude da decomposição de resíduos.

4.5.4. Complexo de meteorização e dissolução seletiva de ferro, alumínio e manganês

A composição química da terra fina é formada predominantemente por SiO_2 (36 a 233 g kg^{-1}) e Al_2O_3 (49 a 229 g kg^{-1}), sendo mais elevados em subsuperfície (Tabela 9). Os teores de óxido de titânio (Ti) variaram de 3,4 a $12,7 \text{ g kg}^{-1}$, com teores mais elevados nos horizontes subsuperficiais, padrão similar aos de SiO_2 e Al_2O_3 .

Os teores de P_2O_5 ($< 0,6 \text{ g kg}^{-1}$) e MnO ($< 1,5 \text{ g kg}^{-1}$) apresentaram-se em menores proporções na composição química da terra fina, sendo que os teores mais elevados coincidem com os mosqueados (cor preta).

Os índices k_i (0,64 a 1,81) e k_r (0,54 a 1,55) foram baixos (Tabela 9), sendo que o perfil P1 apresentou os menores valores, com k_i de 0,84 e k_r de 0,68 no horizonte Apc, enquanto no horizonte Bc2 foram de 0,64 (k_i) e 0,54 (k_r). Esses resultados sugerem alto grau de intemperização, com predomínio de gibsitita na fração argila (Kämpf e Curi, 2012). Esse perfil está localizado na cota mais alta da paisagem, próximos à borda do platô (Pain e Ollier, 1992; Moreira e Oliveira, 2008) e ocorre em associação a Latossolos Vermelho-Amarelo (Ferralsols) (Maranhão et al., 2017). Ao avaliarem Plintossolos Pétricos Concrecionários (Plinthosols) na região Central do Brasil, Gomes et al. (2007) verificaram valores de k_i de 0,67 a 1,18 e k_r 0,49 a 0,85, com predomínio de caulinita e gibsitita no horizonte Bwc, ratificando os valores das constantes de intemperização verificados nesse estudo. O perfil P2 apresenta um horizonte Ac sobrejacente ao horizonte litoplíntico, e conseqüentemente baixos índices de k_i (1,25) e k_r (0,77), sugerindo a ocorrência de caulinita e gibsitita (Kämpf e Curi, 2012).

Os perfis P1 e P2 correspondem aos solos mais intemperizados ao longo da topossequência, localizados nos terços superior e médio, onde ocorrem processos de dissecação do relevo, por vezes ocorrendo bancadas lateríticas expostas (*duriscrusts*). Possivelmente esses solos resultam do processo de transformação dessas feições ferruginosas (Bocquier et al. 1984; Nahon et al., 1989; Tardy, 1992; Tardy, 1993; Schaefer et al., 2016b).

Os teores de Feo, Fed, Fes, Mno, Mnd, Mns, Alo, Ald e Als, e as relações estabelecidas entre as diferentes formas de Fe, são apresentados na Tabela 10. Todos os perfis apresentaram predomínio de Fed e Fes quanto às formas de Fe, seguidas de Mno quanto às formas de Mn, e Ald e Als quanto às formas de Al. Os teores de Fed variaram de 2,92 a $17,20 \text{ g kg}^{-1}$, enquanto os teores de Fes de 16,08 a $51,05 \text{ g kg}^{-1}$, ambos aumentando em profundidade. Estes resultados sugerem baixos teores de Fe contido no material de origem,

e/ou a possibilidade de uma fração do Fe ter sido perdida a partir de reações químicas do solo; o que sugere redução do ferro de Fe^{3+} a Fe^{2+} seguido por remoção, nos solos condicionados ao processo de saturação por água em virtude da frequente oscilação do lençol freático (Vepraskas, 2015).

Os teores de Feo ($0,004$ a $1,390 \text{ g kg}^{-1}$) foram mais elevados nos horizontes superficiais (Tabela 10), concordando com os maiores teores de matéria orgânica (Schwertmann e Taylor, 1989; Anjos et al., 2007), embora os perfis P3 e P4 apresentem um ligeiro aumento em subsuperfície, o que sugere movimentação do Fe ao longo do perfil, em virtude da sua baixa cristalinidade (Maranhão et al., 2016), possivelmente potencializado pelos ciclos oscilação do lençol freático na várzea. Em geral, as formas de baixa cristalinidade (Feo) são pouco expressivas ao longo da paisagem, comparativamente às formas mais cristalinas (Coelho e Vidal-Torrado, 2003b).

Os teores de Fe são mais altos no horizonte subsuperficial (Figura 21), visto a ocorrência das segregações de Fe, corroborando com o estudo de Anjos et al. (1995) em solos no nordeste do Brasil, que observaram maiores teores de Fe associados a plintitas e concreções ferruginosas. Esse acréscimo em subsuperfície corresponde ao acúmulo de óxidos de maior cristalinidade, o que coincide com horizontes com feições ferruginosas. No entanto, o grau de cristalinidade dos óxidos de Fe pode ser diferente nos horizontes de um mesmo solo, ou entre estes e outros materiais presentes na forma de concreções, nódulos, crostas férricas e pedotúbulos, feições decorrentes de diversos processos pedogenéticos (Almeida et al., 2000).

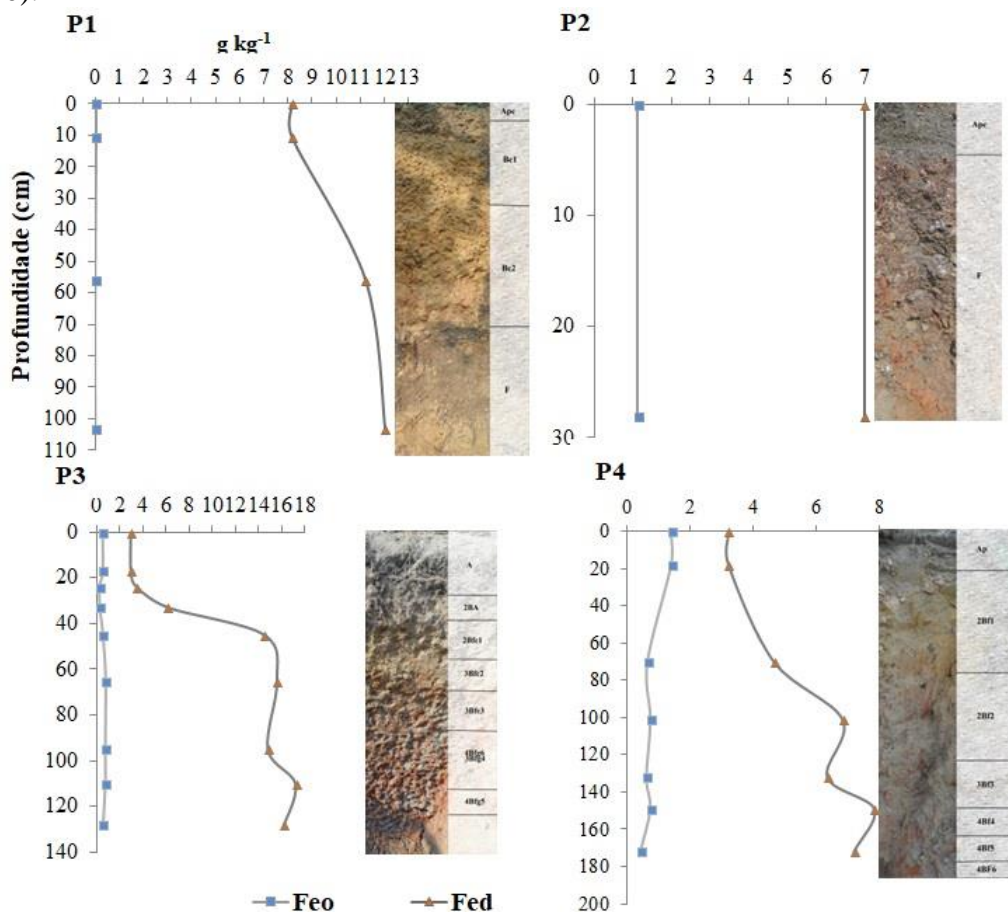


Figura 21. Distribuição das formas de ferro (Fed e Feo) ao longo dos perfis de solos de uma topossequência no Vale do Araguaia.

Tabela 9. Composição química e relações moleculares ki e kr de solos em uma topossequência do Médio Vale do Araguaia, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.

Hor ⁽¹⁾	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	ki ⁽²⁾	kr ⁽³⁾	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃
-----g kg ⁻¹ -----									
Plintossolo Pétrico Litoplúntico êndico - P1									
Apc	63	127	49	8,1	0,4	0,1	0,84	0,68	4,07
Bc1	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Bc2	86	229	68	12,7	0,4	0,1	0,64	0,54	5,29
F	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Plintossolo Pétrico Litoplúntico típico - P2									
Ac	36	49	48	3,4	0,6	0,6	1,25	0,77	1,60
F	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Plintossolo Háptico Distrófico petroplúntico-gleissólico- P3									
A	142	147	14	6,4	0,3	0,1	1,64	1,55	16,48
2BA	----	----	----	----	----	----	----	----	----
2Bfc1	----	----	----	----	----	----	----	----	----
3Bfc2	----	----	----	----	----	----	----	----	----
3Bfc3	----	----	----	----	----	----	----	----	----
3Bf4	----	----	----	----	----	----	----	----	----
4Bfg5	233	219	80	8,2	0,3	1,5	1,81	1,47	4,30
4Bfg6	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Plintossolo Háptico Distrófico arênico - P4									
Ap	124	128	23	6,8	0,4	0,2	1,65	1,48	8,74
2Bf1	----	----	----	----	----	----	----	----	----
3Bf2	----	----	----	----	----	----	----	----	----
3Bf3	160	169	38	9,0	0,3	0,1	1,61	1,41	6,98
4Bf4	----	----	----	----	----	----	----	----	----
4Bf5	----	----	----	----	----	----	----	----	----
4Bf6	----	----	----	----	----	----	----	----	----

⁽¹⁾Hor: horizonte; ⁽²⁾Ki: (SiO₂/Al₂O₃) x 1,7; ⁽³⁾Kr: (SiO₂ x 1,7)/(Al₂O₃ + (0,64 x Fe₂O₃)).

O grau de cristalinidade dos óxidos contidos nos horizontes plinticos é confirmado pela relação Feo/Fed. Anjos et al. (1995) observaram valores da ordem de 0,12 para material não-plúntico (matriz do solo), 0,04 para nódulos de plintitas e <0,01 para concreções ferruginosas. Os valores da relação Feo/Fed são mais elevados nos horizontes superficiais (Tabela 10), coincidindo com os maiores teores de C (Kämpf e Schwertmann, 1983; Coelho e Vidal-Torrado, 2003a), condicionado pela complexação do Fe por grupos funcionais da matéria orgânica, ocasionando uma redução da disponibilidade de Fe e potencializando a formação de goethita em detrimento da hematita. Adicionalmente, a fração orgânica tende a aumentar a retenção de umidade, o que conseqüentemente acarreta a formação de óxidos de baixa cristalinidade (Schwertmann e Taylor, 1989; Anjos et al., 2007).

Ao avaliarem Plintossolo (Plinthosol) desenvolvido de sedimentos na bacia sedimentar do Alto Solimões, na Amazônia Ocidental, Lima et al. (2006) atribuíram os valores da relação Feo/Fed abaixo de 0,50 às diferenças de material de origem e no ambiente pedoclimático, de modo que estes influenciam as relações entre as formas de Fe, sobretudo quanto ao grau de cristalinidade dos óxidos. Isso corrobora com os resultados apresentados nesse estudo, principalmente quanto aos perfis P3 e P4 localizados na várzea, onde ocorrem descontinuidades litológicas em conseqüência dos processos de deposição de sedimentos fluviais, ratificadas pelos valores das relações AF/AG.

A relação de Fed/argila (entre 0,00 e 0,07) indica pouca contribuição de óxidos na fração argila (Pereira e Anjos, 1999; Anjos et al., 2007), devido ao baixo conteúdo de ferro do material de origem.

Os valores da relação de Fed/Fes (0,15 a 0,31) sugerem uma reserva de ferro em outros grupos de minerais, podendo ser liberado da estrutura cristalina a partir do

intemperismo (Cornell e Schwertmann, 1996; Anjos et al., 2007). Os valores elevados dessa relação ocorrem nos horizontes subsuperficiais dos perfis P3 e P4, o que sugere que a maior parte do Fe está na estrutura cristalina dos minerais.

Os teores de Mn variaram de 0,002 a 5,24 g kg⁻¹, com valores mais elevados no perfil P1 (3,81 a 5,24 g kg⁻¹). Os teores de Mn foram baixos (<0,222 g kg⁻¹) no perfil P2, mas os teores de Mn estiveram abaixo do limite de detecção do método. Assim, as formas de Mn menos cristalinas (Mn) foram predominantes ao longo da topossequência.

Quanto às formas de Al, o Als apresentou valores mais elevados (25,93 a 121,16 g kg⁻¹), sendo que os perfis P1 e P3 tiveram teores mais elevados, chegando a 121,16 e 118,0 g kg⁻¹ nos horizontes subsuperficiais. Coelho e Vidal-Torrado (2003a), ao avaliarem solos com feições ferruginosas do Grupo Bauru, estado de São Paulo, verificaram valores de 69,2 g kg⁻¹ no horizonte Cf.

Os teores de Al na forma de Alo foram mais elevados no perfil P1, variando de 8,18 a 12,0 g kg⁻¹, enquanto o de Als foi 3,81 a 5,24 g kg⁻¹, o que sugere a ocorrência de minerais silicatados de baixa cristalinidade, principalmente a caulinita (McKeague e Day, 1966; Coelho e Vidal-Torrado, 2003b), com a ressalva de que o oxalato pode solubilizar uma parcela do Al entre as lâminas dos filossilicatos. Os teores de Ald foram maiores em todos os perfis, com exceção do P1. No entanto, são valores relativamente baixos, provindos da substituição isomórfica do Fe por Al da hematita e goethita (Barral Silva et al., 1988; Coelho e Vidal-Torrado, 2003a).

Tabela 10. Formas extraíveis de ferro, alumínio e manganês na fração terra fina e suas relações em alguns horizontes de solos de uma topossequência do Médio Vale do Araguaia, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.

Hor	-----g kg ⁻¹ -----										Fed	Fes	Feo	Fed
	Feo	Fed	Fes	Mno	Mnd	Mns	Alo	Ald	Als	Argila	Argila	Fed	Fes	
Plintossolo Pétrico Litoplúntico êndico - P1														
Apc	0,015	8,18	34,27	3,81	0,015	----	8,18	3,81	67,2	0,03	0,13	0,01	0,24	
Bc1	0,004	11,2		5,24	0,004	----	11,2	5,24		0,02		0,00		
Bc2	0,004	12,0	47,55	4,72	0,004	----	12,0	4,72	121,16	0,03	0,11	0,00	0,25	
F	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	
Plintossolo Pétrico Litoplúntico típico - P2														
Ac	1,14	6,98	33,57	0,578	0,222	----	0,928	1,80	25,93	0,07	0,33	0,16	0,21	
F	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	
Plintossolo Háptico Distrófico petroplúntico gleissólico - P3														
A	0,539	2,92	19,05	0,007	0,005	----	5,09	3,88	100,0	0,01	0,05	0,18	0,15	
2BA	0,230	3,42		0,002	0,002	----	3,02	2,78		0,01		0,07		
2Bfc1	0,261	6,15		*	0,001	----	2,04	3,22		0,015		0,04		
3Bfc2	0,558	14,5		*	0,001	----	1,65	4,53		0,03		0,04		
3Bfc3	0,826	15,6	51,05	*	0,003	----	1,66	3,56	118,0	0,04	0,12	0,05	0,31	
3Bf4	0,790	14,8		*	0,002	----	1,50	3,18		0,033		0,05		
4Bfg5	0,791	17,2		*	0,004	----	1,39	3,28		0,04		0,05		
4Bfg6	0,569	16,2		*	0,007	----	1,20	2,99		0,032		0,04		
Plintossolo Háptico Distrófico arênico - P4														
Ap	1,390	3,21	16,08	0,041	0,024	----	2,59	1,98	67,72	0,01	0,05	0,43	0,20	
2Bf1	0,650	4,65		0,008	0,004	----	1,60	2,24		0,00		0,00		
3Bf2	0,744	6,82		0,007	0,007	----	1,84	2,77		0,00		0,00		
3Bf3	0,621	6,34	26,57	0,013	0,010	----	1,59	1,79	89,42	0,00	0,07	0,01	0,24	
4Bf4	0,738	7,82		0,022	0,015	----	1,33	1,81		0,00		0,00		
4Bf5	0,430	7,18		0,025	0,014	----	1,13	1,60		0,00		0,00		
4Bf6	0,266	5,79		0,013	0,008	----	0,939	1,41		0,00		0,00		

Hor: Horizonte; Feo: Ferro extraído com oxalato; Fed: ferro extraído com ditionito-citrato-bicarbonato; Fes: ferro determinado por ataque sulfúrico (Fe₂O₃).

4.5.5. Gênese dos solos

Todos os perfis apresentaram evidências do processo pedogenético de plintitização, constatado a partir da ocorrência de feições ferruginosas e/ou ferromanganosas. Este processo é caracterizado pela ocorrência da translocação do Fe na forma reduzida, estando ou não associado a Al e/ou Mn, seguido da precipitação por oxidação, produzindo feições pedológicas pontuais ao longo da matriz do solo (mosqueados, plintitas, petroplintitas) (Kämpf e Curi, 2012; Eze et al., 2014).

As feições pedológicas formadas a partir da segregação do Fe verificadas nos perfis P1 e P2 são exclusivamente compostas por petroplintitas no formato nodular e esferoidal, associadas a uma matriz terrosa com estrutura granular fortemente desenvolvida, sobretudo com a ocorrência de um horizonte subjacente definido como F, que corresponde a um horizonte contínuo endurecido, resultante de sucessivos ciclos de umedecimento e secagem do solo, formando uma crosta contínua (crosta laterítica, horizonte litoplíntico) (Santos et al., 2015), também caracterizada como *duricrust* (Eze et al., 2014). Essas feições estão distribuídas por todo o Brasil (Schaefer et al., 2016), normalmente associadas a bordas de platô, principalmente na região Central do país (Moreira e Oliveira, 2008; Schaefer et al., 2009; Maranhão et al., 2017).

Adicionalmente, nos perfis P1 e P2 ocorre o processo de elutriação, em que há remoção seletiva de argila do horizonte superficial, e conseqüente aumento relativo em subsuperfície no perfil P1, enquanto no P2 verifica-se uma classe textural franco argilosiltosa esquelética sobrejacente ao horizonte F. No entanto, ambos os perfis apresentam índice de dispersão (Anjos et al., 2007) de argila (Tabela 11) favorável ao processo de elutriação. No perfil P3 são verificadas a presença de plintitas e concreções, indicando o processo de plintitização, seguido de ocorrência da gleização, que consiste na redução do Fe sob condição anóxica ou suboxidada, originando matizes cinzentos devido à depleção do oxigênio (Bockheim e Gennadiyev, 2000; Kämpf e Curi, 2012). No perfil P4 a plintitização também foi expressiva, porém, resultou na formação exclusivamente de plintitas, com quantidade reduzida de petroplintitas, que foram quantificadas como cascalho.

Tabela 11. Horizontes diagnósticos e processos pedogenéticos de solos de uma topossequência do Médio Vale do Araguaia, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.

Perfil	-----Horizontes diagnósticos ⁽¹⁾ -----		Processos pedogenéticos
	Superficial	Subsuperficial	
P1	A Moderado	Litoplíntico e concrecionário	Plintitização e elutriação
P2	A Moderado	Litoplíntico	Plintitização e elutriação
P3	A Moderado	B plíntico	Plintitização, gleização e ferruginação
P4	A Moderado	B plíntico	Plintitização e gleização

⁽¹⁾SiBCS (Santos et al., 2013)

Em geral, as feições ferruginosas são governadas pela dinâmica hídrica do solo, de modo que áreas mais saturadas apresentam cores gleizadas, associadas a mosqueados propriamente ditos (Lima et al., 2006; Pereira et al., 2013), sem que haja formação de plintitas. As áreas com drenagem imperfeita delimitam os pontos de formação das plintitas, onde há oscilação mais frequente do lençol freático, propiciando processos de oxidação e redução (Coelho et al., 2001; Anjos et al., 2007), e conseqüentemente resultando em feições ferruginosas que podem ser individualizadas da matriz do solo.

As petroplintitas ocorrem em áreas de cotas mais elevadas (Motta et al., 2002; Gomes et al., 2007; Moreira e Oliveira, 2008), normalmente associadas a platôs, sobrejacente ao horizonte F (Bocquier et al., 1984; Tardy, 1992; Ollier e Shelth, 2008; Maranhão et al., 2017).

Nos perfis localizados nos terços superior (P1) e médio (P2) da topossequência predominam petroplintitas associadas a uma matriz terrosa bruno amarelada, com estrutura granular fortemente desenvolvida. Esse padrão pode ser atribuído à dissolução da caulinita e consequente acúmulo de óxidos de ferro, majoritariamente a goethita aluminosa (Muller e Bocquier, 1986), o que também sugere ambientes mais úmidos (Figueiredo et al., 2006). Já Almeida et al. (2000) atribuem o amarelecimento de alguns horizontes à persistência da goethita com maior substituição de Fe por Al, levando a um processo de brunificação e a neoformação desses óxidos, sobretudo indicando mudanças ambientais.

As transformações mineralógicas e estruturais dos solos concrecionários formados a partir da degradação das feições ferruginosas (Bocquier et al. 1984; Tardy, 1992) podem ser atribuídas à substituição isomórfica progressiva de Fe por Al na estrutura cristalina, e a desestabilização dos minerais de argila, por conseguinte com aumento relativo de Fe (Muller e Bocquier, 1986).

Os perfis da várzea (P3 e P4) apresentaram padrões diferenciados de feições ferruginosas, onde ocorrem mosqueados e petroplintitas em associação, principalmente no perfil P3, inclusive com uma matriz acinzentada, sugerindo evidências dos processos de gleização e plintitização concomitantemente. No entanto, na condição específica do perfil P3, é sugerida a ocorrência também do processo de ferruginação, onde ao invés de ocorrer a liberação do Fe contido em minerais primários como descrito por Kampf e Curi (2012), há a liberação do ferro das petroplintitas em virtude de estarem sendo degradadas (Coelho et al., 2001), governando a gênese de plintitas e mosqueados (possivelmente pintita em formação), em feições mais recentes considerando o contexto de formação da paisagem.

4.5.6. Classificação dos solos

Todos os perfis apresentaram horizonte diagnóstico superficial do tipo A moderado (Tabela 6), por não apresentarem atributos que os indicassem como outro horizonte diagnóstico (Santos et al., 2013).

Os perfis P1, P3 e P4 apresentaram uma sequência de horizontes A-B, sendo que os perfis P3 e P4 possuem Bf, caracterizado pela segregação de Fe e/ ou Al (inclusive Mn), morfologicamente identificada por mosqueados vermelho-escuro, vermelho e vermelho-amarelado (Santos et al., 2015; IBGE, 2015). Os perfis P2 e P4 apresentaram horizonte diagnóstico subsuperficial plíntico, enquanto o perfil P1 horizonte diagnóstico concrecionário, identificado pelo volume superior a 50% de concreções e/ou nódulos, sobrejacente ao horizonte F.

Os perfis P1, P2 e P3 receberam o sufixo “c” em alguns dos seus horizontes, que designa a acumulação de nódulos e/ou concreções ferruginosas, sendo aplicado para feições resultantes da segregação de Fe, Al, Mn e Ti (Santos et al., 2015; IBGE, 2015). O perfil P3 apresentou nos dois últimos horizontes subsuperficiais o sufixo “g”, pelas cores cinzentas decorrentes da mobilização do Fe e/ou Mn, com segregação dos mesmos (Santos et al., 2015; IBGE, 2015).

Quanto à classificação, todos os perfis foram classificados (Tabela 12) como Plintossolos no nível de ordem (Santos et al., 2013). Os perfis P3 e P4 apresentaram horizonte plíntico subjacente ao A moderado. Esses solos apresentam restrição à percolação de água, são caracterizados como imperfeitamente drenados ou mal drenados, sujeitos à oscilação do lençol freático, e apresentam feições ferruginosas e/ou ferromanganosas expressivas. Já os perfis P1 e P2 foram classificados como Plintossolos (Plinthosols) por apresentarem horizonte concrecionário e/ou litoplíntico dentro da seção de controle (Santos et al., 2013).

Os perfis P3 e P4 foram classificados como Háplicos no nível de subordem por não atenderem às subordens dos Pétricos e Argilúvicos (Santos et al., 2013). Os perfis P1 e P2

foram classificados como Pétricos no nível de subordem, por apresentarem horizonte concrecionário e/ou litoplíntico (Santos et al., 2013). Quanto ao grande grupo, estes foram classificados como Litoplínticos por apresentarem horizonte litoplíntico dentro da seção de controle.

Os perfis P3 e P4 por apresentarem valores de saturação por bases inferiores a 50%, sendo classificados como Distróficos no nível de grande grupo.

O perfil P1 foi classificado no nível de subgrupo como êndico, por apresentar o horizonte litoplíntico ocorrendo em uma profundidade ≥ 40 cm, enquanto o perfil P2 foi identificado no nível de subgrupo como típico (Santos et al., 2013).

Tabela 12. Classificação de solos de uma topossequência do Médio Vale do Araguaia, São Miguel do Araguaia, Estado do Goiás.

Perfil	Sistemas de Classificação de Solos		
	SiBCS ⁽¹⁾	WRB/IUSS ⁽²⁾	Soil Taxonomy ⁽³⁾
P1	Plintossolo Pétrico Litoplíntico êndico	Petric Pisoplinthic Gibbsic Plinthosol (Loamic, Fractic, Dystric)	Petronodic Haplargids
P2	Plintossolo Pétrico Litoplíntico típico	Petric Pisoplinthic Gibbsic Plinthosol (Loamic, Fractic, Dystric)	Petronodic Haplargids
P3	Plintossolo Háptico Distrófico petroplíntico-gleissólico	Haplic Plinthosol (Loamic, Fractic, Dystric, Oxyaquic, Raptic)	Typic Plinthaquox
P4	Plintossolo Háptico Distrófico arênico	Haplic Plinthosol (Clayic, Dystric, Oxyaquic, Raptic)	Typic Plinthaquox

⁽¹⁾ Santos et al. (2013); ⁽²⁾ FAO/IUSS “World Reference Base” (2014); ⁽³⁾ Soil Survey Staff (2014).

O perfil P3 apresentou valores superiores a 5 % de concreções, atendendo para o caráter concrecionário, e conseqüentemente a denominação petroplíntico no nível de subgrupo. Adicionalmente, esse perfil apresentou evidências do processo pedogenético de gleização, atendendo ao nível de subgrupo como gleissólico (Santos et al., 2013).

Em conseqüência de observações feitas no perfil P4, apresenta-se uma proposta de classificação no nível de subgrupo, no qual sugere-se a inserção do termo arênico para solos que apresentarem textura arenosa desde a superfície até o início do horizonte plíntico, pois na atual versão do SiBCS (Santos et al., 2013) esse solo seria classificado como típico. Complementarmente, sugere-se a inserção da designação enconcrecionário, para destacar o caráter concrecionário apresentado em subsuperfície.

4.6. CONCLUSÕES

Todos os perfis ao longo da topossequência apresentaram evidências de plintitização, resultando em feições ferruginosas com diferentes graus de desenvolvimento. Nos perfis localizados nos terços superior (P1) e médio (P2) ocorreu o processo de elutriação, onde há perda seletiva de argila dos horizontes superficiais, potencializando a constituição esquelética devido ao grande volume de petroplintita. Nestes perfis foi verificada uma estrutura granular fortemente desenvolvida, em virtude do aumento relativo dos óxidos de ferro, condicionada pela degradação das petroplintitas.

A ocorrência de feições ferruginosas com diferentes graus de dureza dentro dos mesmos horizontes sugere contraste quanto ao seu grau de desenvolvimento. No perfil P3 há evidências do processo de “ferruginização”, onde há liberação do ferro proveniente das petroplintitas degradadas, e conseqüentemente influenciando na gênese de plintitas.

Uma parcela dos constituintes da fração areia corresponde a micro concreções de Fe, por vezes de Mn, o que sugere a degradação destas, sobretudo influenciando em uma matriz terrosa rica em óxidos.

Em consequência de observações feitas no perfil P4 sugere-se o termo arênico no nível de subgrupo do SiBCS para solos que apresentarem textura arenosa desde a superfície até o início do horizonte plíntico. Sugere-se também a inserção da designação enconcrecionário, para destacar o caráter concrecionário em subsuperfície.

5. CAPÍTULO III

FEIÇÕES FERRUGINOSAS DE SOLOS ASSOCIADAS A MODIFICAÇÕES AMBIENTAIS NO VALE DO ARAGUAIA, ESTADO DO GOIÁS, BRASIL

5.1. RESUMO

Os solos com feições ferruginosas cobrem uma parcela significativa do Brasil, e estão distribuídos ao longo de todos os biomas. Estas feições são utilizadas como atributos diagnósticos em sistemas de classificação de solos ao longo do mundo. Parte-se do pressuposto de que o processo de plintitização é modificado quando o solo é submetido ao controle de drenagem, visto que a dinâmica do ferro está associada à oscilação da lâmina de água, desencadeando transformações dos óxidos de ferro. O objetivo desse estudo é caracterizar solos com feições ferruginosas submetidos a alterações ambientais, a partir de atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos, e compreender os processos envolvidos na pedogênese. Para isso, foram selecionados dois perfis sem influência dos canais de irrigação e dois perfis em áreas de influência dos canais de irrigação, no Distrito de Luís Alves, na Planície do rio Araguaia, Goiás. Adicionalmente, foi selecionado um perfil nas proximidades do rio Meia Ponte, em Terezópolis de Goiás, Goiás. Os perfis foram classificados como: Plintossolo Háptico Distrófico petroplântico gleissólico (P1); Plintossolo Háptico Eutrófico petroplântico gleissólico (P2); Plintossolo Háptico Distrófico petroplântico gleissólico (P3); Plintossolo Háptico Distrófico arênico concrecionário (P4); Plintossolo Argilúvico Eutrófico gleissólico (P5). Nos solos da Planície do rio Araguaia ocorreram mosqueados (plintita e manchas) e petroplintitas concomitantemente, sobretudo com uma matriz acinzentada, o que sugere a degradação das feições mais endurecidas, dando origem consequentemente a novas segregações de Fe que evoluem para plintita. Nesta área ocorre a liberação do Fe decorrente da degradação das petroplintitas, resultando em feições ferruginosas contemporâneas, processos condicionados pela dinâmica hídrica atual. As áreas à margem do rio Meia Ponte apresentam predomínio de plintita, que corresponde a feições contemporâneas de formação *in situ*. No perfil P2 é evidente que as práticas de manejo têm influenciado em alguns atributos químicos, e consequentemente na taxonomia, enquanto o perfil P3, apesar de próximo do canal principal de irrigação, não apresentou consideráveis variações quanto aos atributos, de modo que suas características se equiparem às dos perfis (P1 e P4) localizados no sistema natural. Sugere-se a inclusão do subgrupo arênico para solos que apresentarem textura arenosa desde a superfície até o início do horizonte plântico, sobretudo para designar no nível de subgrupo os Plintossolos Hápticos Distróficos.

Palavras-chave: Petroplintita. Plintita. Mosqueado. Óxidos de ferro. *Duricrust*.

5.2. ABSTRACT

Soils with ferruginous features cover a significant portion of Brazil and are distributed along all biomes. These features are used as diagnostic attributes in soil classification systems throughout the world. It is assumed that the plintitization process is modified when the soil is submitted to drainage control, since the iron dynamics is associated with oscillation of the water table, triggering transformations of the iron oxides. The objective of this study is to characterize soils with ferruginous features submitted to environmental changes, based on morphological, physical, chemical, and mineralogical attributes, and to understand the processes involved in the pedogenesis. Two profiles were selected without influence of the irrigation channels and two profiles in areas of influence of irrigation channels, in the District of Luís Alves, in the Araguaia River Plain, Goiás. Additionally, a profile was selected in the vicinity of the Meia Ponte River, in Terezópolis de Goiás, Goiás. The profiles were classified as: *Plintossolo Háptico Distrófico petroplíntico gleissólico* (P1); *Plintossolo Háptico Eutrófico petroplíntico gleissólico* (P2); *Plintossolo Háptico Distrófico petroplíntico gleissólico* (P3); *Plintossolo Háptico Distrófico arênico concrecionário* (P4); *Plintossolo Argilúvico Eutrófico gleissólico* (P5). In the soils of the Araguaia Plain, mottled (plinthite and spotted) and petroplinthites occurred concomitantly, especially with a greyish matrix, suggesting the degradation of more hardened features, resulting in new Fe segregations that progress to plinthite. In this area occurs the release of Fe resulting from the degradation of petroplinthites, resulting in contemporary ferruginous features, processes conditioned by the current water dynamics. The area at the edge of the river Meia Ponte has a predominance of plinthite, which corresponds to contemporary features of in situ formation. In the P2 profile it is evident that the management practices have influenced in some chemical attributes, and consequently in taxonomy, while the P3 profile, although close to the main irrigation channel, did not present significant variations in the attributes, thus its characteristics are similar to those of the profiles (P1 and P4) located in the natural system. It is suggested the inclusion of the subgroup *arênico* for soils that present sandy texture from the surface to the beginning of the plintic horizon, especially for designating at the subgroup level the *Plintossolos Hápticos Distróficos*.

Keywords: Petroplinthite. Plinthite. Mottled. Iron oxides. Duricrust.

5.3. INTRODUÇÃO

Os solos com feições ferruginosas cobrem uma parcela significativa do território nacional, e são distribuídos ao longo de diferentes biomas (Chauvel et al., 1987; Anjos et al., 1995; Batista e Santos, 1995; Coelho et al., 2001; Motta et al., 2002; Coelho e Vidal-Torrado, 2003b; Schaefer et al., 2004; Anjos et al., 2007; Beirigo et al., 2011; Coelho et al., 2012; Garcia et al., 2013; Miguel et al., 2013; Nascimento et al., 2013; Matuk et al., 2017).

A principal classe descrita no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) com feições ferruginosas corresponde aos Plintossolos, caracterizados como “*solos minerais formados sob condições de restrição à percolação de água, sujeitos ao efeito temporário de excesso de umidade*”, imperfeitamente drenados ou mal drenados, e apresentam expressiva plintitização, com ou sem petroplintitas (Santos et al., 2013). Essa classe cobre aproximadamente 7% do território nacional, o que corresponde a 589.000 km² (Santos et al., 2011).

As feições ferruginosas também são utilizadas como atributos diagnósticos em outros sistemas de classificação de solos no mundo (Soil Survey Staff, 2014; WRB, 2014). Todavia, ainda existem aspectos a serem elucidados, envolvendo a morfologia, os atributos físicos e químicos, sobretudo no que diz ao comportamento dos óxidos de ferro envolvidos.

Em geral, as feições ferruginosas são formadas a partir da oscilação do lençol freático, associadas à restrição de drenagem atual ou pretérita, em consequência da redução, mobilização, transporte, concentração e segregação de ferro, por vezes associado ao manganês e/ou alumínio. Embora esses solos tenham sua gênese associada a uma drenagem restrita, podem ocorrer em condições de boa drenagem (Santos et al., 2013).

Os solos com melhor drenagem ocupam posições elevadas na paisagem, normalmente associadas a bordas de platôs (Pain e Ollier, 1992; Moreira e Oliveira, 2008; Maranhão et al., 2017), em áreas ligeiramente dissecadas de chapadas e chapadões, de comum ocorrência nas regiões Central (Motta et al., 2002; Gomes et al. 2007; Moreira e Oliveira, 2008; Maranhão et al., 2017) e Norte do Brasil (Coelho et al., 2012; Schaefer et al., 2016).

São solos policíclicos (Tardy et al., 1997; Eze et al., 2014), que ocorrem a partir de sucessivos ciclos de umedecimento e secagem, condicionando a segregação do ferro, entretanto ainda há muito que se compreender quanto às etapas desse processo, principalmente quanto às alterações destas feições quando condicionadas a modificações ambientais.

Alguns autores sugerem que transformações de concreções ferruginosas podem disponibilizar ferro para formação de mosqueados (Coelho et al., 2001; Beirigo, 2013), inclusive com semelhanças entre os constituintes mineralógicos das feições (glóbula petroplíntica) e a matriz (Coelho e Vidal-Torrado, 2003b).

As transformações das feições ferruginosas em condições naturais influenciam na constituição da matriz do solo (Bocquier et al., 1984; Tardy, 1992; Schaefer et al., 2004; Gomes et al., 2007), assim como ações antrópicas também podem desencadear alterações de alguns atributos do solo (Miguel et al., 2013).

A formação, a quantidade e a distribuição das feições ferruginosas são controladas pela natureza do material de origem e oscilação do lençol freático, associadas ao fator relevo e o regime de precipitação (Batista e Santos, 1995; Anjos et al., 2007; Eze et al., 2014). No entanto, surge um questionamento, pois o controle da drenagem do solo também pode ser condicionado por ações antrópicas, com a construção de drenos, possibilitando o escoamento de água do solo, ou a introdução de canais de irrigação.

Quando o solo é sujeito à saturação, ocorrem diversas alterações eletroquímicas (Ponnamperuma, 1972; Camargo et al., 1999), e conseqüentemente em alguns atributos do solo, mormente as feições que envolvem ferro e manganês (Vepraskas, 2015).

Assim, parte-se do pressuposto de que o processo de plintitização é modificado quando o solo é submetido ao controle de drenagem, visto que a dinâmica do ferro está associada à oscilação da lâmina de água, desencadeando transformações dos óxidos de ferro e conseqüentemente nas características nas feições pedológicas associadas.

O objetivo desse estudo foi caracterizar solos com feições ferruginosas do Vale do Araguaia, estado do Goiás, Brasil, submetidos a alterações ambientais, a partir de atributos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos, e compreender os processos envolvidos na pedogênese, e adicionalmente subsidiar o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos e o Manual de Descrição e Coleta de Solos no Campo.

5.4. MATERIAL E MÉTODOS

5.4.1. Caracterização do meio físico

O estudo foi realizado no município de São Miguel do Araguaia, noroeste do estado do Goiás, Brasil, situado na bacia hidrográfica do rio Araguaia (Figura 22). O município possui uma área territorial de 614.726 ha e população de 22.283 habitantes, concentrados em 79 % na área urbana, com densidade demográfica de 3,63 hab km⁻² (IBGE, 2016). O clima regional é do tipo Aw, caracterizado como tropical de savana (Köppen, 1948), com precipitação média anual de 1.640 mm, com temperatura média anual de 26,8 °C.

A fitofisionomia é predominantemente campestre nessa porção da Planície do rio Araguaia (Maranhão et al., 2017), composta por Campo sujo com murundus e Campo limpo com murundus (Ribeiro e Walter, 2008). O relevo local é predominantemente plano, com cotas de 214 a 224 m na várzea que margeia o rio Araguaia.

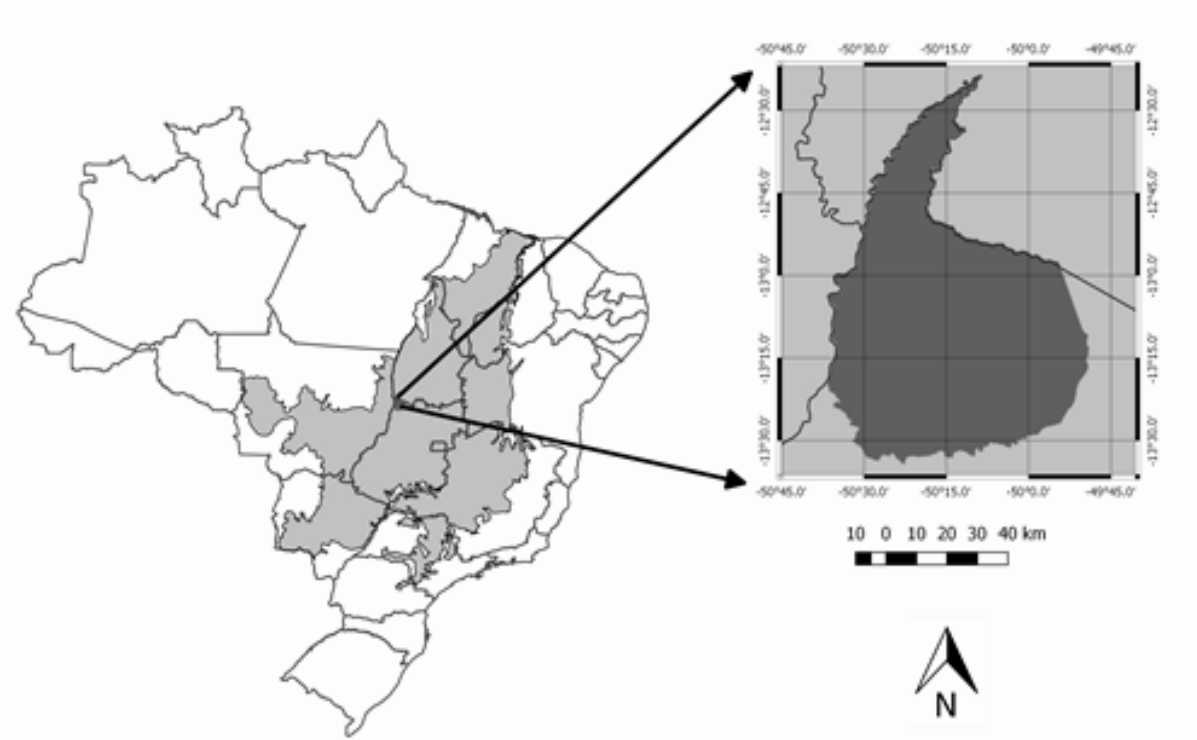


Figura 22. Localização do Município de São Miguel do Araguaia, Estado do Goiás, Brasil.

As classes de solos predominantes são Plintossolos Háplicos Distróficos (Plinthic Haplaquox), associadas aos Gleissolos Háplicos Tb Distróficos plintossólicos (Plinthic Haplaquox), ambas apresentando feições ferruginosas e manganosas (Maranhão et al., 2017). Essa porção da Planície do Araguaia foi formada a partir da deposição de sedimentos (agração) associada às superfícies correspondentes a faixas fluviais, bancos acrescidos, espiras de meandro (Goiás, 2005; Maranhão et al., 2017).

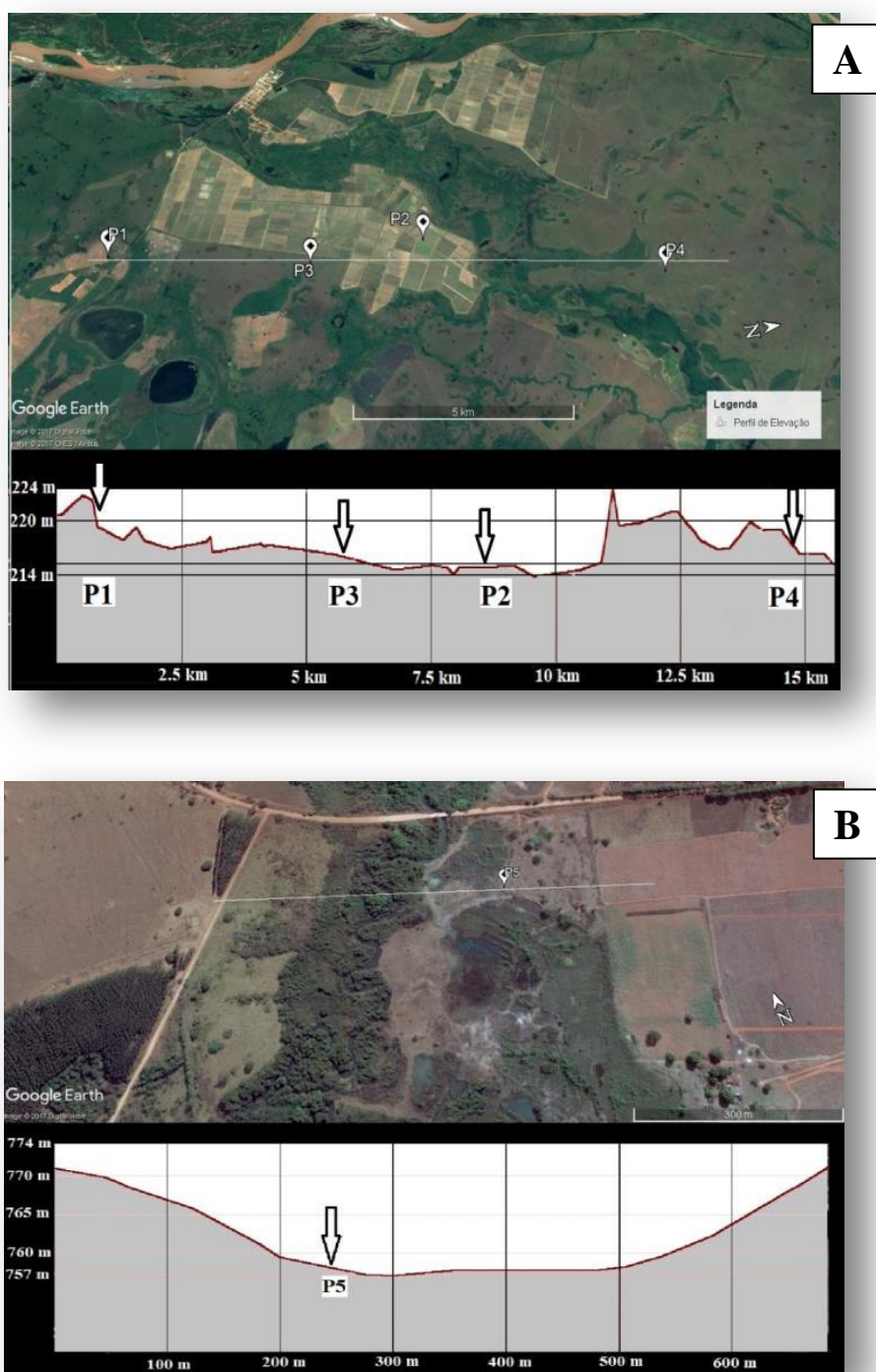


Figura 23. Perfis de solos na Planície do rio Araguaia, distrito de Luiz Alves, São Miguel do Araguaia (A), e perfil de solo (corresponde ao perfil 7 do anexo) na margem do rio Meia Ponte, Terezópolis de Goiás (B), estado do Goiás, Brasil. Fonte: Google Earth (2017).

As unidades geológicas mais representativas correspondem a: Grupo Baixo Araguaia, apresentando predomínio de xistos; Formação Araguaia – Fácies depósitos aluvionares, formados a partir de argila, silte e areia (28 %); depósitos aluvionares associados a áreas de menor cota, formados a partir de depósitos de areia e cascalho (8 %); o Complexo plutônico do arco magmático de Goiás – Unidade ortognaisses do oeste do Goiás, no qual apresenta

gnaisse, tonalito e granito (3 %); as coberturas detrítico-lateríticas ferruginosas formadas a partir de aglomerados, lateritas, argila e areia (3%); e formação de Água Bonita formada a partir de arenito, conglomerado e siltito (1 %) (Brasil, 1981). A outra área de estudo, corresponde a uma várzea localizada na proximidade do rio Meia ponte, inserida no Complexo Anápolis-Itaúçu, com rochas caracterizadas como Granulitos metamorfizados (Brasil, 1981), em que o relevo local é plano, sob uma condição imperfeitamente drenada.

Foram selecionados dois perfis sem influência dos canais de irrigação e dois perfis em áreas de influência dos canais de irrigação, no Distrito de Luís Alves, na Planície do rio Araguaia, Goiás. Adicionalmente, foi selecionado um perfil nas proximidades do rio Meia Ponte, em Terezópolis de Goiás, Goiás (Figura 23) Foram abertas trincheiras em todos os pontos (Figura 24), e os perfis foram descritos e amostrados conforme preconizado no Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Santos et al., 2015).

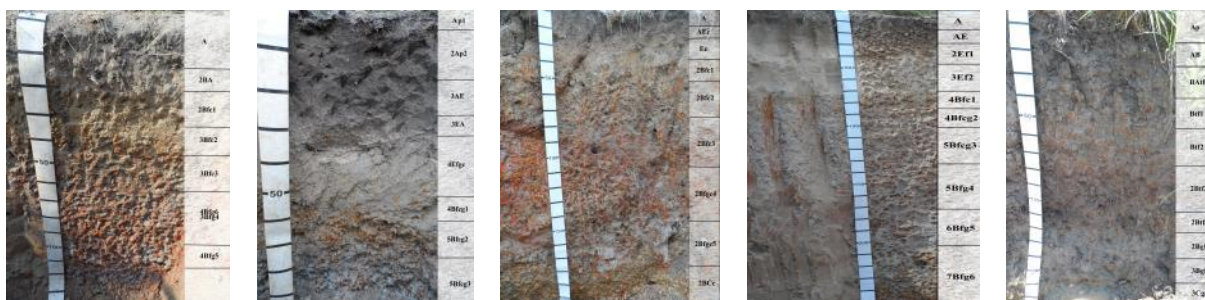


Figura 24. Solos com feições ferruginosas do bioma Cerrado, estado do Goiás.

5.4.2. Análises laboratoriais

As amostras foram secas ao ar, destorroadas e tamisadas em peneira de 2 mm, obtendo-se a terra fina seca ao ar (TFSA). Em seguida, foram realizadas as análises granulométrica, pH, e dos teores de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ , Al^+ , H^+ + Al (Donagemma et al., 2011) O fósforo disponível foi determinado a partir do uso de uma solução extratora duplo-ácida ($0,05 \text{ mol L}^{-1}$ e $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$) (Donagemma et al., 2011). A partir dos resultados obtidos foram calculadas a soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%), e a saturação por alumínio (m %).

Os teores de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , P_2O_5 e MnO , foram determinados pelo ataque sulfúrico (Donagemma et al., 2011). Foi utilizada uma solução extratora de ditionito-citrato-bicarbonato de sódio para a determinação das formas de ferro presentes nos óxidos de alta e baixa cristalinidade (Fed) (Mehra e Jackson, 1960) e uma solução de oxalato ácido de amônio (Feo) para a extração do ferro dos óxidos de baixa cristalinidade, e o ferro solúvel (Fes) foi obtido a partir do ataque sulfúrico (Donagemma et al., 2011).

O carbono foi determinado por meio de oxidação via úmida, utilizando uma solução de dicromato de potássio em meio sulfúrico (Donagemma et al., 2011).

As amostras das frações areia foram descritas a partir de imagens obtidas por meio de uma câmera digital (OLYMPUS®, modelo C-5060 wide zoom) acoplada a uma lupa (OLYMPUS®, modelo SZX7 zoom).

5.4.3. Classificação dos solos

Os solos foram classificados conforme os critérios estabelecidos nos Sistemas Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (Santos et al., 2013), Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 2014) e FAO “World Reference Base” (WRB, 2014).

5.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.5.1. Atributos morfológicos

Todos os perfis apresentaram cores escuras (10 YR com valores 4-6 e cromas 1-3) nos horizontes superficiais, devido à maior quantidade de matéria orgânica. Os perfis apresentaram horizontes subsuperficiais dos tipos E, B e C, todos com feições pedológicas decorrentes da segregação do Fe, por vezes acrescido de Mn.

Verificou-se o predomínio do matiz 10 YR (Tabela 13), amarelo, com exceção dos horizontes 4Bfg5 e 4Bfg6 do perfil P1, com cor verde claro acinzentado (Gley 7/2), o que remete ao processo de gleização. Os perfis P1 e P5 apresentaram a sequência de horizontes A, B e C, em geral com a ocorrência de horizontes transicionais AB, BA e BC. Enquanto os perfis P2, P3 e P4 apresentaram uma sequência A, E, B, com ocorrência de horizontes transicionais AE e EA.

Em todos os perfis foram observadas feições ferruginosas, por vezes caracterizadas como concreções e/ou mosqueados, com predomínio de matizes 2,5 YR (vermelho), seguido de 10 YR (amarelo) e 7,5 YR (vermelho-amarelo), com valores variando de 2 a 6 e croma de 1 a 8. Os mosqueados variaram de pouco a abundante, de tamanho pequeno a grande, majoritariamente com nitidez proeminente, sendo que nos horizontes 3AE e 3Efgc do perfil P2 ocorre segregação do ferro em torno das raízes (hiporevestimento da raiz).

Os horizontes superficiais dos perfis P2 e P4 apresentaram classe textural francoarenosa, enquanto o perfil P5 apresentou classe franco argiloarenosa, sendo o perfil P3 francoargilosa, e o perfil P1 argila. Com exceção do perfil P1, todos os perfis apresentaram tendência de aumento de argila em subsuperfície. Embora esses perfis apresentem essa tendência, apenas no perfil P5 verificou-se o horizonte B textural (Santos et al., 2013), com gradiente de 1,69, conseqüentemente em virtude da translocação de argila, o que corrobora com a maior dispersão dessa fração (Tabela 14) nos três primeiros horizontes.

Ao avaliarem Plintossolos no município de Pinheiro (MA), Anjos et al. (2007) atribuíram os elevados índices de dispersão às condições climáticas, destacando a alternância do período chuvoso. Alguns autores têm observado a formação de um gradiente textural em Plintossolos de outras regiões no Brasil, sobretudo associado a planícies aluviais (Anjos et al., 1995; Lima et al., 2006; Beirigo et al., 2011; Delarmelinda et al., 2017).

Todos os perfis, com exceção do perfil P5, apresentaram frações maiores que 2 mm, constituídas por concreções ferruginosas, seguido de pequenos fragmentos de quartzo de formatos arredondados e ligeiramente arestados.

Nos solos da Planície do Araguaia embora estejam localizados em áreas de várzea, ocorrem feições ferruginosas endurecidas sotopostas aos mosqueados, aspectos atípicos considerando a situação de estagnação do lençol freático em boa parte do ano. Esse padrão contrasta do que foi descrito por Bocquier et al. (1984) e Tardy (1992), que destacam que os mosqueados (plintita e mosqueado *in situ*) ocorrem sotopostos às petroplintitas. Aspecto que corrobora com o estudo de Anjos et al. (2007), em que verificaram em Plintossolo Háplico Alítico que a ocorrência de concreções ferruginosas (faixa de 51 a 65 cm) se dá sobrejacente a um horizonte com mosqueado abundante e proeminente (5 YR 6/8), inclusive resultando na designação de petroplíntico no nível de subgrupo do SiBCS. Entretanto, Anjos et al. (2007) descrevem que a região de estudo se trata de uma área de transição entre várzea e a encosta, o que sugere menor influência do lençol freático, e conseqüentemente condições propícias para a formação de feições mais endurecidas sobrejacentes a horizonte plíntico.

Avaliando os solos do Pantanal do Mato Grosso, Beirigo (2013) verificou a ocorrência de petroplintitas sotopostas a mosqueados, sugerindo a degradação das feições ferruginosas endurecidas.

Ao estudarem solos na várzea do rio Solimões, Amazonas, Brasil, Garcia et al. (2013) verificaram a ocorrência de mosqueados, não satisfazendo a plintita ou concreções, possivelmente em consequência da maior condição redutora, comparativamente as áreas estudadas por Anjos et al. (1995; 2007). Ao avaliarem a gênese de solos ao longo de uma hidrosequência na região Central do Brasil, Macedo e Bryant (1987) verificaram a ocorrência de plintita na zona de vadosa, onde os poros se encontram parcialmente preenchidos por “gases”, propiciando um ambiente adequado para precipitação do Fe.

Quanto à estrutura, os perfis apresentaram um grau de desenvolvimento moderado, com exceção dos horizontes 3Efcg1 e 4Bfcg1 do perfil P2, com estrutura variando de fraca a moderada, coincidindo com os horizontes AE, 2Ef1 e 3Ef2 do perfil P4 (Tabela 13). Já Anjos et al. (1995; 2007) verificaram em Plintossolos no estado do Maranhão, Brasil, estruturas sem agregação, caracterizada como maciça. Em geral, todos os perfis estudados possuem estrutura variando de pequena a grande.

Os horizontes superficiais apresentaram estruturas granular e blocos, coincidindo com os maiores teores de matéria orgânica, e com maior atividade biológica, com exceção do perfil P4, composto por blocos angulares e subangulares.

Os horizontes subsuperficiais, exceto o horizonte 3Cgf do perfil P5, apresentaram estrutura em blocos angulares e subangulares, em consequência dos sucessivos ciclos de umedecimento e secagem (Cooper et al., 2010), e dos argilominerais associados (Ghidin et al., 2006). O horizonte Cgf do perfil P5 não apresentou agregação, com uma estrutura maciça, coincidindo com a região de maior depleção de oxigênio, corroborando com o observado por Anjos et al. (1995; 2007) em horizontes plínticos de solos do estado do Maranhão.

Houve um predomínio de consistência dura em subsuperfície quanto à amostra seca, friável quando úmida, com exceção do perfil P1, e variando de plástica a ligeiramente pegajosa nos perfis localizados na Planície do rio Araguaia, independente da condição de drenagem, enquanto o perfil P5, localizado na várzea do rio Meia Ponte apresentou consistência plástica e pegajosa em subsuperfície, coincidindo com os horizontes subsuperficiais que apresentaram gradiente textural.

Tabela 13. Atributos morfológicos de solos do Médio Vale do Araguaia, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.

Hor ⁽¹⁾	Esp ⁽²⁾ (cm)	Matriz		Mosqueado ⁽³⁾			Classe ⁽⁴⁾			Estrutura ⁽⁵⁾			Consistência ⁽⁶⁾		Transição ⁽⁶⁾
		Cor Úmida	Cor Seca	Cor	Quant	Tam	Cont	Textural	Grau (cm)	Tamanho	Tipo	Seca	Úmida	Molhada	
Plintossolo Háptico Distrófico petroplântico gleissólico - P1															
A	0-17	10 YR 4/3	10 YR 5/3	----	----	----	----	arg	mod	peq a med	gr e bs	mac a lig dur	fri	lig pla e lig peg	ond e cla
2BA	17-24	10 YR 5/4		----	----	----	----	arg	mod	peq a med	gr e bs	lig dur	fri	pla e lig peg	pla e cla
2Bfc1	24-33	10 YR 5/4		2,5 YR 3/6 e 10 YR 6/8	pou	peq	pro	arg pouco casc	mod	peq a med	ba e bs	lig dur	fri	pla e lig peg	pla e cla
3Bfc2	33-45	10 YR 5/4		2,5 YR 3/6 e 10 YR 6/8	com	peq	pro	arg pouco casc	mod	peq a med	ba e bs	lig dur	fri	pla e lig peg	pla e cla
3Bfc3	45-65	10 YR 5/2		2,5 YR 3/6 e 10 YR 6/8	abu	med	pro	arg pouco casc	mod	peq a med	ba e bs	dur	firm	pla e lig peg	pla e cla
3Bf4	65-95	10 YR 6/2		2,5 YR 3/6 e 10 YR 6/8	com	peq a gra	pro	arg pouco casc	mod a for	med a gran	ba e bs	dur	firm a mu firm	pla e lig peg	pla e cla
4Bfg5	95-110	Gley 7/2		2,5 YR 3/6	abu	med a gra	pro	arg	mod a for	med a gran	ba e bs	dur	firm a mu firm	pla e lig peg	pla e cla
4Bfg6	110-128 ⁺	Gley 7/2		2,5 YR 3/6	abu	med a gra	pro	arg	mod a for	peq a med	ba e bs	dur	firm a mu firm	pla e lig peg	----
Plintossolo Háptico Eutrófico petroplântico gleissólico - P2															
Ap1	0-6	10 YR 3/2	10 YR 4/2	----	----	----	----	fra are	mod	peq a med	gr e ba	lig dur	fri	pla e peg	pla e cla
2Ap2	6-18	10 YR 3/2	10 YR 4/2	----	----	----	----	fra argi	mod	peq a med	ba	dur	fri	pla e peg	pla e cla
3AE	18-27	10 YR 4/2		----	----	----	----	fra a are	mod	peq a med	bs	lig dur	fri	pla e peg	pla e cla
3EA	27-34	10 YR 5/2		2,5 YR 4/6 e 7,5 YR 5/6	pou	peq	pro	fra a are	mod	peq a med	ba	lig dur	fri	lig pla e peg	pla e cla
4Efgc	34-50	10 YR 5/2		2,5 YR 4/6 e 7,5 YR 5/6	com	peq a med	pro	fra com casca	frac a mod	peq a med	ba	lig dur	fri	pla e lig peg	pla e cla
4Bfcg1	50-61	10 YR 6/2		2,5 YR 4/6	com	med	pro	fra pouco casc	frac a mod	peq	ba	dur	fri	pla e lig peg	pla e cla
5Bfcg2	61-76	10 YR 6/4		2,5 YR 4/6 e 10 YR 5/8	abu	med a gra	pro	fra pouco casc	mod	peq a med	ba e bs	dur	fri	lig pla e lig peg	pla e cla
5Bfcg3	76-110 ⁺	10 YR 6/3		2,5 YR 3/6 e 10 YR 6/8	abu	med a gra	pro	fra pouco casc	mod	peq a med	ba e bs	dur	fri	lig pla e lig peg	----
Plintossolo Háptico Distrófico petroplântico gleissólico - P3															
A	0-10	10 YR 2/1	10 YR 4/1	----	----	----	----	fra argi	mod	peq a med	gr e bs	dur	fri	lig pla e peg	pla e cla
AEc	10-18	10 YR 2/2	10 YR 4/2	----	----	----	----	fra argi	mod	peq a med	bs	mac a lig dur	fri	lig pla e peg	pla e cla
2Ec	18-29	10 YR 3/2		----	----	----	----	arg	mod	med	ba e bs	mac a lig dur	fri	lig pla e peg	pla e cla
2Bfc1	29-50	10 YR 4/4		2,5 YR 3/6 e 7,5 YR 5/8	abu	med a gra	pro	arg	mod a for	med a gran	ba e bs	lig dur	fri	lig pla e peg	pla e cla
2Bfc2	50-75	10 YR 4/4		2,5 YR 3/6 e 7,5 YR 5/8	abu	med a gra	pro	arg casc	mod a for	med a gran	ba e bs	dur	fri	pla e peg	pla e cla
2Bfc3	75-104	10 YR 5/2		2,5 YR 3/6 e 7,5 YR 5/8	abu	med a gra	pro	arg casc	mod a for	med a gran	ba e bs	dur	fri	pla e peg	pla e cla
2Bfgc4	104-150	10 YR 5/2		2,5 YR 3/6, 10 YR 2/1 e 7,5 YR 5/8	abu	med a gra	pro	arg pouco casc	mod a for	med a gran	ba	muito dur	fri	pla e peg	pla e cla
2Bfgc5	150-180	10 YR 7/1		2,5 YR 3/6, 10 YR 2/1 e 7,5 YR 5/8	abu	med a gra	pro	arg pouco casc	mod a for	med a gran	ba	muito dur	fri	pla e peg	ond e abr
2BCc	180-200	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Plintossolo Háptico Distrófico arênico concrecionário - P4															
A	0-11	10YR 4/3	10 YR 5/3	----	----	----	----	fra are	mod	peq a med	ba e bs	mac	fri	lig pla e peg	pla e cla
AE	11-28	10YR5/4	10YR 6/3	----	----	----	----	fra are	fr a mod	peq a med	ba e bs	mac	fri	lig pla e peg	pla e cla
2Efl	28-47	10YR 6/3		7,5 YR 5/8	pou	peq	dif	fra are	fr a mod	med	ba e bs	mac a lig dur	fri	lig pla e peg	pla e cla
3Ef2	47-66	10YR 6/4		7,5 YR 5/6	pou	peq	dif	fra are	fr a mod	med	ba e bs	lig dur	fri	pla e peg	pla e abru
4Bfc1	66-84	10YR 6/5		2,5 YR 3/6 e 7,5 YR 5/8	abu	med a gra	pro	fra casc	mod	med a gran	ba e bs	lig dur	fri	pla e peg	pla e cla
4Bfcg2	84-103	10YR 6/3		10YR 3/6	abu	med a gra	pro	fra pouco casc	mod a for	med a gran	ba e bs	dur	fri	pla e peg	pla e cla
5Bfcg3	103-136	10YR 7/1		2,5YR 3/6	abu	med a gra	pro	fra arg pouco casc	mod a for	med a gran	ba e bs	dur	fri	pla e peg	pla e cla
5Bfg4	136-171	10YR 7/1		2,5YR 3/6 e 10 YR 2/1	abu	med a gra	pro	fra arg	mod	med a gran	ba e bs	dur	fri	pla e peg	ond e abru
6Bfg5	171-198	10YR 7/2		2,5YR 3/6	abu	med a gra	pro	fra arg	mod	med a gran	ba e bs	dur	fri	pla e peg	ond e abru
7Bfg6	198-255 ⁺	10YR 7/1		7,5YR5/8, 10YR6/8 e 10YR 2/1	abu	med a gra	pro	fra arg	mod	med a gran	ba e bs	dur	fri	pla e peg	----

Continua...

Continuação da Tabela 13.

Hor ⁽¹⁾	Esp ⁽²⁾ (cm)	Matriz Cor		Mosqueado ⁽³⁾			Classe ⁽⁴⁾		Estrutura ⁽⁵⁾			Consistência ⁽⁶⁾			Transição ⁽⁶⁾
		Úmida	Seca	Cor	Quant	Tam	Cont	Textural	Grau	Tamanho	Tipo	Seca	Úmida	Molhada	
Plintossolo Argilúvico Eutrófico gleissólico - P5															
Ap	0-17	10YR 2/2	10 YR4/2	----	----	----	----	fra arg are	mod	peq e med	gr e bs	mac	fri	não pla e lig peg	pla e cla
AB	17-27	10YR3/2	10YR4/1	----	----	----	----	fra arg are	mod	peq e med	ba e bs	lig dur	fir	lig pla e lig peg	pla e cla
BAtf	17-41	10YR4/3		2,5YR4/8 e 10YR5/6	com	med	pro	fra arg are	mod	med	ba	dur	fir	lig pla e lig peg	pla e cla
Btf1	41-57	10YR 4/2		2,5YR4/8 e 10YR5/6	com	peq a med	pro	fra are	mod	med a gran	ba e bs	ext dur	fir	lig pla e peg	pla e cla
Btf2	57-76	10YR4/3		2,5YR3/6	abu	peq a med	pro	arg	mod	med a gran	ba e bs	ext dur	fir	pla e peg	pla e cla
2Btf3	76-107	10YR3/3		2,5YR3/6	abu	peq a med	pro	arg	mod a for	med a gran	ba e bs	ext dur	fir	pla e peg	pla e cla
2Btf4	107-122	10YR4/3		2,5YR3/6	com	peq a med	pro	arg	mod	med	ba e bs	ext dur	fir	pla e peg	ond e cla
2Bgf1	122-140	10YR5/1		2,5YR4/8	com	med	pro	fra arg are	mod	peq a med	ba e bs	dur	fri	pla e peg	ond e cla
3Bgf2	140-163	10YR5/2		10R 4/8 e 10YR 5/6	com	med	pro	fra arg are	mod	med	bs	dur	fri	pla e peg	pla e cla
3Cgf	163-175 ⁺	10YR 6/1		10YR 6/8	com	peq a med	pro	fra arg	----	----	maciça	dur	fri	pla e peg	----

⁽¹⁾Hor: horizonte; ⁽²⁾ Esp: espessura; ⁽³⁾ Quant: quantidade; Tam: tamanho; Cont: contraste; pou: pouco; com: comum; abu: abundante; peq: pequeno; med: médio; gra: grande; dif: difuso; pro: proeminente. ⁽⁴⁾ arg: argila; arg pouco casc: argila pouco cascalhenta; fra are: francoarenosa; arg casc: argilo cascalhenta; fra arg: francoargilosa; fra com casc: franca com cascalho; fra pouco casc: franco pouco cascalhenta; fra arg pouco casc: franco pouco cascalhenta; fra arg: francoargilosa; fra arg are: francoargiloarenosa; ⁽⁵⁾ md: moderada; f: fraca; pq; fo: forte; peq: pequeno; med: médio; gran: grande; gr: granular; ba: bloco angulares; bs: blocos subangulares ⁽⁶⁾ mac: macia; lig dur: ligeiramente dura; dur: dura; muito dur: muito dura; fri: friável; fir: firme; um fir: muito firme; lig pla: ligeiramente plástica; lig peg: ligeiramente pegajosa; pla: plástica; peg: pegajosa; não pla: não plástica. ⁽⁶⁾ pla: plana; cla: clara; abru: abrupta; ond: ondulada.

5.5.2. Atributos físicos

Todos os perfis apresentaram feições ferruginosas com diferentes graus de dureza e morfologia, variando de mosqueado a petroplintita, sendo que nos perfis P3 e P5 foram verificados fragmentos arredondados e subarestados (Tabela 14). No horizonte BCc do perfil P3 possivelmente esses fragmentos correspondem ao assoalho do Vale do Araguaia, sendo de natureza quartzosa de formato subarestado, associado a concreções ferruginosas frequentes, de tamanho médio a grande de morfologia irregular. É comum na borda do rio Meia Ponte a ocorrência de fragmentos, normalmente formando uma “stone line”, e no perfil P5 foi verificado seixos “rolados” de natureza quartzosa de diversos tamanhos, resultado dos processos de transgressão e regressão fluvial.

A fração maior que 2 mm é composta predominantemente por concreções ferruginosas, embora alguns perfis tenham apresentado cascalho de natureza quartzosa, principalmente os horizontes 2BCc e 3Cgf dos perfis P3 e P5 (Tabela 14).

Quanto às frações menores que 2 mm, os perfis P1, P3 e P5 apresentaram predomínio de argila, embora no perfil P5 os maiores conteúdos dessa fração ocorreram somente em subsuperfície, contrastante dos horizontes subjacentes onde há predomínio da fração areia.

Os perfis P2 e P4 apresentaram predomínio de areia (Figura 25), sobretudo de areia fina (0,20 a 0,05 mm), coincidindo com maior proximidade com o leito do rio, o que sugere a deposição de sedimentos. No perfil P2 o processo de ferrólise possivelmente foi mais intenso, resultando na destruição parcial da argila, em consequência de uma maior protonação em devido à formação de um lençol freático suspenso, o que condicionou um ligeiro decréscimo de pH do solo (van Ranst e Coninck, 2002).

A fração argila apresentou conteúdos de 101 a 519 g kg⁻¹, enquanto a fração areia de 223 a 654 g kg⁻¹. A fração areia dos perfis localizados na Planície do rio Araguaia é composta por quartzo e concreções (Figura 26), sendo que o perfil P5 apresenta majoritariamente grãos de quartzo, o que sugere particularidade que contrasta dos perfis à margem do rio Araguaia.

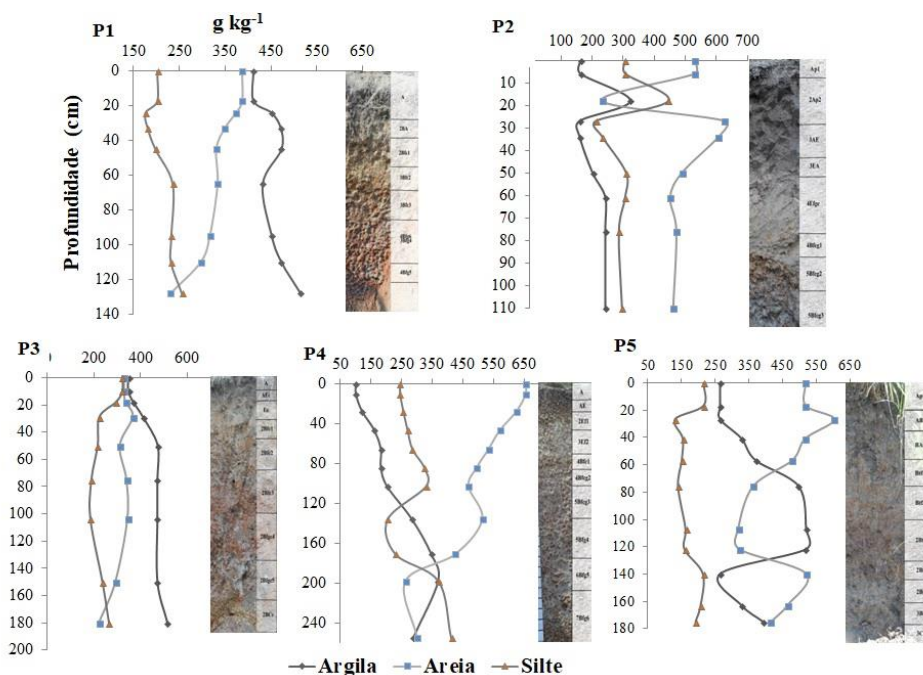


Figura 25. Distribuição das frações areia, silte e argila ao longo dos perfis de solos no Vale do Araguaia.

Tabela 14. Atributos físicos de solos do Médio Vale do Araguaia, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.

Hor ⁽¹⁾	Esp ⁽²⁾ cm	Calhaus ---	Cascalho ---	TFSA	Areia ⁽³⁾ g kg ⁻¹		Silte	Argila	AN ⁽⁴⁾	GF ⁽⁵⁾ %	Silte	AF ⁽⁷⁾
					AG	AF					Argila ⁽⁶⁾	AG
Plintossolo Háplico Distrófico petroplúntico gleissólico - P1												
A	0-17	0	18	982	144	243	202	411	82	80	0,49	1,69
2BA	17-24	0	38	962	111	262	176	451	0	100	0,39	2,36
2Bfc1	24-33	0	84	916	104	244	181	471	0	100	0,38	2,35
3Bfc2	33-45	0	123	877	135	195	198	472	0	100	0,42	1,44
3Bfc3	45-65	0	98	902	115	218	236	431	0	100	0,55	1,90
3Bf4	65-95	0	49	951	121	195	233	451	0	100	0,52	1,61
4Bfg5	95-110	0	72	928	142	154	232	472	0	100	0,49	1,08
4Bfg6	110-128 ⁺	0	44	956	109	121	256	514	0	100	0,50	1,11
Plintossolo Háplico Eutrófico petroplúntico gleissólico - P2												
Ap1	0-6	0	3	997	113	416	307	164	143	13	1,87	3,68
2Ap2	0-18	0	6	994	22	210	445	323	222	31	1,38	9,55
3AE	18-27	0	0	1000	159	467	213	161	121	25	1,32	2,94
3EA	27-34	0	0	1000	141	465	233	161	161	0	1,45	3,30
4Efgc	34-50	0	8	992	83	406	309	202	0	100	1,53	4,89
4Bfeg1	50-61	0	126	874	85	366	306	243	0	100	1,26	4,31
5Bfeg2	61-76	0	122	878	101	370	286	243	0	100	1,18	3,66
5Bfeg3	76-110 ⁺	0	111	889	99	362	296	243	0	100	1,22	3,66
Plintossolo Háplico Distrófico petroplúntico gleissólico - P3												
A	0-10	0	6	994	162	168	321	349	267	23	0,92	1,04
AEc	10-18	0	33	967	174	162	295	369	0	100	0,80	0,93
2Ec	18-29	0	110	890	137	230	223	410	0	100	0,54	1,68
2Bfc1	29-50	0	99	901	111	201	216	472	0	100	0,46	1,81
2Bfc2	50-75	0	151	849	129	211	189	471	0	100	0,40	1,64
2Bfc3	75-104	0	152	848	141	203	185	471	0	100	0,39	1,44
2Bfgc4	104-150	0	101	899	117	176	236	471	0	100	0,50	1,50
2Bfgc5	150-180	0	83	917	92	131	264	513	0	100	0,51	1,42
2BCc	180-200	110	599	291	---	---	---	---	---	---	---	---
Plintossolo Háplico Distrófico arenício concrecionário - P4												
A	0-11	0	0	1000	42	612	245	101	101	0	2,43	14,57
AE	11-28	0	0	1000	38	586	255	121	101	17	2,11	15,42
2Ef1	28-47	0	0	1000	28	542	269	161	0	100	1,67	19,36
3Ef2	47-66	0	6	994	20	513	285	182	0	100	1,57	25,65
4Bfc1	66-84	0	150	850	26	469	323	182	0	100	1,77	18,04
4Bfeg2	84-103	0	115	885	20	448	330	202	0	100	1,63	22,40
5Bfeg3	103-136	0	121	879	20	493	204	283	0	100	0,72	24,65
5Bfg4	136-171	0	14	986	59	366	229	346	0	100	0,66	6,20
6Bfg5	171-198	0	0	1000	37	225	370	368	0	100	1,01	6,08
7Bfg6	198-255 ⁺	0	0	1000	14	287	412	287	0	100	1,44	20,50
Plintossolo Argilúvico Eutrófico gleissólico - P5												
Ap	0-17	0	22	978	267	251	217	265	245	8	0,82	0,94
AB	17-27	0	30	970	287	316	132	265	265	0	0,50	1,10
BAtf	17-41	0	19	981	254	263	155	328	308	6	0,47	1,04
Btf1	41-57	0	0	1000	245	233	152	370	0	100	0,41	0,95
Btf2	57-76	0	0	1000	174	188	141	497	0	100	0,28	1,08
2Btf3	76-107	0	0	1000	129	189	163	519	0	100	0,31	1,47
2Btf4	107-122	0	0	1000	110	212	160	518	0	100	0,31	1,93
2Bgf1	122-140	0	32	968	212	308	215	265	0	100	0,81	1,45
3Bgf2	140-163	130	35	835	228	236	208	328	0	100	0,63	1,04
3Cgf	163-175 ⁺	190	83	727	192	223	193	392	0	100	0,49	1,16

⁽¹⁾Hor: horizonte. ⁽²⁾Esp: espessura; ⁽³⁾AF: areia fina; AG: areia grossa. ⁽⁴⁾AN: argila natural. ⁽⁵⁾GF: grau de flocculação.

⁽⁶⁾Silte/argila: relação silte/argila. ⁽⁷⁾Relação AG/AF.

Os teores de silte variaram de 141 a 445 g kg⁻¹, com valores mais elevados nos perfis P2 e P4, inclusive apresentando contrastes quanto à relação silte/argila comparativamente aos demais perfis de solos. Os perfis P2 e P4 apresentaram relação silte/argila de 0,66 a 2,11, seguida de menores conteúdos de argila, de modo que os valores mais elevados dessa relação

coincidem com menor conteúdo desta fração. Os perfis P1, P3 e P5 apresentaram baixa relação silte/argila (0,31 a 0,92), predominantemente inferiores a 0,60, o que sugere alto grau de intemperização do solo e/ou do sedimento (Santos et al., 2013).

O grau de flocculação (GF) de todos os horizontes subsuperficiais foi elevado, o que sugere baixa dispersão da argila, contrastante aos horizontes superficiais com valores inferiores a 30%, com exceção do horizonte A do perfil P1, com 80% de GF. Em geral, o grau de flocculação observado nesses perfis contrapõe ao constatado por Anjos et al. (1995; 2007) em Plintossolos do Maranhão, Brasil. Estes autores atribuíram os elevados índices de dispersão a alternância de períodos chuvosos, alegando que tal fato favoreceu a destruição de agregados. No entanto, os perfis da Planície do rio Araguaia apresentaram, em geral, um moderado grau de desenvolvimento da estrutura, o que justifica a baixa dispersão da argila em subsuperfície, corroborando com a morfologia do horizonte plíntico, aspectos também observados em Plintossolo (Haplic Lixivisol) na bacia do rio Madeira, Amazonas (Delarmelinda et al., 2017).



Figura 26. Micrografias de concreções associadas a fração areia grossa de horizontes diagnósticos subsuperficiais de solos do Vale do Araguaia, Goiás

5.5.3. Atributos químicos

Os teores de carbono (C) e nitrogênio (N) orgânicos decrescem em profundidade, paralelo a redução da relação C/N. Os teores mais expressivos de C ($28,8 \text{ g kg}^{-1}$) e N ($3,2 \text{ g kg}^{-1}$) foram verificados no perfil P2 (Tabela 15), devido à baixa atividade microbiana, em virtude da proximidade com o lençol freático, condicionado pelo controle do dreno. Embora seja uma área utilizada intensamente para agricultura, ocorre um acúmulo de C, devido o processo de oxidação ser atenuado devido a reduzida atividade microbiana (Brady e Weil, 2013). O perfil P4 apresentou menores teores de C ($7,1 \text{ g kg}^{-1}$) e N ($0,7 \text{ g kg}^{-1}$) quando comparado aos demais perfis. Os baixos teores de C e N coincidem com o predomínio da fração areia, sobretudo areia grossa, o que possivelmente condicionou maior oxidação.

Os perfis avaliados apresentaram classe de reação fortemente ácida a moderadamente ácida, com valores de pH variando de 4,7 a 6,0. No perfil P2, no horizonte 4Efgc (pH 5,0) ocorre um decréscimo acentuado de pH, comparativamente ao horizonte sobrejacente 3EA (pH 6,0). Enquanto, os horizontes AE, 2Ef1, 3Ef2 do perfil P4 apresentaram um ligeiro

decréscimo de pH, comparado ao horizonte A. Esse comportamento decorre do processo de ferrólise (Brinkman, 1970; van Ranst e Coninck, 2002), em que há destruição da argila, devido à formação de um lençol freático suspenso, devida a baixa condutividade hidráulica no horizonte B (Coelho e Vidal-Torrado, 2003a; Anjos et al., 2007), resultando na formação de um horizonte eluvial (E).

Tabela 15. Atributos químicos de solos do Médio Vale do Araguaia, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.

Hor ⁽¹⁾	C ⁽²⁾ g kg ⁻¹	N ⁽³⁾	C/N	pH		Δ pH ⁽⁴⁾	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SB	Al ³⁺	H ⁺	T ⁽⁵⁾	V ⁽⁶⁾	m ⁽⁷⁾	P ⁽⁸⁾ mg kg ⁻¹ Mehlich
				H ₂ O	KCl												
Plintossolo Háplico Distrófico petroplúntico gleissólico - P1																	
A	19,8	2,3	9	5,4	4,4	-1,0	0,0	1,0	0,01	0,05	1,1	0,7	5,3	7,1	15	39	1
2BA	11,4	1,4	8	5,4	4,3	-1,1	0,9	0,0	0,05	0,04	1,0	1,0	3,7	5,7	18	50	1
2Bfc1	7,5	1,0	7	5,5	4,3	-1,2	0,8	0,0	0,03	0,04	0,9	0,7	3,0	4,6	20	44	<1
3Bfc2	4,6	0,7	7	5,8	4,4	-1,4	0,9	0,0	0,02	0,05	1,0	0,3	2,8	4,1	24	23	1
3Bfc3	3,4	0,5	7	5,7	4,3	-1,4	0,9	0,0	0,02	0,05	1,0	0,9	2,8	4,7	21	47	1
3Bf4	2,3	0,5	5	5,8	4,2	-1,6	0,0	1,0	0,01	0,05	1,1	1,2	2,1	4,4	25	52	<1
4Bfg5	1,3	0,3	4	5,8	4,2	-1,6	0,0	1,1	0,01	0,05	1,2	1,3	2,6	5,1	24	52	<1
4Bfg6	1,2	0,3	4	5,7	4,1	-1,6	0,0	1,3	0,01	0,06	1,4	1,6	2,5	5,5	25	53	<1
Plintossolo Háplico Eutrófico petroplúntico gleissólico - P2																	
Ap1	28,8	3,2	9	4,7	4,3	-0,4	5,6	2,6	0,45	0,16	8,8	0,2	8,3	17,3	51	2	53
2Ap2	6,7	0,9	7	6,0	5,3	-0,7	2,5	1,9	0,04	0,09	4,5	0,0	1,8	6,3	71	0	10
3AE	4,4	0,7	6	6,6	5,8	-0,8	1,8	1,5	0,02	0,05	3,4	0,0	0,7	4,1	83	0	2
3EA	3,1	0,5	6	6,0	5,0	-1,0	1,0	1,3	0,02	0,04	2,4	0,0	1,0	3,4	71	0	2
4Efgc	2,4	0,5	5	5,0	4,2	-0,8	0,9	1,1	0,02	0,03	2,0	0,5	1,6	4,1	49	20	1
4Bfcg1	1,7	0,4	4	5,1	4,2	-0,9	1,1	1,1	0,05	0,03	2,3	0,4	1,6	4,3	53	15	1
5Bfcg2	1,3	0,4	3	5,0	4,2	-0,8	1,1	0,9	0,06	0,03	2,1	0,4	1,4	3,9	54	16	<1
5Bfcg3	1,3	0,3	4	5,2	4,2	-1,0	1,1	0,9	0,06	0,03	2,1	0,5	1,3	3,9	54	19	1
Plintossolo Háplico Distrófico petroplúntico gleissólico - P3																	
A	19,3	2,2	9	5,3	4,3	-1,0	1,0	1,1	0,16	0,04	2,3	0,9	7,2	10,4	22	28	1
AEc	14,8	1,7	9	5,4	4,2	-1,2	0,7	0,9	0,08	0,02	1,7	1,0	5,5	8,2	21	37	1
2Ec	11,3	1,5	8	5,3	4,2	-1,1	0,9	0,6	0,07	0,02	1,6	0,9	4,6	7,1	23	36	1
2Bfc1	9,7	0,9	11	5,4	4,1	-1,3	0,2	0,9	0,05	0,03	1,2	1,5	4,2	6,9	17	56	1
2Bfc2	2,9	0,6	5	5,3	4,1	-1,2	0,3	1,2	0,04	0,03	1,6	2,0	3,4	7,0	23	56	1
2Bfc3	2,8	0,5	6	5,3	4,0	-1,3	0,3	1,2	0,04	0,03	1,6	2,1	3,8	7,5	21	57	1
2Bfcg4	1,5	0,4	4	5,5	4,0	-1,5	0,2	1,6	0,04	0,03	1,9	1,8	4,1	7,8	24	49	<1
2Bfcg5	1,2	0,3	4	5,5	4,0	-1,5	0,4	1,7	0,04	0,03	2,2	2,3	4,0	8,5	26	51	<1
2BCc	1,0	0,2	5	5,5	4,1	-1,4	0,2	1,2	0,02	0,03	1,4	1,1	2,5	5,0	28	44	1
Plintossolo Háplico Distrófico arênico concrecionário - P4																	
A	7,1	0,7	10	5,3	4	-1,3	0,9	0,0	0,06	0,02	1,0	0,6	2,9	4,5	22	37	1
AE	4,9	0,6	8	5,0	4	-1,0	0,7	0,0	0,03	0,01	0,7	0,9	2,4	4,0	17	56	1
2Ef1	3,2	0,4	8	4,9	4	-0,9	0,7	0,0	0,02	0,01	0,7	1,2	2,1	4,0	17	63	1
3Ef2	2,6	0,4	6	4,9	4	-0,9	0,7	0,0	0,02	0,01	0,7	1,3	2,2	4,2	17	65	1
4Bfc1	1,9	0,4	5	5,1	4,1	-1,0	0,8	0,0	0,13	0,01	0,9	1,3	2,2	4,4	20	59	1
4Bfcg2	1,2	0,3	4	5,0	4,0	-1,0	0,8	0,0	0,01	0,01	0,8	1,7	2,3	4,8	17	68	1
5Bfcg3	1,0	0,3	3	5,0	3,9	-1,1	0,8	0,0	0,01	0,01	0,8	1,8	2,2	4,8	17	69	<1
5Bfg4	1,1	0,3	4	5,1	3,9	-1,2	0,1	1,3	0,01	0,01	1,4	2,6	2,8	6,8	21	65	<1
6Bfg5	1,1	0,3	4	5,3	3,9	-1,4	0,1	1,8	0,05	0,02	2,0	3,6	3,0	8,6	23	64	<1
7Bfg6	0,8	0,3	3	5,1	3,7	-1,4	0,3	4,0	0,05	0,02	4,4	3,5	2,8	10,7	41	44	1
Plintossolo Argilúvico Eutrófico gleissólico - P5																	
Ap	13,5	1,1	12	5,5	4,4	-1,1	3,0	2,3	0,13	0,01	5,4	0,1	5,0	10,5	51	2	2
AB	10,4	0,9	12	5,7	4,7	-1,0	3,3	1,7	0,11	0,01	5,1	0,0	3,7	8,8	58	0	1
BAtf	7,9	0,7	11	5,9	4,7	-1,2	3,5	2,1	0,05	0,01	5,7	0,0	3,2	8,9	64	0	1
Btf1	5,8	0,5	12	6,0	4,8	-1,2	3,4	2,4	0,04	0,01	5,8	0,0	2,9	8,7	67	0	1
Btf2	4,3	0,4	11	5,6	4,3	-1,3	1,8	2,7	0,02	0,01	4,5	0,4	4,8	9,7	46	8	1
2Btf3	4,8	0,4	12	5,9	4,7	-1,2	2,5	4,7	0,10	0,02	7,3	0,1	4,2	11,6	63	1	1
2Btf4	5,8	0,5	12	6,0	4,6	-1,4	3,1	4,5	0,08	0,01	7,7	0,1	4,7	12,5	62	1	1
2Bgf1	2,0	0,3	7	6,0	4,8	-1,2	1,5	2,9	0,10	0,02	4,5	0,0	2,1	6,6	68	0	1
3Bgf2	1,6	0,2	8	5,9	4,9	-1,0	2,2	4,6	0,10	0,02	6,9	0,0	1,8	8,7	79	0	1
3Cgf	1,7	0,1	17	5,8	4,8	-1,0	2,7	5,4	0,11	0,03	8,2	0,0	2,6	10,8	76	0	1

⁽¹⁾Hor: horizonte; ⁽²⁾C: carbono orgânico total; ⁽³⁾N: nitrogênio total ⁽⁴⁾ Δ pH: pH em KCl - pH em H₂O; ⁽⁵⁾T: Capacidade de troca catiônica em pH 7; ⁽⁶⁾V%: Saturação por bases; ⁽⁷⁾m: saturação por alumínio; ⁽⁸⁾P: fósforo disponível

Em geral, os perfis apresentaram predomínio de cálcio ($0,0$ a $5,6 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) e magnésio (0 a $5,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) no complexo sortivo. Enquanto os teores de potássio (K^+) foram de $0,01$ a $0,45 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e de sódio (Na^+) de $0,01$ a $0,16 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$. Com ressalva de que os teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} constatados no perfil P2 decorrem de ações antrópicas, em virtude das sucessivas aplicações de corretivos e adubações.

Todos os perfis, exceto o perfil P2, tiveram aumento dos teores de Mg^{2+} em subsuperfície, valores que são até quatro vezes maiores quando comparados aos quantificados no horizonte superficial, assim como no perfil P4, aspectos também observados em solos com feições ferruginosas estudados por Anjos et al. (2007) e Coelho e Vidal-Torrado (2003a), nos estados do Maranhão e São Paulo.

Em associação às variações de pH do solo, ocorreram baixos valores de soma de bases (SB) e saturação por bases (V) nos perfis P1, P3 e P4, bem como os quais apresentam grande parte da CTC ocupada com hidrogênio (H^+), seguido de Ca^{2+} e Mg^{2+} . Enquanto os perfis P2 e P5 apresentaram valores mais elevados de soma de bases, variando de $2,0$ a $8,8 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e $4,5$ a $8,2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, seguido de classe de reação moderadamente ácida e valores de saturação por base superiores a 50%, atendendo para eutrófico (Santos et al., 2013). A saturação por base (V %) dos perfis P1, P3 e P4 variou de 15 a 41%, caracterizando-os como distróficos (Santos et al., 2013).

Os atributos químicos observados no perfil P2 decorrem de práticas de manejo exercidas nessa área, enquanto no perfil P5 estes mesmos atributos advêm do material de origem associado a essa porção da bacia do rio Meia ponte, composto predominantemente por granulitos metamorfizados, em que há conteúdos expressivos de minerais ferromagnesianos.

Com exceção dos perfis P2 e P5, todos os demais apresentaram saturação por Al (m%) elevada, acima de 50% na maior parte dos horizontes. No entanto, não suficiente para atender ao caráter alítico (Santos et al., 2013), embora os valores de V% sejam inferiores a 50%, os teores de Al extraível são inferiores a $4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$.

Ao avaliarem Plintossolo Argilúvico na várzea do rio Solimões, Amazonas, Lima et al. (2006) verificaram teores de $1,2$ a $17,8 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ de Al trocável, acrescido de V% inferior a 22%, com atividade da argila alta, valores que foram atribuídos aos sedimentos daquela planície aluvial.

Os horizontes A do perfil P3, 7Bfg6 do perfil P4 e Ap, AB, BA_tf, Bgf2 e 3Cgf do perfil P5 apresentaram valores de CTC de argila superiores de $27,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, o que indica a presença de argila de atividade alta (Santos et al., 2013). Com ressalva de que o horizonte A do perfil P2 e os horizontes A e AE do perfil P4 apresentaram valores superiores a $27,0 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, com classe textural do tipo franco arenosa, assim, esse atributo diagnóstico (atividade da argila) não se aplica (Santos et al., 2013).

Com exceção do perfil P2 ($\text{P} \leq 53 \text{ mg kg}^{-1}$), os demais perfis apresentaram teores de fósforo disponível (P) baixos ($\leq 2 \text{ mg kg}^{-1}$). O padrão observado no perfil P2 é consequência das sucessivas adubações, aspecto corroborado pelo estudo no estado do Rio Grande do Sul, onde Miguel et al. (2013) relataram alterações dos atributos químicos em virtude de ações antrópicas em solos com feições ferruginosas.

5.5.4. Complexo de meteorização e dissolução seletiva de ferro, alumínio e manganês

A composição química da terra fina (Tabela 16) é constituída predominantemente por SiO_2 (46 a 233 g kg^{-1}) e Al_2O_3 (49 a 223 g kg^{-1}), com valores mais elevados em subsuperfície. Enquanto os teores de TiO_2 variaram de $2,8$ a $39,6 \text{ g kg}^{-1}$.

O P_2O_5 e o MnO apresentaram menores proporções na composição química da terra fina, com teores inferiores a $0,9$ e $1,5 \text{ g kg}^{-1}$. Os teores mais elevados de MnO foram

verificados nos horizontes 2Bfg4 (1,81 g kg⁻¹) e 2BCc (1,81 g kg⁻¹) do perfil P3, e horizontes Ap (1,45 g kg⁻¹) e 2Btf3 (1,41 g kg⁻¹) do perfil P5.

No perfil P3 os teores mais elevados de MnO coincidem com os mosqueados de coloração preta, enquanto no perfil P5 os teores mais elevados estão associados a uma de coloração bruno escura, resultante da impregnação do Mn na matriz, aspecto comumente observado em solos dessa região, inclusive por vezes associada a formação de nódulos devido à segregação do Mn. A precipitação de óxidos de Mn é influenciada pelo potencial de oxirredução do solo (Coelho e Vidal-Torrado, 2003a).

As relações moleculares ki e kr apresentaram valores relativamente baixos, o que sugere baixa atividade da argila, com valores que variaram de 1,64 a 2,17 para ki e 1,41 a 1,96 para kr. O perfil P1 apresentou menores índices com ki 1,364 e kr 1,240 no horizonte A e 1,56 e 1,29 no horizonte 3Bfc3, o que indica maior grau de intemperização (Curi e Kämpf, 2012). Enquanto o perfil P4 apresentou os maiores índices, com valores de ki 1,97 e kr 1,71 no horizonte 3Ef2, e valores de ki de 1,98 e kr 1,72 no horizonte 4Bfcg3.

Em todos os perfis foram verificados o predomínio de Fed e Fes, e de Mno quanto às formas de Mn, e Ald e Als quanto às formas de Al (Tabela 17).

Os teores de Fed (0,341 a 17,20 g kg⁻¹) e Fes (4,20 a 55,94 g kg⁻¹) aumentaram em profundidade, mas com valores relativamente baixos, aspecto que indica baixos teores de Fe contido no material de origem (Maranhão et al., 2016), ou que uma parcela do Fe tenha sido perdida devida a reações de oxi-redução (Ponnamperuma, 1972; Camargo et al., 1999; Vepraskas, 2015).

Tabela 16. Composição química e relações moleculares ki e kr de solos do Médio Vale do Araguaia, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.

Hor ⁽¹⁾	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	ki ⁽²⁾	kr ⁽³⁾	Al ₂ O ₃ / Fe ₂ O ₃
-----g kg ⁻¹ -----									
Plintossolo Háplico Distrófico petroplúntico gleissólico - P1									
A	151	189	28	8,0	0,3	0,1	1,36	1,24	10,60
3Bfc3	205	223	73	8,7	0,3	0,1	1,56	1,29	4,80
Plintossolo Háplico Eutrófico petroplúntico gleissólico - P2									
Ap1	132	114	16	5,8	0,9	0,1	1,97	1,81	11,19
4Efgc	91	82	16	4,8	0,2	0,1	1,89	1,68	8,05
5Bfcg2	99	90	34	5,0	0,2	0,1	1,87	1,51	4,16
Plintossolo Háplico Distrófico petroplúntico gleissólico - P3									
A	142	147	14	6,4	0,3	0,1	1,64	1,55	16,48
2Bfgc4	233	219	80	8,2	0,3	1,5	1,81	1,47	4,30
2BCc	131	123	31	5,9	0,3	0,7	1,81	1,56	6,23
Plintossolo Háplico Distrófico arênico concrecionário - P4									
A	46	36	6	2,8	0,1	0	2,17	1,96	9,42
3Ef2	73	63	15	4,7	0,1	0,1	1,97	1,71	6,59
5Bfcg3	93	80	19	5,0	0,2	0,1	1,98	1,72	6,61
Plintossolo Argilúvico Eutrófico gleissólico - P5									
Ap	106	96	44	39,6	0,4	0,6	1,88	1,45	3,43
2Btf3	207	211	59	26,4	0,5	0,3	1,67	1,41	5,61
3Bgf2	175	156	47	30,4	0,3	0,4	1,91	1,60	5,21

⁽¹⁾Hor: horizonte; ⁽²⁾ki: (SiO₂/Al₂O₃) x 1,7; ⁽³⁾kr: (SiO₂ x 1,7)/(Al₂O₃ + (0,64 x Fe₂O₃))

Ao avaliarem Plintossolos na planície do rio Madeira, Lima et al. (2006) verificaram teores baixos (30 a 33 g kg⁻¹) de Fe, atribuindo isso ao processo de remoção, em virtude das condições “redutoras sazonais”, sem que haja adição de sedimentos.

O perfil P1 apresentou teores mais elevados de Fed (3,42 a 17,2 g kg⁻¹), o que sugere maior cristalinidade do Fe (Coelho e Vidal-Torrado, 2003b), que pode ser atribuído ao menor período de saturação do solo ao longo do ano, comparativamente aos demais perfis.

Os horizontes subsuperficiais do perfil P3 apresentaram teores que chegam a $16,5 \text{ g kg}^{-1}$ de Fed, coincidindo com os mosqueados de contraste proeminentes, de tamanho médio a grande, resultantes da precipitação do Fe. O incremento de formas de Fe mais cristalinas em subsuperfície é comumente observado em solos com plintita em outras porções do Brasil (Motta e Kampf, 1992; Anjos et al., 1995; Coelho e Vidal-Torrado, 2003a; Lima et al., 2006; Anjos et al., 2007; Delarmelinda et al., 2017).

Os teores de Feo variaram de 0,118 a $2,210 \text{ g kg}^{-1}$, são mais elevados nos horizontes superficiais (Figura 27), coincidindo com os maiores teores de matéria orgânica (Schwertmann e Taylor, 1989; Anjos et al., 2007). Todos os perfis apresentaram um ligeiro aumento de Feo em subsuperfície, sugerindo movimentação do Fe ao longo do perfil, em virtude da sua baixa cristalinidade (Schwertmann e Kampf, 1983; Anjos et al., 2007; Maranhão et al., 2016).

Os valores da relação de Fed/argila ($\leq 0,04$) e de Fes/argila ($\leq 0,23$) indicam pouca contribuição de óxidos na fração argila (Pereira e Anjos, 1999; Anjos et al., 2007), em consequência dos baixos teores de Fe do material de origem (Maranhão et al., 2016), ou perdas de Fe devido os processos de oxi-redução (Lima et al., 2006; Vepraskas, 2015). Alguns autores sugerem que quando a relação Fed/argila apresenta certa uniformidade, tanto a argila quanto os óxidos de Fe estão sendo mobilizados (Blume e Schertmann, 1969).

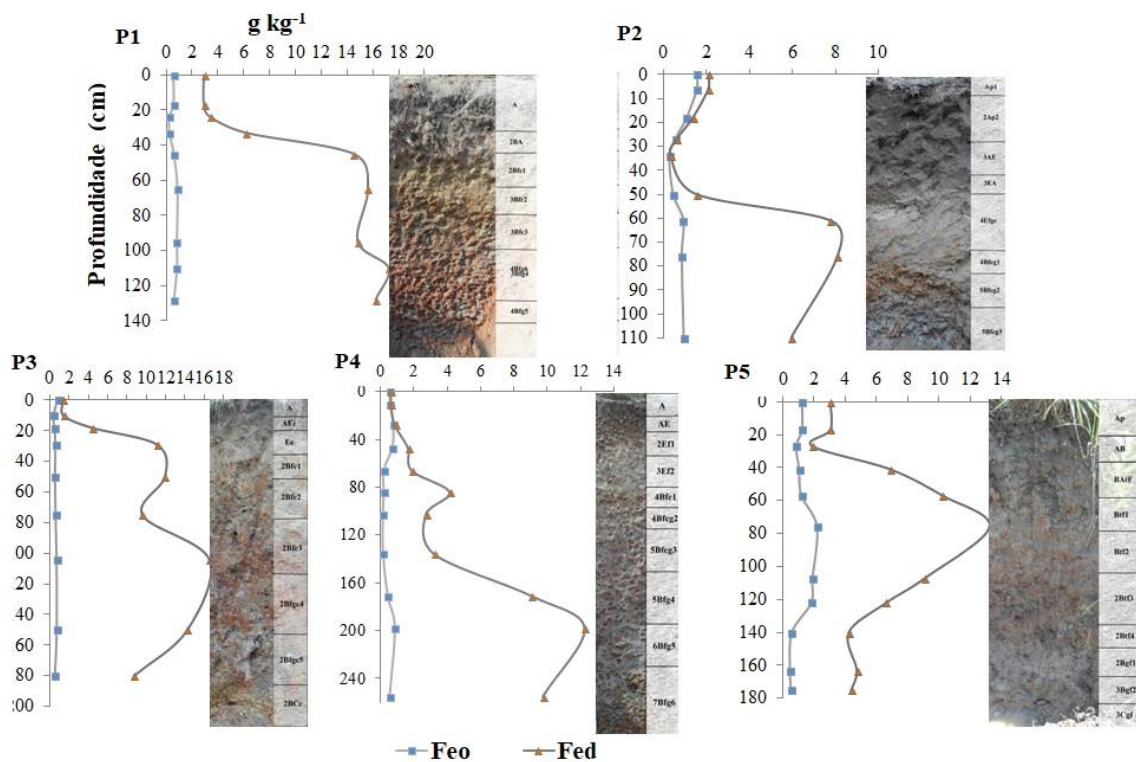


Figura 27. Distribuição de formas de ferro (Fed e Feo) ao longo de perfis de solos no Vale do Araguaia.

Os valores da relação Feo/Fed são mais elevados nos horizontes superficiais, coincidindo com os maiores teores de carbono (Kämpf e Schwertmann, 1983), devido à complexação do Fe, reduzindo sua disponibilidade e potencializando a formação de óxidos menos cristalinos (Schwertmann e Taylor, 1989; Anjos et al., 2007).

Tabela 17. Formas extraíveis de ferro, alumínio e manganês na fração terra fina e suas relações em alguns horizontes de solos do Médio Vale do Araguaia, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.

Hor	g kg ⁻¹									Fed	Fes	Feo	Fed
	Feo	Fed	Fes	Mno	Mnd	Mns	Alo	Ald	Als	Argila	Argila	Fed	Fes
Plintossolo Háplico Distrófico petroplúntico gleissólico - P1													
A	0,539	2,92	19,05	0,007	0,005	0,00	5,090	3,880	100	0,04	0,23	0,18	0,15
2BA	0,230	3,42		0,002	0,002		3,020	2,780		0,00		0,07	
2Bfc1	0,261	6,15		*	0,001		2,040	3,220		0,00		0,04	
3Bfc2	0,558	14,5		*	0,001		1,650	4,530		0,00		0,04	
3Bfc3	0,826	15,6	51,05	*	0,003	0,00	1,660	3,560	118	0,00	0,00	0,05	0,31
3Bf4	0,790	14,8		*	0,002		1,500	3,180		0,00		0,05	
4Bfg5	0,791	17,2		*	0,004		1,390	3,280		0,00		0,05	
4Bfg6	0,569	16,2		*	0,007		1,200	2,990		0,00		0,04	
Plintossolo Háplico Eutrófico petroplúntico gleissólico - P2													
Ap1	1,530	2,08	11,19	0,017	0,013	0,00	0,945	0,831	60,32	0,01	0,08	0,74	0,19
2Ap2	1,050	1,36		0,007	0,005		0,539	0,434		0,01		0,77	
3AE	0,526	0,621		0,009	0,006		0,464	0,347		0,01		0,85	
3EA	0,252	0,341		0,003	0,002		0,433	0,318		0,00		0,74	
4Efgc	0,430	1,52	11,19	*	*	0,00	0,413	0,452	43,39	0,00	0,00	0,28	0,14
4Bfgc1	0,905	7,76		0,003	0,002		0,442	1,550		0,00		0,12	
5Bfgc2	0,833	8,08	23,78	0,007	0,006	0,00	0,374	1,410	47,62	0,00	0,00	0,1	0,34
5Bfgc3	0,918	5,93		0,008	0,006		0,383	1,130		0,00		0,15	
Plintossolo Háplico Distrófico petroplúntico gleissólico - P3													
A	0,816	1,37	9,79	0,0370	0,024	0,00	4,150	2,270	77,78	0,01	0,04	0,6	0,14
AEc	0,370	1,42		0,010	0,008		2,650	1,930		0,00		0,26	
2Ec	0,487	4,38		0,007	0,005		2,800	2,900		0,00		0,11	
2Bfc1	0,577	11,1		0,002	0,002		1,960	3,740		0,00		0,05	
2Bfc2	0,552	11,9		0,003	0,003		1,470	2,890		0,00		0,05	
2Bfc3	0,600	9,57		0,508	0,263		1,510	2,420		0,00		0,06	
2Bfgc4	0,701	16,5	55,94	0,791	0,737	0,00	1,420	3,180	115,87	0,00	0,00	0,04	0,29
2Bfgc5	0,719	14,2		0,817	0,772		1,170	2,920		0,00		0,05	
2BCc	0,534	8,69	21,68	0,420	0,341	0,00	0,692	1,990	65,08	0,00	0,00	0,06	0,40
Plintossolo Háplico Distrófico arênico concrecionário - P4													
A	0,566	0,656	4,2	0,007	0,004	0,00	0,363	0,369	19,05	0,01	0,04	0,86	0,16
AE	0,756	0,880		*	*		0,391	0,438		0,01		0,86	
2Ef1	0,679	1,660		*	*		0,418	0,656		0,00		0,41	
3Ef2	0,162	1,890	10,49	*	*	0,00	0,436	0,815	33,33	0,00	0,00	0,09	0,18
4Bfc1	0,171	4,140		*	*		0,442	1,480		0,00		0,04	
4Bfgc2	0,118	2,720		*	*		0,419	0,848		0,00		0,04	
5Bfgc3	0,139	3,240	13,29	*	*	0,00	0,412	0,787	42,33	0,00	0,00	0,04	0,24
5Bfg4	0,414	9,040		0,043	0,052		0,560	1,110		0,00		0,05	
6Bfg5	0,843	12,20		0,465	0,330		0,756	1,600		0,00		0,07	
7Bfg6	0,529	9,720		0,407	0,284		0,538	1,190		0,00		0,05	
Plintossolo Argilúvico Eutrófico gleissólico - P5													
Ap	1,230	3,050	30,77	0,029	0,012	0,00	1,540	0,923	50,79	0,01	0,13	0,4	0,10
AB	0,856	1,890		0,008	0,005		1,380	0,937		0,01		0,45	
BAtf	1,030	6,840		0,004	0,004		1,650	1,53		0,02		0,15	
Btf1	1,190	10,200		0,003	0,005		1,850	1,86		0,00		0,12	
Btf2	2,210	13,200		*	0,008		2,820	2,99		0,00		0,17	
2Btf3	1,920	9,080	41,26	*	0,007	0,00	2,950	2,53	111,64	0,00	0,00	0,21	0,22
2Btf4	1,830	6,600		0,009	0,009		3,030	2,29		0,00		0,28	
2Bgf1	0,560	4,210		0,004	0,004		1,160	1,16		0,00		0,13	
3Bgf2	0,443	4,730	32,87	0,005	0,006	0,00	0,944	1,13	82,54	0,00	0,00	0,09	0,14
3Cgf	0,517	4,370		0,006	0,005		1,020	1,10		0,00		0,12	

Feo: Ferro extraído com oxalato; Fed: ferro extraído com ditionito-citrato-bicarbonato; Fes: ferro determinado por ataque sulfúrico (Fe₂O₃) determinado por ataque sulfúrico; *: valores não detectáveis pelo método.

O maior grau de cristalinidade dos óxidos dos horizontes plúnticos é confirmada pela relação Feo/Fed (Motta e Kampf, 1992; Anjos et al., 1995; Coelho e Vidal-Torrado, 2003a; Anjos et al., 2007; Garcia et al., 2013; Delarmelinda et al., 2017). A relação do Fed/Fes (0,10 a 0,40) sugere uma reserva de Fe nos minerais, que pode ser liberado a partir do intemperismo (Cornell e Schwertmann, 1996). Ao avaliarem esta relação em solos de Pinheiro, Maranhão,

Anjos et al. (2007) verificaram que grande parte do Fe estava na forma de óxidos, embora uma parcela também esteja associada a biotita.

Os teores de Mn foram de 0,0 a 0,817 g kg⁻¹, com valores mais elevados nos horizontes subsuperficiais, principalmente nos perfis P3 (0,002 a 0,817 g kg⁻¹) e P4 (0,0 a 0,467 g kg⁻¹), coincidindo com a ocorrência de feições ferromangânicas. Nos horizontes 2Bfc3e 2Bfgc4 o Mn reveste alguns mosqueados avermelhados (3 a 5 cm), sendo que no horizonte 2Bfgc4 ocorrem alguns bolsões exclusivamente de Mn (mosqueado preto).

O Mn pode ocorrer sob várias formas, inclusive de menor cristalinidade (McKenzie, 1989). Ao avaliarem solos plínticos formados a partir de arenito do Grupo Bauru, Coelho e Vidal-Torrado (2003a) verificaram baixos valores de Mn nas glébulas plínticas e petroplínticas, e valores mais expressivos no horizonte Cr (Mn_s= 0,78 g kg⁻¹) e camada R (Mn_s= 0,93 g kg⁻¹), padrão associado ao próprio material de origem e com o ambiente oxirredutor formado sobrejacente ao arenito. Nessa mesma perspectiva, ao avaliarem Plintossolo na planície do rio Madeira, Lima et al. (2006) atribuíram os baixos valores de Mn (<141 mg kg⁻¹) aos processos de remoção devidos especificamente ao ambiente oxirredutor.

Os teores de Mnd foram menores (≤ 0,772 g kg⁻¹) nos perfis P3 e P4 (0,330 g kg⁻¹), coincidindo com os teores de Mno (Tabela 17). Enquanto, os teores de Mns estiveram abaixo do limite de detecção do método, o que é justificado pelo ambiente oxirredutor que essas áreas são submetidas.

Quanto às formas de alumínio, a Als apresentou valores mais elevados (19,05 a 118,0 g kg⁻¹). Os perfis P1 (118,00 g kg⁻¹) e P3 (115,84 g kg⁻¹) apresentaram os teores mais elevados em subsuperfície, enquanto para o perfil P5 foram quantificados teores inferiores a 111,64 g kg⁻¹ de Als em subsuperfície, corroborando com o estudo realizado por Coelho e Vidal-Torrado (2003a), ao avaliarem solos plínticos do Grupo Bauru, São Paulo. Esses teores de Als sugerem maior ocorrência de minerais silicatados de baixa cristalinidade (McKeague e Day, 1966; Coelho e Vidal-Torrado, 2003b), com ressalva de que o oxalato também pode solubilizar uma parcela do Al contido entre as lâminas dos filossilicatos.

Em geral, os teores de Alo foram mais elevados no perfil P1 (1,20 a 5,09 g kg⁻¹), o que sugere a ocorrência de minerais silicatados de baixa cristalinidade (McKeague e Day, 1966; Coelho e Vidal-Torrado, 2003b).

5.5.5. Gênese dos solos

Em todos os perfis foram verificadas evidências dos processos de plintitização e gleização, constatados a partir de feições ferruginosas e ferromangânicas, e colorações cinzentas. Essas feições resultam de reações físico-químicas que envolvem o Fe e Mn (Kämpf e Curi, 2012; Eze et al., 2014; Vepraskas, 2015).

O processo de plintitização é caracterizado pela translocação do Fe na forma reduzida, podendo estar ou não associado a Al e/ou Mn, seguido da precipitação por oxidação, resultando em feições localizadas formadas a partir da segregação destes íons (Kämpf e Curi, 2012). Enquanto a gleização consiste na redução do Fe sob condições suboxidadas ou anóxicas, condicionando a formação de cores cinzentas, por vezes azuladas e/ou esverdeadas (Bockheim e Gennadiyev, 2000; Kämpf e Curi, 2012), dependendo da intensidade da depleção do oxigênio, associado ou não a mosqueados e/ou concreções ferruginosas e/ou ferromangânicas.

Os perfis P2 e P4 apresentaram evidências do processo pedogenético de lessivagem (Tabela 18), com ocorrência do horizonte E, sobretudo com a migração de argila do horizonte A e E para o B, condicionando um incremento de argila em subsuperfície (Zaidel'man, 2007). No entanto, nestes perfis também há evidências de ferrólise, ocorrendo a destruição parcial de argilominerais (Brinkman, 1970; van Ranst e Coninck, 2002; Kämpf e Curi, 2012) em virtude

da protonação da argila, condicionado pelo decréscimo dos valores de pH no horizonte eluvial, possibilitando a formação de um aumento no teor de argila em subsuperfície, embora não atenda para um horizonte B textural (Santos et al., 2013).

O perfil P3, embora tenha um horizonte E, não apresenta evidências do processo de lessivagem, mas sim do processo de leucinização, no qual consiste na “*remoção de compostos orgânicos, seguido do desenvolvimento do horizonte com cores claras, por meio da lixiviação*” (Kämpf e Curi, 2012), processo denominado por Schaetzl e Anderson (2005) como “*leaching*”. Porém, o conceito que envolve a leunização deve ser ampliado, contemplando solos que apresente translocação de Fe devido ao processo de epissaturação (Beirigo, 2013), com formação do lençol freático suspenso nas condições hidromórficas contemporâneas, proporcionando o movimento de íons e potencializando a formação do horizonte plíntico, o que consequentemente está associado aos processos de eluviação e iluviação de íons (Fe e Mn) e segregação em subsuperfície.

O perfil P2 apresentou evidências do processo de antrossolização (Bockheim e Gennadiyev, 2000; Kämpf e Curi, 2012), visto que as práticas de manejo exercidas têm influenciado os valores de pH, íons, e saturação por base, em virtude das sucessivas aplicações de corretivos e adubações. Isso acarreta alterações da classificação no nível de grande grupo, recebendo a denominação eutrófico (Santos et al., 2013), padrão que difere do contexto regional, onde os solos são tidos como distróficos (Maranhão et al., 2017).

A morfologia do perfil P2 apresenta algumas especificidades, possivelmente associadas ao sistema de irrigação e a sistematização da área, ou meramente pela deposição de sedimentos, mas o contexto leva a crer que este solo foi formado numa melhor condição de drenagem, e por meio da inversão de relevo, houve uma piora nas condições de drenagem. Esses aspectos justificam as feições ferruginosas mais endurecidas em subsuperfície, formando um praticamente contínuo com petroplintitas coalescidas e mosqueados, junto a uma matriz de baixa pedalização (blocos com grau de desenvolvimento fraco a moderado); característica condicionada pelas alterações eletroquímicas ocorridas pela condição de depleção de oxigênio (Camargo et al., 1999; Vepraskas, 2015).

Apesar da proximidade (60 m de distância) do canal principal de irrigação, o perfil P3 não apresentou alterações quanto aos seus atributos, decorrentes de ações antrópicas, contrapondo a hipótese do estudo. Neste perfil, embora o nível do lençol freático (ocorrendo a 60 cm da superfície) se equipare (no momento da coleta) ao do perfil P2, o perfil P3 apresenta um ligeiro aumento de nível (2 m) altimétrico comparativamente à área do perfil P2, sobretudo não foi submetido a nenhum tipo de sistematização do terreno, assim manteve características mais próximas do sistema natural, em concordância com os demais perfis de solos avaliados ao longo da Planície do rio Araguaia.

Tabela 18. Horizontes diagnósticos e processos pedogenéticos de solos com feições ferruginosas do Vale do Araguaia, Goiás.

Perfil	----Horizontes diagnósticos ⁽¹⁾ -----		Processos pedogenéticos
	Superficial	Subsuperficial	
P1	A Moderado	B plíntico	Plintitização e gleização
P2	A Moderado	E eluvial e B plíntico	Plintitização, gleização, lessivagem e ferrólise
P3	A Moderado	E eluvial e B plíntico	Plintitização, gleização e leucinização.
P4	A Moderado	E eluvial e B plíntico	Plintitização, gleização, lessivagem, ferrólise e antrossolização
P5	A Moderado	B plíntico	Plintitização, gleização, eluviação e iluviação, pedoturbação

⁽¹⁾SiBCS (Santos et al., 2013).

No perfil P5, fora da Planície do Araguaia, há evidências dos processos de eluviação e iluviação, caracterizados por apresentar migração de argila, condicionando um incremento em subsuperfície (Bockheim e Gennadiyev, 2000; Kämpf e Curi, 2012; Bockheim e Hartemink, 2013). Esse processo é favorecido pela dispersão da argila (Anjos et al., 2007) constatada nos três primeiros horizontes, possibilitando a formação de um gradiente textural. Este perfil também apresentou evidência de biopedoturbação, ocorrendo feições características da atividade de cupins (térmitas), formando canais ao longo da matriz do solo.

Os solos da Planície do Araguaia são governados majoritariamente pela dinâmica hídrica, seja pela deposição de sedimentos (Latrubesse et al., 2009) ou ocorrência de feições redoximórficas em virtude da oscilação do lençol freático (Vepraskas, 2015), aspectos que consequentemente resultam em cores gleizadas, associadas a zonas mais oxidadas onde ocorrem a segregação de Fe e/ou Mn, proporcionados pelos processos de oxidação e redução (Coelho et al., 2001; Lima et al., 2006; Anjos et al., 2007; Pereira et al., 2013).

Em geral, os solos da Planície do Araguaia apresentam mosqueados (plintita e manchas) e petroplintitas concomitantemente, sobretudo com uma matriz acinzentada, o que sugere a ocorrência dos processos de gleização e plintitização. Isso fortalece a hipótese de que as petroplintitas estão sendo degradadas e dando origem a novos mosqueados que têm evoluído para plintita, em um processo que se assemelha ao de ferruginação, embora ao invés de ocorrer a liberação do Fe contido em minerais primários (como descrito por Kämpf e Curi, 2012), ocorre liberação do Fe contido nas petroplintitas (Coelho et al., 2001), ditando a gênese de feições ferruginosas contemporâneas (Beirigo, 2013). Já na várzea do rio Meia Ponte há predomínio de plintitas (Daniels et al., 1978), possivelmente com fonte primária de Fe associada a minerais ferromagnesianos decorrentes do material de origem.

5.5.6. Classificação dos solos

Todos os perfis apresentaram os horizontes diagnósticos superficiais caracterizados como A moderado, por não possuírem atributos que os indicassem como outro horizonte diagnóstico (Santos et al., 2013).

Os perfis apresentaram horizonte diagnóstico subsuperficial do tipo B, acompanhado do sufixo “f”, caracterizado por designar segregação de ferro e/ou alumínio (inclusive Mn), morfologicamente identificado como mosqueados vermelho-escuro, vermelho e vermelho-amarelado (Santos et al., 2013; IBGE, 2015). O Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Santos et al., 2015) sugere que esse sufixo seja utilizado apenas nos horizontes A, B e C, no entanto nesse estudo também foi utilizado no horizonte E (eluvial).

O sufixo “c” foi utilizado em todos os perfis, com exceção do perfil P5, com o objetivo de designar acumulação de nódulos e/ou concreções ferruginosas, sendo aplicado para feições resultantes da segregação de Fe, Al, Mn e Ti (Santos et al., 2015; IBGE, 2015).

Todos os perfis apresentaram horizontes subsuperficiais com sufixo “g” utilizado para *“designar cores acinzentadas, azuladas, esverdeadas, ou mosqueados bem evidentes decorrentes da mobilização do Fe e/ou Mn, com ou sem segregação”* (Santos et al., 2013).

No perfil P5 foi utilizado o sufixo “t” para designar o acúmulo de argila no horizonte B. Nos horizontes superficiais dos perfis P2 e P5 foi utilizado o sufixo “p”, no sentido de designar modificações da camada superficial por perturbações antrópicas.

Os perfis foram classificados como Plintossolos (Tabela 19) no nível de ordem, por serem de constituição mineral e apresentarem horizonte B plíntico subjacente ao A moderado.

Todos os perfis avaliados na Planície do rio Araguaia foram classificados como Háplicos no nível de subordem por exclusão, por não atenderem a Pétricos e Argilúvicos. O perfil P5 foi classificado como Argilúvico no nível de subordem por apresentar horizonte plíntico em associação com B textural (Santos et al., 2013). Os perfis P2, P3 e P4

apresentaram horizonte E, embora com uma característica pouco comum, em que há conteúdos de argila próximos aos dos horizontes subjacentes, não conferindo um gradiente textural suficiente para receberem a denominação de Argilúvico, contrapondo ao estudo realizado por Beirigo (2013) no Pantanal Matogrossense no qual foi observado um gradiente textural expressivo, acrescido de um grande volume de plintita.

Os perfis P1, P3 e P4 receberam a denominação Distrófico, devido aos valores de saturação por bases inferiores a 50%. Enquanto os perfis P2 e P5 foram classificados como Eutróficos no nível de subgrupo, por apresentarem saturação por base superior a 50%.

Os perfis P1, P2 e P3 apresentaram o caráter concrecionário, por atenderem ao valor mínimo de 5 % do volume correspondente a concreções, e com valores inferiores a 50% de concreções e/ou nódulos, no qual admite-se o horizonte concrecionário, excluindo de Petroplíntico no nível de subordem (Santos et al., 2013). Assim, estes solos foram classificados como petroplíntico no nível de subgrupo, sobretudo receberam uma caracterização adicional no sentido de designar o processo pedogenético de gleização, sendo classificados como gleissólicos em nível de subgrupo (Santos et al., 2013). O perfil P5 também foi denominado como gleissólico no nível de subgrupo, por apresentar horizontes com cores cinzentas abaixo de 120 cm, o que sugere uma maior saturação por água.

Em consequência das observações feitas no perfil P4, existe uma proposta a classificação a nível de subgrupo, no qual sugere-se a inserção do termo arênico para solos que apresentarem textura arenosa desde a superfície até o início do horizonte plíntico. Pois na atual versão do SiBCS esse solo seria classificado como típico. Sugere-se inserir a designação enconcrecionário, para destacar o caráter concrecionário em subsuperfície.

Tabela 19. Classificação de solos com feições ferruginosas do Vale do Araguaia, Goiás.

Perfil	-----Classificação de solos-----		
	SiBCS ⁽¹⁾	WRB ⁽²⁾	Soil Taxonomy ⁽³⁾
P1	Plintossolo Háptico Distrófico petroplíntico gleissólico	Haplic Plinthosol (Clayic, Dystric, Oxyaquic, Raptic)	Typic Plinthaquox
P2	Plintossolo Háptico Eutrófico petroplíntico gleissólico	Stagnic Albic Plinthosol (Loamic, Aric, Drainic, Eutric, Raptic)	Typic Plinthaquox
P3	Plintossolo Háptico Distrófico petroplíntico gleissólico	Haplic Plinthosol (Clayic, Dystric, Oxyaquic, Raptic)	Typic Plinthaquox
P4	Plintossolo Háptico Distrófico arênico concrecionário	Haplic Plinthosol (Arenic, Dystric, Oxyaquic, Raptic)	Typic Plinthaquox
P5	Plintossolo Argilúvico Eutrófico gleissólico	Haplic Plinthosol (Loamic, Fractic, Dystric, Oxyaquic, Raptic)	Kandic Plinthaquults

⁽¹⁾ Santos et al. (2013); ⁽²⁾ FAO/IUSS “World Reference Base” (2014); ⁽³⁾ Soil Survey Staff (2014).

5.6. CONCLUSÕES

Os solos da Planície do rio Araguaia apresentam mosqueados (plintita e manchas) e petroplintitas ocorrendo concomitantemente, sobretudo com uma matriz acinzentadas, sugerindo a degradação das feições mais endurecidas, e conseqüentemente o surgimento de novas segregações de Fe que evoluem para plintita.

Nessas áreas tem ocorrido a liberação do Fe oriundo da degradação petroplintitas, resultando em feições contemporâneas, condicionadas pela dinâmica hídrica atual. O perfil P5 na várzea do rio Meia Ponte apresenta predomínio de plintitas, que corresponde a feições contemporâneas e de formação *in situ*, onde a fonte de Fe está associada a minerais ferromagnesianos decorrente do material de origem.

No perfil P2 as práticas de manejo exercidas têm influenciado em alguns atributos de natureza química, enquanto o perfil P3, apesar de próximo do canal principal de irrigação, não apresentou consideráveis variações quanto aos atributos, de modo que suas características se equiparem as dos perfis (P1 e P4) localizados no sistema natural.

Sugere-se a inclusão do subgrupo arênico para solos que apresentarem textura arenosa desde a superfície até o início do horizonte plíntico, sobretudo no sentido de designar no nível de subgrupo os Plintossolos Háplicos Distróficos.

6. CAPÍTULO IV

MORFOLOGIA (MACRO E MICRO) DE FEIÇÕES REDOXIMÓRFICAS DE SOLOS DO VALE DO ARAGUAIA, NO ESTADO DO GOIÁS, BRASIL

6.1. RESUMO

A morfologia de feições redoximórficas possibilita inferências com relação a mudanças da paisagem, pois guardam informações quanto a alterações de topografia e hidrologia. Assim, pressupõe-se que as feições ferruginosas são testemunhas de mudanças ambientais atuais ou pretéritas, o que possibilita a descrição de processos que envolvem a evolução da Planície do rio Araguaia. O objetivo desse estudo foi avaliar feições redoximórficas de solos do Vale do Araguaia (GO), a partir de diferentes escalas de observações, no sentido de delinear mudanças da paisagem. Parte-se do pressuposto de que as feições oriundas da segregação do Fe estão sendo degradadas. Para esse estudo, foram selecionados perfis de solos ao longo do vale do Araguaia, no Distrito de Luís Alves, São Miguel do Araguaia, Goiás. Onde foram abertas trincheiras na várzea (P1, P2, P3, P4, P6), terço médio (P5), terço superior (P8). Adicionalmente, foi selecionado um perfil na várzea (P7) à margem do rio Meia Ponte, em Terezópolis de Goiás, Goiás. Em seguida os perfis foram descritos e amostrados conforme preconizado no Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo, e coletadas amostras indeformadas e orientadas nos principais horizontes dos solos para análise micromorfológica. A laterita sustenta as superfícies mais antigas, e corresponde a um testemunho de eventos paleoclimáticos, e um produto da inversão de relevo, sobretudo aportando Fe na forma de íon e frações grosseiras (petroplintitas) à planície do rio Araguaia, influenciando na gênese de feições recentes associadas a Fe e Mn. Acrescido a isso, os processos de sedimentação fluviais têm um papel importante na gênese de solos da planície. Em todos os perfis foram verificados contrastes quanto aos padrões de distribuição, tamanho e forma de partículas de areia, sobretudo apresentando relações poligenéticas, contudo possibilitando inferências quanto ao fluxo hídrico. O modelo que melhor explica a gênese da planície do rio Araguaia está associado à erosão com inversão de relevo, e com conseqüente degradação de nódulos de Fe submetidos a condições divergentes daquelas associadas à sua gênese. Todos os perfis apresentaram remobilização de Fe e/ou Mn, associada à degradação de nódulos, e por vezes segregando em zonas mais oxidadas, geralmente com feições associadas a matriz cinzenta ou brunada. As feições redoximórficas são resultantes majoritariamente de processo de endossaturação, embora há evidências de processos pedogenéticos que envolvem a epissaturação, tais como ferrólise e argiluvização, recorrentes em alguns perfis de solos avaliados.

Palavras-chave: Plintossolos. Mosqueado. Plintita. Petroplinta. Laterita.

6.2. ABSTRACT

The morphology of redoximorphics features allows inferences with respect to landscape changes, since they keep information about alterations of topography and hydrology. Thus, it is assumed that the ferruginous features are witnesses of current or past environmental changes, which allows the description of processes that involve the evolution of the Araguaia River Plain. The objective of this study was to evaluate redoximorphic features of soils of the Araguaia Valley (Goiás State), from different scales of observations in the sense of delineating landscape changes. It is assumed that the features of the segregation of Fe are being degraded. Soil profiles were selected along the Araguaia valley, in the district of Luís Alves, São Miguel do Araguaia, Goiás. Where trenches were opened in the várzea (P1, P2, P3, P4, P6), medium third (P5), upper third (P8). Additionally, a profile was selected in the várzea (P7) on the banks of the Meia Ponte River, in Terezópolis de Goiás, Goiás. Then the profiles were described and sampled as recommended in the Field Description and Collection Manual, and collected undisturbed and oriented samples in the main soil horizons for micromorphological analysis. The laterite supports the oldest surface, and corresponds to a testimony of paleoclimatic events, and a product of the inversion of relief, mainly contributing with Fe in the form of ion and coarse fractions (petroplinthites) to the plain of the Araguaia river, influencing in the genesis of recent features associated with Fe and Mn. In addition to this, fluvial sedimentation processes play an important role in the genesis of lowland soils. In all profiles, contrasts were verified regarding the distribution patterns, size and shape of sand particles, mainly presenting polygenetic relationships, however allowing for inferences regarding water flow. The model that best explains the genesis of the Araguaia river plain is associated with erosion with relief inversion, and with consequent degradation of Fe nodes due to being submitted to divergent conditions from those associated with their genesis. All profiles showed Fe and / or Mn remobilization, associated with nodule degradation, and sometimes segregating in more oxidized zones, that are features usually associated with a gray or brunate matrix. The redoximorphic features are mostly the result of an endosaturation process, although there is evidence of pedogenic processes involving episaturation, such as the ferrollysis and argiluvization, recurrent in some evaluated soil profiles.

Keywords: Plintosols. Mottled. Plinthite. Petroplinthite. Laterite.

6.3. INTRODUÇÃO

A pedogênese é resultado da interação entre os fatores ambientais, os quais condicionam a ação de processos pedogenéticos e conseqüentemente dos atributos dos solos (Bockheim et al., 2005). Dentre este conjunto de atributos, há os morfológicos que correspondem a características externas dos solos (Santos et al., 2015).

A interação dos fatores ambientais desencadeia os processos pedogenéticos, cujas ações são registradas nas feições morfológicas e composição do solo (Sokolov, 1996; Kampf e Curi, 2012), sobretudo variam de acordo com processos envolvidos (Simonson, 1959; Arnold, 1983; Bockheim et al., 2005; Kampf e Curi, 2012). Isso resulta em feições que refletem o ambiente nos quais foram formadas (Eze et al., 2014).

Os atributos morfológicos correspondem à anatomia, e baseiam-se no exame da constituição física de um perfil de solo, a partir da descrição de propriedades, tais como: espessura e organização dos horizontes, cor, textura, estrutura, consistência, porosidade, ocorrência de plintita e concreções, dentre outras características (Ribeiro et al., 2012).

Em áreas úmidas submetidas a processos de saturação por água sazonal ou constantes, ocorrem feições caracterizadas como redoximórficas, contemplando tanto feições ferruginosas e ferromanganosas (mosqueados, plintita e petroplintitas), quanto zonas com cores claras (matizes cinzentos, esverdeados ou azulados associados a baixo croma), decorrente da depleção de Fe (Vepraskas, 2015).

Essas feições pedológicas são utilizadas como atributos diagnósticos na classificação de solos (Santos et al., 2013; WRB/IUSS, 2014; Soil Survey Staff, 2014), o que demanda uma avaliação criteriosa de modo a que não acarretar interpretações errôneas.

A morfologia de feições redoximórficas possibilita inferências com relação a mudanças ambientais, sobretudo aspectos relacionados a mudanças da paisagem. Feições decorrentes da segregação de Fe e Mn guardam informações relacionadas a alterações de topografia e hidrologia (Batista e Santos, 1995; Roslikova, 2008; Garcia et al., 2013; Beirigo, 2013). Estas feições podem ser relictuais ou contemporâneas, no entanto a identificação da origem é complexa sem o auxílio de avaliações criteriosas quanto à morfologia (Coelho et al., 2001; Beirigo et al., 2013; Moura, 2015; Vepraskas, 2015), sobretudo considerando o seu padrão de ocorrência.

Ao longo do Vale do Araguaia ocorrem solos com feições redoximórficas de diferentes especificidades (Brasil, 1981; Martins et al., 2002; Martins et al., 2008; Schaefer et al., 2009; Moura, 2015; Maranhão et al., 2017), ocorrendo feições ferruginosas com diferentes níveis de cimentação dentro do mesmo horizonte, aspectos que sugerem contrastes quanto à gênese. Essas feições são testemunhas de mudanças ambientais atuais ou pretéritas, o que possibilita a descrição de processos que envolvem a evolução da Planície do rio Araguaia a partir de detalhes relacionados a essas feições pedológicas.

O objetivo desse estudo foi avaliar feições redoximórficas de solos do Vale do Araguaia a partir de diferentes escalas de observações, no sentido de delinear mudanças da paisagem, partindo-se do pressuposto de que as feições oriundas da segregação do Fe estão sendo degradadas.

6.4. MATERIAL E MÉTODOS

6.4.1. Caracterização do meio físico

O estudo foi realizado no município de São Miguel do Araguaia, Goiás, na bacia hidrográfica do rio Araguaia, bioma Cerrado, Brasil, (Figura 28). O clima regional é do tipo Aw, caracterizado como tropical de savana (Köppen, 1948), com precipitação pluviométrica média anual de 1.640 mm, com temperatura média de 26,8 °C.

A região do Vale do Araguaia apresenta predomínio de uma vegetação campestre, caracterizada como Campo sujo com murundus e Campo limpo com murundus, com um relevo plano a suave ondulado. Quanto aos solos, são formados predominantemente por Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos (Ferralsols) e estão associados à superfície do Grupo Baixo Araguaia. Os Plintossolos Pétricos Concrecionários (Plinthosols), seguido dos Plintossolos Háplicos Alumínicos (Plinthosols) associados à Formação Araguaia, e os Gleissolos Háplicos Distróficos (Plinthosols) geralmente associados a Depósitos Aluvionares (Brasil, 1981; Maranhão et al., 2017).

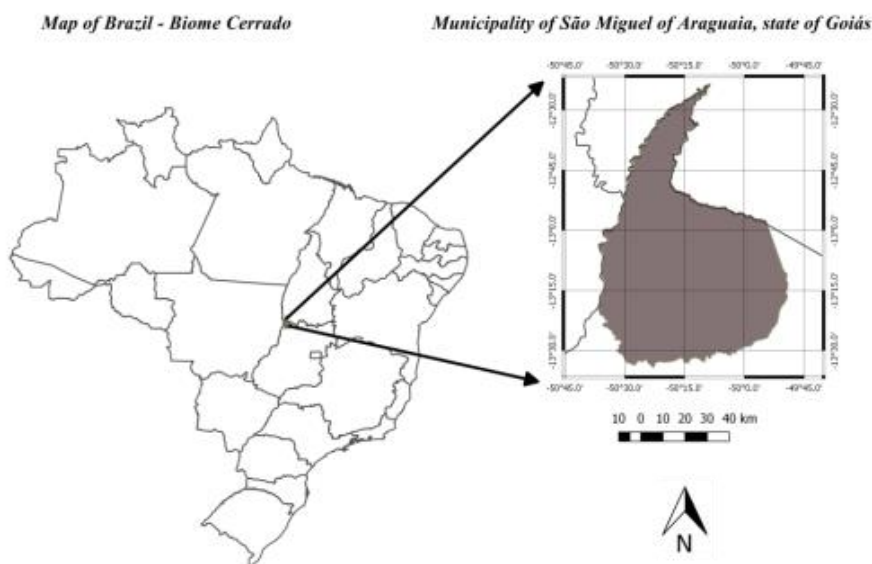


Figura 28. Localização do Município de São Miguel do Araguaia, Bioma Cerrado, Estado do Goiás, Brasil.

As unidades geológicas mais representativas da área de estudo, correspondem a: Grupo Baixo Araguaia, onde ocorre predomínio de xistos; Formação Araguaia – Fácies depósitos aluvionares, formados a partir da deposição de sedimentos (argila, silte e areia); o Complexo plutônico do arco magmático de Goiás – Unidade ortognaisses do oeste do Goiás, no qual apresenta gnaiss, tonalito e granito; as coberturas detrítico-lateríticas ferruginosas formadas a partir de aglomerados, lateritas, argila e areia; e formação de Água Bonita formada a partir de arenito, conglomerado e siltito (Brasil, 1981).

Para esse estudo, foram selecionados perfis de solos ao longo do vale do Araguaia, no Distrito de Luís Alves, São Miguel do Araguaia, Goiás. Foram abertas trincheiras na várzea (P1, P2, P3, P4, P6), terço médio (P5), terço superior (P8). Adicionalmente, foi selecionado um perfil na várzea (P7) à margem do rio Meia Ponte, em Terezópolis de Goiás, Goiás

(Figura 29). Os perfis foram descritos e amostrados conforme preconizado no Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Santos et al., 2015).

Os solos foram classificados conforme os critérios estabelecidos no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (Santos et al., 2013) e pela FAO/IUSS “World Reference Base” (WRB/IUSS, 2014).

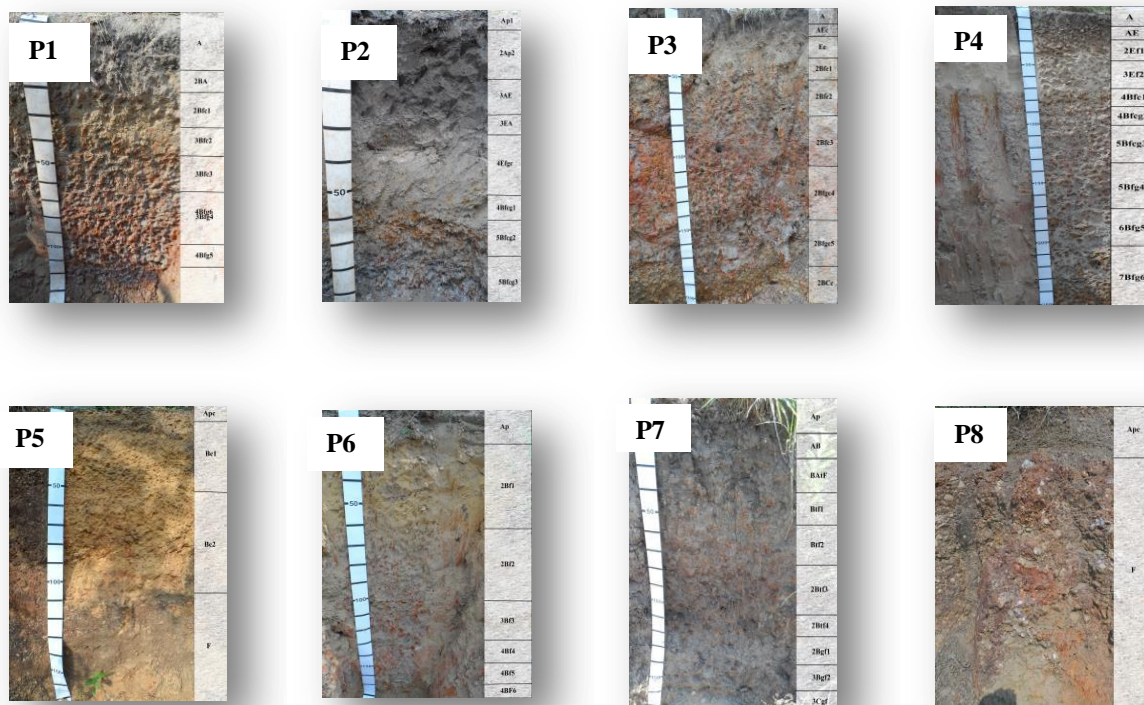


Figura 29. Perfis de solos do Vale do Araguaia, Goiás.

6.4.2. Análises laboratoriais e micromorfológicas

As amostras foram secas ao ar, destorroadas e tamisadas em peneira de 2 mm (TFSA). Em seguida, foi realizada a análise granulométrica (Donagemma et al., 2011).

Foram coletadas amostras indeformadas e orientadas nos principais horizontes dos solos, em seguida secas ao ar durante 20 dias, e 7 dias em estufa a 40 °C (Murphy, 1986), e colocadas em formas de plástico e dispostas em dessecador conectado a uma bomba pneumática. As amostras foram impregnadas com uma mistura de resina poliéster Polilyte, monômero de estireno e pigmento fluorescente (Ciba-Geigy Uvitex OB), utilizando-se Peroxol (peróxido metil-etil-cetona) como catalisador para a polimerização do poliéster final e o pigmento (Castro et al., 2003).

Após o endurecimento, as amostras foram cortadas em fatias de 5 mm de espessura, seguido de polimento com pó de carborundum e montagem em lâminas de vidro (24 x 40 mm) com Araldite, e foram desgastadas em máquina automática até a espessura de 30µm.

As análises descritivas das lâminas delgadas foram realizadas de acordo com os critérios estabelecidos por Bullock et al. (1985) e Stoops et al. (2003), utilizando um microscópio com polarizador (Zeiss®, modelo stemi V6), e uma câmera digital acoplada (Sony®, modelo DFW-X700) em sistema *charged couple device* (CCD). As amostras das frações areia foram descritas a partir de imagens obtidas por meio de uma câmera digital (OLYMPUS®, modelo C-5060 wide zoom) acoplada a uma lupa (OLYMPUS®, modelo SZX7 zoom).

6.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.5.1. Morfologia de campo

Ao longo do vale do Araguaia (Figura 30) ocorrem solos com feições resultantes da segregação de Fe, por vezes associados a Mn (Brasil, 1981; Moura, 2015; Maranhão et al., 2017). Nas áreas de cotas mais elevadas ocorrem solos com horizonte F (laterita), por vezes sobrejacentes a micaxistos, rochas com planos de xistosidade bem orientados. Ao norte da Depressão do Araguaia, já na Planície Bananal, Valente et al. (2013) relataram a associação da planície aluvial com laterita desenvolvida em interflúvios, padrão análogo ao observado em outros pontos na Planície do Araguaia, inclusive na proximidade da área de estudo. Essas áreas apresentam uma rede de drenagem extensa e contínua (Nascimento, 1991), associada a ambientes sedimentares de rápida evolução (Vieira, 2010).

Essa combinação de fatores resultou em solos contrastantes quanto à morfologia, principalmente quanto as feições redoximórficas (Tabela 20). Em geral, nas áreas de melhor drenagem ocorrem solos de constituição esquelética, com predomínio de concreções ferruginosas de tamanhos pequena a grande, com alto grau de dureza, com formatos irregulares e angulares, e cores vermelhas e brunadas, seguido de uma camada contínua de laterita, apresentando características inerentes à classe dos Plintossolos Pétricos.

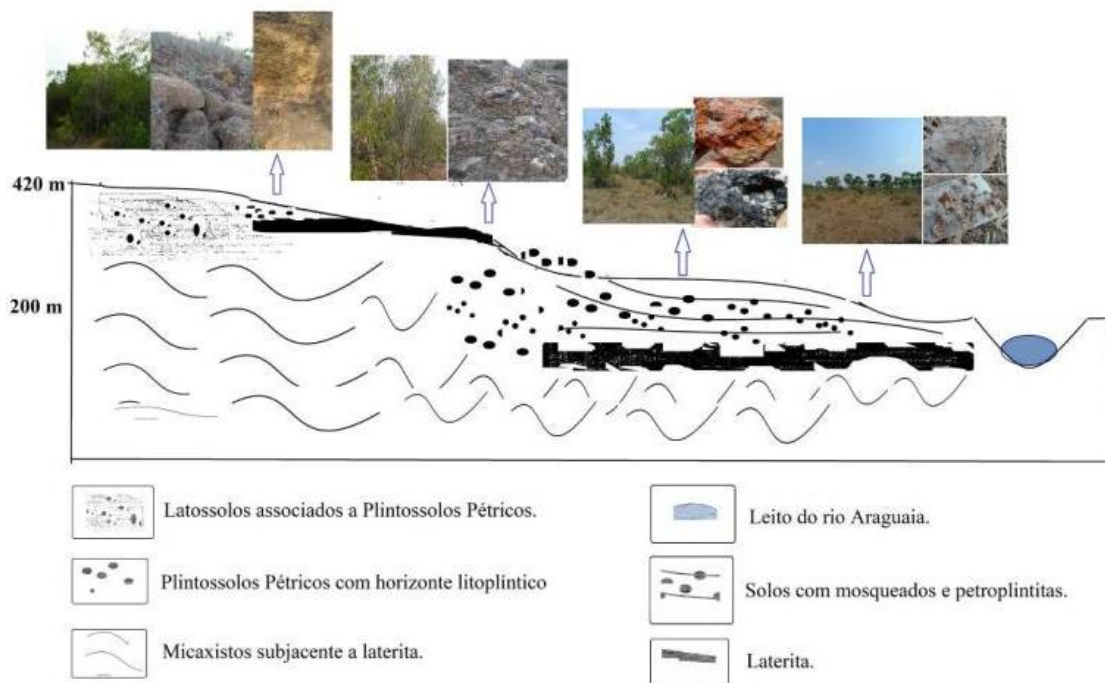


Figura 30. Ilustração da paisagem do vale do Araguaia, Goiás.

Já na Planície do rio Araguaia, ocorrem solos com mosqueados no mínimo comum, com contraste proeminente, e manchas de tamanho pequeno a grande, com diferentes níveis de cimentação. De acordo com Coelho et al. (2001), o grau de cimentação está associado ao estágio de desenvolvimento da feição.

Os mosqueados e concreções resultam da segregação de Fe e Mn, embora as feições com alto grau de dureza tenham sido formadas em tempos pretéritos, possivelmente em um clima mais seco que o atual, aspecto que corrobora com estudo realizado por Beirigo (2013) em solos do Pantanal do Mato Grosso.

Em contraste ao que ocorre no vale do Araguaia, na várzea a margem do rio Meia ponte, os mosqueados são predominantemente formados por plintita, portanto tendem a apresentar menor grau de cimentação (Daniels et al., 1978), comparativamente a concreções (Santos et al., 2015), o que sugere sobretudo segregações de Fe contemporâneas. Essa região apresenta conteúdos expressivos de Mn, com abundância de minerais ferromagnesianos, associados a granulitos metamorfizados. Isso tem resultado em feições ferruginosas abundantes, acrescido de feições provenientes da segregação de Mn, que ocorrem tanto pontuais quanto impregnadas na matriz do solo, o que resulta numa coloração predominantemente bruna acinzentada escura.

Tabela 20. Feições redoximórficas de solos do vale do Araguaia.

Hor ⁽¹⁾	Esp ⁽²⁾ (cm)	Matriz		Mosqueado ⁽³⁾				Classe ⁽⁴⁾		Nódulos e Concreções ⁽⁵⁾					Transição ⁽⁶⁾
		Cor Úmida	Cor Seca	Cor	Quant	Tam	Cont	Textural	Quant	Tam	Dureza	Forma	Cor	Natureza	
Plintossolo Háptico Distrófico petroplúntico gleissólico (Haplic Plinthosol)- P1															
A	0-17	10 YR 4/3	10 YR 5/3	----	----	----	----	arg	----	----	----	----	----	----	ond e cla
2BA	17-24	10 YR 5/4		----	----	----	----	arg	----	----	----	----	----	----	pla e cla
2Bfc1	24-33	10 YR 5/4		2,5 YR 3/6 e 10 YR 6/8	pou	peq	pro	arg pouco casc	fre	gra	mac	irr e ang	ver e ama	Fe	pla e cla
3Bfc2	33-45	10 YR 5/4		2,5 YR 3/6 e 10 YR 6/8	com	peq	pro	arg pouco casc	fre	gra	mac	irr e ang	ver e ama	Fe	pla e cla
3Bfc3	45-65	10 YR 5/2		2,5 YR 3/6 e 10 YR 6/8	abu	med	pro	arg pouco casc	fre	gra	mac	irr e ang	ver e ama	Fe	pla e cla
3Bf4	65-95	10 YR 6/2		2,5 YR 3/6 e 10 YR 6/8	com	peq a gra	pro	arg pouco casc	----	----	----	----	----	----	pla e cla
4Bfg5	95-110	Gley 7/2		2,5 YR 3/6	abu	med a gra	pro	arg	----	----	----	----	----	----	pla e cla
4Bfg6	110-128 ⁺	Gley 7/2		2,5 YR 3/6	abu	med a gra	pro	arg	----	----	----	----	----	----	----
Plintossolo Háptico Eutrófico petroplúntico gleissólico (Stagnic Albic Plinthosol)- P2															
Ap1	0-6	10 YR 3/2	10 YR 4/2	----	----	----	----	fra are	----	----	----	----	----	----	pla e cla
2Ap2	jun/18	10 YR 3/2	10 YR 4/2	----	----	----	----	fra argi	----	----	----	----	----	----	pla e cla
3AE	18-27	10 YR 4/2		----	----	----	----	fra a are	----	----	----	----	----	----	pla e cla
3EA	27-34	10 YR 5/2		2,5 YR 4/6 e 7,5 YR 5/6	pou	peq	pro	fra a are	----	----	----	----	----	----	pla e cla
4Efgc	34-50	10 YR 5/2		2,5 YR 4/6 e 7,5 YR 5/6	com	peq a med	pro	fra com casca	mui pou	peq	mac	esf	ver	Fe	pla e cla
4Bfeg1	50-61	10 YR 6/2		2,5 YR 4/6	com	med	pro	fra pouco casc	fre	gra	mac	irr e ang	ver	Fe	pla e cla
5Bfeg2	61-76	10 YR 6/4		2,5 YR 4/6 e 10 YR 5/8	abu	med a gra	pro	fra pouco casc	mui fre	gra	mac	irr e ang	ver	Fe	pla e cla
5Bfeg3	76-110 ⁺	10 YR 6/3		2,5 YR 3/6 e 10 YR 6/8	abu	med a gra	pro	fra pouco casc	mui fre	gra	mac	irr	ver e ama	Fe	----
Plintossolo Háptico Distrófico petroplúntico gleissólico (Haplic Plinthosol) - P3															
A	0-10	10 YR 2/1	10 YR 4/1	----	----	----	----	fra argi	----	----	----	----	----	----	pla e cla
AEc	10-18	10 YR 2/2	10 YR 4/2	----	----	----	----	fra argi	mui pou	peq	dur	esf	ver e pre	Fe e Mn	pla e cla
2Ec	18-29	10 YR 3/2		----	----	----	----	arg	mui pou	peq	dur	esf	ver e pre	Fe e Mn	pla e cla
2Bfc1	29-50	10 YR 4/4		2,5 YR 3/6 e 7,5 YR 5/8	abu	med a gra	pro	arg	mui pou	peq	dur	esf	ver	Fe	pla e cla
2Bfc2	50-75	10 YR 4/4		2,5 YR 3/6 e 7,5 YR 5/8	abu	med a gra	pro	arg casc	mui pou	peq	mac	esf	ver	Fe	pla e cla
2Bfc3	75-104	10 YR 5/2		2,5 YR 3/6 e 7,5 YR 5/8	abu	med a gra	pro	arg casc	fre	gra	mac	irr e ang	ver	Fe	pla e cla
2Bfeg4	104-150	10 YR 5/2		2,5 YR 3/6, 10 YR 2/1 e 7,5 YR 5/8	abu	med a gra	pro	arg pouco casc	mui fre	gra	mac	irr	ver	Fe	pla e cla
2Bfeg5	150-180	10 YR 7/1		2,5 YR 3/6, 10 YR 2/1 e 7,5 YR 5/8	abu	med a gra	pro	arg pouco casc	mui fre	gra	mac	irr	ver	Fe	ond e abr
2BCc	180-200	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Plintossolo Háptico Distrófico arênico concrecionário (Haplic Plinthosol)- P4															
A	0-11	10YR 4/3	10 YR 5/3	----	----	----	----	fra are	----	----	----	----	----	----	pla e cla
AE	nov/28	10YR5/4	10YR 6/3	----	----	----	----	fra are	----	----	----	----	----	----	pla e cla
2Ef1	28-47	10YR 6/3		7,5 YR 5/8	pou	peq	dif	fra are	----	----	----	----	----	----	pla e cla
3Ef2	47-66	10YR 6/4		7,5 YR 5/6	pou	peq	dif	fra are	----	----	----	----	----	----	pla e abru
4Bfc1	66-84	10YR 6/5		2,5 YR 3/6 e 7,5 YR 5/8	abu	med a gra	pro	fra casc	mui pou	peq	mac	esf	ver	Fe	pla e cla
4Bfeg2	84-103	10YR 6/3		10YR 3/6	abu	med a gra	pro	fra pouco casc	mui pou	peq	mac	esf	ver	Fe	pla e cla
5Bfeg3	103-136	10YR 7/1		2,5YR 3/6	abu	med a gra	pro	fra arg pouco casc	mui pou	peq	mac	esf	ver	Fe	pla e cla
5Bfg4	136-171	10YR 7/1		2,5YR 3/6 e 10 YR 2/1	abu	med a gra	pro	fra arg	----	----	----	----	----	----	ond e abru
6Bfg5	171-198	10YR 7/2		2,5YR 3/6	abu	med a gra	pro	fra arg	----	----	----	----	----	----	ond e abru
7Bfg6	198-255 ⁺	10YR 7/1		7,5YR5/8, 10YR6/8 e 10YR 2/1	abu	med a gra	pro	fra arg	----	----	----	----	----	----	----

Continua...

Continuação da Tabela 20.

Hor ⁽¹⁾	Esp ⁽²⁾ (cm)	Matriz		Mosqueado ⁽³⁾				Classe ⁽⁴⁾			Nódulos e Concreções				Trans ⁽⁶⁾
		Cor		Cor	Quant	Tam	Cont	Textural	Quant	Tam	Dur	Forma	Cor	Nat	
		Úmida	Seca												
Plintossolo Pétrico Litoplúntico êndico (Petric Pisoplinthic Gibbsic Plinthosol) – P5															
Apc	0-10,5	10YR 4/6	10 YR 5/6	----	----	----	----	fra arg are esq	dom	peq a gra	dur	irre	ver ama	Fe	ond e cla
Bc1	10,5-56	10YR6/8		----	----	----	----	arg esq	dom	peq a gra	dur	irr e ang	bru ama	Fe	pla e cla
Bc2	56-103	10YR 6,5/8		----	----	----	----	arg esq	dom	peq a gra	dur	irr e ang	bru	Fe	pla e abr
F	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
Plintossolo Háplico Distrófico arênico (Haplic Plinthosol)– P6															
Ap	0-18	10YR 4/2	10YR 5/2	2,5 YR 5/8	pou	peq	pro	fra arg are	----	----	----	----	----	----	pla e cla
2Bf1	18-70	10YR 5/4		2,5 YR 3/6 e 2,5 YR 5/8	com	med	pro	fra arg are	----	----	----	----	----	----	pla e cla
3Bf2	70-101	10YR 5/4		2,5 YR 3/6	com	peq a med	pro	fra are	----	----	----	----	----	----	pla e cla
3Bf3	101-132	10YR 5/3		2,5 YR 3/6 e 10YR 5/8	abu	med a gra	pro	fra are	----	----	----	----	----	----	pla e cla
4Bf4	132-149	10YR 5/3		2,5 YR 3/6 e 10YR 5/8	abu	med a gra	pro	fra are	----	----	----	----	----	----	pla e cla
4Bf5	149-172	10YR 6/3		2,5 YR 3/6 e 10YR 5/8	abu	med a gra	pro	fra are	----	----	----	----	----	----	pla e cla
4Bf6	172-185 ⁺	10YR 6/3		2,5 YR 3/6 e 10YR 6/8	com	med	dis	fra arg are	----	----	----	----	----	----	----
Plintossolo Argilúvico Eutrófico gleissólico (Haplic Plinthosol)- P7															
Ap	0-17	10YR 2/2	10 YR4/2	----	----	----	----	fra arg are	----	----	----	----	----	----	pla e cla
AB	17-27	10YR3/2	10YR4/1	----	----	----	----	fra arg are	----	----	----	----	----	----	pla e cla
BAtf	17-41	10YR4/3		2,5YR4/8 e 10YR5/6	com	med	pro	fra arg are	----	----	----	----	----	----	pla e cla
Btf1	41-57	10YR 4/2		2,5YR4/8 e 10YR5/6	com	peq a med	pro	fra are	----	----	----	----	----	----	pla e cla
Btf2	57-76	10YR4/3		2,5YR3/6	abu	peq a med	pro	arg	----	----	----	----	----	----	pla e cla
2Btf3	76-107	10YR3/3		2,5YR3/6	abu	peq a med	pro	arg	----	----	----	----	----	----	pla e cla
2Btf4	107-122	10YR4/3		2,5YR3/6	com	peq a med	pro	arg	----	----	----	----	----	----	ond e cla
2Bgfl	122-140	10YR5/1		2,5YR4/8	com	med	pro	fra arg are	----	----	----	----	----	----	ond e cla
3Bgf2	140-163	10YR5/2		10R 4/8 e 10YR 5/6	com	med	pro	fra arg are	----	----	----	----	----	----	pla e cla
3Cgf	163-175 ⁺	10YR 6/1		10YR 6/8	com	peq a med	pro	fra arg	----	----	----	----	----	----	----
Plintossolo Pétrico Litoplúntico típico (Petric Pisoplinthic Gibbsic Plinthosol)– P8															
Apc	0-28	10YR 3/6	10YR 3/4	----	----	----	----	fra arg sil esq	dom	peq a gra	dur	irr	ver esc	Fe	ond e abr
F	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

⁽¹⁾Hor: horizonte; ⁽²⁾ Esp: espessura; ⁽³⁾ Quant: quantidade; Tam: tamanho; Cont: contraste; pou: pouco; com: comum; abu: abundante; peq: pequeno; med: médio; gra: grande; dif: difuso; pro: proeminente. ⁽⁴⁾ arg: argila; arg pouco casc: argila pouco cascalhenta; fra are: francoarenosa; arg casc: argilo cascalhenta; fra arg: francoargilosa; fra com casc: franca com cascalho; fra pouco casc: franco pouco cascalhenta; fra arg pouco casc: franco pouco cascalhenta; fra arg: francoargilosa; fra arg are: francoargiloarenosa; ⁽⁵⁾ fre: frequente; mui pou: muito pouco; mui fre: muito frequente; dom: dominante; irr: irregular; ang: angular; esf: esférico; ver: vermelho; ama: amarelo; ver ama: vermelho amarelo; bru ama: bruno amarelado; bru: bruno; peq: pequeno; med: médio; gran: grande ⁽⁶⁾ pla: plana; cla: clara; abru: abrupta; ond: ondulada.

6.5.2. Fração areia como indicadora de mudanças ambientais

A Planície do rio Araguaia apresenta predomínio da fração areia, majoritariamente areia fina, associada com minerais de quartzo, micas e de concreções ferruginosas (Figura 31).

O perfil P6 (Figura 31L) localizado mais próximo do leito do rio teve predomínio de quartzos, sobretudo no formato arredondado, sugerindo maior energia na sedimentação, inclusive com menor conteúdo de concreções comparativamente aos demais perfis ao longo do vale do rio Araguaia.

Todos os perfis do vale do Araguaia, com exceção do P6, apresentaram predomínio de concreções na fração areia grossa, embora com padrões diferenciados. O horizonte 3Bfc₃ do perfil P1 apresentou concreções predominantemente vermelhas, embora com pequenas cavidades com tons amarelados, enquanto os grãos de quartzos são arredondados associados a concreções desarestadas. Apenas o perfil P8 (Figura 31P) apresenta concreções com arestas, com a fração areia grossa composta predominantemente por feições ferruginosas.

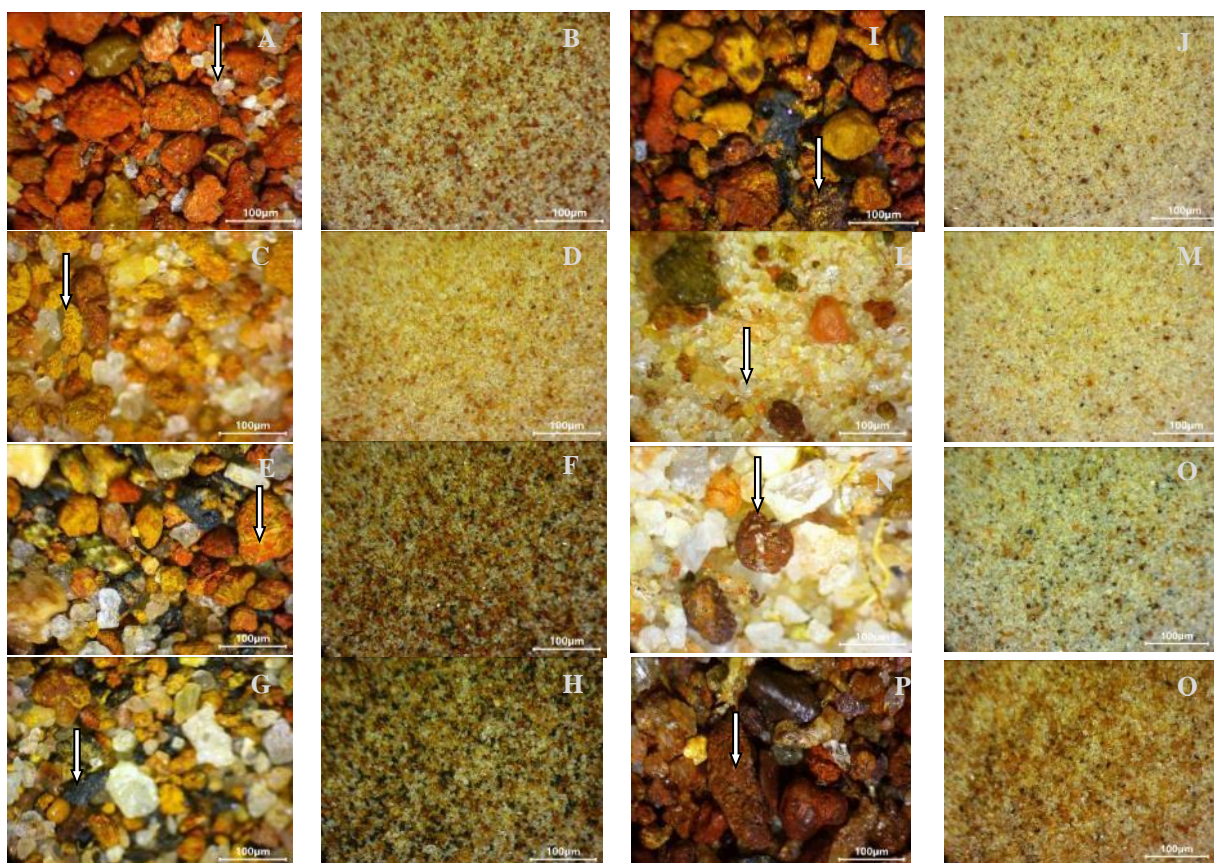


Figura 31. Micrografias das frações areia grossa (AG) e fina (AF) de horizontes subsuperficiais de solos do vale do Araguaia. A= AG e B= AF do 3Bfc₃ do perfil P1; C= AG e D= AF do 4Bfcg₁ do perfil P2; E= AG e F=AF do 2Bfc₃ do perfil P3; G= AG e H=AF do 2Bfc₄ do perfil P3; I= AG e J=AF do 5Bfg₄ do perfil P4; L=AG e M=AF do 2Bf₁ do perfil P6; N=AG e O=AF do Btf₂ do perfil P7; P=AG e Q=AF Ac do perfil P8.

Todas as feições resultantes da segregação do Fe, associadas à fração areia grossa apresentaram manchas amarelas, sobretudo com contrastes quanto à tonalidade do amarelo, seguido de tamanho e recobrimento da superfície dos nódulos. Esse padrão sugere degradação, pois possivelmente as manchas amarelas que recobrem algumas feições

correspondem a halos de degradação (Duarte et al., 2000; Coelho et al., 2001; Beirigo, 2013; Moura, 2015), os quais são observados a partir da análise micromorfológica.

Todos os perfis apresentaram nódulos e concreções de Mn, embora os conteúdos apresentem uma grande amplitude de variação.

Em associação à fração areia grossa, ocorrem materiais ferruginizados, inclusive com evidências de muscovita. Esse padrão é atribuído à relação com o material localizado em cotas mais elevadas da paisagem (platôs), onde as lateritas (Maranhão et al., 2017) ocorrem sobrejacentes a micaxistos (Brasil, 1981). Ao realizarem um estudo de solos com horizonte plúntico do Grupo Bauru, Coelho et al. (2001) verificaram materiais ferruginizados associados ao arenito, inclusive destacando a fossilização de minerais facilmente intemperizáveis.

6.5.3. Microscopia de feições redoximórficas

Todos os perfis avaliados no vale do Araguaia apresentaram predomínio de areia, composta por quartzo, concreções com diversos níveis de impregnação por Fe e Mn, e micas (muscovita).

As micas apresentaram majoritariamente ocorrência comum nos solos da planície do rio Araguaia, o que sugere que o material de origem não é exclusivamente de natureza sedimentar fluvial, possivelmente também há associação aos micaxistos que afloram sotopostos a lateritas nas bordas de platô (Brasil, 1981; Maranhão et al., 2017). Os grãos de quartzos apresentaram bordos lisos, subarredondados e subangulares, corroborando com a microscopia da fração areia (Figura 31), padrão que sugere também a influência de sedimentos de natureza fluvial, pois a ausência nos grãos de quartzo decorre possivelmente do fluxo hídrico intenso aos quais esses minerais foram submetidos durante o processo de deposição.

Alguns autores afirmam que as rochas do Grupo Estrondo estão sotopostas pela Cobertura Sedimentar Terciária e Quaternária (Brasil, 1981), sobretudo com ocorrência constantes de aluviões (Goiás, 2005; Maranhão et al., 2017), possivelmente desenvolvidos durante o Holoceno, formados por sedimentos arenosos e argilo-arenosos, compondo a planície atual, influenciada pelos ciclos de transgressão e regressão do sistema fluvial (Latrubesse et al., 2009). Assim, esse conjunto de fatores denota a ocorrência de materiais de diferentes especificidades, sendo que além de materiais grosseiros (fração areia, cascalhos e calhaus) ocorrem materiais finos, formados majoritariamente por caulinita, óxidos de Fe e óxidos de Al (Tabela 21).

Outro fator que ratifica a influência do micaxisto na gênese de solos da planície do rio Araguaia é a ocorrência do mineral (traço) estauroлита no perfil P1 (horizonte 2BA). Esse mineral aluminoso, associado ao micaxisto, apresenta hábitos cruciformes, e sugere metamorfismo de intensidade média a elevada, e ocorre concomitantemente com as micas, conforme confirmado pela análise micromorfológica confirma (Raith et al., 2012).

Quanto às feições ferruginosas, denominadas de nódulos ou mosqueados, apresentam alta diversidade quanto aos níveis de impregnação de Fe e Mn. Esse é um aspecto intrigante, visto a complexidade dos processos envolvidos na gênese e/ou degradação dessas feições na planície do rio Araguaia.

No perfil P1 (Figura 32), horizonte 3Bfc3, ocorrem nódulos de Fe moderado a fortemente impregnados, por vezes fracamente impregnados, ocorrendo tanto nódulos hematíticos quanto goethíticos. Nos nódulos fracamente impregnados observam-se cores amareladas (halos ou “córTEX”), com zonas de nucleação, embora os nódulos apresentem bordos irregulares, sugerindo degradação (Tardy, 1993).

Alguns autores relatam a importância da atividade da água, influenciando no tipo de óxidos de Fe, de modo que fluxo mais intenso propicia o predomínio de goethita em detrimento da hematita, resultando em nódulos mais amarelos (Tardy e Nahon, 1985).

Os halos de degradação formados nos nódulos ocorrem em função da dissolução da hematita (Beauvais e Colin, 1993; Tardy, 1993), o que conseqüentemente pode condicionar a formação de nódulos contemporâneos, devido ao processo de remobilização do Fe, seguido de segregação em zonas oxidadas.

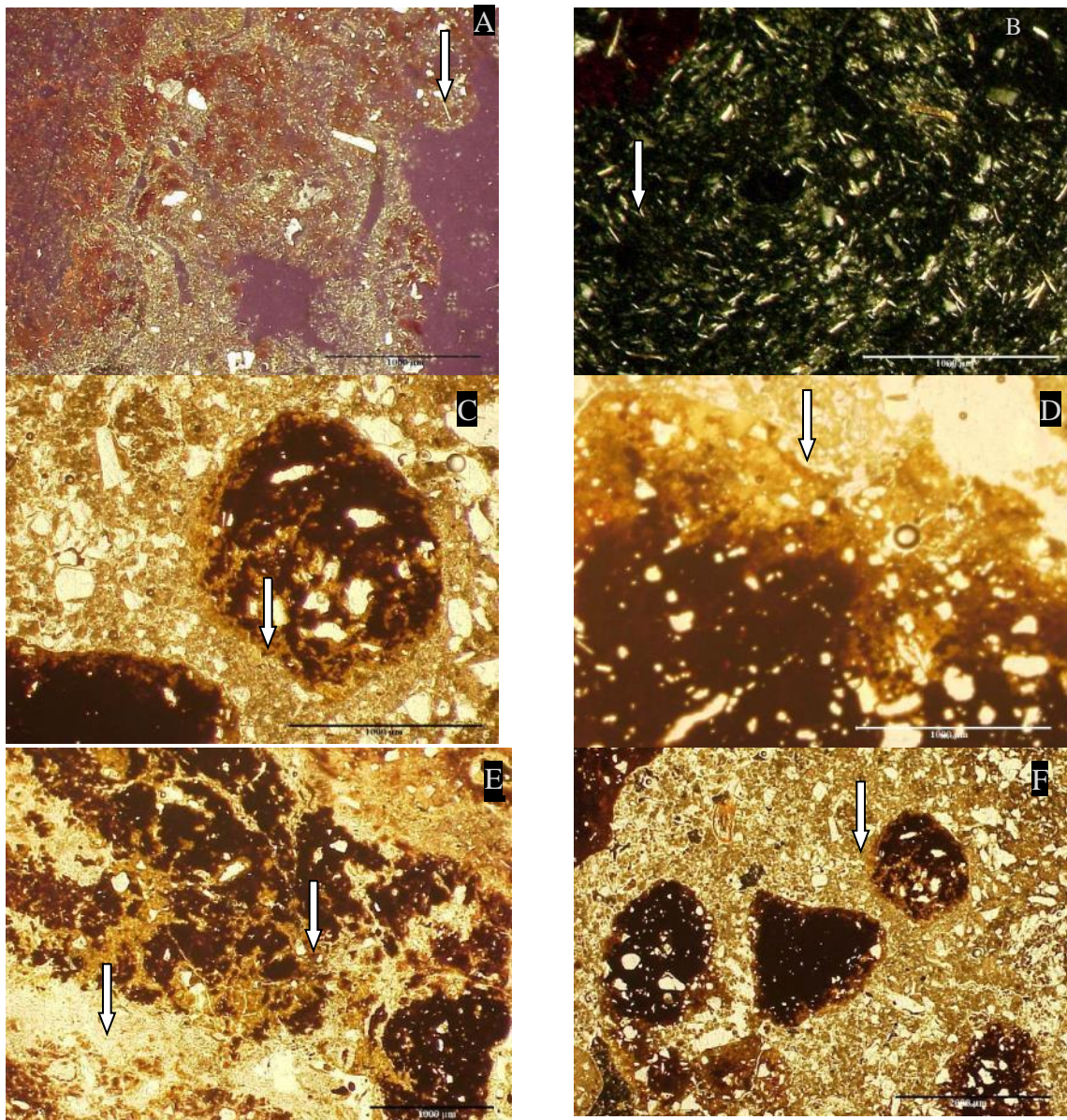


Figura 32. Micrografias de horizontes subsuperficiais do perfil P1. A= Abundância de mica e zonas de concentração de Fe no horizonte 4Bfg5 (25x); B= micrografia anterior com nicóis; C= nódulos de degradação com halos proeminentes e zonas de depleção de Fe no horizonte 2BA (50x); D= Nódulos de degradação com borda serrilhada no horizonte 4Bfg5 (250x); E= Nódulos de degradação com zonas de depleção de ferro e poros no horizonte 4Bfg5 (32x); F= Nódulos de degradação com halos serrilhados no horizonte 4Bfg5 (20x).

No perfil P1 ocorrem constantes revestimentos dos poros por Fe, seguido de preenchimento denso incompleto, envolvendo um conjunto de poros. Esse mesmo comportamento é observado em um dos horizontes (2BA) sobrejacente ao 3Bfc3, embora os nódulos ocorram em menor proporção, e apresentam halos proeminentes, com bordas serrilhadas. As zonas mais claras dos nódulos correspondem à depleção do Fe, resultando em nódulos com cores contrastantes, e comumente fissurados. São verificadas bordas de poros gleizadas, seguido de zonas de depleção constantes. Ainda no perfil P1, no horizonte 4 Bfg5 ocorrem feições redoximórficas epiáquicas, onde há constantes nódulos de Fe fissurados, associados a uma matriz gleizada, onde as extremidades dos poros apresentam revestimento de Fe, e por vezes gleizadas.

No perfil P2, horizonte 4Bfcg1, o material grosso é formado predominantemente por areia fina, onde os grãos de quartzo são moderadamente selecionados, com bordos lisos, arredondados, subarredondados e subangulares. Os nódulos de Fe apresentam poros internos, menos impregnados e em estágio de degradação. Concomitantemente a isso, ocorrem nódulos fortemente impregnados (Figura 33A), e mudança abrupta da superfície do nódulo junto a matriz, o que leva a crer que os nódulos não estão sendo degradados (Wilson et al., 2013). No entanto, as bordas serrilhadas e pequenos halos sugerem degradação, embora ainda incipiente (Figura 33C). Esse padrão ocorre por se tratar de nódulos alóctones, que podem ter sido transportados de posições mais altas da paisagem, ou nódulos relictuais autóctones, formadas numa condição mais seca que a atual, que ainda se mantém com o núcleo preservado e altamente impregnado. Essa possível “estabilidade” é descrita por Thomas (1994) como nódulos relictuais em degradação. Existe um ligeiro contraste entre os grãos de quartzos dos nódulos e a matriz, o que fortalece a hipótese desse material ter sido formado em outra condição.

Embora existam nódulos mais preservados, ainda assim ocorrem nódulos em estágio avançado de degradação, com bordas serrilhadas e zonas de depleção de Fe (Figura 33C), por vezes não apresentando continuidade, havendo fraturas internas, o que ratifica a degradação. Ainda no horizonte 4Bfcg1 do perfil P2, ocorrem revestimentos descontínuos de argila (Figura 33C), o que sugere o processo de argiluviação, onde há translocação de argila (Kämpf e Curi, 2012).

No perfil P2, horizonte 4Bfcg1, ocorrem micas alterimorfas, em associação com outras preservadas. A alteração das micas pode formar argila, tornando-a orientada (Figura 33E), ocupando o espaço poroso preenchido por esse mineral. No entanto, os revestimentos de argila (Figura 33D) verificados não são exclusivamente resultantes de alterações da mica, visto que há evidências do processo de argiluviação (Kämpf e Curi, 2012) na superfície de poros.

À medida que a argila vai desferrificando (ambiente anóxico), ela tende a se orientar, inclusive nas superfícies de nódulos, ocorrendo feições estriadas e contínuas na borda dos nódulos, por vezes associadas a preenchimento de Fe e argila. Dentro dos nódulos também foi verificada argila orientada, aspecto que corrobora com o estudo de Coelho e Vidal-Torrado (2003b), que associaram a orientação da argila no interior dos nódulos petroplínticos a processos de eluviação e iluviação (argiluviação) de argila durante sua gênese.

Em geral, é frequente a remobilização de Fe, seguido de revestimento e hiporevestimento nas paredes dos poros.

No perfil P3, horizonte 2Bfgc4, predomina areia fina, pobremente a moderadamente selecionada, ocorrendo grãos de quartzos arredondados, subarredondados e subangulares, com ocorrência comum de micas, embora mais intemperizadas que os perfis P1 e P2. Foram também observados hiporevestimentos, revestimentos e preenchimentos densos e incompletos de Fe e Mn, seguido da ocorrência de nódulos fissurados e fracamente impregnados, o que sugere depleção de Fe. Essas feições correspondem a “esqueletos” de nódulos, em estágio

mais avançado de dissolução dos óxidos e depleção do Fe (Figura 34D), ocorrendo também nódulos moderadamente impregnados, com grãos de quartzos facilmente selecionados no centro, com cavidades interna frequentes. Por vezes, ocorrendo grãos de quartzos com fissuras (careados) (Figura 34E) e preenchidos com Fe (Figura 34A) e Mn. Essas fissuras decorrem da dissolução do quartzo no interior do nódulo (Coelho e Vidal-Torrado, 2003b), o que justifica o núcleo composto predominantemente por óxidos, resultando em uma matriz interna mais fina.

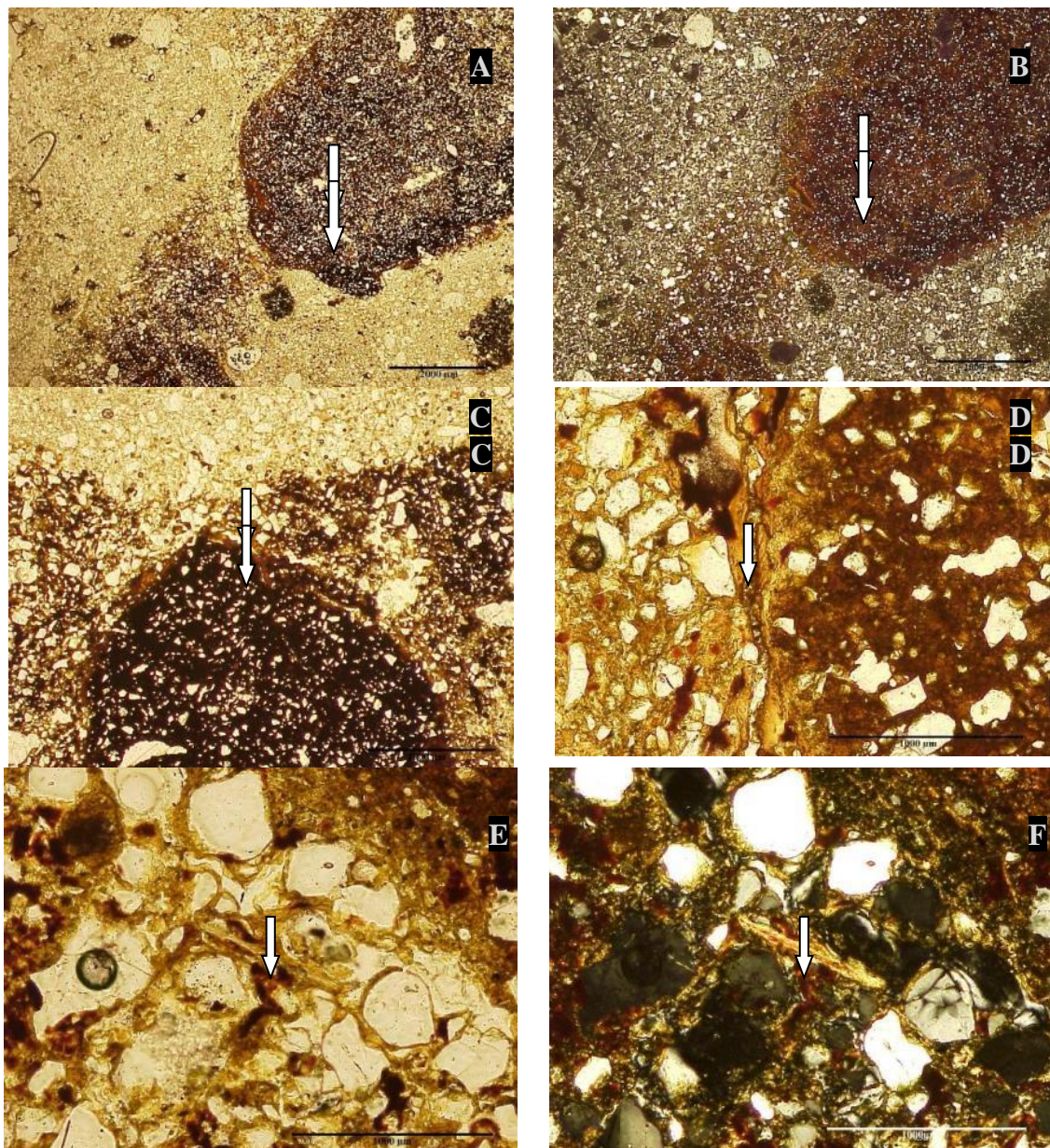


Figura 33. Micrografias do horizonte 4Bfcg1 do perfil P2. A = Nódulos alóctones (12x); B = Micrografia anterior com nicóis; C = Nódulos de degradação que embora impregnados, apresentam halos de degradação (32x); D = Revestimento descontínuo de argila (250x); E = Mica orientada (1000x); F= Micrografia anterior com nicóis.

Tabela 21. Caracterização micromorfológicas de horizontes de solos com feições redoximórficas do Goiás.

Horizont e	Fundo Matricial				
	Fração Grosseira	Fração Fina	Poros	Microestrutura	Fábricas Birrefringentes
Plintossolo Háptico Distrófico petroplúntico gleissólico (Haplic Plinthosol) - P1					
3Bfc3	30% (97% quartzo e mica; 3% nódulos de Fe)	50% (caulinita, óxidos de Fe e óxidos de Al)	20% (câmaras, fissuras e canais)	Pedal, blocos subangulares moderadamente desenvolvidos e parcialmente acomodados	Salpicada em mosaico, salpicada granida, poroestriadas, granoestriada.
Plintossolo Háptico Eutrófico petroplúntico gleissólico (Stagnic Albic Plinthosol) - P2					
4Bfcg1	50% (97% quartzo e mica; 4% nódulos de Fe)	30% (caulinita, óxidos de Fe e óxidos de Al)	20% (cavidade, câmara e fissuras)	Apedal	Poliestriada, granoestriada, salpicada granida
Plintossolo Háptico Distrófico petroplúntico gleissólico (Haplic Plinthosol) - P3					
2Bfgc3	40% (98% quartzo e mica; 2% de nódulos de Fe)	30% (caulinita, óxidos de Fe e óxidos de Al)	30% (cavidades, fissuras e canais)	Pedal, blocos subangulares moderadamente desenvolvidos.	Salpicada granida, granoestriada, poroestriada
2Bfgc3	40% (96% quartzo e mica; 4% de nódulos de Fe)	40% (caulinita, óxidos de Fe e óxidos de Al)	20% (cavidades, fissuras, câmaras e canais)	Pedal, blocos subangulares moderadamente desenvolvidos.	Salpicada mosaica, granoestriada, poroestriada
Plintossolo Háptico Distrófico arênico concrecionário (Haplic Plinthosol) - P4					
5Bfg4	40% (97% quartzo e mica; 3% de nódulos de Fe)	40% (caulinita, óxidos de Fe e óxidos de Al)	20% (fissuras, câmaras e canais)	Pedal, blocos subangulares moderadamente desenvolvidos.	Salpicada mosaica, Salpicada granida poroestriada e granoestriada
Plintossolo Háptico Distrófico arênico (Haplic Plinthosol) - P6					
Bf1	45% (96% quartzo e mica; 4% de nódulos de Fe)	35% (caulinita, óxidos de Fe e óxidos de Al)	20% (cavidades, e canais)	Não aparente	Salpicada granida, poroestriada, granoestriada
Plintossolo Argilúvico Eutrófico gleissólico (Haplic Plinthosol) - P7					
Btf2	45% (96% quartzo e mica; 4% de nódulos de Fe)	35% (caulinita, óxidos de Fe e óxidos de Al)	20% (cavidades, e canais)	Não aparente	Salpicada granada, poroestriada, granoestriada
Plintossolo Pétrico Litoplúntico típico (Petric Pisoplinthic Gibbolic Plinthosol) - P8					
F	50% (96% quartzo e mica; 4% de nódulos de Fe)	20% (óxidos de Fe e óxidos de Al)	30% (canais)	Não aparente	-----

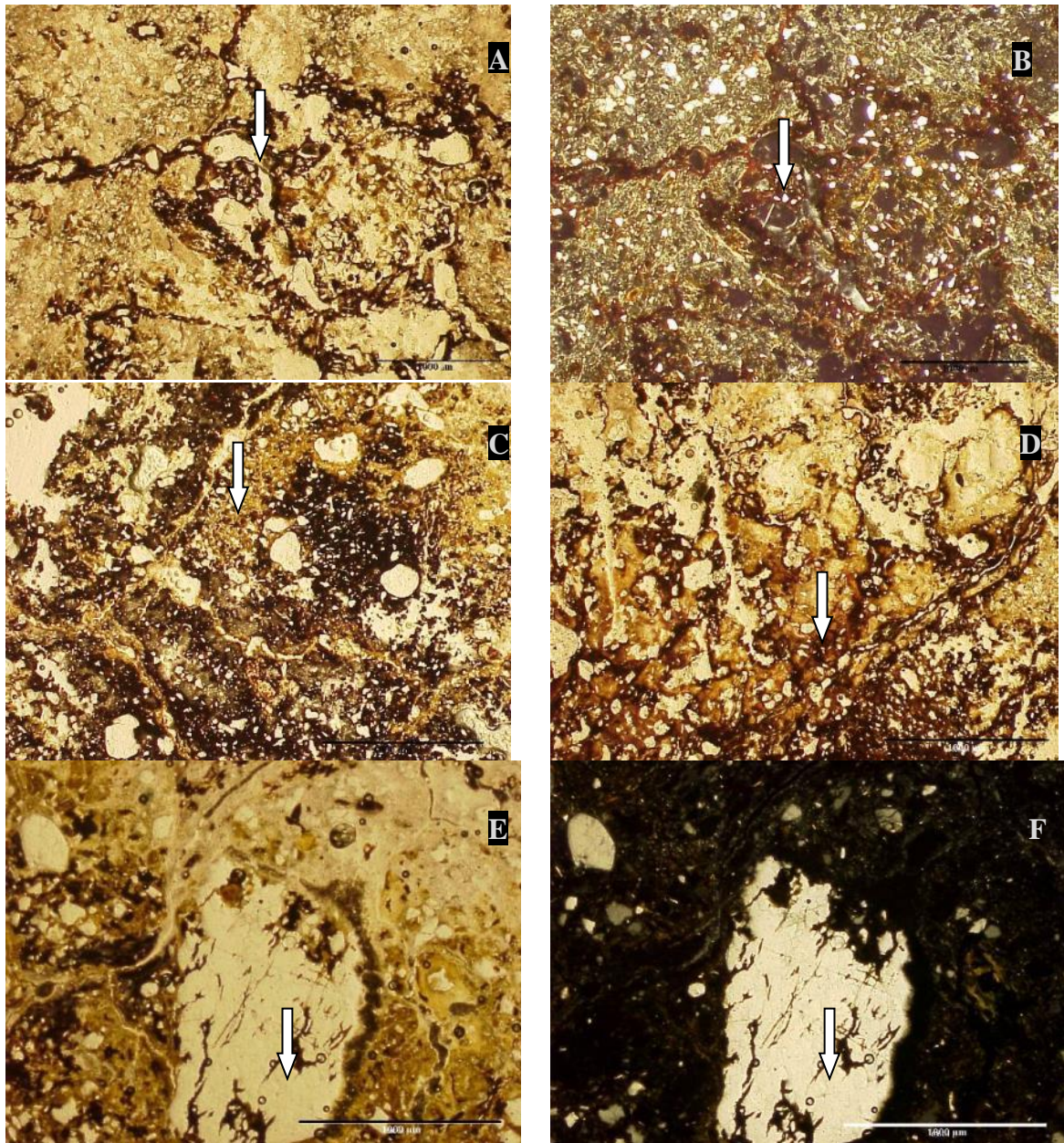


Figura 34. Micrografias dos horizontes subsuperficiais do perfil P3. A= Preenchimento de poros em virtude do processo de endossaturação do 2Bfgc4 (32x); B= Micrografia anterior com nicóis; C= Nódulos de degradação do 2Bfc3 (25x); D= Remobilização do Fe do 2Bfgc4 (25x); E= Quartzo careado do 2Bfgc3 (250x); F= Micrografia anterior com nicóis.

Ao estudarem solos do Pantanal, Beirigo (2013) observou grãos de quartzos careados atribuindo isso ao processo de dissolução.

Ainda no perfil P3, é comum a ocorrência de argila fortemente orientada e contínua (Figura 35A), seguido de fábricas birrefringentes poroestriadas e granoestriadas, com glébulas de argiluviação, formando pápulas, feições que denotam argila iluvial, seguido de sobreposição com Mn. Em geral, as argilas orientadas decorrem dos processos de eluviação e iluviação de argila (Aide et al., 2004), acrescido das transformações de micas. Concomitantemente ocorrem superfícies de compressão formadas a partir do movimento da massa do solo, característico do processo de pedoturbação (Kämpf e Curi, 2012).

As feições redoximórficas que ocorrem no perfil P3 decorrem do processo de endossaturação, identificado a partir da ocorrência de matriz gleizada com canais preenchidos com Fe e Mn (Vepraskas, 2015), padrão já observado em outros estudos em solos da planície do rio Araguaia (Moura, 2015).

No perfil P3, horizonte 2Bf_{gc}2, há zonas de depleção de Fe, condicionando a impregnação deste íon junto a matriz tornando-a brunada. Embora, o Fe contido na matriz não seja totalmente oriundo da remobilização, uma parcela decorre da transformação dos micaxistos. Nesse horizonte é comum a ocorrência de micas, sobretudo associadas a cascalhos.

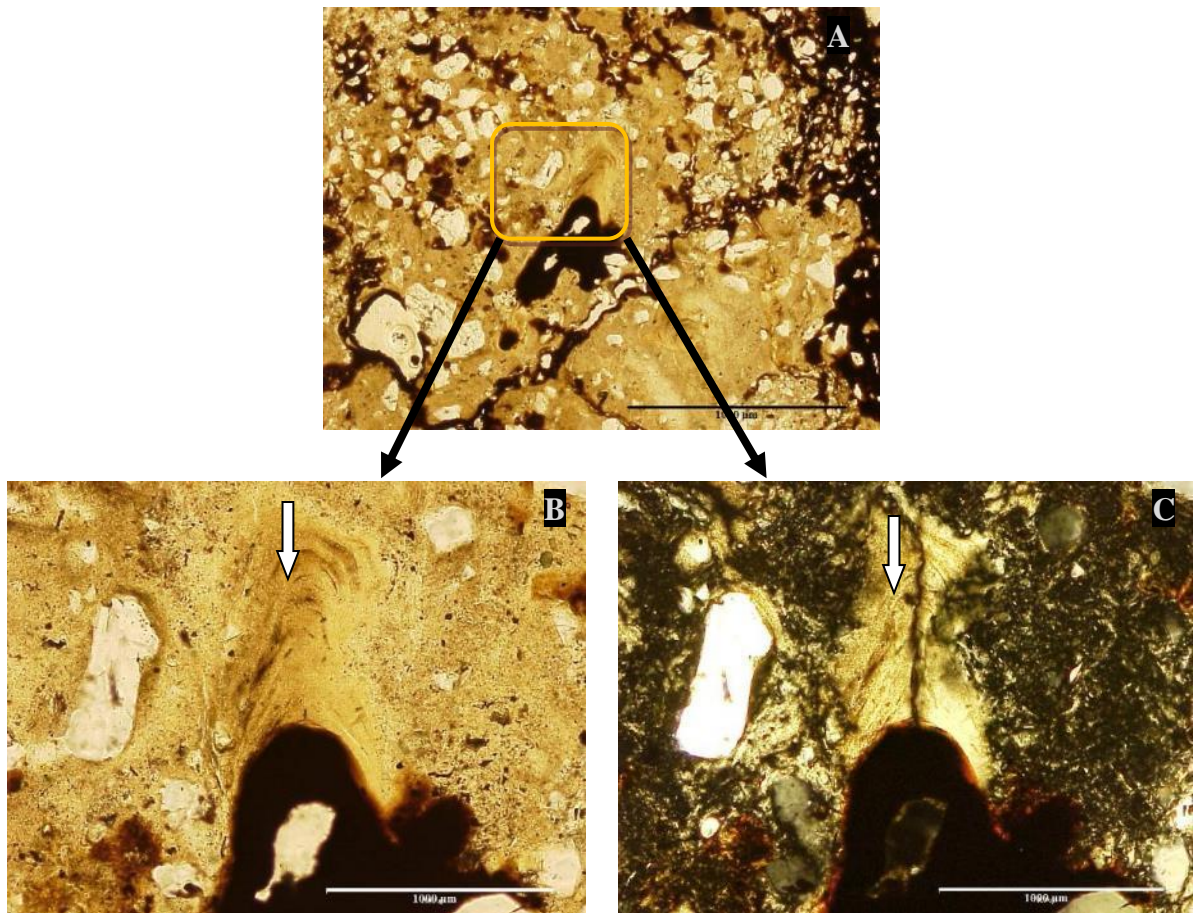


Figura 35. Micrografias do horizonte 5Bf_{cg}3 do perfil P3. A = Argila fortemente orientada (250x); B = Detalhe da argila orientada na superfície do nódulo (1000x); C = Micrografia anterior com nícois.

No perfil P4 (Figura 36), horizonte 5Bf_{cg}4, predomina areia fina na fração grossa, onde há grãos de quartzos com bordos lisos e moderadamente selecionados, enquanto a fração fina é composta predominantemente por argila, óxidos de Fe e Mn. Diante do conjunto de solos avaliados na planície do rio Araguaia, o perfil P4 apresenta menor ocorrência de micas associadas à matriz.

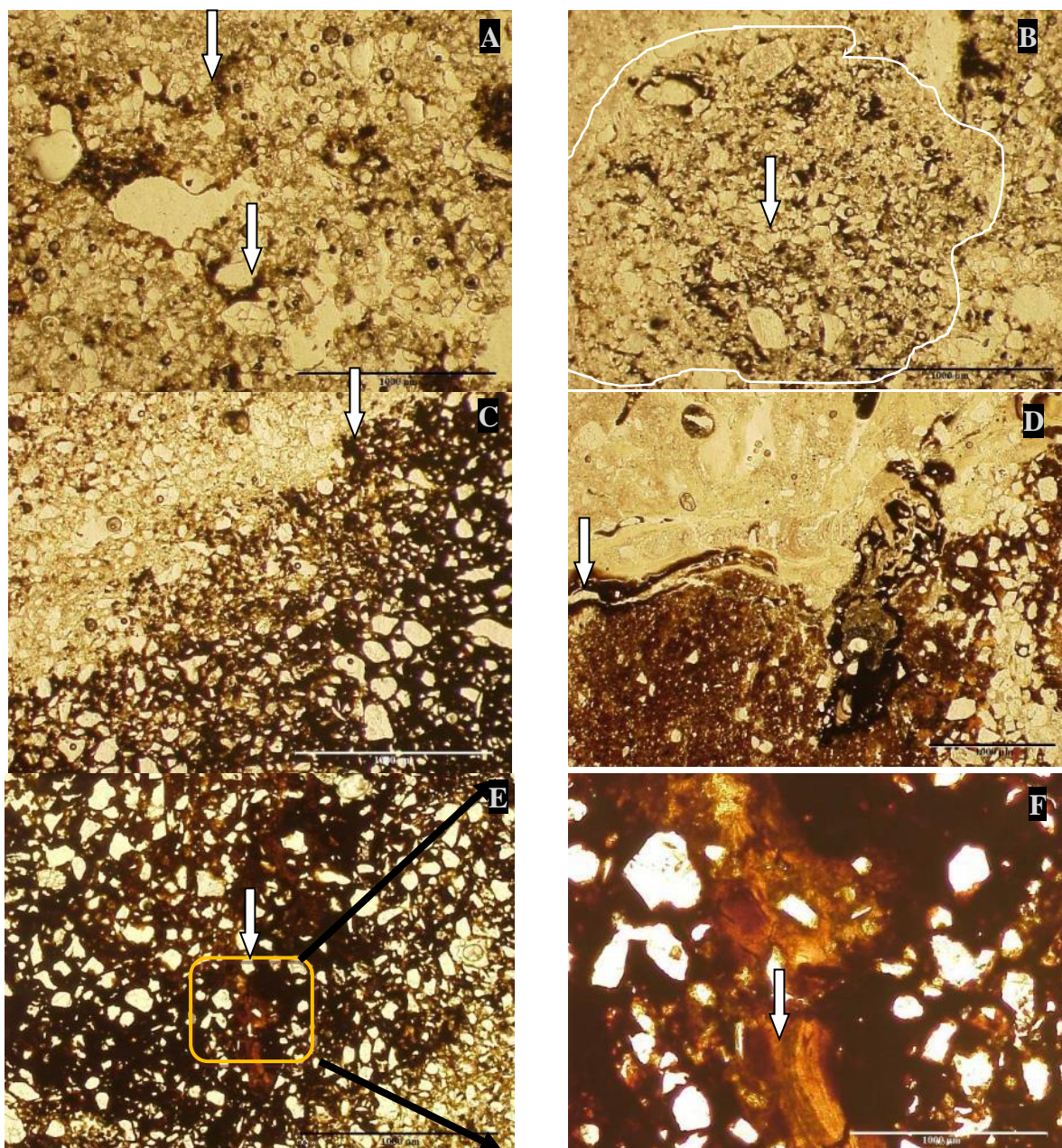


Figura 36. Micrografias de horizontes subsuperficiais do perfil P4. A= cavidades e revestimento de Fe, possivelmente ferrólise no horizonte AE (50x); B= Nódulos fracamente impregnados no horizonte 5Bfbcg3 (50x); C= Nódulos de degradação lenta no horizonte 5Bfbcg3 (50x); D= Preenchimento denso incompleto de argila e revestimento de Fe no horizonte 5Bfbcg3 (32x); E= Argiluviação (Lessivagem) no horizonte 5Bfbcg3 (250x); F= Detalhe da argiluviação no horizonte 5Bfbcg3, preenchimento de argila com distinção forte e estriada contínua (1000x).

No horizonte AE, perfil P4, ocorrem mosqueados associados a uma matriz gleizada, resultantes dos baixos conteúdos de agentes pigmentantes. Esse horizonte apresenta evidências do processo de ferrólise, justificados pelos valores de pH (Capítulo III) e cavidades preenchidas por Fe. Conjuntamente ocorrem mosqueados poucos impregnados, o que sugere “esqueleto” de nódulos, indicativos da destruição do topo do B (ferrólise). Acrescido a isso, ocorre o processo de argiluviação (Figura 36F) no horizonte sotoposto, onde há revestimento de argila e Fe, com orientação forte e contínua, enquanto os preenchimentos de argila e Fe

apresentam distinção fraca e difusa. Alguns poros apresentam preenchimento denso e incompleto de Mn e Fe.

Também ocorrem alguns canais que rompem os nódulos, potencializando a depleção de Fe, embora esses poros apresentem diferentes níveis de preenchimentos e revestimentos. Concomitantemente a isso, são visualizados canais que aparentemente direcionam o Fe para outros nódulos, formando uma rede de poros que remobilizam o Fe. No entanto, isso é algo questionável, visto a complexidade de se avaliar a direção do fluxo do Fe a partir de uma análise micromorfológica. Em geral, são comuns nódulos moderadamente a fortemente impregnados, onde por vezes há argila orientada dentro dos nódulos, sugerindo a argiluviação (Coelho e Vidal-Torrado, 2003b).

O horizonte 5Bfcg3 do perfil P4 apresenta uma matriz gleizada, com nódulos com diferentes níveis de impregnação de Fe, em geral, com bordas onduladas, seguido de uma transição abrupta entre a matriz. No entanto, também ocorrem nódulos com bordas que sugerem desgaste, sobretudo ocorrendo nódulos fracamente impregnados (esqueleto de nódulos).

Na sequência, no horizonte 5Bfcg4 ocorre um empilhamento de grãos, formando bolsões compostos predominantemente por quartzos. Nesse horizonte ocorre a degradação de nódulos, e remobilização de Fe (Figura 36C), seguido de preenchimento denso incompleto de argila e revestimentos de Fe (Figura 36D). Dentro dos nódulos é verificado preenchimento de argila com distinção forte e estriada contínua (Figura 36F), sugerindo um processo de argiluviação na gênese do nódulo (Coelho e Vidal-Torrado, 2003b), o que pode ser confirmado pela distinção estriada, onde possivelmente a caulinita foi fossilizada (McFarlane, 1976; Coelho e Vidal-Torrado, 2003b).

No perfil P6 (Figura 37), horizonte Bf1, ocorrem grãos de quartzo com bordos lisos e moderadamente selecionados, de formato subangulares, subarredondados e angulares, compondo a fração grossa do solo, enquanto a fração fina é composta por argila e óxidos de Fe e Al. Esse perfil apresenta microestrutura não aparente, possivelmente condicionada pelo empacotamento das frações granulométricas, embora no campo a forma da estrutura foi caracterizada como subangulares. Esse perfil apresentou micas alteradas e raras, acrescido de nódulos com o núcleo vermelho com espessos halos de degradação (Figura 37A) amarelos, geralmente fracamente impregnados. Entre os perfis avaliados, o perfil P6 apresenta maior tendência para o processo de latossolização (Kämpf e Curi, 2012), possivelmente potencializado por ter sido submetido a uma melhor condição de drenagem (próximo de um dreno atual).

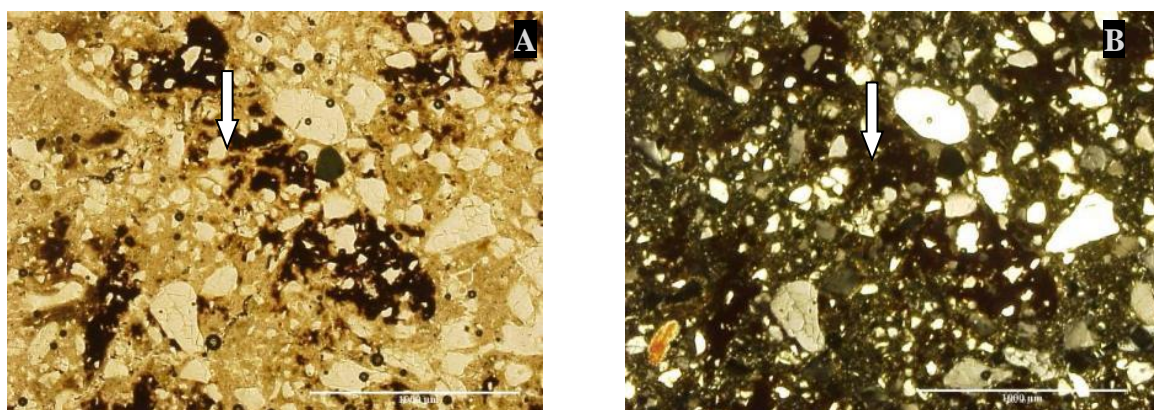


Figura 37. Micrografias do horizonte Bf1 do perfil P6. A = Nódulos de degradação (250x); B = Micrografia anterior com nicóis.

O perfil P7 (Figura 38) apresentou predomínio de areia fina na fração grossa, composta por micro concreções, e grãos de quartzos com bordos lisos, pobremente a fortemente selecionados, subangulares, subarredondados e angulares, enquanto a fração fina é composta por argila, óxidos de Fe, óxidos de Mn e óxidos de Al.

No horizonte Btf2, do perfil P7, há revestimentos de argila forte e contínuo, e hiporrevestimento de Fe e Mn, onde também ocorrem nódulos de Fe concêntricos, altamente preenchidos e sem formação de halos de degradação, embora existam fissuras que rompem os nódulos, em seguida evoluem para canal, sobretudo perdendo Fe e a estabilidade. Nesse perfil, as feições decorrentes da segregação do Fe são contemporâneas, os nódulos se formam e destroem-se (Figura 38B) concomitantemente, apresentando características de formação *in situ* das feições ferruginosas.

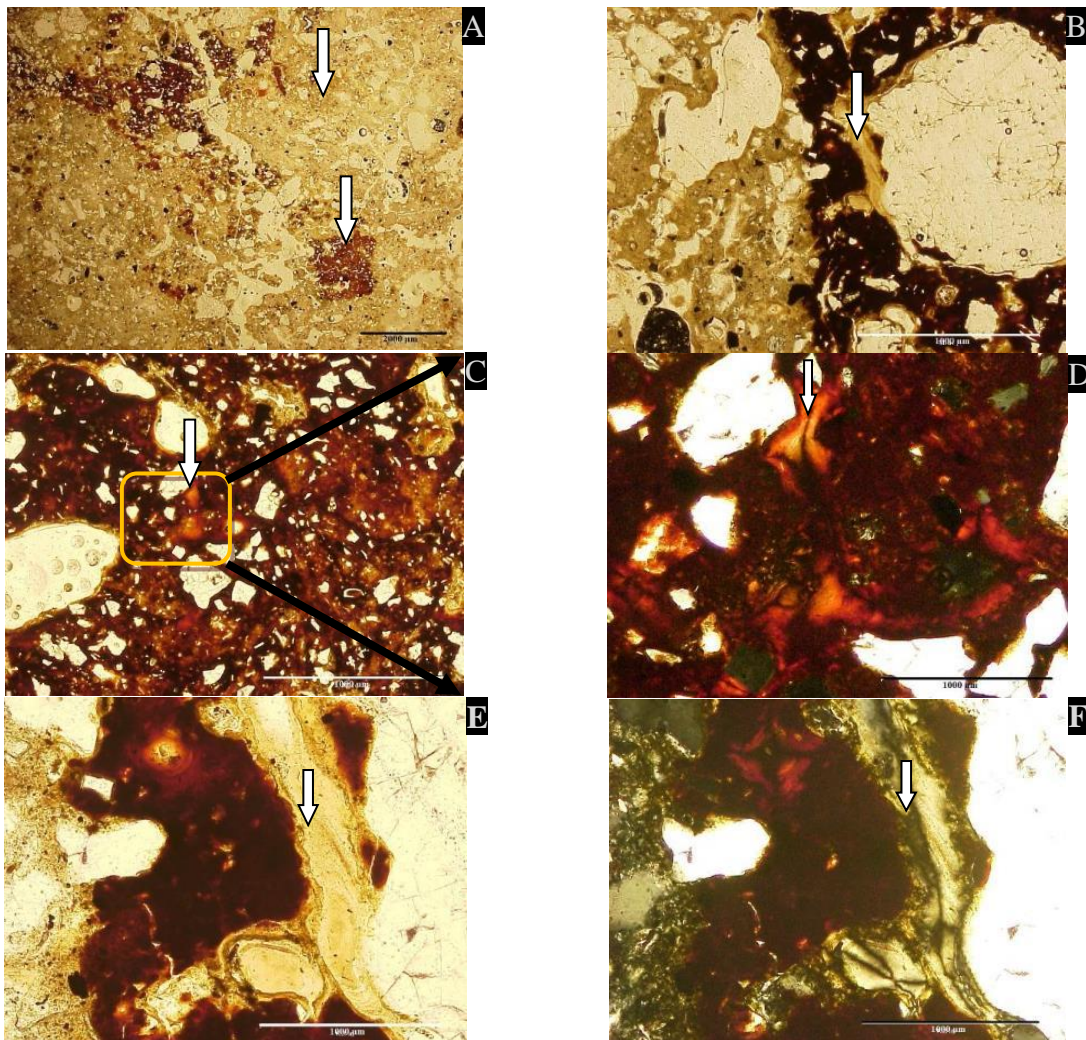


Figura 38. Micrografias de horizontes subsuperficiais do perfil P7. A = Nódulos de degradação associado a uma matriz brunada no horizonte Btf2 (12x); B = Nódulos de degradação com bordos serrilhados no horizonte 2Btf4 (250x); C = Nódulos com argiluviação no interior 2Btf4 (250x); D = Detalhe de argiluviação no interior do nódulo no horizonte 2Btf4 (1000x); E = Borda dos nódulos com argila orientada no horizonte 2Btf4 (1000x); F= Micrografia anterior com nicóis.

Outra especificidade relacionada ao perfil P7 é a associação com um material rico em Mn, o que propiciou a formação de nódulos concêntricos de Mn, acrescido de uma matriz

escura devido a impregnação deste íon. Na seção referente aos horizontes AB/BA ocorrem nódulos de Mn, associados a difusão e depleção de Fe.

No horizonte 2Bt_f4 do perfil 7 ocorrem nódulos cimentados e muito impregnados com bordas preservadas, seguido de mudança abrupta da superfície dos nódulos e a matriz. No entanto, são evidentes a remobilização e concentração de Fe concomitantemente, onde há nódulos de degradação, seguido de bordos ondulados. De acordo com Coelho et al. (2003a) a diversidade de nódulos no mesmo horizonte pode estar associada a fatores pedo-litobiológicos, inclusive levando a interpretações errôneas de que as feições seriam de origem detrital. Foram observadas feições pedológicas resultantes de atividade biológica intensa, inclusive com resquícios de raízes dentro de nódulos.

O perfil P7 apresenta pouca ocorrência de micas, e raras turmalinas associadas a matriz, embora também tenham sido verificados minerais fossilizados dentro de nódulos (McFarlane, 1976; Coelho e Vidal-Torrado, 2003b). Na porção interna de alguns nódulos há evidências de argiluviação (Figura 36D) (Coelho e Vidal-Torrado, 2003b), assim como processos atuais, que governam a ocorrência de argila orientada (Figura 38E) na superfície de nódulos. De acordo com Aide et al. (2004) o Fe é translocado preferencialmente associado à fração de argila, e se acumula nos horizontes subsuperficiais devido aos processos de eluviação e iluviação.

A amostra referente a laterita (*duricrust*) apresentou fração grossa corresponde a metade do fundo matricial, que embora seja um material muito endurecido, apresenta um volume proeminente de poros (30%) muito finos. Ocorrem grãos de quartzos pobremente selecionados, com bordos lisos, subangulares e angulares, com diferentes dimensões, por vezes com revestimento de Fe no entorno dos grãos. A laterita apresenta uma matriz oxidada, seguida de grãos de quartzos com tamanhos e formas diversas. A laterita se formou em contato com o micaxisto (Tardy, 1993), possivelmente esse material foi ferruginizado (Coelho e Vidal-Torrado, 2003b).

6.5.4. Gênese de solos da planície do Araguaia

A gênese dos solos do vale do Araguaia está associada à transformação de micaxisto e da laterita. No entanto, os solos localizados na planície receberam aportes de sedimentos arenosos e argilo-arenosos, condicionados pelos processos de transgressão e regressão fluvial (Latrubesse et al., 2009), havendo deposição de sedimentos sobre a laterita e o micaxisto. Esse processo de sedimentação é confirmado pela morfologia dos grãos de quartzos, associados as frações areia fina e grossa, onde apresentam-se predominantemente nas formas arredondadas e subarredondadas, em consequência de um fluxo hídrico turbulento.

Nas áreas de maiores cotas, a laterita está associada à borda do platô (Maranhão et al., 2017), e possivelmente corresponde a um produto da inversão de relevo (Ollier e Pain, 1996) que envolve a bacia do rio Araguaia (Brasil, 1981; Valente et al., 2012). É uma superfície constantemente transformada, o que acarreta na liberação de Fe e materiais sólidos para partes baixas da paisagem. O Fe liberado a partir do intemperismo é transferido por meio de fluxos laterais, em direção a áreas de menores cotas (Schwertmann e Kampf, 1983; Payton et al., 1992), e diante de uma drenagem impedida, seguido de sucessivos ciclos de umedecimento e secagem, precipita-se na forma de óxidos (Vepraskas, 2015).

Embora existam aportes de Fe das partes mais altas da paisagem, o processo de degradação dos nódulos condiciona a constante remobilização de Fe, aspecto ratificado pela morfologia dos nódulos e características que envolvem a matriz do solo.

Em geral, ocorre o processo de degradação de feições relictuais, possibilitando a gênese de feições contemporâneas, confirmando o processo de modificação ambiental atual. A gênese de feições ferruginosas de menor cimentação (plintita e mosqueado), está associada a

processos mais recentes (Anjos et al., 1995; Coelho e Vidal-Torrado, 2003b; Anjos et al., 2007).

Detalhes relacionados a feições redoximórficas permitem inferências quanto a mudanças ambientais, tanto relacionadas à topografia quanto à dinâmica hídrica local (Alexandrovskiy, 2000; Roslikova, 2008).

Ao avaliarem solos com feições ferruginosas do Tabuleiros Costeiros, Espírito Santo, Duarte et al. (2000) verificaram que os nódulos de Fe associados a matriz são de origem relictual, e estão sendo degradados em virtude da atividade da água. Esses autores também relataram a ocorrência de “gotículas de Fe” no interior dos nódulos e concreções, alegando corresponder a uma etapa do processo de formação ou destruição das estruturas. Assim, é evidente a complexidade de se avaliar sistemas que envolvem processos de destruição de feições relictuais, e consequentemente a gênese de feições recentes.

A planície do rio Araguaia está associada a aportes intensos de Fe, independentemente da origem, acarretando em alterações de feições pedológicas resultantes da segregação de Fe e Mn. Assim, o modelo que melhor explica a gênese da planície do rio Araguaia está associada a erosão com inversão de relevo, e com consequente degradação de nódulos de Fe por serem submetidos a condições divergentes daquelas em que tiveram sua gênese.

6.6. CONCLUSÕES

A laterita sustenta a superfície mais antiga, e corresponde a um testemunho de eventos paleoclimáticos, sendo um produto da inversão de relevo. A transformação da laterita tem aportado Fe e Mn na forma de íons e frações grosseiras (petroplintitas) à planície do rio Araguaia, influenciando na gênese de feições ferruginosas recentes, embora, adicionalmente, os processos de sedimentação fluviais têm um papel importante na pedogênese.

Existem contrastes quanto aos padrões de distribuição, tamanho e forma de partículas de areia associados à planície, sobretudo apresentando relações poligenéticas. A partir destes atributos é possível fazer inferências quanto aos processos envolvidos na pedogênese, inclusive relacionados aos processos de regressão e transgressão fluvial.

O modelo que melhor explica a gênese da planície do rio Araguaia está associada a erosão com inversão de relevo, e com consequente degradação de nódulos de Fe por serem submetidos a condições divergentes aquelas associadas à sua gênese.

Todos os perfis apresentaram remobilização de Fe e/ou Mn, associadas à degradação de nódulos, e por vezes segregando em zonas mais oxidadas, geralmente associadas a matriz cinzenta ou brunada.

As feições redoximórficas são resultantes principalmente do processo de endossaturação, muito embora há evidências de processos pedogenéticos que envolvem a epissaturação, tais como os processos pedogenéticos de ferrólise e argiluviação, recorrentes em alguns perfis de solos avaliados.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As classes de solos predominantes no município de São Miguel do Araguaia correspondem a Latossolos Vermelho-Amarelo Distróficos (Xanthic Hapludox), Plintossolos Pétricos Concrecionários (Petronodic Haplargids), Plintossolos Háplicos Distróficos (Plinthic Haplaquox), Gleissolos Háplicos Tb Distróficos (Typic Endoaquents) e Neossolos Quartzarênicos Órticos (Typic Quartzipsamments).

As áreas mais dissecadas estão associadas às coberturas lateríticas, com o horizonte F, influenciando a magnitude do fluxo hídrico dependendo da profundidade de ocorrência. A declividade do terreno e a cobertura do solo também ditam a intensidade dos processos erosivos, e conseqüentemente o grau de dissecção do relevo. Os resultados das análises de suscetibilidade e potencial de erosão linear mostram o baixo risco aos processos erosivos, mesmo diante de ações antrópicas, o que é questionável, visto o baixo nível de detalhamento dos dados fisiográficos. Desta forma, esses resultados devem orientar a demanda de outros estudos.

Os perfis localizados nas áreas de maiores cotas apresentaram predomínio de petroplintitas associadas a uma matriz de cor bruno amarelada, com estrutura granular fortemente desenvolvida, aspectos atribuídos a degradação das feições ferruginosas.

A laterita é um produto da inversão de relevo e, sobretudo, aporta Fe e Mn na forma de íons e frações grosseiras (petroplintitas) para a planície do rio Araguaia, influenciando na gênese de feições recentes decorrentes da segregação do Fe e/ou Mn. Acrescido a isso, os processos de sedimentação fluvial têm papel importante na gênese de solos da planície, visto a deposição de sedimentos com constrates evidentes ao longo de alguns perfis.

Os padrões de distribuição, tamanho e forma de partículas de areia, apresentam relações poligenéticas, o que possibilita inferir sobre processos de regressão e transgressão fluvial. Nos solos da Planície do rio Araguaia ocorrem mosqueados (plintita e manchas) e petroplintitas concomitantemente, com uma matriz acinzentada, o que sugere a degradação das feições mais endurecidas, resultantes de um tempo pretérito mais seco que o atual. Nessas áreas ocorre a liberação do Fe decorrente da degradação das petroplintitas, o que governa a gênese de feições ferruginosas contemporâneas, resultado da dinâmica hídrica atual. Já na várzea à margem do rio Meia Ponte predomina a plintita puramente contemporânea.

No perfil P2, as práticas de manejo influenciaram alguns atributos químicos. Já o perfil P3, apesar de próximo do canal principal de irrigação, não apresentou considerável variação de seus atributos; de modo que suas características se equiparem as dos perfis P1 e P4 localizados mais próximos do sistema natural.

A partir da análise integrada dos atributos pedológicos, considerando aspectos relacionados à paisagem, foi possível estabelecer o modelo que melhor explica a gênese da planície do rio Araguaia. A qual está associada a erosão com inversão de relevo, com conseqüente degradação de nódulos de Fe, por serem submetidos a condições divergentes aquelas associadas à sua gênese. Todos os perfis apresentaram remobilização de Fe e/ou Mn, associadas a degradação de nódulos, e por vezes segregando em zonas mais oxidadas, geralmente com feições associadas a matriz cinzenta ou brunada.

As feições redoximórficas são resultantes majoritariamente de processo de endossaturação, muito embora existam evidências de processos pedogenéticos que envolvem

a epissaturação, tais como os processos de ferrólise e argiluvização, recorrentes em alguns perfis de solos avaliados.

A partir de atributos do perfil P4 da topossequência, propõe-se uma nova classificação a nível de subgrupo para os Plintossolos Háplicos Distróficos. Qual seja, a inclusão da classe arênico para solos que apresentarem textura arenosa desde a superfície até o início do horizonte plíntico; já que na atual versão do SiBCS, esse solo seria classificado como típico. Ainda, sugere-se inserir a designação endoconcrecionário, para destacar o caráter concrecionário apresentado em subsuperfície.

Existe carência de estudos sobre solos com feições ferruginosas, em especial quanto as características relacionadas ao comportamento físico hídrico e aspectos de natureza química relacionados ao manejo. Aos poucos observa-se que esses solos apresentam aptidão agrícola melhor do que é preconizado em sistemas de avaliação. No entanto carecem manejo apropriado conforme suas especificidades, mas não podem ser relegados a um uso menos intenso visto a expressão geográfica desses solos no território brasileiro.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIDE, M.; PAVICH, Z.; LILLY, M. E.; THORNTON, R.; KINGERY, W. Plinthite formation in the coastal plain region of Mississippi. *Soil Science*. v.169, p.613–623, 2004.
- ALMEIDA, J.A.; MAÇANEIRO, K.C.; KLAMT, E. Mineralogia da fração argila de solos vermelhos com horizontes superficiais brunados do Planalto de Lages (SC). *Revista Brasileira de Ciência do Solos*, v.24, p.815-828, 2000.
- ALMEIDA, F.F.M. Origem e evolução tectônica do Centro Oeste no Proterozóico Superior. Rio de Janeiro. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v.40, p.285-295, 1968.
- ANJOS, L.H.C.; FRANZMEIER, D.P.; SCHULZE, D.G. Formation of soil with plinthite on a toposequence in Maranhão State, Brazil. *Geoderma*. 64:257-279, 1995.
- ANJOS, L.H.C., PEREIRA, M. G.; PÉREZ, D.V.; RAMOS, D.P. Caracterização e classificação de Plintossolos no município de Pinheiro-MA. R. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.1035-1044, 2007.
- ARAÚJO-NETO, M.D.; FURLEY, P.A.; HARIDASAN, M.; JOHNSON, C.E. The murundus of the Cerrado region of Central Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, v.2, p.17-35, 1986.
- ARNOLD, R.W. Conceitos of Soils and Pedology. In: WILDING, L.P.; SMECK, N.E. e HALL, G.F. *Pedogenesis and Soil Taxonomy-I. Concepts and Interactions*. v.11, Part A, Pages iii-x, 304p, 1983.
- ASIAMAH, R. D. Soil resources of Ghana. In: BATIONO, A., TABO, R., WASWA, B., OKEYO, J., KIHARA, J., FOSU, M. AND KABORE, S. eds. *Synthesis of Soil, Water and Nutrient Management Research in the Volta Basin*. Ecomedia Ltd., Nairobi, Kenya. 2008, p. 25–41.
- BARRAL SILVA, M.T.; TABOADA CASTRO, M.T.; GUITIAN, O.J.E.A.F. Caracterización química y mineralógica de las formas de hierro en suelos sobre substrato calizo de Galicia (nw de España). *Anales de Edafología y Agrobiología*, v.48, p.1303-1321, 1988.
- BATISTA, M.A.; SANTOS, M.C. Morfologia e gênese de dois solos com plintita da região meio-norte do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.19, p.287-296, 1995.
- BEIRIGO, R.M. Formação e degradação de feições redoximórficas em solos do Pantanal-MT. *Geologia do Centro Norte Matogrossense*, Tese (Doutorado). 2013. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.
- BEIRIGO, R.M.; VIDAL-TORRADO, P.; STAPE, J.L.; COUTO, E.G.; ANDRADE, G.R.P. *Solos da Reserva Particular do Patrimônio Natural SESC Pantanal*. Rio de Janeiro: SESC; 2011. 76p. (Conhecendo o Pantanal; 7)

BEAUVAIS, A.; COLIN, F. Formation and transformation processes of iron duricrust systems in tropical humid environment. *Chemical Geol.*, v.106, p.77-101, 1993.

BIGARELLA, J.J.; BECKER, R.D.; PASSOS, E. Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais: Intemperismo biológico, pedogênese, laterização, bauxitização e concentração de bens minerais. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina; v.2, 1996.

BLUME, H.P.; SCHWERTMANN, U. Genetic evaluation of distribution of aluminum, iron, and manganese oxides. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, v. 33:p. 438-444, 1969.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Projeto RADAMBRASIL. Levantamento de Recursos Naturais. Folha SC. 22. Tocantins: Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981.

BOCQUIER, G.; MULLER, J.P.; BOULANGÉ, B. Les latérites. Connaissances et perspectives actuelles sur les mecanismes de leur differentiation. In: AFES, Livre Jubilaire du Cinquantenaire, Paris, p.123-138, 1984

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

BOCKHEIM, J.G.; GENNADIYEV, A.N. The role of soil-forming processes in the definition of taxa in Soil Taxonomy and the World Soil Reference Base. *Geoderma*. v.95, p.53-72, 2000.

BONILLA, C.A.; JOHNSON, O.J. Soil erodibility mapping and its correlation with soil properties in Central Chile. *Geoderma*.v.189-190, p.116-123, 2012.

BRASIL, Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL. Folha SC. 22. Tocantins: Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro. 1981; 524p.

BRADY, N.C.; WEIL, R.R. Elementos da natureza e propriedades dos solos. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 704p

BRINKMAN, R. Ferrolysis, a hydromorphic soil forming process. *Geoderma*, v.3, p.199-206, 1970.

BROWN, G.; BRINDLEY, G.W. X-ray diffraction procedures for clay mineral identification. In: BRINDLEY, G.W.; BROWN, G., eds. *Cristal structures of clay minerals and their x-ray identification*. London, Mineralogical Society,1980, p. 305-360.

BULLOCK, P.; FEDOROFF, N.; JONGERIUS, A.; STOOPS, G.; TURSINA, T. Handbook for soil thin section description. Wolverhampton: Waine Research Publications, 1985. 153p.

CAMARGO, F.A.O.; SANTOS, G.A.; ZONTA, E. Electrochemical changes in wetland soils. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 29, n. 1, p.171-180, 1999.

CASSETI V. Geomorfologia. Goiânia, GO: FUNAPE; 2005 [acesso em 01 dez 2016]. Disponível em: <http://www.funape.org.br/geomorfologia>.

CASTRO, S.S.; COOPER, M.; SANTOS, M.C.; VIDAL-TORRADO, P. Micromorfologia do solo: bases e aplicações. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S.; ALVAREZ V., V.H., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v.3. p.108-164.

CASTRO, S.S.; SALOMÃO, F.X.T. Compartimentação morfopedológica e sua aplicação: considerações metodológicas. *GEOUSP - Espaço Tempo*, v. 7, p.27-37, 2000.

CHAUVEL, A.; LUCAS, Y.; BOULET, R. On the genesis of the soil mantle of the region of Manaus, Central Amazonia, Brazil. *Experientia*, v.43, p. 234-241, 1987.

COE, M.T.; LATRUBESSE, E.M.; FERREIRA, M.E.; AMSLER, M.L. The effects of deforestation and climate variability on the streamflow of the Araguaia River, Brazil. *Biogeochemistry*, v.105, p.119-131, 2011.

COELHO, M.R.; FONTANA, A.; AVANZI, J.C.; UMMUS, M.E.; MARTINS, A.L.S.; OLIVEIRA, A.P.; COSTA, T.V.; CIRQUEIRA, A.L.O.; DART, R.O.; SOUZA, J.S.; ÁGLIO, M.L.D. Solos do Campo Experimental de Buritirana da Embrapa Pesca e Aquicultura, Município de Palmas – TO. Embrapa Solos, Rio de Janeiro-RJ, 2012, 86p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento nº 214).

COELHO, M.R.; VIDAL-TORRADO, P. Caracterização e gênese de perfis plúnticos desenvolvidos de arenito do Grupo Bauru. I - Química. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p.483-494, 2003a.

COELHO, M.R.; VIDAL-TORRADO, P. Caracterização e gênese de perfis plúnticos desenvolvidos de arenito do Grupo Bauru. II - Mineralogia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p.495-507, 2003b.

COELHO, M.R.; VIDAL-TORRADO, P.; LADEIRA, F.S.B. Macro e micromorfologia de ferricretes nodulares desenvolvidos de arenito do Grupo Bauru, Formação Adamantina. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 25, p.371-385. 2001.

COMINO, J.R.; ISERLOH, T.; LASSU, T.; CERDÀ, A.; KEESTRA, S.D.; PROSDOCIMI, M.; BRINGS, C.; MARZEN, M.; RAMOS, M.C.; SENCIALES, J.M.; SINOGA, J.D.R.; SEEGER, M.; RIES, J.B. Quantitative comparison of initial soil erosion processes and runoff generation in Spanish and German vineyards. *Science of the Total Environment*, v. 565, p.1165-74, 2016.

COOPER, M.; VIDAL-TORRADO, P.; GRIMALDI, M. Soil structure transformations from ferralic to nitic horizons on a toposequence in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, p.1669-1685, 2010.

CORNELL, R.M.; SCHWERTMANN, U. The iron oxides; structure, properties, reactions, occurrence and uses. Weinheim, VCH, 1996. 573p.

CORREA, M.M.; KER, J.C. BARRÓN, V. FONTES, M.P.F.; TORRENT, J. CURI, N. Characterizing iron oxides from environment Tabuleiros Costeiros. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.1017-1031, 2008.

COSTA, A.C.S.; BIGHAM, J.M. Óxidos de ferro. In: MELO, V.F.; ALLEONI, L.R.F., eds. Química e mineralogia do solo; Conceitos básicos. Parte 1. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009, p.505-573.

DANIELS, R.B.; B.F. HAYEK; E.E. GAMBLE. Morphology of discontinuous phase plinthite and criteria for its field identification in the southeastern United States. *Soil Sci. Am. J.*, v. 42: p. 944-949, 1978.

DELARMELINDA, E.A.; SOUZA JÚNIOR, V.S.; WADT, P.G.S.; DENG, Y. CAMPOS, M.C.C.; CÂMARA, E.R.G. Soil-landscape relationship in a chronosequence of the middle Madeira River in southwestern Amazon, Brazil. *Catena*, v.149, p. 199–208, 2017.

DONAGEMMA, G.K.; CAMPOS, D.V.B.; CALDERANO, S.B.; TEIXEIRA, W.G.; VIANA, J.H. M. Manual soil analysis methods. 2nd ed. Centro Nacional de Pesquisa do Solo-Embrapa Solos. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2011. 230p

DOTTERWEICH, M. The history of human-induced soil erosion: Geomorphic legacies, early descriptions and research, and the development of soil conservation - A global synopsis. *Geomorphology*, v.201,p.1-34, 2013.

DUARTE, M. N.; CURTI, N.; PÉREZ, D. V.; KÄMPF, N.; CLAESSEN, M.E.C. Mineralogia, química e micromorfologia de solos de uma microbacia nos Tabuleiros Costeiros do Espírito Santo. *Pesquisa agropecuária brasileira*. v.35, n.6, p.1237-1250, 2000.

ESWARAN, H., DE CONINCK, F. AND VARGHESE, T. Role of plinthite and related forms in soil degradation. In LAL, R. AND STEWART, B. A. eds. *Advances in Soil Science*. Springer- Verlag, New York, USA. 1990, p 109–127.

EZE, P.N.; UDEIGWE, T.K.; MEADOWS, M.E. Plinthite and Its Associated Evolutionary Forms in Soils and Landscapes: A Review. *Pedosphere*, v.24, n.2, p.153–166, 2014.

FANNING, S.D.; FANNING. *Soil Genesis, morphology and classification*. Washington, USA, 1989. p.69-80.

FEITKNECHT, W; MICHAELIS, W. Über die Hydrolyse von Eisen (III) perchlorat-Lösungen. *Helvetica Chimica Acta*, v. 45, p.212-224, 1962.

FIGUEIREDO, M. A.; FABRIS, J.D.; VARAJÃO, A.F.D.C.; COUCEIRO, P.R.C.; LOUTFI, I.S.; AZEVEDO, I.S.; GARG, V.K. Óxidos de ferro de solos formados sobre gnaiss do Complexo Bação, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, n.2, p.313-321, 2006.

GARCIA, C. H.P.; LIMA, H, N, SILVA, F. W. R.; NEVES JUNIOR, A.F, TEIXEIRA, W.G.; MACEDO, R.S.; TAVARES, S.G. Chemical properties and mineralogy of soils with plinthite and petroplinthite in Iranduba (AM), Brazil. *Revista Brasileira em Ciência do Solo*, 37:936-946, 2013

GERASIMOV, I.P., GLAZOVSKAYA, M.A., *Fundamentals of Soil Science and Soil Geography*, Moscow 1960., 490 p.

GHIDIN, A.A.; MELO, V.F.; LIMA, V.C.; LIMA, J.M.J.C. Oxisol toposequences developed from basaltic rocks in Paraná State, Brazil. II - relationship between clay fraction mineralogy and physical soil properties. *Revista Brasileira em Ciência do Solo*, v.30, p.307-319, 2006.

GOIÁS (Estado). Secretaria de Indústria e Comércio. Superintendência de Geologia e Mineração. Mapa Geomorfológico do Estado de Goiás: Relatório Final. Goiânia: 2005.

GOMES, J. B. V.; CURI, N., MOTTA, P. E. F.; KER, J. C.; MARQUES, J. J. G. S. M.; SCHULZE, D. G. Análise de componentes principais de atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos do bioma Cerrado. *R. Bras. Ci. Solo*, 28:137-153, 2004

GOMES, J.B.V.; CUR, N.; SCHULZE, D.G.; MARQUES, J.J.G.S.M.; KER, J.C.; MOTTA, P.E.F. Mineralogy and micromorphology of skeletal soils from the Cerrado bioma in eastern Goiás. *Revista Brasileira em Ciência do Solo*, v.31, p.875-886, 2007.

HAO, Q. Z.; GUO, Z. T. Magnetostratigraphy of an early-middle Miocene loess-soil sequence in the western Loess Plateau of China. *Geophys. Res. Lett.* v.34, L18305, 2007.

HENNIES, W.T. Geologia do Centro Norte Matogrossense., Tese (Doutorado). 1967. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

HERMUCHE, P.M.; GUIMARÃES, A.; CASTRO, S. Análise dos compartimentos morfo-pedológicos como subsídio ao planejamento do uso do solo em Jataí – GO. Abstract:GEOUSP - Espaço Tempo. v.26, p.113-131, 2009.

HORBE, A.M.C.; COSTA, M.L. Relações genéticas entre Latossolos e crostas lateríticas aluminosas e alumino-ferruginosas na região de Paragominas, Pará. *Revista Brasileira de Geociências*. v.29, n.4, 497-504, 1999.

HORBE, A.M.C.; COSTA, M.L. Lateritic crusts and related soils in eastern Brazilian Amazonia. *Geoderma*. v.126, 225-239, 2005.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Cidades @ [internet]. Brasília, DF:Brasil; 2016 [acesso em 21 set 2016]. Disponível em:<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=522020&search=goias|s-ao-miguel-do-araguaia>

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Manual técnico de Pedologia –Guia Prático de Campo.2015

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Manual técnico de geomorfologia. Rio de Janeiro: 2009.

INPE-Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Topodata [internet]. Brasília, DF: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações; 2015 [acesso em 20 nov 2015]. Disponível em: <http://www.webmapit.com.br/inpe/topodata/>

JENNY, H. Factors of soil formation: a system of quantitative pedology. New York; London: McGraw Hill Book Company, 1941. 281p.

KÄMPF, N.; CURI, N. Formação e evolução do solo (Pedogênese). In: KER, J.C.; SHAEFER, C.E.G.R.; VIDAL-TORRADO, P. eds. Pedologia: fundamentos. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa-MG, 2012, p.207-302.

KÄMPF, N.; CURI, N. Óxidos de ferro: Indicadores de atributos e ambientes pedogenéticos e geoquímicos. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; SCHAEFER, C.E.G.R., eds. Tópicos em ciência do solo. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v.1. p.107-138.

KÖPPEN, W. Climatologia: comum estudio de los climas de tierra. México: Fonda Cultura Económica, 1948.

LATRUBESSE, E.M.; AMSLER, M.L.; MORAIS, R.P.; AQUINO, S. The geomorphologic response of a large pristine alluvial river to tremendous deforestation in the South American tropics: The case of the Araguaia River. *Geomorphology*. v.113, p. 239–252, 2009.

LIMA, H.N.; MELLO, J.W.V.; SCHAEFER, C.E.G.R.; KER, J.C.; LIMA, A.M.N.. Mineralogy and chemistry of three soils along a topossequence from the upper Solimões Basin, western Amazonia. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, p.59-68, 2006.

LIU, X. M.; ROLPH, T.; AN, Z. S.; HESSE, P. Paleoclimatic significance of magnetic properties on the red clay underlying the loess and paleosols in China. *Palaeogeogr. Palaeocl.* v.199, p.153–166, 2003.

LOHMANN, M.; SANTOS, L.J.C. Processos Erosivos Na bacia hidrográfica do Arroio Guassupi, São Pedro Do Sul – RS. *Revista Brasileira de Geomorfologia*. v.6, p.91-102. 2005.

MACEDO, J.; BRYANT, R.B. Morphology, mineralogy, and genesis of hydrosequence of Oxisols in Brazil. *Soil Science Society of America Journal*.v.51, 1987.

MARANHÃO, D.D.C.; AGUADO, O.I.O.; PEREIRA, M.G.; ARAÚJO, A.P.; CASTRO, S.S.; FERREIRA JÚNIOR, L.G. Analysis of Potential for Linear Erosion in the Cerrado Biome Using Morphopedology. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.41, e0160427, 2017.

MARANHÃO, D.D.C.; PEREIRA, M.G.; COLLIER, L.S.; ANJOS, L.H.C.; AZEVEDO, A.C.; CAVASSANI, R.S. Genesis and Classification of Soils Containing Carbonates in a Toposequence of the Bambuí Group. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* v.40, e0150295, 2016.

MARIMON, B.S.; LIMA, E.S. Caracterização fitofisionômica e levantamento florístico preliminar no Pantanal dos Rios Mortes-Araguaia, Cocalinho, Mato Grosso, Brasil. *Acta Botanica Brasílica*, v.15, n.2, p.213-229, 2001.

MARTINS, I. C.M., SOARES, V.P.; SILVA, E; BRITES, R.S. Diagnóstico ambiental no contexto da paisagem de fragmentos florestais naturais “ipucas” – no Município de Lagoa da Confusão, Tocantins. *Revista Árvore*, v.26, n.3, p.299-309, 2002.

MARTINS, S.V.; BRITO, E.R.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; SILVA, A.F.; SILVA, E. Floristic composition of two wetland forests in Araguaian plain, State of Tocantins, Brazil, and comparison with other áreas. *Revista Árvore*, v.32, n.1, p.129-141, 2008.

MATUK, F.A.; SCHAEFER, C.E.G.R.; SIMAS, F.N.B.; PEREIRA, T.T.C.; GJORUP, D.F.; COELHO, F.M.G. Ethnopedology of a Quilombola Community in Minas Gerais: Soils, Landscape, and Land Evaluation. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.41, e0160233, 2017.

McFARLANE, M.J. *Laterite and Landscape*. New York, Academic Press, 1976. 151p.

McKENZIE, R.M. Manganese Oxides and Hydroxides. In: DIXON, J.B. & WEED, S.B., eds. *Mineral in soil environments*. 2 ed. Madison, Soil Science Society of America, 1989. p.439-461.

MCKEAGUE, J.A.; DAY, J.H. Dithionite-and oxalate extractable Fe and Al as aids in differentiating various classes of soils. *Canadian Journal of Soil Science*, v.46, p.13-22, 1966.

MEHRA, O.P.; JACKSON, M.L. Iron oxide removal from soil and clays by dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. *Clays Clay Miner*, v.5, p.317-327, 1960.

MELFI, A.J.; PEDRO, G.; VOLKOFF, B. Natureza e distribuição dos compostos ferríferos nos solos do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas. 3:47-54, 1979.

MHAZO, N.; CHIVENGE, P.; CHAPLOT, V. Tillage impact on soil erosion by water: Discrepancies due to climate and soil characteristics. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v.230, p.231-241, 2016.

MIGUEL, P.; DALMOLIN, R.S.D.; PEDRON, F. A.; FINK, J.R.; MOURA-BUENO J.M. Plintites and petroplintites characterization in soils from Central Depression of the Rio Grande do Sul state, Brazil. *Ciência Rural*, v.43, n.6, p.999-1005, 2013.

MORAIS, R.P.; AQUINO, S.; LATRUBESSE, E.M. Controles hidrogeomorfológicos nas unidades vegetacionais da planície aluvial do rio Araguaia, Brasil. *Acta Sci. Biol. Sci. Maringá*, v.30, n.4, p.411-421, 2008.

MOREIRA, H.L.; OLIVEIRA, V.A. Evolução e Gênese de um Plintossolo Pétrico Concrecionário Êutrico argissólico no Município de Ouro Verde de Goiás. *Rev. Bras. de Ciênc. do Solo*. v.32, n.4, 1683-1690, 2008.

MOTTA, P. E. F.; CARVALHO FILHO, A.; KER, J. C.; PEREIRA, N.R.; CARVALHO JUNIOR, W.; BLANCANEUX, P. Relações solo-superfície geomórfica e evolução da paisagem em área do Planalto Central Brasileiro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n.6, p.869-878, 2002.

MOURA, D.B. Caracterização de Plintossolos Argilúvicos na Planície do rio Araguaia. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, 2015. 84p.

MURPHY, C.P. *Thin section preparation of soils and sediments*. Berkhamsted: A.B. Academic Publications, 1986. 149p

VIEIRA, P.A. Caracterização das Unidades Geomorfológicas Geoambientais da Planície do Bananal.

NAHON, D.; MELFI, A.; CONTE, C.N. Occurrence of an old lateritic iron crust system in southern Amazonia. In situ transformation into latosols under present-day equatorial jungle. C.R.Acad. Sci. Paris, t.308, série, p.755-760, 1989.

NASCIMENTO, A.F.; FURQUIM, S.A.C.; COUTO, E.G.; BEIRIGO, R.M.; OLIVEIRA JUNIOR, J.C.; CAMARGO, P.B.; VIDAL-TORRADO, P. Genesis of textural contrasts in subsurface soil horizons in the Northern Pantanal-Brazil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.37, p.1113-1127, 2013.

NASCIMENTO, A.F.; FURQUIM, S.A.C.; GRAHAM, R.C.; BEIRIGO, R.M.; OLIVEIRA JUNIOR, J.C.; COUTO, E.G.; VIDAL-TORRADO, P. Pedogenesis in a Pleistocene fluvial system of the Northern Pantanal - Brazil. Geoderma, v.255-256, p.58-72, 2015.

NASCIMENTO, M.A.L.S. Geomorfologia do Estado de Goiás. Boletim Goiano de Geografia. Goiânia: UFG, v.12, p.1, 1991.

OLLIER, C.D. AND SHETH, H.C. The high Deccan duricrusts of India and their significance for the 'laterite' issue. Journal of Earth System Science, v.117, n.5, p.537 – 551, 2008.

OLLIER, C.D.; PAIN, C.F. Regolith, soils and landforms. Wiley, 316. 1996p.

PAIN, C.F.; OLLIER, C.D. Ferricrete in Cape York Peninsula, North Queensland. BMR Journal of Australian Geology & Geophysics, v.13, p.207-212, 1992.

PAYTON, R. W., CHRISTIANSSON, C., SHISHIRA, E. K., YANDA, P. AND ERIKSSON, M. G. Landform, soils and erosion in the north-eastern Irangi Hills, Kondoa, Tanzania. Geogr. Ann. v.74a, p.65–79, 1992.

PEREIRA, M.G.; SCHIAVO, J.A.; FONTANA, A.; DIAS NETO, A.H.; MIRANDA, L.P.M. Characterization and classification of soils in a toposequence on limestone in the Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brazil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.37, p.25-36, 2013.

PONNAMPERUMA, F.N. The chemistry of submerged soils. Advances in Agronomy, New York, v. 24, p.29-96, 1972.

RAMALHO-FILHO, A.; BEEK, K.J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3ª.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS. 1995.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA S.P.; RIBEIRO, J.F., eds. Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC, 2008. p.152-212.

RIBEIRO, M.R.; OLIVEIRA, L.B.; ARAÚJO-FILHO, J.C. Caracterização morfológica do solo. In: KER, J.C.; SHAEFER, C.E.G.R; VIDAL-TORRADO, P. eds. Pedologia: fundamentos. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa-MG, 2012, p.47-79.

SALOMÃO, F.X.T. Controle e prevenção dos Processos Erosivos. In GUERRA, A.J.T; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. eds. Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil; 1999.

SANO, E.E.; DAMBRÓS, L.A.; OLIVEIRA, G.C.; BRITES, R.S. Padrões de cobertura de solos do Estado de Goiás. In: FERREIRA JÚNIOR, L.G. eds. A encruzilhada socioambiental: biodiversidade, economia e sustentabilidade no Cerrado. Goiânia-GO: Universidade Federal de Goiás, 2008.

SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C.; SHIMIZU, S.H.; Manual de descrição e coleta de solo no campo. 5.ed. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. 100p.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Centro Nacional de Pesquisa do Solo, Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 2013. 212p

SANTOS, H.G.; CARVALHO JÚNIOR, W.; DART, R.O.; ÁGLIO, M.L.D.; SOUZA, J.S.; PARES, J.G.; FONTANA, A.; MARTINS, A.L.S.; OLIVEIRA, A.P. O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2011. 67p. (Documentos/Embrapa Solos, 130)

SHAETZL, R.L.; ANDERSON, S. Soils: Genesis and geomorphology. Cambridge University Press, New York, 2005. 817p.

SCHAEFER, C.E.G.R.; CORRÊA, G.R.; CANDIDO, H.G.; ARRUDA, D.M.; NUNES, J.A., ARAUJO, R.W.; RODRIGUES, P.M.S.; FERNANDES FILHO, E.I.; PEREIRA, A.F.S.; BRANDÃO, P.C.; NERI, A.V. The physical environment of rupestrian grasslands (Campos Rupestres) in Brazil: geological, geomorphological and pedological characteristics, and interplays. In: FERNANDES, G.W. eds. Ecology and Conservation of Mountaintop Grasslands in Brazil. Springer, New York, 2016a, pp.15–54.

SCHAEFER, C.E.; CÂNDIDO, H.G., CORRÊA, G. R.; NUNES, J.A.; ARRUDA, D. M. Soils Associated with Rupestrian Grasslands. Chapter 3. In: FERNANDES, G.W. eds. Ecology and Conservation of Mountaintop Grasslands in Brazil. Springer, New York, 2016b. 55-69p.

SCHAEFER, C.E.G.R.; CÂNDIDO, H.G.; CORRÊA, G.R.; PEREIRA, A.; NUNES, J.A.; SOUZA, O.F.; MARINS, A.; FERNANDES-FILHO, E.; KER, J.C. Solos desenvolvidos sobre canga ferruginosa no Brasil: Uma revisão crítica e papel ecológico de termiteiros. In: CARMO, F.F.; KAMINO, L.H.Y. (eds) Geossistemas ferruginosos do Brasil: Áreas prioritárias para conservação da diversidade geológica e biológica. Patrimônio cultural e serviços ambientais. 3i, Belo Horizonte, 2015, pp. 77-102.

SCHAEFER, C.E.G.R.; MENDONÇA, B.A.F.; FERREIRA JÚNIOR, W.G.; VALENTE, E.L.; CORRÊA, G.R. Relações solo-vegetação em alguns ambientes brasileiros: fatores edáficos e florística. In: MARTINS, S.V. eds. Ecologia de Florestas Tropicais do Brasil. Viçosa, Editora UFV, 2009. p.143-182.

SCHAEFER, C.E.G.R.; GILKES, R.J.; FERNANDES, R.B.A. EDS/SEM study on microaggregates of Brazilian Latosols, in relation to P adsorption and clay fraction attributes. *Geoderma*, v.123, p.69–81, 2004.

SCHWERTMANN, U.; TAYLOR, R.M. Iron oxides. In: DIXON, J.B. & WEED, S.B., eds. *Mineral in soil environments*. 2.ed. Madison, Soil Science Society of America, 1989. p.380-427.

SCHWERTMANN, U. Occurrence and formation of iron oxides in various pedoenvironments. In: STUCKI J.W., GOODMAN, B.A.; SCHWERTMANN, U. eds. *Iron in Soils and Clay Minerals*. D. Reidel Publ. Co, 1988. p.267-302.

SCHWERTMANN, U.; KÄMPF, N. Óxidos de ferro jovens em ambientes pedogenéticos brasileiros. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.7, p.251-255, 1983.

SCHWERTMANN, U.; LATHAM, M. Properties of iron oxides in New Caledonian oxisols. *Geoderma*. v.39, p.105- 123, 1986.

SCHWERTMANN U, TAYLOR RM. Iron oxides. In: DIXON J.B. & WEED, S.B. eds. *Minerals in soil environments* 1ªed. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA;1989. p.379-438.

SCHWERTMANN, U. Transformation of hematite to goetite in soils. *Nature*, London. v.232, p.64-65, 1971.

SIEG- Sistema de Informações Geográficas de Goiás. Sistema Estadual de Geoinformação [internet]. Goiânia, GO: Brasil; 2015 [acesso em 20 nov 2015]. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br/>

SILVA, A.M.; SILVA, M.L.; CURI, N.; AVANZI, J.C.; FERREIRA, M.M. Erosividade da chuva e erodibilidade de Cambissolo e Latossolo na região de Lavras, Sul de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.1811-1820, 2009.

SILVA, E.B.; FERREIRA JÚNIOR, L.G. Taxas de desmatamento e produção agropecuária em Goiás - 2003 a 2007. *Mercator*, v.9, p.121-134, 2010.

SILVA, F.L.; PIERANGELI, M.A.; SANTOS, F.A.S.; SOUSA, J.B.; SERAINM, M.E.; SOUSA, C.A. Caracterização pedológica de campos de murundus da bacia hidrográfica do rio Guaporé no estado de Mato Grosso. *Revista Geonorte. Ed Especial* 4, v.10, p.51-58, 2014.

SILVA JUNIOR, M.C., FELFILI, J.M. A vegetação da Estação Ecológica de Águas Emendadas. Brasília: SEMATEC, 1996. 43p

SIMONSON, R.W. Outline of a generalized theory of soil genesis. *Soil Science Society of America Journal*. v.22, p.152-156, 1959.

SOIL SURVEY STAFF. *Keys to soil taxonomy*. 12.ed. Washington: United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service, 2014. 362p.

STOOPS, G. Guidelines for analysis and description of soil and regolith thin sections. Madison: Soil Science Society of America, 2003. 184p.

RAITH, M.M.; RAASE, P.; REINHARDT, J. Guide to thin section microscopy. 2^a ed. Disponível em: http://www.minsocam.org/msa/openaccess_publications/Thin_Sctn_Mcrscopy_2_rdc_d_eng.pdf. Acesso em: 15.02.2018

RIBEIRO, J.C.; XIMENES, F.; SALOMÃO, D.T.E. Prevenção de processos erosivos na bacia hidrográfica do alto rio da casca, MT. Geociências, v.2, p.83-95, 2003.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. In: SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F, eds. Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados - CPAC; 2008. p.152-212.

RIEGER, F.A.; ZOLIN, C.A.; PAULINO, J.; SOUZA, A.P.; MATOS, E.S.; MAGALHÃES, C.A.S.; FARIAS NETO, A.L. Water Erosion on an Oxisol under Integrated Crop-Forest Systems in a Transitional Area between the Amazon and Cerrado Biomes. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.40, e0150111, 2016.

RIBEIRO, M.R.; OLIVEIRA, L.B.; ARAÚJO FILHO, J.C. Caracterização morfológica do solo. In: KER, J.C.; CURI, N.; SCHAEFER, C.E.G.R.; VIDAL-TORRADO, P. (Eds.). Pedologia: fundamentos. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2012. p. 48-55.

ROSLIKOVA, V. A new concept of pedologic nodulo formation in landscapes of the Russian Far East. Russian Journal of Pacific Geology. v.2, n.4., p.30-376, 2008.

SOKOLOV, I.A. The paradigm of pedology from Dokuchaev to the present day. Eurasian Soil Science.v.29. p.222-232, 1996.

TARDY, Y.; ROQUIN C. Dérive des Continents, Paléoclimats et Altérations Tropicales, Bur. de Rech. Géol. et Min., Orléans, France. 1998.

TARDY, Y., BOEGLIN, J. L. AND ROQUIN, C. Petrological and geochemical classification of bauxites and their associated iron-rich laterites. In: CARVALHO, A., BOULANGÉ, B., MELFI, A. J. AND LUCAS, Y. eds. Brazilian Bauxites. USP, Sao Paulo; ORSTOM, Paris. 1997. pp. 23-49.

TARDY, Y. Pétrologie des latérites et des sols tropicaux. Paris, Masson, 1993. 459p

TARDY, Y., BOEGLIN, J., NOVIKOFF, A. AND ROQUIN, C. 1993. Petrological and geochemical classification of laterites. In Proceedings of the 10th International Clay Conference. Jul. 18-23, 1993. Adelaide, Australia. pp. 481-486.

TARDY, Y.; NAHON, D. Geochemistry of laterites stability of Al-Goethite, Al-hematite, and Fe³⁺ kaolinite in baixetes and ferricretes: na approach to the mechanism of concretion formation. American Journal of Science. V. 285, p. 865-903. 1985.

THOMAS, M.F. Geomorphology in the tropics. Chichester: Wiley. 460p. 1994.

VAGELER, P. An introduction to Tropical Soils. Tr. By H. Greene from German. MacMillan & Co., Ltd., London. 234p. 1933

VALENTE, C.R.; LATRUBESSE, E.M. Fluvial archive of peculiar avulsivefluvial patterns in the largest Quaternary intracratonic basin of tropical South America: The Bananal Basin, Central-Brazil. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, v.356, p.62–74, 2012.

VALENTE, C.R.; LATRUBESSE, E.M.; FERREIRA, L.G. Relationships among vegetation, geomorphology and hydrology in the Bananal Island tropical wetlands, Araguaia River basin, Central Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, v.46, p.150-160, 2013.

Van RANST, E.; CONINCK, F. De evaluation of ferrollysis in soil formation. *European Journal of Soil Science*, v.53, p.513-519, 2002.

VAN WAMBEKE, A. *Soils of the Tropics*. McGraw-Hill, New York. Vinberg, G. 1983. Vant-hoff temperature coefficient and Arrhenius equation in biology. *J. Gen. Biol.* v.44, p. 31–42. 1992.

VEPRASKAS, M.J. Redoximorphic features for identifying aquic conditions. North Carolina Agricultural Research Service. 29p. 2015 (Technical Bulletin, 301).

VIEIRA, P.A. Caracterização das Unidades Geomorfológicas Geoambientais da Planície do Bananal. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Goiás, Instituto de Estudos Sócio-Ambientais, 2002. 148p.

WANG, B.; ZHENG, F.; RÖMKENS, M.J.M.; DARBOUX, F. Soil erodibility for water erosion: A perspective and Chinese experiences. *Geomorphology*, v.187, p.1-10, 2013.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Washington, USDA, 1978. 58p. (Agriculture handbook, 537)

WILSON, C.A.; CLOY, J.M.; GRAHAM, M.C.; HAMLET, L.E. A microanalytical study of iron, aluminium and organic matter relationships in soils with constricted hydrological regimes. *Geoderma*. v.202-203, p.71-81, 2013.

WORLD REFERENCE BASE FOR SOIL RESOURCES - WRB: A framework for international classification, correlation and communication. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, IUSS/ISRIC/FAO, 2014. 191p. (World Soil Resources Reports, 103).

9. ANEXOS

9.1. Perfil 1

DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL 1

Data: 23.10.2015

CLASSIFICAÇÃO SiBCS- PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico petroplúntico gleissólico, A Moderado, textura argila, fase Campo sujo com murundus, relevo plano.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: FXd

LOCALIZAÇÃO: 23K, 13°14'58,97" S / 50°32'02,04" W

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL-Trincheira aberta 400 m a direita da rodovia que liga Luiz Alves a Zona urbana de São Miguel do Araguaia, em relevo plano, sob área de Campo sujo com murundus.

ALTITUDE – 221 metros

LITOLOGIA- Areias, siltes e argilas inconsolidados.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Cobertura Sedimentar do Bananal.

CRONOLOGIA: Holoceno

MATERIAL ORIGINÁRIO: Sedimentos aluvionais.

RELEVO LOCAL: Plano

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado

EROSÃO: Laminar ligeira.

DRENAGEM: Imperfeitamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Campo sujo com murundus

USO ATUAL: vegetação nativa.

ROCHOSIDADE: Não rochosa

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

CLIMA: Clima tropical com estação seca (Classificação de Köppen-Geiger: Aw).

DESCRITO E COLETADO POR- Deyvid Diego Carvalho Maranhão, Glênio Guimarães e Mariana de Almeida Tavares

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A 0-17 (15-19) cm, bruno (10 YR 4/3, úmida e 10 YR 5/3, seca); argila, moderada, pequena e média, granular e blocos subangulares; macia a ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e clara.

2BA 17-24 cm, bruno acinzentado muito escuro (10 YR 5/4, úmida); argila; moderada, pequena e média, granular e blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

2Bfc1 24-33 (31-35) cm, bruno acinzentado escuro (10 YR 5/4, úmida); argila pouco cascalhenta, com mosqueado pouco, pequeno, e proeminente vermelho escuro (2,5 YR 3/6) e amarelo-brunado (10 YR 6/8), moderada, pequena e média, blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e clara.

3Bfc2 33-45 cm, bruno-amarelado (10 YR 5/4, úmida); argila pouco cascalhenta; com mosqueado comum, pequeno e médio, e proeminente vermelho escuro (2,5 YR 3/6) e amarelo-brunado (10 YR 6/8) moderada a forte, pequena e média, blocos angulares e

subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

3Bfc3 45-65 cm, bruno acinzentado (10 YR 5/2, úmida) com mosqueado abundante, médio e proeminente vermelho escuro (2,5 YR 3/6) e amarelo-brunado (10 YR 6/8); argila pouco cascalhenta; moderada, pequena a grande, blocos angulares e subangulares; dura, firme, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

3Bfg4 65-95 cm, cinzento brunado claro (10 YR 6/2, úmida) com mosqueado comum, pequeno a grande, e proeminente vermelho escuro (2,5 YR 3/6) e amarelo brunado (10 YR 6/8); argila; moderada a forte, média e grande, blocos angulares e subangulares; dura, firme a muito firme, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

4Bfg5 95-110 cm, verde claro acinzentado (Gley 7/2, úmida) com mosqueado abundante, médio a grande e proeminente vermelho escuro (2,5 YR 3/6); argila; moderada a forte, média e grande, blocos angulares e subangulares; dura, firme a muito firme, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

4Bfg6 110-128 cm⁺, verde claro acinzentado (Gley 7/2, úmida) com mosqueado abundante, médio a grande e proeminente vermelho escuro (2,5 YR 3/6); argila; moderada a forte, pequena e média, blocos angulares e subangulares; dura, firme e muito firme, plástico e ligeiramente pegajoso.

OBSERVAÇÕES: - Aos 50- 110 cm de profundidade ocorriam “pipings” (erosão interna formando tubos vazios) variando de 2 - 7cm.

- Atividade biológica intensa até o topo do horizonte 3Bfc3, apresenta galerias formadas a partir da atividade de cupins.

- Ocorrência de cupins no entorno, formando murundus de aproximadamente 1 -2 m de altura.

Concreções:

2Bfc1: com nódulos freqüentes, grande, macio, irregular e angular, vermelho, associado a nódulos amarelos

3Bfc2: com nódulos freqüentes, grande, macio, irregular e angular, vermelho, associado a nódulos amarelos

2Bfc3: com nódulos freqüentes, grande, macio, irregular e angular, vermelho, associado a nódulos amarelos

Raízes:

Ap: raízes abundantes, muito finas a médias, fasciculadas.

2BA: raízes comuns, muito finas a médias, fasciculadas.

2Bfc1: raízes raras, muito finas a finas, fasciculadas.

Tabela 22. Análises físicas e químicas de Plintossolo Háplico Distrófico petroplúntico gleissólico – P1

Hor	Esp cm	Frações totais			Composição granulométrica da terra fina				A.N. g kg ⁻¹	GF %	Silte Argila
		----- g kg ⁻¹ -----			----- g kg ⁻¹ -----						
		Calhaus >20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	AG 2-0,20 mm	AF 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002mm	Argila <0,002 mm			
A	0-17	----	18	982	144	243	202	411	82	80	0,49
2BA	17-24	----	38	962	111	262	176	451	0	100	0,39
2Bfc1	24-33	----	84	916	104	244	181	471	0	100	0,38
3Bfc2	33-45	----	123	877	135	195	198	472	0	100	0,42
3Bfc3	45-65	----	98	902	115	218	236	431	0	100	0,55
3Bf4	65-95	----	49	951	121	195	233	451	0	100	0,52
4Bfg5	95-110	----	72	928	142	154	232	472	0	100	0,49
4Bfg6	110-128 ⁺	----	44	956	109	121	256	514	0	100	0,50

Hor	pH Água	KCl	Complexo Sortivo						T	V	m	P	
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SB	Al ³⁺					H ⁺
			-----cmol _c kg ⁻¹ -----										-----%-----
A	5,4	4,4	0,0	1,0	0,01	0,05	1,1	0,7	5,3	7,1	15	39	1
2BA	5,4	4,3	0,9	0,0	0,05	0,04	1,0	1,0	3,7	5,7	18	50	1
2Bfc1	5,5	4,3	0,8	0,0	0,03	0,04	0,9	0,7	3,0	4,6	20	44	<1
3Bfc2	5,8	4,4	0,9	0,0	0,02	0,05	1,0	0,3	2,8	4,1	24	23	1
3Bfc3	5,7	4,3	0,9	0,0	0,02	0,05	1,0	0,9	2,8	4,7	21	47	1
3Bf4	5,8	4,2	0,0	1,0	0,01	0,05	1,1	1,2	2,1	4,4	25	52	<1
4Bfg5	5,8	4,2	0,0	1,1	0,01	0,05	1,2	1,3	2,6	5,1	24	52	<1
4Bfg6	5,7	4,1	0,0	1,3	0,01	0,06	1,4	1,6	2,5	5,5	25	53	<1

Continua...

Continuação da Tabela 22.

Hor	C-org g/kg	N	C/N	Composição química da terra fina						Relações Moleculares			Fed	Feo
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	ki	kr	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃		
A	19,8	2,3	9	151	189	28	8	0,3	0,1	1,36	1,24	10,6	2,92	0,539
2BA	11,4	1,4	8	----	----	----	----	----	----	----	----	----	3,42	0,230
2Bfc1	7,5	1,0	7	----	----	----	----	----	----	----	----	----	6,15	0,261
3Bfc2	4,6	0,7	7	----	----	----	----	----	----	----	----	----	14,50	0,558
3Bfc3	3,4	0,5	7	205	223	73	8,7	0,3	0,1	1,56	1,29	4,8	15,60	0,826
3Bf4	2,3	0,5	5	----	----	----	----	----	----	----	----	----	14,80	0,790
4Bfg5	1,3	0,3	4	----	----	----	----	----	----	----	----	----	17,20	0,791
4Bfg6	1,2	0,3	4	----	----	----	----	----	----	----	----	----	16,20	0,569

Hor: horizonte; **Esp:** espessura; **TFSA:** terra fina seca ao ar; **AG:** areia grossa; **AF:** areia fina; **A.N.:** argila natural; **GF:** grau de floculação; **Valor T:** CTC a pH 7,0 (SB+H+Al); **V:**(SB x 100) /T; **m:** 100*Al⁺³/(SB+Al⁺³) **P:** fósforo; **ki:**(SiO₂/Al₂O₃) x 1,7; **kr:**(SiO₂ x 1,7)/(Al₂O₃ + (0,64 x Fe₂O₃)); **Fed:** ferro extraído com ditionito-citrato-bicarbonato; **Feo:** ferro extraído com oxalato de amônio.



Figura 39. Campo sujo com murundus, no distrito de Luís Alves, município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.

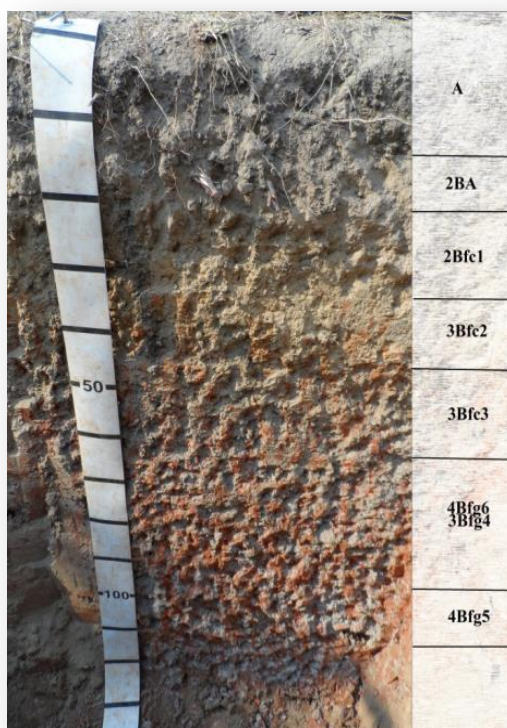


Figura 40. Plintossolo Háplico Distrófico petroplântico gleissólico no distrito de Luís Alves, município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.

9.2. Perfil 2

DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL 2

Data: 23.10.2015

CLASSIFICAÇÃO SiBCS- PLINTOSSOLO HÁPLICO Eutrófico petroplúntico gleissólico, A Moderado, textura franca, fase Campo sujo com murundus, relevo plano.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: FXe

LOCALIZAÇÃO: 23K, 13°10'39,10" S / 50°31'34,10" W

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL-Trincheira aberta a 30 m do canal de irrigação, em relevo plano, sob área de cultivo de soja.

ALTITUDE – 220 metros

LITOLOGIA- Areias, siltes e argilas inconsolidados.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Cobertura Sedimentar do Bananal.

CRONOLOGIA: Holoceno

MATERIAL ORIGINÁRIO: Sedimentos aluvionais.

RELEVO LOCAL: Plano

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado

EROSÃO: Laminar ligeira.

DRENAGEM: Mal drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Campo sujo com murundus

USO ATUAL: Cultivo de soja.

ROCHOSIDADE: Não rochosa

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

CLIMA: Clima tropical com estação seca (Classificação de Köppen-Geiger: Aw).

DESCRITO E COLETADO POR- Deyvid Diego Carvalho Maranhão, Glênio Guimarães e Mariana de Almeida Tavares.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap1 0-6 cm, bruno acinzentado muito escuro (10 YR 3/2, úmida e 10 YR 4/2, seca); francoarenosa, moderada, pequena e média, granular e blocos angulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

2Ap2 6-18 cm, bruno acinzentado muito escuro (10 YR 3/2, úmida e 10 YR 4/2, seca); francoargilosa; com concreções muito pouca, pequena, dura, esférica, vermelha e preta; moderada, pequena e média, blocos angulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

3AE 18-27 cm, bruno acinzentado escuro (10 YR 4/2, úmida); francoarenosa, moderada, pequena e média, blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

3EA 27-34 cm, bruno acinzentado (10 YR 5/2, úmida); francoarenosa; com mosqueado pouco, pequeno, e proeminente vermelho (2,5 YR 4/6) e bruno forte (7,5 YR 5/6) moderada, pequena e média, blocos angulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.

4Efgc 34-50 cm, bruno acinzentado (10 YR 5/2, úmida) com mosqueado comum, pequeno a médio, e proeminente vermelho (2,5 YR 4/6) e bruno forte (7,5 YR 5/6); franca com cascalho;

moderada, pequena e média, blocos angulares; ligeiramente dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

4Bfcg1 50-61 cm, cinzento brunado claro (10 YR 6/2, úmida) com mosqueado comum, médio e proeminente vermelho (2,5 YR 4/6); franca pouco cascalhenta; franca a moderada, pequena, blocos angulares; dura, friável, plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

5Bfcg2 61-76 cm, bruno amarelado claro (10 YR 6/4, úmida) com mosqueado abundante, médio a grande e proeminente vermelho (2,5 YR 4/6) e bruno amarelado (10 YR 5/8); franca pouco cascalhenta, moderada, pequena e média, blocos angulares e subangulares; dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.

5Bfcg3 76-110 cm⁺, bruno claro acinzentado (10 YR 6/3, úmida) com mosqueado abundante, médio a grande e proeminente vermelho escuro (2,5 YR 3/6) e amarelo brunado (10 YR 6/8); franca pouco cascalhenta, moderada, pequena e média, blocos angulares e subangulares; dura, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajoso.

OBSERVAÇÕES: - O solo estava saturado a partir de 60 cm de profundidade, o que pode ter prejudicado a avaliação da estrutura.

- Aos 80- 90 cm de profundidade ocorriam “pipings” (formação de tubos vazios) de aproximadamente de 7 cm, no qual foi observada a entrada de água na trincheira.

- O horizonte 2Ap2 apresenta zonas oxidadas de coloração bruno forte (7,5 YR 4/6), formando halos em torno das raízes.

- No horizonte 4Efgc4 foi observado mosqueado de coloração vermelha com um halo amarelo.

Nódulos e concreções:

4Efgc: com nódulos muito pouco, pequeno, macio, esférico e vermelho

4Bfcg1: com nódulos freqüentes, grande, macio, irregular e angular, vermelho

5Bfcg2: com concreções, muito freqüente, grande, macio, irregular, vermelha;

5Bfcg3: com concreções, muito frequentes, grande, macio, irregular, vermelho, associado predominantemente a nódulos amarelos

Raízes:

Ap1: raízes comuns, muito finas a finas, fasciculadas.

2Ap2: raízes raras, muito finas a finas, fasciculadas.

Tabela 23. Análises físicas e químicas de Plintossolo Háplico Eutrófico petroplíntico gleissólico –P2

Hor	Esp cm	Frações totais			Composição granulométrica da terra fina				A.N. g kg ⁻¹	GF %	Silte Argila
		----- g kg ⁻¹ -----			----- g kg ⁻¹ -----						
		Calhaus >20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	AG 2-0,20 mm	AF 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002mm	Argila <0,002 mm			
Ap1	0-6	----	3	997	113	416	307	164	143	13	1,87
2Ap2	6-18	----	6	994	22	210	445	323	222	31	1,38
3AE	18-27	----	0	1000	159	467	213	161	121	25	1,32
3EA	27-34	----	0	1000	141	465	233	161	161	0	1,45
4Efgc	34-50	----	8	992	83	406	309	202	0	100	1,53
4Bfcg1	50-61	----	126	874	85	366	306	243	0	100	1,26
5Bfcg2	61-76	----	122	878	101	370	286	243	0	100	1,18
5Bfcg3	76-110 ⁺	----	111	889	99	362	296	243	0	100	1,22

Hor	pH Água	KCl	Complexo Sortivo						T	V	m	P	
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SB	Al ³⁺					H ⁺
			-----cmol.kg ⁻¹ -----										-----%-----
Ap1	4,7	4,3	5,6	2,6	0,45	0,16	8,8	0,2	8,3	17,3	51	2	53
2Ap2	6,0	5,3	2,5	1,9	0,04	0,09	4,5	0,0	1,8	6,3	71	0	10
3AE	6,6	5,8	1,8	1,5	0,02	0,05	3,4	0,0	0,7	4,1	83	0	2
3EA	6,0	5,0	1,0	1,3	0,02	0,04	2,4	0,0	1,0	3,4	71	0	2
4Efgc	5,0	4,2	0,9	1,1	0,02	0,03	2,0	0,5	1,6	4,1	49	20	1
4Bfcg1	5,1	4,2	1,1	1,1	0,05	0,03	2,3	0,4	1,6	4,3	53	15	1
5Bfcg2	5,0	4,2	1,1	0,9	0,06	0,03	2,1	0,4	1,4	3,9	54	16	<1
5Bfcg3	5,2	4,2	1,1	0,9	0,06	0,03	2,1	0,5	1,3	3,9	54	19	1

Continua...

Continuação da Tabela 23.

Hor	C-org	N	C/N	Composição química da terra fina						Relações Moleculares			Fed	Feo
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	ki	kr	Al ₂ O ₃		
				g/kg						g kg ⁻¹				
Ap1	28,8	3,2	9	132	114	16	5,8	0,9	0,1	1,97	1,81	11,19	1,530	2,08
2Ap2	6,7	0,9	7	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1,050	1,36
3AE	4,4	0,7	6	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,526	0,62
3EA	3,1	0,5	6	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,252	0,34
4Efgc	2,4	0,5	5	91	82	16	4,8	0,2	0,1	1,89	1,68	8,05	0,430	1,52
4Bfcg1	1,7	0,4	4	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,905	7,76
5Bfcg2	1,3	0,4	3	99	90	34	5	0,2	0,1	1,87	1,51	4,16	0,833	8,08
5Bfcg3	1,3	0,3	4	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,918	5,93

Hor: horizonte; **Esp:** espessura; **TFSA:** terra fina seca ao ar; **AG:** areia grossa; **AF:** areia fina; **A.N.:** argila natural; **GF:** grau de flocculação; **Valor T:** CTC a pH 7,0 (SB+H+Al); **V:** (SB x 100) / T; **m:** 100*Al⁺³ / (SB+Al⁺³); **P:** fósforo; **ki:** (SiO₂/Al₂O₃) x 1,7; **kr:** (SiO₂ x 1,7) / (Al₂O₃ + (0,64 x Fe₂O₃)); **Fed:** ferro extraído com ditionito-citrato-bicarbonato; **Feo:** ferro extraído com oxalato de amônio.



Figura 41. Área de cultivo de soja no projeto de irrigação de Luís Alves, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.

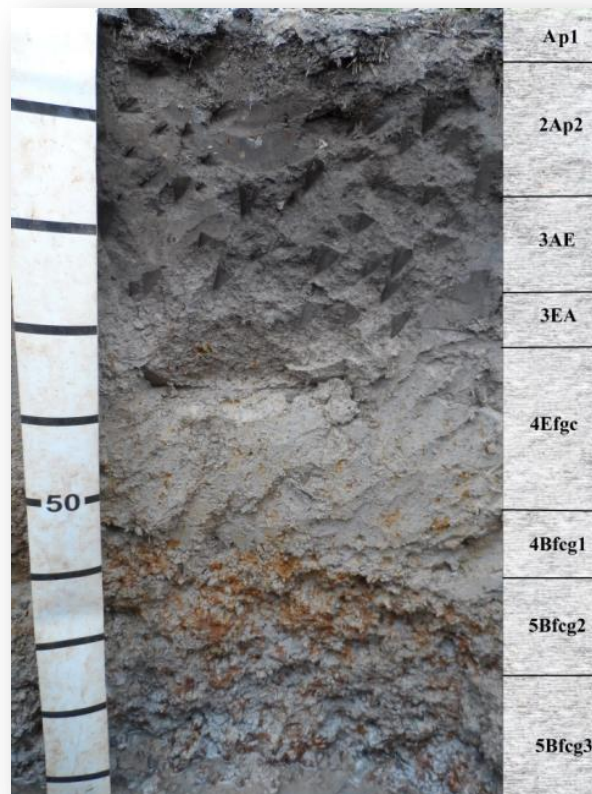


Figura 42. Plintossolo Háplico Eutrófico petroplântico gleissólico no distrito de Luís Alves, município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.

9.3. Perfil 3

DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL 3

Data: 23.10.2015

CLASSIFICAÇÃO SiBCS- PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico petroplíntico gleissólico, A Moderado, textura argilosa, fase Campo sujo com murundus, relevo plano.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: FXd

LOCALIZAÇÃO: 23K, 13°12' 14,4"S / 50° 31' 26,9" W

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL-Trincheira aberta a 120 m do canal de irrigação, sob área de vegetação natural, no entanto com presença de bovinos.

ALTITUDE – 220 metros

LITOLOGIA- Areias, siltes e argilas não consolidados.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Cobertura Sedimentar do Bananal.

CRONOLOGIA: Holoceno

MATERIAL ORIGINÁRIO: Sedimentos aluvionares.

RELEVO LOCAL: Plano

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado

EROSÃO: Laminar ligeira.

DRENAGEM: Imperfeitamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Campo sujo com murundus

USO ATUAL: Vegetação natural.

ROCHOSIDADE: Não rochosa

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

CLIMA: Clima tropical com estação seca (Classificação de Köppen-Geiger: Aw).

DESCRITO E COLETADO POR- Deyvid Diego Carvalho Maranhão, Glênio Guimarães e Rafael Almeida.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A 0-10 cm, preto (10 YR 2/1, úmida e 10 YR 4/1, seca); francoargilosa, moderada, pequena e média, granular e blocos subangulares; macia a ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.

AEc 10-18 cm, bruno muito escuro (10 YR 2/2, úmida e 10 YR 4/2, seca); francoargilosa com cascalho; moderada, pequena e média, blocos subangulares; macia a ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.

2Ec 18-29 cm, bruno acinzentado muito escuro (10 YR 3/2, úmida); argila pouco cascalhenta, moderada, média, blocos angulares e subangulares; macia a ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.

2Bfc1 29-50 cm, bruno amarelado escuro (10 YR 4/4, úmida) com mosqueado abundante, médio a grande, e proeminente vermelho escuro (2,5 YR 3/6) e bruno forte (7,5 YR 5/8); argila pouco cascalhenta; moderada a forte, média a grande, blocos angulares e subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.

2Bfc2 50-75 cm, bruno amarelado escuro (10 YR 4/4, úmida) com mosqueado abundante, médio a grande, e proeminente vermelho escuro (2,5 YR 3/6) e bruno forte (7,5 YR 5/8);

argila cascalhenta; moderada a forte, média a grande, blocos angulares e subangulares; dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

2Bfc3 75-104 cm, bruno acinzentado (10 YR 5/2, úmida) com mosqueado abundante, médio a grande e proeminente vermelho escuro (2,5 YR 3/6) e bruno forte (7,5 YR 5/8); argila cascalhenta; moderada a forte, média a grande, blocos angulares e subangulares; dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

2Bfgc4 104-150 cm, bruno acinzentado (10 YR 5/2, úmida) com mosqueado abundante, médio a grande e proeminente vermelho escuro (2,5 YR 3/6) e preto (10 YR 2/1) e bruno forte (7,5 YR 5/8); argila pouco cascalhenta; moderada a forte, média a grande, blocos angulares; muito dura, friável, plástico e pegajoso; transição plana e clara.

2Bfgc5 150-(170-190) cm, cinzento claro (10 YR 7/1, úmida) com mosqueado abundante, médio a grande e proeminente vermelho escuro (2,5 YR 3/6) e preto (10 YR 2/1) e bruno forte (7,5 YR 5/8); argila pouco cascalhenta; moderada a forte, média a grande, blocos angulares; muito dura, firme, plástica e pegajosa; transição ondulada e abrupta.

2BCc (170-190) -200 cm⁺, Horizonte “contínuo” não extremamente consolidado, associado a concreções ferruginosas frequente, média a grande, dura, irregular e vermelha; com presença de cascalhos de quartzo bem arestados.

OBSERVAÇÕES: - Ocorrência de raízes primárias até 50 cm.

- A formação da estrutura do tipo subangular pode ter sido potencializada pelo tráfego de máquinas utilizadas na abertura de trincheiras, considerando que além desta, outra trincheira foi aberta na proximidade para estudos de pedogênese no ano de 2014, e adicionalmente havia bovinos pastando próxima a área de coleta.

- Os mosqueados mais vermelhos geralmente correspondem a plintitas

- Nos horizontes 2Bfc3 e 2Bfc4 em algumas seções o mosqueado avermelhado parece ser capsulado pelo manganês (mosqueado preto), variando de 3 a 5 cm.

- No horizonte 2Bfgc4 ocorre alguns bolsões de manganês, assim como “piping” (erosão interna formando tubos vazios) de tamanho superior a 5 cm. De modo que, a partir dos 50 cm de profundidade tornou-se mais expressiva a ocorrência de “pipings” ao longo do perfil do solo.

- No horizonte 2Bfgc5 ocorre a formação de bolsões de feições de manganês.

Nódulos e concreções:

AEc: com concreções muito pouca, pequena, dura, esférica, vermelha e preta

2Ec: com concreções muito pouca, pequena, dura, esférica, vermelha e preta

2Bfc1: com concreções muito pouca, pequena, dura, esférica, vermelha.

2Bfcg2: com nódulos muito pouca, pequeno, macio, esférico e vermelho.

2Bfcg3: com nódulos frequentes grande, macio, irregular e angular, vermelho

2Bfcg4: com concreções, muito freqüente, grande, macio, irregular, vermelha

2Bfcg5: com concreções, muito freqüente, grande, macio, irregular, vermelha

Raízes:

Ap1: raízes abundantes, muito finas a finas, fasciculadas.

ABc: raízes comuns, muito finas a finas, fasciculadas.

2BAc: raízes poucas, muito finas a finas, fasciculadas.

2Bfc1: raízes raras, muito finas a finas, fasciculadas.

Tabela 24. Análises físicas e químicas de Plintossolo Háplico Distrófico petroplúntico gleissólico – P3.

Hor	Esp cm	Frações totais			Composição granulométrica da terra fina				A.N. g kg ⁻¹	GF %	Silte Argila
		----- g kg ⁻¹ -----			----- g kg ⁻¹ -----						
		Calhaus >20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	AG 2-0,20 mm	AF 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002mm	Argila <0,002 mm			
A	0-10	0	6	994	162	168	321	349	267	23	0,92
AEc	10-18	0	33	967	174	162	295	369	0	100	0,80
2Ec	18-29	0	110	890	137	230	223	410	0	100	0,54
2Bfc1	29-50	0	99	901	111	201	216	472	0	100	0,46
2Bfc2	50-75	0	151	849	129	211	189	471	0	100	0,40
2Bfc3	75-104	0	152	848	141	203	185	471	0	100	0,39
2Bfgc4	104-150	0	101	899	117	176	236	471	0	100	0,50
2Bfgc5	150-180	0	83	917	92	131	264	513	0	100	0,51
2BCc	180-200	110	599	291	----	----	----	----	----	----	----

Hor	pH Água	KCl	Complexo Sortivo						H ⁺	T	V	m	P
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SB	Al ³⁺					
			-----cmol.kg ⁻¹ -----										
A	5,3	4,3	1,0	1,1	0,16	0,04	2,3	0,9	7,2	10,4	22	28	1
AEc	5,4	4,2	0,7	0,9	0,08	0,02	1,7	1,0	5,5	8,2	21	37	1
2Ec	5,3	4,2	0,9	0,6	0,07	0,02	1,6	0,9	4,6	7,1	23	36	1
2Bfc1	5,4	4,1	0,2	0,9	0,05	0,03	1,2	1,5	4,2	6,9	17	56	1
2Bfc2	5,3	4,1	0,3	1,2	0,04	0,03	1,6	2,0	3,4	7,0	23	56	1
2Bfc3	5,3	4,0	0,3	1,2	0,04	0,03	1,6	2,1	3,8	7,5	21	57	1
2Bfgc4	5,5	4,0	0,2	1,6	0,04	0,03	1,9	1,8	4,1	7,8	24	49	<1
2Bfgc5	5,5	4,0	0,4	1,7	0,04	0,03	2,2	2,3	4,0	8,5	26	51	<1
2BCc	5,5	4,1	0,2	1,2	0,02	0,03	1,4	1,1	2,5	5,0	28	44	1

Continua...

Continuação da Tabela 24.

Hor	C-org g/kg	N	C/N	Composição química da terra fina						Relações Moleculares			Fed g kg ⁻¹	Feo
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	ki	kr	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃		
				-----g kg ⁻¹ -----										
A	19,3	2,2	9	142	147	14	6,4	0,3	0,1	1,64	1,55	16,48	0,816	1,37
AEc	14,8	1,7	9	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,370	1,42
2Ec	11,3	1,5	8	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,487	4,38
2Bfc1	9,7	0,9	11	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,577	11,10
2Bfc2	2,9	0,6	5	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,552	11,90
2Bfc3	2,8	0,5	6	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,600	9,57
2Bfgc4	1,5	0,4	4	233	219	80	8,2	0,3	1,5	1,81	1,47	4,3	0,701	16,50
2Bfgc5	1,2	0,3	4	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,719	14,20
2BCc	1,0	0,2	5	131	123	31	5,9	0,3	0,7	1,81	1,56	6,23	0,534	8,69

Hor: horizonte; **Esp:** espessura; **TFSA:** terra fina seca ao ar; **AG:** areia grossa; **AF:** areia fina; **A.N.:** argila natural; **GF:** grau de floculação; **Valor T:** CTC a pH 7,0 (SB+H+Al); **V:** (SB x 100) / T; **m:** 100*Al⁺³ / (SB+Al⁺³) **P:** fósforo; **ki:** (SiO₂/Al₂O₃) x 1,7; **kr:** (SiO₂ x 1,7) / (Al₂O₃ + (0,64 x Fe₂O₃)); **Fed:** ferro extraído com ditionito-citrato-bicarbonato; **Feo:** ferro extraído com oxalato de amônio.



Figura 43. Vegetação do tipo Campo sujo com murundus no distrito de Luís Alves, São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.

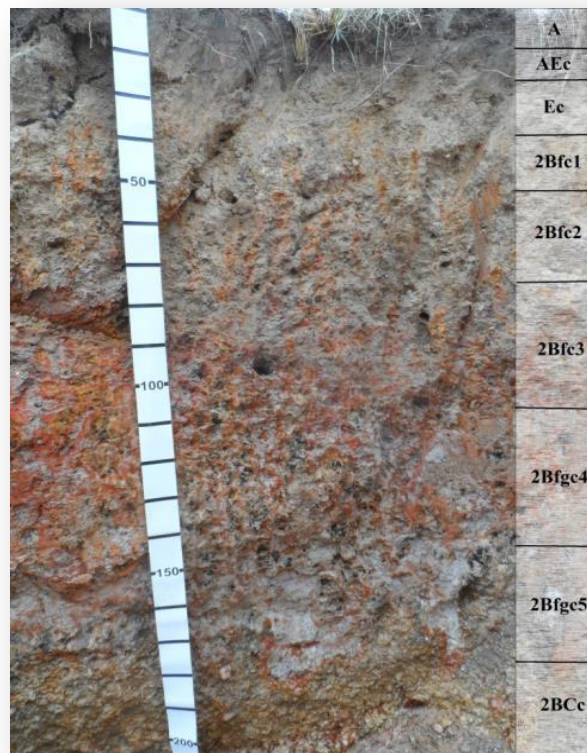


Figura 44. Plintossolo Háplico Distrófico petroplântico gleissólico no distrito de Luís Alves, São Miguel do Araguaia, Estado do Goiás.

9.4. Perfil 4

DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL 4

Data: 23.10.2015

CLASSIFICAÇÃO SiBCS- PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico Arênico-concrecionário, A Moderado, textura franca, fase Campo sujo, relevo plano.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: FXd

LOCALIZAÇÃO: 23K, 13°07'28,4" S / 50°30'30,8" W

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL-Trincheira aberta na etapa 3 do projeto de irrigação, 5 km após a casa de bomba, sob área de vegetação natural.

ALTITUDE – 222 metros

LITOLOGIA- Areias, siltes e argilas não consolidados.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Cobertura Sedimentar do Bananal.

CRONOLOGIA: Holoceno

MATERIAL ORIGINÁRIO: Sedimentos aluvionares.

RELEVO LOCAL: Plano

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado

EROSÃO: Laminar ligeira.

DRENAGEM: Imperfeitamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Campo sujo

USO ATUAL: Vegetação natural

ROCHOSIDADE: Não rochosa

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

CLIMA: Clima tropical com estação seca (Classificação de Köppen-Geiger: Aw).

DESCRITO E COLETADO POR- Deyvid Diego Carvalho Maranhão, Glênio Guimarães e Rafael Almeida.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

A 0-11 cm, bruno (10 YR 4/3, úmida e 10 YR 5/3, seca); franco-arenosa, moderada, pequena e média, blocos angulares e subangulares; macia, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.

AE 11-28 cm, bruno amarelado (10 YR 5/4, úmida e 10 YR 6/3, seca) com mosqueado pouco, pequeno e difuso bruno forte (7,5 YR 5/8); franco-arenosa; fraca a moderada, pequena e média, blocos angulares e subangulares; macia, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.

2Ef1 28-47 cm, bruno amarelado claro (10 YR 6/3, úmida) com mosqueado pouco, pequeno e difuso bruno forte (7,5 YR 5/8); franco-arenosa, fraca a moderada, média, blocos angulares e subangulares; macia a ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.

3Ef2 47-66 cm, bruno claro acinzentado (10 YR 6/3, úmida) com mosqueado pouco, pequeno e difuso bruno forte (7,5 YR 5/6); franco-arenosa; fraca a moderada, média, blocos angulares e subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e abrupta.

4Bfc1 66-84 cm, bruno amarelado claro (10 YR 6/4, úmida) com mosqueado abundante, médio a grande, e proeminente vermelho escuro (2,5 YR 3/6) e bruno forte (7,5 YR 5/8); franca cascalhenta; moderada, média a grande, blocos angulares e subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

4Bfcg2 84-103 cm, bruno claro acinzentado (10 YR 6/3, úmida) com mosqueado abundante, médio a grande e proeminente vermelho escuro (10 R 3/6); franca pouco cascalhenta; moderada a forte, média a grande, blocos angulares e subangulares; dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

5Bfcg3 103-136 cm, cinzento claro (10 YR 7/1, úmida) com mosqueado abundante, médio a grande e proeminente vermelho escuro (2,5 YR 3/6); franca argilo arenosa pouco cascalhenta; moderada a forte, média a grande, blocos angulares e subangulares; dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

5Bfg4 136-171 cm, cinzento claro (10 YR 7/1, úmida) com mosqueado abundante, médio a grande e proeminente vermelho escuro (2,5 YR 3/6) e preto (10 YR 2/1); franco argilosa, moderada, média a grande, blocos angulares e subangulares; dura, friável, plástica e pegajosa; transição ondulada e abrupta.

6Bfg5 171-198 cm, cinzento claro (10 YR 7/2, úmida) com mosqueado abundante, médio a grande e proeminente vermelho escuro (2,5 YR 3/6); franco argilosa; moderada, média a grande, blocos subangulares; dura, firme, plástica e pegajosa; transição ondulada e abrupta.

7Bfg6 198-255 cm⁺, cinzento claro (10 YR 7/1, úmida) com mosqueado abundante, médio a grande e proeminente bruno forte (7,5 YR 5/8), amarelo brunado (10 YR 6/8) e preto (10 YR 2/1); franco argilosa; moderada, média a grande, blocos angulares e subangulares; dura, friável, plástica e pegajosa.

OBSERVAÇÕES: - As raízes estão distribuídas até o topo do horizonte 4Bfc1.

- Os mosqueados mais vermelhos geralmente correspondem a plintitas

- Nos horizontes 5Bfg4 e 6Bfg5 a plintita aparece mais distribuída ao longo da matriz e menos endurecida do que nos horizontes sobrejacentes.

- No horizonte 5Bfcg3 foram observadas concreções ferruginosas muito pouca, pequena, dura e esférica.

- A partir de 150 cm de profundidade existem alguns “piping” (erosão interna formando tubos vazios) de tamanho superior a 7 cm.

Nódulos e concreções:

4Bfc1: com nódulos muito pouco, pequeno, macio, esférico e vermelho

4Bfcg2: com nódulos muito pouco, pequeno, macio, esférico e vermelho

5Bfcg3: com nódulos muito pouco, pequeno, macio, esférico e vermelho

Raízes:

A1: raízes abundantes, muito finas a médias, fasciculadas.

AE: raízes abundantes, muito finas a finas, fasciculadas.

2Ef1: raízes comuns, muito finas a finas, fasciculadas.

2Ef2: raízes raras, muito finas a finas, fasciculadas.

Tabela 25. Análises físicas e químicas de Plintossolo Háptico Distrófico arênico concrecionário – P4.

Hor	Esp cm	Frações totais			Composição granulométrica da terra fina				A.N. g kg ⁻¹	GF %	Silte Argila
		----- g kg ⁻¹ -----			----- g kg ⁻¹ -----						
		Calhaus >20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	AG 2-0,20 mm	AF 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002mm	Argila <0,002 mm			
A	0-11	0	0	1000	42	612	245	101	101	0	2,43
AE	11-28	0	0	1000	38	586	255	121	101	17	2,11
2Ef1	28-47	0	0	1000	28	542	269	161	0	100	1,67
3Ef2	47-66	0	6	994	20	513	285	182	0	100	1,57
4Bfc1	66-84	0	150	850	26	469	323	182	0	100	1,77
4Bfcg2	84-103	0	115	885	20	448	330	202	0	100	1,63
5Bfcg3	103-136	0	121	879	20	493	204	283	0	100	0,72
5Bfg4	136-171	0	14	986	59	366	229	346	0	100	0,66
6Bfg5	171-198	0	0	1000	37	225	370	368	0	100	1,01
7Bfg6	198-255 ⁺	0	0	1000	14	287	412	287	0	100	1,44

Hor	pH Água	KCl	Complexo Sortivo							T	V	m	P
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SB	Al ³⁺	H ⁺				
			-----cmol.kg ⁻¹ -----										
A	5,3	4,0	0,9	0,0	0,06	0,02	1,0	0,6	2,9	4,5	22	37	1
AE	5,0	4,0	0,7	0,0	0,03	0,01	0,7	0,9	2,4	4,0	17	56	1
2Ef1	4,9	4,0	0,7	0,0	0,02	0,01	0,7	1,2	2,1	4,0	17	63	1
3Ef2	4,9	4,0	0,7	0,0	0,02	0,01	0,7	1,3	2,2	4,2	17	65	1
4Bfc1	5,1	4,1	0,8	0,0	0,13	0,01	0,9	1,3	2,2	4,4	20	59	1
4Bfcg2	5,0	4,0	0,8	0,0	0,01	0,01	0,8	1,7	2,3	4,8	17	68	1
5Bfcg3	5,0	3,9	0,8	0,0	0,01	0,01	0,8	1,8	2,2	4,8	17	69	<1
5Bfg4	5,1	3,9	0,1	1,3	0,01	0,01	1,4	2,6	2,8	6,8	21	65	<1
6Bfg5	5,3	3,9	0,1	1,8	0,05	0,02	2,0	3,6	3,0	8,6	23	64	<1
7Bfg6	5,1	3,7	0,3	4,0	0,05	0,02	4,4	3,5	2,8	10,7	41	44	1

Continua...

Continuação da Tabela 25.

Hor	C-org g/kg	N	C/N	Composição química da terra fina						Relações Moleculares			Fed	Feo
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	ki	kr	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃		
A	7,1	0,7	10	46	36	6	2,8	0,1	0,0	2,17	1,96	9,42	0,566	0,65
AE	4,9	0,6	8	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,756	0,88
2Ef1	3,2	0,4	8	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,679	1,66
3Ef2	2,6	0,4	6	73	63	15	4,7	0,1	0,1	1,97	1,71	6,59	0,162	1,89
4Bfc1	1,9	0,4	5	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,171	4,14
4Bfcg2	1,2	0,3	4	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,118	2,72
5Bfcg3	1,0	0,3	3	93	80	19	5,0	0,2	0,1	1,98	1,72	6,61	0,139	3,24
5Bfg4	1,1	0,3	4	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,414	9,04
6Bfg5	1,1	0,3	4	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,843	12,20
7Bfg6	0,8	0,3	3	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,529	9,72

Hor: horizonte; **Esp:** espessura; **TFSA:** terra fina seca ao ar; **AG:** areia grossa; **AF:** areia fina; **A.N.:** argila natural; **GF:** grau de floculação; **Valor T:** CTC a pH 7,0 (SB+H+Al); **V:**(SB x 100) /T; **m:** 100*Al⁺³/(SB+Al⁺³) **P:**fósforo ;**ki:**(SiO₂/Al₂O₃) x 1,7; **kr:**(SiO₂ x 1,7)/(Al₂O₃ + (0,64 x Fe₂O₃)); **Fed:** ferro extraído com ditionito-citrato-bicarbonato; **Feo:** ferro extraído com oxalato de amônio.



Figura 45. Vegetação do tipo Campo sujo no distrito de Luís Alves, São Miguel do Araguaia, no estado do Goiás.

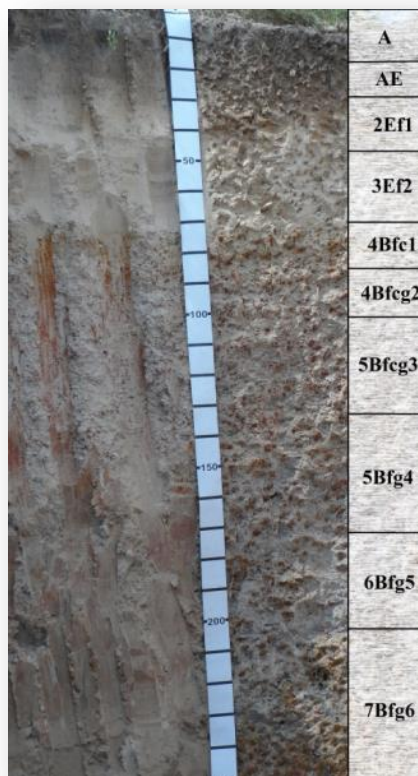


Figura 46. Plintossolo Háplico Distrófico arênico concrecionário no distrito de Luís Alves, São Miguel do Araguaia, no estado do Goiás.

9.5. Perfil 5

DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL5

Data: 23.10.2015

CLASSIFICAÇÃO SiBCS- PLINTOSSOLO PÉTRICO Litoplíntico êndico, A Moderado, textura argila esquelética, fase Cerrado sensu stricto, relevo suave ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: FFif

LOCALIZAÇÃO: 23K, 13°15'03,7" S / 50°31'46,9" W

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL-Perfil de barranco de estrada, 8 km da estrada do distrito de Luís Alves rumo ao centro de São Miguel do Araguaia-GO, sob área de vegetação natural, próximo de uma área de empréstimo.

ALTITUDE – 222 metros

LITOLOGIA- Micaxisto com granada e sericita xisto.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Grupo Estrondo

CRONOLOGIA: Cretácio

MATERIAL ORIGINÁRIO: Intemperismo dos materiais supracitados.

RELEVO LOCAL: Suave ondulado

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado

EROSÃO: Laminar moderada.

DRENAGEM: Imperfeitamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Cerrado sensu stricto

USO ATUAL: Vegetação natural

ROCHOSIDADE: Moderadamente rochosa

PEDREGOSIDADE: Extremamente pedregosa.

CLIMA: Clima tropical com estação seca (Classificação de Köppen-Geiger: Aw).

DESCRITO E COLETADO POR- Deyvid Diego Carvalho Maranhão e Lucas Pergentino.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Apc 0-11,5 (9-12) cm, bruno amarelado escuro (10 YR 4/6, úmida e 10 YR 5/6, seca); franco-argilo-arenosa esquelética; forte, pequena, granular; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e clara (9-12).

Bc1 (9-12)11,5-56 cm, amarelo brunado (10 YR 6/8, úmida); argila esquelética; forte, pequena, granular; macia, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.

Bc2 56-103 cm, amarelo brunado (10 YR 6,5/8, úmida); argila esquelética; forte, pequena, granular; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e abrupta.

F 103-161 cm⁺ Horizonte contínuo com cascalhos e calhaus arredondados e subarredondados soldados a massa resultante da segregação de ferro, com pontuação de manganês.

OBSERVAÇÕES: - Ocorrência de raízes muito finas até 40 cm de profundidade.

- O solo apresenta constituição esquelética.

Nódulos e concreções:

Apc: com concreções ferruginosas dominante, pequena a grande, dura, irregulares e vermelha

amarelada (10 YR 4/6, úmida)

Bc1: com concreções ferruginosas dominante, pequena a grande, dura, angular e irregular, bruno amarelado (10 YR 5/8, úmida)

Bc2: com concreções ferruginosas dominante, pequena a grande, dura, angular e irregular, bruno (7,5 YR 5/8, úmida)

Raízes:

Apc: raízes comuns, muito finas a finas, fasciculadas.

Bc1: raízes poucas, muito finas a finas, fasciculadas.

Bc1: raízes raras, muito finas a finas, fasciculadas.

Tabela 26. Análises físicas e químicas de Plintossolo Pétrico Litoplântico êndico - P5.

Hor	Esp cm	Frações totais			Composição granulométrica da terra fina					A.N. g kg ⁻¹	GF %	Silte Argila
		----- g kg ⁻¹ -----			----- g kg ⁻¹ -----							
		Calhaus >20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	AG 2-0,20 mm	AF 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002mm	Argila <0,002 mm				
Apc	0-10,5	0	45	955	154	395	167	284	203	29	0,59	
Bc1	10,5-56	0	29	971	102	285	165	448	0	100	0,37	
Bc2	56-103	0	23	977	138	297	118	447	0	100	0,26	
F	103-161 ⁺	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	

Hor	pH Água	KCl	Complexo Sortivo							T -----%	V	m	P mg kg ⁻¹
			Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SB	Al ³⁺	H ⁺				
			-----cmol _c kg ⁻¹ -----										
Apc	5,1	4,2	0,7	0,8	0,02	0,01	1,5	0,4	4,7	6,6	23	21	1
Bc1	5,3	5,1	0,4	0,7	0,02	0,01	1,1	0,1	2,7	3,9	28	8	<1
Bc2	5,4	5,8	0,9		0,01	0,01	0,9	0	1,5	2,4	37	0	<1
F	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Hor	C-org g/kg	N	C/N	Composição química da terra fina						Relações Moleculares			Fed g kg ⁻¹	Feo g kg ⁻¹
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	ki	kr	Al ₂ O ₃		
				-----g kg ⁻¹ -----						Fe ₂ O ₃				
Apc	10,4	0,9	12	63	127	49	8,1	0,4	0,1	0,84	0,68	4,07	0,015	8,18
Bc1	5,0	0,4	12										0,004	11,2
Bc2	3,0	0,3	10	86	229	68	12,7	0,4	0,1	0,64	0,54	5,29	0,004	12,0
F	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Hor: horizonte; **Esp:** espessura; **TFSA:** terra fina seca ao ar; **AG:** areia grossa; **AF:** areia fina; **A.N.:** argila natural; **GF:** grau de flocculação; **Valor T:** CTC a pH 7,0 (SB+H+Al); **V:** (SB x 100) / T; **m:** 100*Al³⁺ / (SB+Al³⁺) **P:** fósforo; **ki:** (SiO₂/Al₂O₃) x 1,7; **kr:** (SiO₂ x 1,7) / (Al₂O₃ + (0,64 x Fe₂O₃)); **Fed:** ferro extraído com ditonito-citrato-bicarbonato; **Feo:** ferro extraído com oxalato de amônio.



Figura 47. Vegetação do tipo Cerrado sensu stricto no distrito de Luís Alves, município de São Miguel do Araguaia, no estado do Goiás.

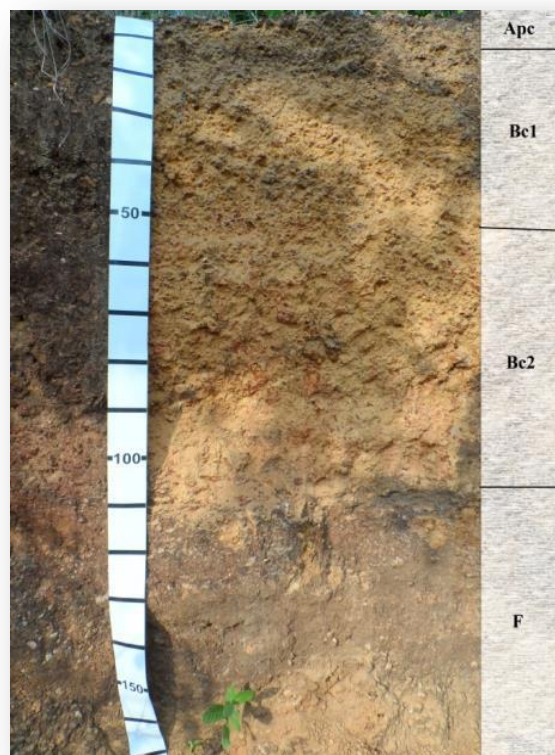


Figura 48. Plintossolo Pétrico Litoplântico êndico no distrito de Luís Alves, São Miguel do Araguaia, no estado do Goiás.

9.6. Perfil 6

DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL 6

Data: 23.10.2015

CLASSIFICAÇÃO SiBCS- PLINTOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico, A Moderado, textura argilo arenosa a arenosa, fase Campo Cerrado, relevo plano.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: FXd

LOCALIZAÇÃO: 23K, 13°13'43,2" S / 50°33'58,3" W

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL-Perfil de barranco de estrada, 2 km após o distrito de Luís Alves rumo ao centro de São Miguel do Araguaia-GO.

ALTITUDE – 218 metros

LITOLOGIA- Areias, siltes e argilas não consolidados.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Cobertura Sedimentar do Bananal.

CRONOLOGIA: Holoceno

MATERIAL ORIGINÁRIO: Sedimentos aluvionares.

RELEVO LOCAL: Plano

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado

EROSÃO: Laminar moderada.

DRENAGEM: Imperfeitamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Campo Cerrado (Pode ter sofrido alteração)

USO ATUAL: Vegetação natural.

ROCHOSIDADE: Não rochosa

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

CLIMA: Clima tropical com estação seca (Classificação de Köppen-Geiger: Aw).

DESCRITO E COLETADO POR- Deyvid Diego Carvalho Maranhão e Angélica Pires Batista Martins.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap 0-18 cm, bruno acinzentado escuro (10 YR 4/2, úmida e 10 YR 5/2, seca); franco-argiloarenosa, com mosqueado pouco, pequeno e proeminente vermelho (2,5 YR 5/8); moderada, pequena a média, granular e blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.

2Bf1 18-70 cm, bruno amarelado (10 YR 5/4, úmida) com mosqueado comum, médio e proeminente vermelho escuro (2,5 YR 3/6) e vermelho (2,5 YR 5/8); franco-argiloarenoso, moderada, média, blocos angulares e subangulares; dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.

3Bf2 70-101 cm, bruno amarelado (10 YR 5/4, úmida) com mosqueado comum, pequeno a médio, e proeminente vermelho escuro (2,5 YR 3/6); franco-arenosa; moderada, média a grande, blocos angulares; dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e abrupta.

3Bf3 101-132 cm, bruno (10 YR 5/3, úmida) com mosqueado abundante, médio a grande, e proeminente vermelho escuro (2,5 YR 3/6) e bruno amarelado (10 YR 5/8); franco-arenosa; moderada, média, blocos angulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

4Bf4 132-149 cm, bruno (10 YR 5/3, úmida) com mosqueado abundante, médio a grande e proeminente vermelho escuro (2,5 YR 3/6) e bruno amarelado (10 YR 5/8); franco-arenosa; moderada a forte, média a grande, blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

4Bf5 149-172 cm, bruno claro acinzentado (10 YR 6/3, úmida) com mosqueado abundante, médio a grande, e proeminente vermelho escuro (2,5 YR 3/6) e bruno amarelado (10 YR 5/8); franco-arenosa; moderada, média, blocos angulares e subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.

4Bf6 172-185 cm⁺, bruno claro acinzentado (10 YR 6/3, úmida) com mosqueado comum, médio, e distinto vermelho escuro (2,5 YR 3/6) e amarelo brunado (10 YR 6/8); franco-argiloarenosa, fraca a moderada, pequena, blocos subangulares; ligeiramente dura, friável, ligeiramente plástica e pegajosa.

OBSERVAÇÕES:

- Os mosqueados mais vermelhos geralmente correspondem a plintitas.
- O horizonte 4Bf5 apresenta uma proporção de vermelho e amarelo aproximada de 2:1.
- Possivelmente parte do horizonte Ap foi decaptada.
- No horizonte 3Bf2 foi observado “pipings” (erosão interna formando tubos vazios) de aproximadamente 4 cm de largura.

Raízes:

Ap: raízes comuns, muito finas a finas, fasciculadas.

2Bf1: raízes poucas, muito finas a finas, fasciculadas.

3Bf2: raízes raras, muito finas a finas, fasciculadas.

3Bf3: raízes raras, muito finas a finas, fasciculadas.

Tabela 27. Análises físicas e químicas de Plintossolo Háplico Distrófico típico – P6.

Hor	Esp cm	Frações totais			Composição granulométrica da terra fina				A.N.	GF	Silte
		----- g kg ⁻¹ -----			----- g kg ⁻¹ -----						
		Calhaus >20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	AG 2-0,20 mm	AF 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002mm	Argila <0,002 mm			
Ap	0-18	0	0	1000	75	446	153	326	306	6	0,47
2Bf1	18-70	0	6	994	69	519	107	305	0	100	0,35
3Bf2	70-101	0	11	989	67	417	128	388	0	100	0,33
3Bf3	101-132	0	0	1000	63	394	135	408	0	100	0,33
4Bf4	132-149	0	0	1000	71	404	137	388	0	100	0,35
4Bf5	149-172	0	11	989	79	448	107	366	0	100	0,29
4Bf6	172-185 ⁺	0	65	935	85	482	87	346	0	100	0,25

Hor	pH		Complexo Sortivo							T	V	m	P
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SB	Al ³⁺	H ⁺				
			-----cmol _c kg ⁻¹ -----										
Ap	5,4	4,3	1,5	1,1	0,16	0,06	2,8	0,4	4,3	7,5	37	12	3
2Bf1	5,1	4,2	0,5	0,8	0,05	0,04	1,4	0,5	2,6	4,5	31	26	1
3Bf2	5,4	4,4	0,9	0,8	0,07	0,03	1,8	0,2	3,0	5,0	36	10	1
3Bf3	5,4	4,3	1,3	1,1	0,10	0,04	2,5	0,4	3,0	5,9	42	14	1
4Bf4	5,5	4,3	1,3	1,1	0,11	0,05	2,6	0,3	2,2	5,1	51	10	1
4Bf5	5,5	4,2	0,7	1,2	0,09	0,05	2,0	0,7	2,4	5,1	39	26	1
4Bf6	5,5	4,1	0,6	1,1	0,09	0,05	1,8	0,8	2,3	4,9	37	31	<1

Continua...

Continuação da Tabela 27.

Hor	C-org	N	C/N	Composição química da terra fina						Relações Moleculares			Fed	Feo
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	ki	kr	Al ₂ O ₃		
				g/kg						g kg ⁻¹				
Ap	8,5	1,0	8	124	128	23	6,8	0,4	0,2	1,65	1,48	8,74	1,390	3,21
2Bf1	4,5	0,7	6	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,650	4,65
3Bf2	4,1	0,5	8	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,744	6,82
3Bf3	2,7	0,4	7	160	169	38	9,0	0,3	0,1	1,61	1,41	6,98	0,621	6,34
4Bf4	1,9	0,3	6	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,738	7,82
4Bf5	1,6	0,2	8	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,430	7,18
4Bf6	1,3	0,2	6	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,266	5,79

Hor: horizonte; **Esp:** espessura; **TFSA:** terra fina seca ao ar; **AG:** areia grossa; **AF:** areia fina; **A.N.:** argila natural; **GF:** grau de floculação; **Valor T:** CTC a pH 7,0 (SB+H+Al); **V:** (SB x 100) / T; **m:** 100*Al⁺³ / (SB+Al⁺³) **P:** fósforo; **ki:** (SiO₂/Al₂O₃) x 1,7; **kr:** (SiO₂ x 1,7) / (Al₂O₃ + (0,64 x Fe₂O₃)); **Fed:** ferro extraído com ditionito-citrato-bicarbonato; **Feo:** ferro extraído com oxalato de amônio.



Figura 49. Vegetação do tipo Cerrado sensu stricto no distrito de Luís Alves, no município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.

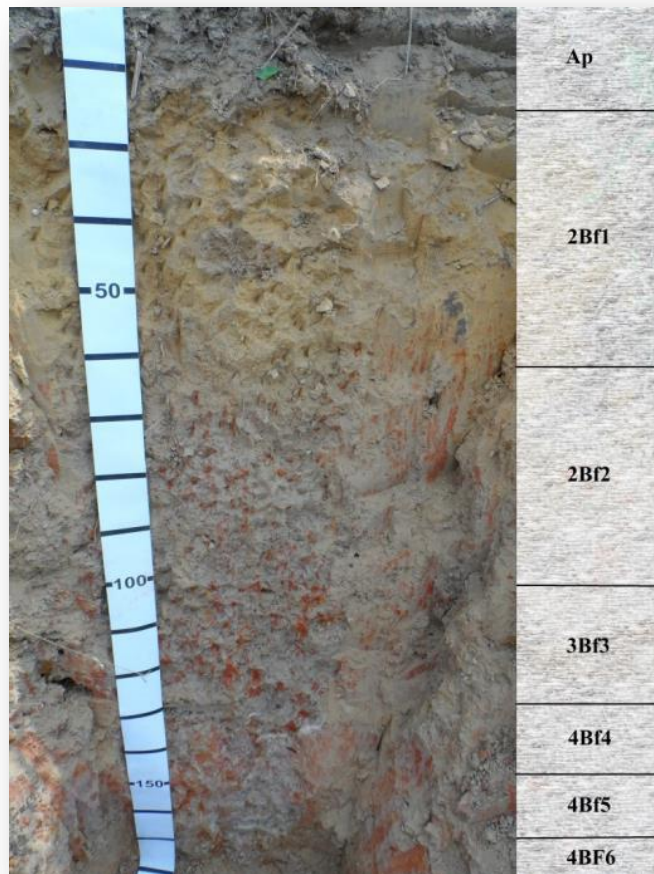


Figura 50. Plintossolo Háplico Distrófico típico no distrito de Luís Alves, município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.

9.7. Perfil 7

DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL 7

Data: 15.12.2015

CLASSIFICAÇÃO SiBCS- PLINTOSSOLO ARGILÚVICO Eutrófico gleissólico, A Moderado, textura argisolo arenosa, fase Cerradão, relevo suave ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: FTe

LOCALIZAÇÃO: 23K, UTM 16°28'30,4" S / 49°06'42,6" W

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL-Trincheira aberta 3 km a esquerda da rua principal da cidade de Terosópolis-GO, sentido Goiânia-Anápolis, 150 metros do rio meia ponte.

ALTITUDE – 753 metros

LITOLOGIA- Granulitos metamorfizados.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Complexo Anápolis-Itauçu.

CRONOLOGIA: Terciário

MATERIAL ORIGINÁRIO: Sedimentos colúvio-aluvionares.

RELEVO LOCAL: Suave ondulado

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado

EROSÃO: Laminar moderada.

DRENAGEM: Imperfeitamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Cerradão

USO ATUAL: Pastagem plantada.

ROCHOSIDADE: Não rochosa

PEDREGOSIDADE: Não pedregosa.

CLIMA: Clima tropical com estação seca (Classificação de Köppen-Geiger: Aw).

DESCRITO E COLETADO POR- Deyvid Diego Carvalho Maranhão e Angélica Pires Batista Martins.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ap 0-17 cm, bruno muito escuro (10 YR 2/2, úmida e 10 YR 4/2, seca); franco argilo arenosa; moderada, pequena a média, granular e blocos subangulares; macia, friável, não plástica e ligeiramente pegajosa; transição plana e clara.

AB 17-27 cm, bruno acinzentado muito escuro (10 YR 3/2, úmida e 10 YR 4/1, seca); franco argilo arenosa; moderada, pequena a média, blocos angulares e subangulares; ligeiramente dura, firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.

BAtf 27-41 cm, bruno (10 YR 4/3, úmida) com mosqueado comum, médio e proeminente vermelho (2,5 YR 4/8) e bruno amarelado (10 YR 5/6); franco argilo arenosa, moderada, média, blocos angulares; dura, firme, ligeiramente plástica e pegajosa; transição plana e clara.

Btf1 41-57 cm, bruno acinzentado escuro (10 YR 4/2, úmida) com mosqueado comum, pequeno a médio, e proeminente vermelho (2,5 YR 4/8) e bruno amarelado (10 YR 5/6); franco arenosa; moderada, média a grande, blocos angulares e subangulares; extremamente dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

Btf2 57-76 cm, bruno (10 YR 4/3, úmida) com mosqueado abundante, pequeno a médio, e proeminente vermelho escuro (2,5 YR 3/6); argila; moderada, média a grande, blocos angulares e subangulares; extremamente dura, firme, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

2Btf3 76-107 (103-111) cm, bruno escuro (10 YR 3/3, úmida) com mosqueado abundante, pequeno a médio e proeminente vermelho escuro (2,5 YR 3/6); argila; moderada a forte, média a grande, blocos angulares e subangulares; extremamente dura, firme, plástica e pegajosa; transição ondulada e clara.

2Btf4 107 (103-111) -122 (120-124) cm, bruno (10 YR 4/3, úmida) com mosqueado comum, pequeno a médio, e proeminente vermelho escuro (2,5 YR 3/6); argila; moderada, média, blocos angulares e subangulares; extremamente dura, firme, plástica e pegajosa; transição ondulada e clara.

2Bgf1 122 (120-124) -140 cm, cinzento (10 YR 5/1, úmida) com mosqueado comum, médio, e proeminente vermelho (2,5 YR 4/8); franco argilo arenosa, moderada, pequena a média, blocos subangulares; dura, friável, plástica e pegajosa; transição ondulada e clara.

3Bgf2 140-163 cm, bruno acinzentado (10 YR 5/2, úmida) com mosqueado comum, pequeno a médio, e proeminente vermelho escuro (10 R 4/8) e bruno amarelado (10 YR 5/6); franco argilo arenosa, moderada, média, blocos subangulares; dura, friável, plástica e pegajosa; transição plana e clara.

3Cgf 163-175 cm⁺, cinzento claro (10 YR 6/1, úmida) com mosqueado comum, pequeno a médio, e distinto amarelo brunado (10 YR 6/8); franco-argilosa pouco cascalhenta, estrutura maciça; dura, friável, plástica e pegajosa.

OBSERVAÇÕES: - As raízes estão distribuídas até o horizonte 3Bgf2.

- Os mosqueados mais vermelhos geralmente correspondem a plintitas.

- Os horizontes Ap e AB apresentaram uma pequena ocorrência de plintita aproximadamente 2% da massa do solo, de modo pontual.

- Até o horizonte 2Btf1 foi observado atividade biológica decorrente da ação de cupins e formigas.

Tabela 28. Análises físicas e químicas de Plintossolo Argilúvico Eutrófico gleissólico – P7.

Hor	Esp cm	Frações totais			Composição granulométrica da terra fina					A.N. g kg ⁻¹	GF %	Silte Argila
		----- g kg ⁻¹ -----			----- g kg ⁻¹ -----							
		Calhaus >20 mm	Cascalho 20-2 mm	TFSA <2 mm	AG 2-0,20 mm	AF 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002mm	Argila <0,002 mm				
Ap	0-17	0	22	978	267	251	217	265	245	8	0,82	
AB	17-27	0	30	970	287	316	132	265	265	0	0,50	
BAtf	17-41	0	19	981	254	263	155	328	308	6	0,47	
Btf1	41-57	0	0	1000	245	233	152	370	0	100	0,41	
Btf2	57-76	0	0	1000	174	188	141	497	0	100	0,28	
2Btf3	76-107	0	0	1000	129	189	163	519	0	100	0,31	
2Btf4	107-122	0	0	1000	110	212	160	518	0	100	0,31	
2Bgf1	122-140	0	32	968	212	308	215	265	0	100	0,81	
3Bgf2	140-163	130	35	835	228	236	208	328	0	100	0,63	
3Cgf	163-175 ⁺	190	83	727	192	223	193	392	0	100	0,49	

Hor	pH		Complexo Sortivo							T	V	m	P
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SB	Al ³⁺	H ⁺				
			-----cmol.kg ⁻¹ -----										
Ap	5,5	4,4	3,0	2,3	0,13	0,01	5,4	0,1	5,0	10,5	51	2	2
AB	5,7	4,7	3,3	1,7	0,11	0,01	5,1	0,0	3,7	8,8	58	0	1
BAtf	5,9	4,7	3,5	2,1	0,05	0,01	5,7	0,0	3,2	8,9	64	0	1
Btf1	6,0	4,8	3,4	2,4	0,04	0,01	5,8	0,0	2,9	8,7	67	0	1
Btf2	5,6	4,3	1,8	2,7	0,02	0,01	4,5	0,4	4,8	9,7	46	8	1
2Btf3	5,9	4,7	2,5	4,7	0,10	0,02	7,3	0,1	4,2	11,6	63	1	1
2Btf4	6,0	4,6	3,1	4,5	0,08	0,01	7,7	0,1	4,7	12,5	62	1	1
2Bgf1	6,0	4,8	1,5	2,9	0,10	0,02	4,5	0,0	2,1	6,6	68	0	1
3Bgf2	5,9	4,9	2,2	4,6	0,10	0,02	6,9	0,0	1,8	8,7	79	0	1
3Cgf	5,8	4,8	2,7	5,4	0,11	0,03	8,2	0,0	2,6	10,8	76	0	1

Continua...

Continuação da Tabela 28.

Hor	C-org	N	C/N	Composição química da terra fina						Relações Moleculares			Fed	Feo
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	ki	kr	Al ₂ O ₃ Fe ₂ O ₃		
				g/kg								g kg ⁻¹		
Ap	13,5	1,1	12	106	96	44	39,6	0,4	0,6	1,88	1,45	3,43	1,230	3,05
AB	10,4	0,9	12	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,856	1,89
BAtf	7,9	0,7	11	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1,030	6,84
Btf1	5,8	0,5	12	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1,190	10,20
Btf2	4,3	0,4	11	----	----	----	----	----	----	----	----	----	2,210	13,20
2Btf3	4,8	0,4	12	207	211	59	26,4	0,5	0,3	1,67	1,41	5,61	1,920	9,08
2Btf4	5,8	0,5	12	----	----	----	----	----	----	----	----	----	1,830	6,60
2Bgf1	2,0	0,3	7	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,560	4,21
3Bgf2	1,6	0,2	8	175	156	47	30,4	0,3	0,4	1,91	1,60	5,21	0,443	4,73
3Cgf	1,7	0,1	17	----	----	----	----	----	----	----	----	----	0,517	4,37

Hor: horizonte; **Esp:** espessura; **TFSA:** terra fina seca ao ar; **AG:** areia grossa; **AF:** areia fina; **A.N.:** argila natural; **GF:** grau de flocculação; **Valor T:** CTC a pH 7,0 (SB+H+Al); **V:** (SB x 100) / T; **m:** 100*Al⁺³ / (SB+Al⁺³) **P:** fósforo; **ki:** (SiO₂/Al₂O₃) x 1,7; **kr:** (SiO₂ x 1,7) / (Al₂O₃ + (0,64 x Fe₂O₃)); **Fed:** ferro extraído com ditionito-citrato-bicarbonato; **Feo:** ferro extraído com oxalato de amônio.



Figura 51. Área de pastagem plantada próximo ao rio Meia Ponte, no município de Teresópolis, no estado do Goiás.

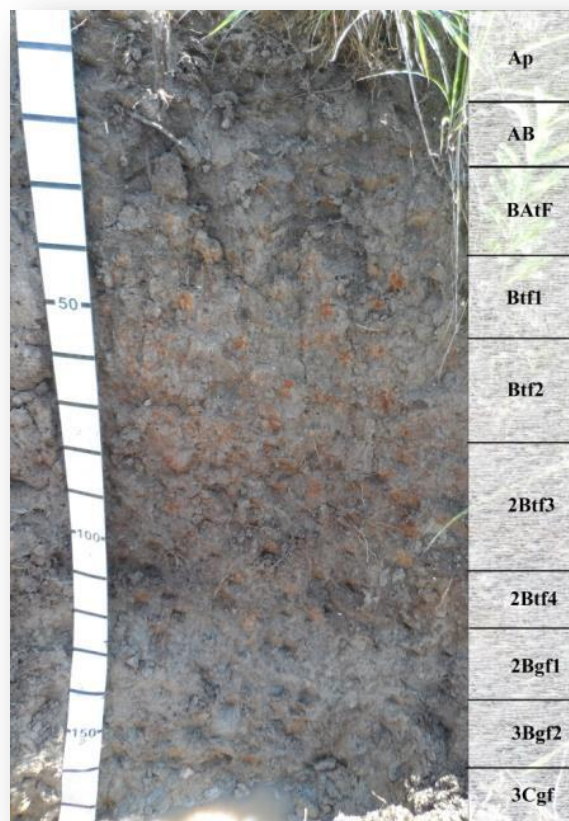


Figura 52. Plintossolo Argilúvico Eutrófico gleissólico próximo ao rio Meia ponte, no município de Teresópolis, estado do Goiás.

9.8 Perfil 8

DESCRIÇÃO GERAL

PERFIL 8

Data: 23.10.2015

CLASSIFICAÇÃO SiBCS- PLINTOSSOLO PÉTRICO Concrecionário êndico, A Moderado, textura média, fase Cerrado sensu stricto, relevo suave ondulado.

UNIDADE DE MAPEAMENTO: FFc

LOCALIZAÇÃO: 23K, 13°15'23,9" S / 50°31'54,0" W

SITUAÇÃO, DECLIVIDADE E COBERTURA VEGETAL SOBRE O PERFIL-Perfil na beira de barranco, aproximadamente 6 km da rodovia que liga o distrito de Luís Alves ao centro de São Miguel do Araguaia-GO, entrada a direita a 1 km na margem direita da estrada, próximo de uma área de empréstimo.

ALTITUDE – 224 metros

LITOLOGIA- Micaxisto com granada e sericita xisto.

FORMAÇÃO GEOLÓGICA – Grupo Estrondo

CRONOLOGIA: Cretácio

MATERIAL ORIGINÁRIO: Intemperismo dos materiais supracitados

RELEVO LOCAL: Suave ondulado

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado

EROSÃO: Laminar moderada.

DRENAGEM: Imperfeitamente drenado.

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Cerrado sensu stricto

USO ATUAL: Pastagem de plantada.

ROCHOSIDADE: Moderadamente rochosa

PEDREGOSIDADE: Extremamente pedregosa.

CLIMA: Clima tropical com estação seca (Classificação de Köppen-Geiger: Aw).

DESCRITO E COLETADO POR- Deyvid Diego Carvalho Maranhão.

DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA

Ac 0-(20-28) cm, bruno amarelado escuro (10 YR 3/4, úmida e 10 YR 3/4, seca); franco-argilosiltosa esquelética; forte, pequena, granular; macia, friável, ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa; transição ondulada e abrupta.

F (20-28) -150 cm⁺ Horizonte contínuo com cascalhos e calhaus arredondados e subarredondados quartzosos soldados a massa resultante da segregação de ferro.

OBSERVAÇÕES: - No sentido de melhor caracterizar as colorações observadas no interior das concreções, se optou por utilizar a carta de Munsell.

Nódulos e concreções:

Ac: concreções ferruginosas dominante, pequena a grande, dura, irregulares e vermelho escuro (10 R 4/8).

Raízes:

Apc: raízes comuns, muito finas a finas, fasciculadas.



Figura 53. Área de pastagem plantada no distrito de Luís Alves, no município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.



Figura 54. Plintossolo Pétrico Concrecionário litoplântico no distrito de Luís Alves, no município de São Miguel do Araguaia, estado do Goiás.

Tabela 29. Análises físicas e químicas de Plintossolo Pétrico Concrecionário êndico – P8.

Hor	Esp cm	Frações totais			Composição granulométrica da terra fina					A.N.	GF	Silte		
		----- g kg ⁻¹ -----			----- g kg ⁻¹ -----									
		Calhaus	Cascalho	TFSA	AG	AF	Silte	Argila	g kg ⁻¹				%	Argila
>20 mm	20-2 mm	<2 mm	2-0,20 mm	0,20-0,05 mm	0,05-0,002mm	<0,002 mm								
Ac	0-28	0	165	835	517	323	59	101	101	0	0,58			
F	28-70 ⁺	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----			
Hor	pH		Complexo Sortivo							T	V	m	P	
	Água	KCl	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	SB	Al ³⁺	H ⁺					-----cmol _c kg ⁻¹ -----
Ac	5,6	4,5	0,9	0,8	0,13	0,02	1,8	0,2	3,1	5,1	35	10	2	
F	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	
Hor	C-org	N	C/N	Composição química da terra fina						Relações Moleculares			Fed	Feo
				SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO	ki	kr	Al ₂ O ₃		
Ac	9,2	0,7	13	36	49	48	3,4	0,6	0,6	1,25	0,77	1,6	1,14	6,98
F	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Hor: horizonte; **Esp:** espessura; **TFSA:** terra fina seca ao ar; **AG:** areia grossa; **AF:** areia fina; **A.N.:** argila natural; **GF:** grau de floculação; **Valor T:** CTC a pH 7,0 (SB+H+Al); **V:** (SB x 100) / T; **m:** 100*Al³⁺/(SB+Al³⁺) **P:** fósforo; **ki:** (SiO₂/Al₂O₃) x 1,7; **kr:** (SiO₂ x 1,7)/(Al₂O₃ + (0,64 x Fe₂O₃)); **Fed:** ferro extraído com ditionito-citrato-bicarbonato; **Feo:** ferro extraído com oxalato de amônio.